

# SC ENERGIA SOLARE

P.IVA IT07131720489  
C.F.: 07131720489  
PIAZZA DELLA VITTORIA, 6  
50129 - FIRENZE (FI) - IT  
PEC: sc-energiasolare@pec.it

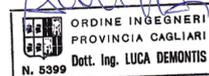
## Impianto fotovoltaico Serramanna 43,868 MWp



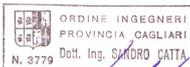
00	08/2023	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	ACME S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS  
(coordinatore)



Ing. Sandro CATTA



Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)  
Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)  
Geol. Andrea SERRELI (consulenza geologica)  
Dott. Agr. Francesco Matta (consulenza agronomica)  
Archeol. Maria Luisa Sanna (consulenza archeologica)

TITOLO:

**SINTESI NON TECNICA**

NOTE:

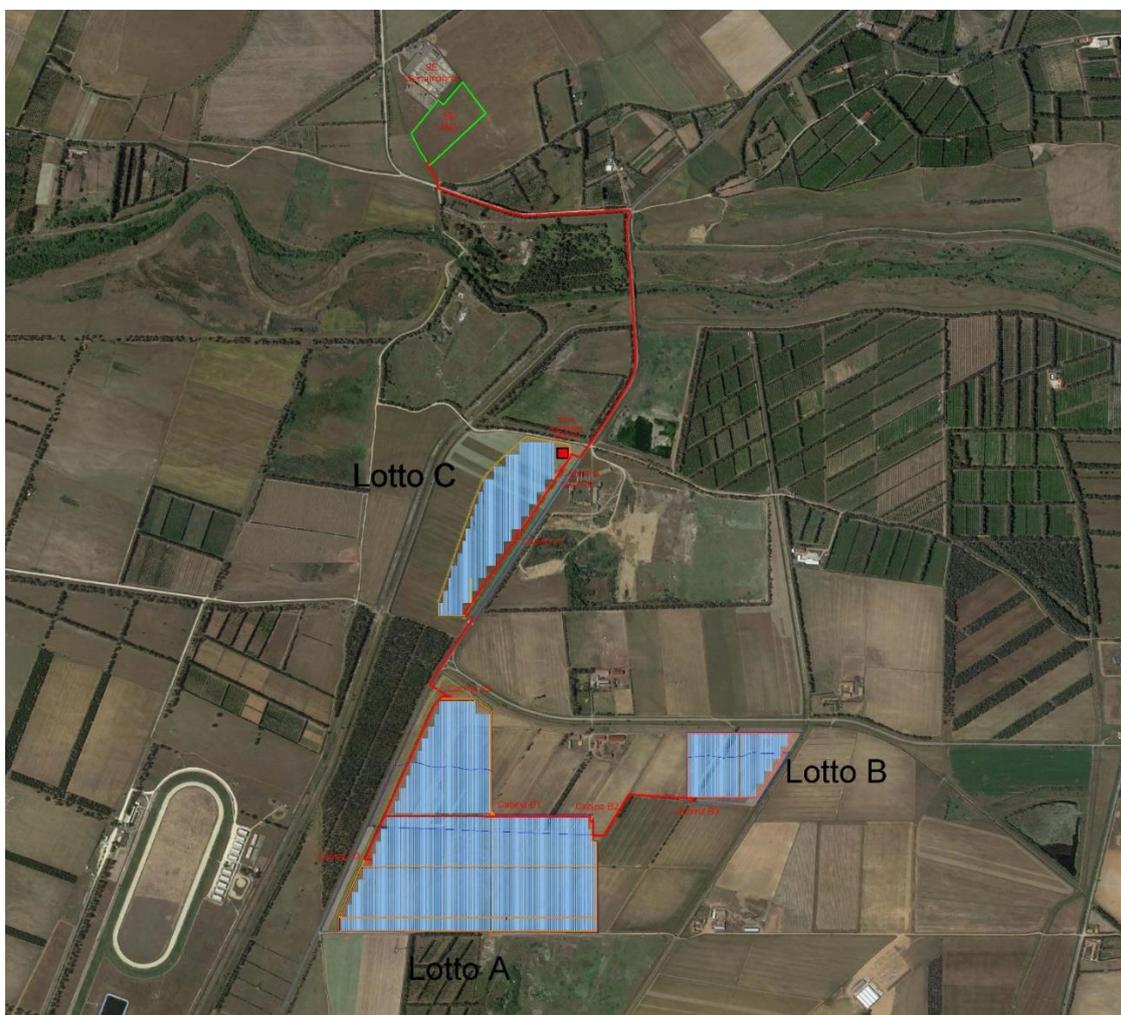
**IDENTIFICAZIONE ELABORATO  
SNT**

## **INDICE**

INTRODUZIONE .....	2
DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO .....	3
ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL'OPERA .....	5
POPOLAZIONE E SALUTE UMANA .....	5
COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA .....	5
BIODIVERSITÀ .....	6
Flora e vegetazione .....	6
Fauna .....	7
SUOLO E SOTTOSUOLO .....	7
GEOLOGIA E ACQUE .....	8
ATMOSFERA: ARIA E CLIMA .....	8
SISTEMA PAESAGGISTICO .....	9
ULTERIORI ASPETTI IN APPROFONDIMENTO .....	10
Rifiuti .....	10
Impatti cumulativi .....	11
ANALISI DEI BENEFICI .....	12
BENEFICI ECONOMICI .....	12
BENEFICI ENERGETICI .....	12
BENEFICI AMBIENTALI .....	13
MANODOPERA IMPIEGATA .....	13
BENEFICI OCCUPAZIONALI INDIRETTI .....	16
RAGIONEVOLI ALTERNATIVE .....	17
ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE .....	17
ALTERNATIVE PROGETTUALI E DI LAYOUT .....	17
ALTERNATIVE TECNOLOGICHE .....	18
ALTERNATIVA "ZERO" .....	19
REPERTORIO FOTOGRAFICO E FOTOSIMULAZIONI .....	20

## INTRODUZIONE

Il presente elaborato costituisce la Sintesi in Linguaggio non Tecnico del Progetto denominato "Impianto fotovoltaico Serramanna" presentato dalla società SC ENERGIA SOLARE S.R.L. per la realizzazione e gestione di un nuovo impianto fotovoltaico, da realizzarsi nel Comune di Serramanna (SU), in un'area agricola idonea e favorevole per quest'opera secondo l'Art.20 comma 8 lettera c-quater del D.Lgs. 199/2001.



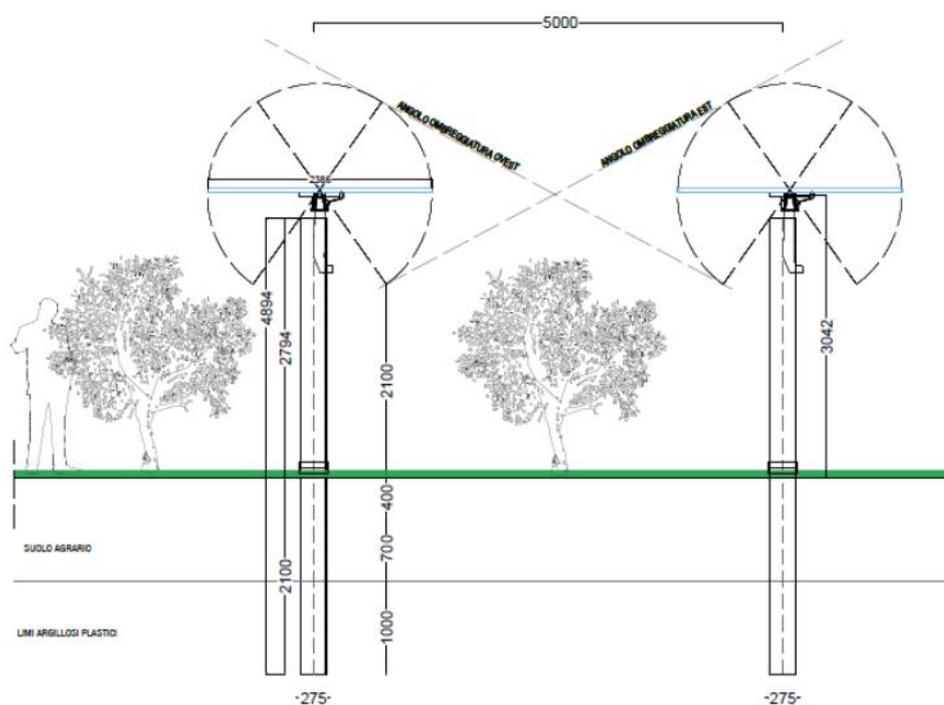
Inserimento delle aree di progetto su Ortofoto.

La potenza nominale installata sarà pari a 43.868,72 kWp per una superficie complessiva, comprese le opere accessorie, di circa 53,93 ha, distribuita in 3 aree: lotto A (36,85 ha), lotto B (6,28 ha) e lotto C (10,80 ha). **L'impianto in progetto consentirà di preservare la continuità delle attuali attività di coltivazione agricola sul sito di installazione, garantendo al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.**

## DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Il progetto prevede l'installazione di 65.968 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half-cell, della potenza di picco totale di 665 Wp cad., che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra  $-55^\circ$  (est) e  $+55^\circ$  (ovest), per una superficie captante di circa 209.401,28 m<sup>2</sup>.

L'impianto sarà connesso alla rete di distribuzione elettrica nazionale in AT tramite un collegamento in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di smistamento (SE) della RTN 150/36 kV di Serramanna, previo potenziamento/rifacimento delle linee RTN a 150 kV "Villasor – Villacidro", gestita da TERNA Spa. Il rendimento energetico annuale della centrale è previsto pari a circa 2.003 kWh, calcolato utilizzando il database di radiazione solare PVGIS-CMSAF. L'energia elettrica prodotta sarà ceduta ad un trader accreditato tramite la modalità di cessione sul mercato libero. La proprietà potrebbe valutare anche di partecipare al meccanismo delle aste secondo D.M. 04/07/2019.



Dimensioni del tracker tipo.

Si tratta di un impianto fotovoltaico di ultima generazione che, per le sue caratteristiche costruttive, ha un impatto limitato sul suolo agricolo e non compromette la continuità delle attività di coltivazione.

Come detto, la produzione di energia elettrica non interromperà l'attuale uso del suolo a fini agricoli.

Nella scelta delle colture si è optato per quelle che rispondono positivamente alla riduzione della radiazione luminosa, ovvero colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative, impiegando sempre essenze comunemente coltivate in Sardegna.

Si prevede pertanto di coltivare un **prato polifita permanente destinato alla produzione di foraggio**. Tale scelta permette di conservare l'attuale qualità del suolo e la redditività del prato polifita non risulterebbe alterata dalla presenza del fotovoltaico, al contrario si intravede la possibilità di aumentare la marginalità rispetto alle condizioni di pieno sole.

Nella fascia perimetrale è prevista:

- La realizzazione di una fascia arborea e arbustiva costituita con le specie esistenti e di nuovo impianto lungo la viabilità, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso;

- la previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e la realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto, considerato che la fascia perimetrale svolgerà comunque una funzione di mitigazione e compensazione ambientale.

Per la messa a dimora delle essenze arboree e arbustive che andranno a costituire la fascia verde lungo i bordi delle aree interessate dall'intervento, sarà necessario eseguire alcune lavorazioni preliminari per la preparazione del terreno, al fine di favorire al meglio la crescita e lo sviluppo delle varie piante.

Si procederà innanzitutto con una scarificazione leggera/erpatura al fine di rompere la crosta superficiale e eliminare le infestanti in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzati i filari della sistemazione a verde. Dopo questa lavorazione si scaveranno delle buche di adeguate dimensioni per contenere l'apparato radicale delle piante da mettere a dimora.

Al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti al trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto.

Le specie arbustive ed arboree da impiegarsi saranno preferibilmente autoctone o già presenti in zona; la scelta verrà effettuata nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti.

## ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL'OPERA

Un sistema fotovoltaico come quello proposto, è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agropastorale. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole e pastorali risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle colture può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione; o anche le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura. Ciò significa che una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra. In fase di progetto sono stati dunque fissati dei parametri volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

L'ottimizzazione contemporanea dell'ambito agricolo ed energetico è infatti, come già detto, fondamentale per la buona riuscita del progetto.

Si riporta a seguire una analisi degli effetti ambientali del progetto proposto sia per la fase di realizzazione/dismissione dell'impianto che per la fase di esercizio dello stesso.

### POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

I potenziali impatti sulla popolazione e sulla salute umana correlati alla **fase di cantiere** del presente impianto fotovoltaico consistono nel temporaneo aumento della rumorosità e del traffico e nel peggioramento della qualità dell'aria derivanti dalle attività di cantiere e dal movimento mezzi per il trasporto del materiale. Tali impatti comunque saranno di lieve entità perché di breve durata in quanto correlati alle sole fasi di costruzione e dismissione dell'impianto e locali in quanto circoscritti alle sole aree di cantiere e reversibili in quanto cesseranno al termine delle attività.

Le azioni mitigative che saranno messe in atto per mitigare le attività rumorose in fase di costruzione, saranno quelle di limitare le attività più rumorose ad orari consoni della giornata e spegnere i mezzi quando non in uso. Relativamente al traffico saranno previsti percorsi stradali che limitino l'utilizzo della rete viaria pubblica durante gli orari di punta del traffico.

In **fase di esercizio** il potenziale impatto sulla salute pubblica è quello collegato alla presenza di campi elettrici e magnetici generati dall'impianto fotovoltaico, per le cabine di trasformazione, dei cavi elettrici, dei dispositivi elettronici ed elettromeccanici installati nell'area di impianto e soprattutto delle linee elettriche in media tensione di interconnessione con la cabina primaria e/o con la rete di trasmissione nazionale. Nella Relazione sui campi elettromagnetici, alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti, sono individuati i ricettori sensibili quali aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere. A seguito del calcolo delle fasce di rispetto viene dimostrato che tali ricettori sono posti in posizione sufficientemente distante dal perimetro del lotto per cui, le distanze esistenti sarebbero abbondantemente superiori alle fasce di rispetto necessarie a garantire una induzione magnetica inferiore al limite dell'obiettivo di qualità posto dal citato decreto. Ad ogni modo si provvederà ad interrare tutti i cavidotti percorsi da bassa e media tensione.

In fase di esercizio non si ritiene di dover considerare l'impatto generato dal rumore dal momento che gli impianti fotovoltaici non producono emissioni rumorose di alcun tipo.

### COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA

Nel Sud Sardegna tutti i comuni sono ben al di sopra della media nazionale per tasso di disoccupati.

Per la realizzazione dell'impianto in progetto si stima il seguente fabbisogno di personale:

- circa n. **280** addetti per l'esecuzione delle opere di progettazione, allestimento del cantiere e montaggio impianto della durata prevista di **12 mesi** circa;
- circa n. **30** addetti in fase di esercizio, comprensivi del servizio sorveglianza e manutenzione ordinaria e straordinaria.

Per quanto riguarda le attività di allestimento cantiere e montaggio dell'impianto e delle opere accessorie saranno prioritariamente coinvolte maestranze locali, così come per i servizi di sorveglianza e manutenzione: escavatoristi, elettricisti, operatori dei mezzi meccanici ed elettrici, responsabili sicurezza ecc. Anche la fornitura di materiali, servizi tecnici e logistici sarà effettuata da imprese del territorio, producendo effetti positivi anche sull'occupazione "indiretta".

Alla luce di quanto sopra si ritiene che gli impatti sulla componente socio-economica in **fase di cantiere** saranno sicuramente positivi in quanto contribuiranno a fornire opportunità occupazionali di personale qualificato.

Durante la **fase di esercizio**, gli impatti positivi sull'economia saranno connessi essenzialmente alle attività di manutenzione e gestione dell'impianto nonché di conduzione dell'opera agricola e della fascia verde di mitigazione.

Le azioni di mitigazione sulla componente socio-economica si traducono nella creazione di ricadute sull'occupazione locale generando occupati diretti ed indiretti, temporanei e/o permanenti con diversi livelli di professionalità durante la fase di costruzione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico.

Tali previsioni prospettano quindi un'incidenza positiva nel quadro occupazionale locale in quanto saranno privilegiate maestranze ed imprese locali per l'esecuzione delle attività.

## BIODIVERSITÀ

### Flora e vegetazione

Le aree interessate dal progetto in esame si presentano come terreni agricoli attualmente coltivati con colture foraggere.

I potenziali impatti sulla componente flora e vegetazione correlati alla **fase di cantiere** dell'impianto sono collegabili alla pulizia delle aree per il miglioramento della produzione del foraggio.

Sono inoltre ravvisabili impatti, sebbene non significativi, dovuti al sollevamento di polvere da parte dei mezzi di cantiere nella fase di costruzione e di dismissione dell'impianto che in considerazione dell'entità e della durata non avranno incidenza sulla capacità fotosintetica delle specie vegetali causata dal deposito delle polveri sul gliame.

Le misure di mitigazione sono state intraprese già nella fase di localizzazione e progettazione in quanto:

- sono state escluse aree rilevanti da un punto di vista naturalistico, aree sottoposte a norme di salvaguardia o incluse nella rete ecologica naturale;
- sono state escluse aree caratterizzate da esemplari di specie di flora minacciate, contenute in Liste Rosse;
- sono state escluse aree con colture agricole di pregio (oliveti secolari, vigneti tradizionali);
- sono state escluse aree agricole di pregio paesaggistico.

Per la **fase di esercizio** i possibili impatti individuati consistono, oltre al consumo di vegetazione, nella variazione del campo termico nella zona di installazione dei moduli durante la fase di esercizio.

Al fine di mitigare gli effetti attesi in fase di esercizio sono stati preventivamente presi degli accorgimenti già in fase di progetto quali:

- previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- installazione dei pannelli su pali in modo tale da consentire l'irraggiamento solare anche nelle aree ombreggiate dai pannelli ma consentendo l'areazione naturale con conseguente limitazione del potenziale surriscaldamento;
- attuazione di un piano colturale compatibile con la presenza dei pannelli fotovoltaici.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

## Fauna

Come analizzato nei paragrafi precedenti, le aree del progetto in esame non ricadono nel sistema delle aree protette e di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate, ma anzi si tratta perlopiù di aree agricole nella quale è presente da tempo l'attività antropica.

In **fase di cantiere** i principali fattori di impatto alla fauna potenzialmente presente o di passaggio nelle aree di progetto sono ravvisabili nel transito dei mezzi di cantiere, nel rumore causato dalle attività di cantiere e possono essere considerati limitati nel tempo perché riferiti alle sole fasi di cantiere, locali in quanto limitati all'area di progetto e alle aree poste nelle immediate vicinanze e reversibili in quanto al termine delle attività di costruzione non vi saranno elementi ostativi alla stanzialità e/o al passaggio delle specie faunistiche.

In **fase di esercizio** il principale impatto sulla fauna correlato alla realizzazione dell'impianto è la sottrazione di suolo e di habitat. Inoltre un altro potenziale impatto sull'avifauna migratoria può essere costituito dal probabile fenomeno dell'abbagliamento. Gli impatti nella fase di esercizio saranno tutti di lunga durata, in quanto potenzialmente correlati alla vita utile dell'impianto, ma con effetti negativi transitori e di modesta entità.

Eventuali fenomeni di abbagliamento sono stati evitati attraverso la scelta di una tipologia di celle fotovoltaiche di ultima generazione che presentano un coefficiente di efficienza sensibilmente maggiore rispetto a quelle comunemente in uso nei decenni passati, riducendo di conseguenza la quantità di luce riflessa e quindi il probabile abbagliamento. Inoltre le celle sono di tipologia monocristallina, che presentano un maggior assorbimento della radiazione diffusa rispetto a moduli realizzati con cellule policristalline; la rotazione stessa dei moduli riduce sensibilmente la probabilità di accadimento di abbagliamento.

Relativamente al tema della sottrazione di suolo e di habitat, è importante ribadire che il progetto del nuovo impianto fotovoltaico è stato studiato affinché fosse possibile preservare le attuali attività ivi esercitate di produzione di foraggio e pascolo.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

## SUOLO E SOTTOSUOLO

La fonte di impatto più significativa riscontrabile per la componente in esame risulta essere l'occupazione del suolo con conseguente riduzione della naturalità, ma tale impatto viene mitigato dalla scelta stessa del modello combinato di produzione agricola e fotovoltaica. Il posizionamento dei moduli su pali che non necessitano di fondazioni in cemento, evita un effetto di snaturalizzazione del suolo. La previsione di un piano colturale e di un programma di manutenzione dello strato sottostante che, oltre ad evitare effetti di desertificazione e terra bruciata, consente di minimizzare l'effetto erosione dovuto all'eventuale pioggia battente, porta a ritenere che l'impatto sia di lunga durata in quanto correlato all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni, ma locale in quanto limitato all'area di progetto e reversibile in quanto le scelte localizzative e progettuali sono state finalizzate a consentire il ripristino dei terreni al termine del ciclo vita dell'impianto.

In **fase di cantiere** si individuano quindi impatti generati dall'occupazione del suolo da parte dei mezzi di cantiere impegnati nella progressiva installazione dei moduli fotovoltaici.

Infine bisogna considerare la possibilità di accidentali sversamenti di idrocarburi presenti nei serbatoi dei mezzi di cantiere.

In fase di esercizio l'impatto stimato si riduce alla sola occupazione di suolo.

Le misure mitigative che sono state considerate allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo sono:

- progettazione dell'impianto fotovoltaico sulla base del principio di ottimizzazione dell'uso del suolo per il minor consumo e impoverimento dello stesso e allo stesso tempo per il più facile ripristino a fine vita dell'impianto;
- utilizzo della viabilità esistente e previsione di realizzazione della sola nuova viabilità interna per la fase di costruzione prima e di manutenzione poi utilizzando materiali naturali stabilizzati;

- messa in atto di un programma di manutenzione programmata degli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici.

Si ritiene che le suddette misure mitigative proposte contribuiranno a mantenere l'equilibrio biologico degli strati superficiali del suolo impedendo l'impoverimento della componente microbica e biologica del terreno e quindi a ridurre l'eventuale impatto potenziale sulla componente analizzata.

## **GEOLOGIA E ACQUE**

Il progetto non si relaziona in alcun modo con le falde sotterranee, le profondità di scavo previste non causano nessuna interferenza con l'ambiente di falda. Allo stesso tempo le operazioni di cantiere non comportano variazioni nel ciclo di ricarica delle falde in quanto non causano variazioni degli equilibri idrici superficiali e non comportano impermeabilizzazioni diffuse dei terreni. Per quanto riguarda le aree oggetto di intervento, si evidenzia che in fase di cantiere l'area non sarà pavimentata/impermeabilizzata consentendo il naturale drenaggio delle acque meteoriche nel suolo. In **fase di cantiere** il consumo di acqua è legato soprattutto alle operazioni di bagnatura delle superfici, al fine di limitare il sollevamento delle polveri prodotte dal passaggio degli automezzi sulle strade sterrate.

Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali o da pozzi per le attività di realizzazione delle opere. Sulla base di quanto precedentemente esposto, si ritiene che l'impatto sia di breve termine, di estensione locale ed entità non riconoscibile. Un altro elemento di criticità durante la fase di cantiere potrebbe essere, così come per la componente suolo e sottosuolo, lo sversamento accidentale degli idrocarburi provenienti dai mezzi d'opera. In considerazione delle esigue quantità di idrocarburi contenuti nei serbatoi dei mezzi d'opera e visto che gli acquiferi sono protetti da uno strato di terreno superficiale con spessore rilevante, i rischi specifici sono poco rilevanti. Inoltre in caso di accadimento si procederà alla rimozione della parte di terreno contaminato che sarà caratterizzato e smaltito ai sensi della legislazione vigente. Inoltre la durata dell'impatto è da ritenersi circoscritta alla durata del cantiere e quindi temporanea. Per la **fase di esercizio** i possibili impatti individuati consistono nell'utilizzo di acqua per la pulizia dei pannelli e soprattutto per l'irrigazione delle colture per le quali sarà realizzato apposito impianto di irrigazione. A seguito della redazione di specifico studio finalizzato alla descrizione delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area di progetto e delle eventuali condizioni di pericolosità sono emersi **alcuni aspetti di criticità sia in termini di sicurezza idraulica del territorio, ma anche di prestazioni dei sistemi geotecnici delle opere**. Ad ogni modo sarà minimizzata all'essenziale la trasformazione dei luoghi, in riferimento alle caratteristiche morfometriche, anche in riferimento al controllo dei deflussi superficiali, per mantenere la stabilità geomorfologica e nel contempo conservare le qualità dei suoli. Per quanto detto, considerato che le condizioni geo-idrologiche, morfologiche e morfoevolutive non siano del tutto sfavorevoli da condizionare la stabilità del sito, che presenta comunque fragilità e vulnerabilità di natura geologica e geo-idrologica in senso lato, è opportuno sottolineare l'obbligatorietà di una indagine geognostica, idrogeologica, geotecnica e sismica, per ogni comparto specifico, commisurata alla conoscenza acquisita e alla tipologia di opere da realizzare nel campo fotovoltaico, come prevista dal DM 17/01/2018.

L'utilizzo delle migliori pratiche geotecniche e costruttive, la previsione di un opportuno piano colturale, la scelta progettuale di evitare l'infissione dei moduli fotovoltaici nelle aree a pericolosità idraulica elevata e molto elevata porta a ritenere che le componenti in oggetto non siano significativamente impattate dalla realizzazione dell'impianto.

## **ATMOSFERA: ARIA E CLIMA**

La caratteristica principale degli impianti fotovoltaici è la totale assenza di emissioni in atmosfera in fase di esercizio. Le uniche emissioni attese sono previste in **fase di cantiere** del progetto: polveri - dovute al transito dei mezzi per il trasporto delle attrezzature, emissioni - generate dai mezzi e rappresentate da monossido di carbonio (CO), dagli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e polveri (PM) – prodotte in fase di preparazione delle superfici e degli scavi il posizionamento dei cavidotti e delle cabine di trasformazione e consegna.

In considerazione della durata temporale limitata prevista per la costruzione del progetto e del modesto incremento del traffico veicolare per il trasporto ed il montaggio delle parti di impianto, si ritiene che l'interferenza sulla matrice aria sia di entità non rilevante.

---

La magnitudo degli impatti risulta pertanto trascurabile e la significatività bassa data la dislocazione dei più vicini ricettori.

Gli impatti sulla qualità dell'aria derivanti dalla fase di costruzione del progetto sono di bassa significatività e di breve termine, a causa del carattere temporaneo delle attività di cantiere. Pertanto non sono previste azioni permanenti ma durante la fase di cantiere saranno adottate tutte le accortezze utili per ridurre le interferenze dovute all'innalzamento di polveri e di emissioni in atmosfera, ed in particolare saranno messe in campo le seguenti mitigazioni degli impatti:

- verifica costante dell'efficienza dei mezzi d'opera;
- imposizione di limiti di velocità ridotta per i mezzi di trasporto in fase di costruzione e dismissione dell'impianto;
- periodica bagnatura del fondo stradale e/o delle ruote dei mezzi onde evitare l'innalzamento di polveri in fase di transito dei mezzi sulle strade interne.

Per quanto riguarda il rumore invece:

- compatibilmente con le esigenze tecniche, le attività saranno programmate in modo tale da escludere le attività più rumorose durante il periodo di nidificazione dell'avifauna eventualmente presente anche se l'area non è interessata da specie faunistiche protette;
- verranno impartite istruzioni al personale affinché i mezzi siano spenti quando non utilizzati.

Si ritiene che le suddette misure mitigative proposte contribuiranno a ridurre l'eventuale impatto potenziale sulla componente analizzata.

In **fase di esercizio** le uniche emissioni in atmosfera attese sono quelle eventualmente correlate alla manutenzione ordinaria e straordinaria sulle parti elettriche ed al periodico uso delle macchine agricole, il cui potenziale impatto sullo stato attuale è da ritenersi ragionevolmente trascurabile.

I potenziali impatti sulla componente atmosfera correlati alla costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico sono ravvisabili nella produzione di rumore e polveri.

Al contrario, la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto avrà un indubbio **impatto positivo sulla componente** atmosfera in quanto contribuirà ad evitare le emissioni di gas climalteranti, in particolare di anidride carbonica, correlate alla produzione di energia da combustibili fossili.

## **SISTEMA PAESAGGISTICO**

L'impatto sulla componente paesaggistica correlato alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in esame è stato valutato in relazione alla componente visuale, cioè alla percezione dell'impianto con il paesaggio circostante dalle zone in cui risulta visibile nella fase di esercizio; per la fase di costruzione e dismissione, gli impatti sulla componente paesaggio possono essere considerati irrilevanti.

La percezione dell'impianto sarà mitigata da schermature perimetrali arboree che fanno sì che l'impianto sia visibile solo nella prossimità del sito di progetto.

Al capitolo 6 del presente documento è riportata la documentazione fotografica ed il rendering fotografico del progetto in esame. Allo scopo di definire l'impatto visivo dell'impianto nel suo insieme, le riprese fotografiche sono state eseguite da diversi punti di osservazione.

In considerazione di ciò, gli impatti sulla componente in esame possono essere considerati di lunga durata in quanto correlati all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni, di portata territoriale modesta, in quanto l'impianto risulta visibile da brevi distanze, e reversibile in quanto cesseranno dopo la dismissione dell'impianto.

Per meglio cogliere gli eventuali mutamenti derivanti dall'attuazione dei quattro lotti in progetto, si è realizzata una mappa delle intervisibilità che mette in evidenza le eventuali interferenze estetico-percettive del paesaggio.

Le elaborazioni riportano i punti caratterizzati da una certa visibilità. La visibilità reale dipende da tanti fattori, non solo dalla morfologia del suolo, a partire dal quale il software calcola il risultato ma anche altri parametri che possono comunque influire sulla visibilità, come la presenza di edifici, barriere ambientali e ostacoli di qualsiasi natura, oppure fattori atmosferici quali l'umidità relativa dell'aria, che attenuano la massima

capacità visiva dell'uomo. La tipologia stessa degli impianti influisce sulla visibilità dall'esterno. Il risultato è rappresentato nella figura seguente.

I ricettori da considerare sono le viste panoramiche, gli elementi di paesaggio che hanno un valore simbolico e turisti e abitanti dei centri urbani vicini.

Le principali fonti di impatto in **fase di cantiere** sono determinate dalla presenza stessa del cantiere.

L'unico impatto sul paesaggio durante la sua **fase di esercizio** è riconducibile alla presenza fisica del parco fotovoltaico e delle strutture connesse, pertanto le azioni di mitigazione sono state ricercate nella scelta localizzativa dell'area di progetto e nelle caratteristiche intrinseche di progettazione dell'impianto.

La principale azione mitigativa messa in atto allo scopo di inserire nel paesaggio un impianto fotovoltaico di estensione planimetrica come quello in esame è stata quella di scegliere l'ubicazione e progettare la disposizione e le modalità di installazione dei pannelli fotovoltaici sulla base del contesto di riferimento, finalizzata a preservare al massimo il grado di naturalità delle aree interessate anche ai fini del completo ripristino a fine vita dell'impianto.

Si ritiene che l'adozione delle suddette misure consentirà di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione ed esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

## **ULTERIORI ASPETTI IN APPROFONDIMENTO**

### **Rifiuti**

La realizzazione e il funzionamento di un impianto fotovoltaico come quello proposto non comporta nessun tipo di emissione liquida o gassosa, nessuno scarto e nessuna scoria pertanto la componente considerata si riduce alla sola valutazione circa i materiali di scarto: imballaggi, vetro, plastica, cemento che interessano le opere dell'impianto e lo smaltimento delle stesse nella fase di dismissione.

Durante la fase di costruzione, i rifiuti che saranno prodotti sono quelli connessi alle attività di cantiere: quelli prodotti durante gli scavi per il posizionamento dei cavidotti e delle stazioni di trasformazione e consegna. Eventuali volumi in eccesso di terre rocce da scavo saranno conferiti ad apposita discarica autorizzata.

Un'altra tipologia di rifiuti generata in fase di costruzione è quella relativa agli imballaggi dei moduli fotovoltaici: cartone, plastica e pancali di legno utilizzati per il trasporto degli stessi, che saranno opportunamente separati e conferiti presso centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

Durante la fase di esercizio è prevista la pulizia dei pannelli con acqua demineralizzata, priva di detersivi. È inoltre previsto la manutenzione periodica delle colture i cui residui saranno conferiti presso apposite strutture autorizzate al recupero.

Gli unici rifiuti previsti in fase di esercizio possono derivare dall'eventuale rimozione e sostituzione di moduli difettosi o deteriorati e/o di materiale elettrico. I moduli utilizzati per il progetto in esame non contengono cadmio né altri elementi potenzialmente dannosi per l'ambiente pertanto saranno smaltiti come R.A.E.E. presso Consorzi autorizzati.

Al termine della vita utile dell'impianto, stimata in circa 25-30 anni, le strutture saranno disassemblate, separate in base alla tipologia dei materiali e al relativo codice europeo dei rifiuti (CER) e stoccate in appositi contenitori in aree preventivamente individuate e successivamente conferiti a centri di smaltimento autorizzati secondo la normativa vigente.

In considerazione di quanto sopra, gli impatti sulla componente in esame possono essere considerati di breve durata in quanto correlati principalmente alla fase di dismissione dell'impianto e reversibili in quanto è previsto il recupero e lo smaltimento dei rifiuti prodotti conformemente alla normativa vigente.

Lo schema progettuale e la scelta tecnologica dell'impianto in esame, in considerazione della natura geomorfologica delle aree interessate, si sono finalizzati nella scelta di strutture ancorate al terreno tramite pali in acciaio avvitati in profondità, evitando quindi di ricorrere a plinti e fondazioni in cemento armato. Tale soluzione consente una notevole riduzione dei rifiuti prodotti in fase di dismissione in quanto sarà sensibilmente ridotto il volume di cemento armato da dover smaltire.

Anche per la viabilità di cantiere è stato deciso di lasciarla allo stato naturale, evitando quindi di doverla smantellare a fine vita dell'impianto per procedere allo smaltimento del calcestruzzo conformemente alla normativa vigente.

Un'azione mitigativa da poter mettere in atto al fine di mitigare la componente in esame è quella di provvedere alla corretta separazione dei rifiuti prodotti per il conferimento agli specifici centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

#### **Impatti cumulativi**

Come già argomentato nel capitolo relativo agli agenti fisici, allo scopo di valutare gli impatti sulla componente in esame è stata considerata la presenza di altri progetti di impianti fotovoltaici già realizzati nell'area vasta, più vicini alle aree in progetto, nonché quelli in fase di autorizzazione.

A seguito degli obiettivi sempre più sfidanti stabiliti a livello comunitario e nazionale che prevedono il raggiungimento di percentuali di rinnovabili sempre maggiori, e considerate le soglie previste per la realizzazione al suolo di impianti fotovoltaici e solari termodinamici, si può affermare che con gli impianti fotovoltaici esistenti e con la previsione dei progetti in corso di istruttoria ed in corso di realizzazione, ci sia una situazione nello stato di fatto decisamente inferiore rispetto al limite massimo fissato e pertanto non si prevedono misure di mitigazione su questa componente in aggiunta a quelle già previste per il paesaggio e per le altre componenti interessate.

## ANALISI DEI BENEFICI

### BENEFICI ECONOMICI

Il settore agricolo da sempre si caratterizza per una forte integrazione con gli altri settori, molto spesso per contrastare il fenomeno dei bassi redditi derivanti dall'attività primaria. Gli investimenti da parte delle imprese agricole dedicati alla produzione di energie rinnovabili, opportunamente dimensionati, si traducono in un abbattimento dei costi operativi in grado di innalzare la redditività agricola e migliorare la competitività.

Gli impianti fotovoltaici richiedono un forte impegno di capitale iniziale per la realizzazione, con un tempo medio di ritorno dell'investimento di 5-7 anni; pertanto, questi impianti generano durante tutto il tempo di vita utile più energia di quella necessaria alla loro installazione, manutenzione e dismissione. Inoltre, al contrario di impianti alimentati da fonte fossile, il combustibile non deve essere approvvigionato ed è inesauribile, dal momento che è fornito dalla luce solare.

La durata degli impianti fotovoltaici, stimata in 25-30 anni nonché l'affidabilità della tecnologia stessa che prevede interventi di manutenzione ordinaria limitati alla sporadica sostituzione di cavi elettrici e/o pannelli e quindi con un'usura delle componenti pressoché nulla, rappresentano variabili positive per la valutazione economica di questo tipo di investimento.

Un'altra peculiarità della tecnologia fotovoltaica è quella dell'adattabilità e della flessibilità dei moduli, che si prestano ad essere inclinati ed orientati diversamente allo scopo di massimizzare il rendimento dell'impianto.

Nel caso del progetto in esame si optato per moduli montati su trackers monoassiali che consentiranno di far stimare la produzione annuale di energia elettrica del progetto in esame in circa **80.072,22 MWh/anno**, come calcolato nella specifica Relazione Tecnica Elettrica. L'energia elettrica prodotta sarà ceduta ad un trader accreditato tramite la modalità di cessione sul mercato libero. La proprietà potrebbe valutare anche di partecipare al meccanismo delle aste secondo D.M. 04/07/2019.

L'ottimizzazione dei costi di investimento e manutenzione stimati per il progetto in esame e quelli relativi al rendimento energetico ed economico danno evidenza della profittabilità dell'investimento.

### BENEFICI ENERGETICI

L'impianto in progetto impiega la tecnologia fotovoltaica per convertire l'energia solare in energia elettrica. In quanto fonte di energia rinnovabile (FER), l'energia solare presenta vantaggi fondamentali in termini di benefici energetici, primi tra tutti la sua inesauribilità e la completa assenza di emissioni inquinanti durante il periodo di funzionamento degli impianti.

In considerazione dell'efficienza media degli impianti termoelettrici attualmente in esercizio in Italia, sono necessarie 2,56 kWh di energia da fonte fossile per produrre 1 kWh di energia elettrica.

Il sostegno alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è l'obiettivo cardine delle politiche energetiche comunitarie, nazionali e regionali, focalizzate su:

- riduzione della dipendenza dai combustibili fossili (anche a seguito della recentissima esigenza di ridurre la dipendenza dal gas russo);
- contenimento delle emissioni di gas serra e quindi degli impatti dei sistemi energetici sui cambiamenti climatici;
- abbattimento dei tassi di emissione di inquinanti nocivi per la salute umana e per l'ambiente;
- diversificazione del mix energetico.

Gli obiettivi fissati al 2020 dal D.M. 15 marzo 2012 (*Burden-sharing*), ovvero la riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra, l'innalzamento al 20% del risparmio energetico e l'aumento al 20% del consumo di energia prodotta da fonti rinnovabili, sulla base dei dati statistici del GSE sui consumi di energia rinnovabile nelle Regioni italiane risultano raggiunti e superati, fatta eccezione per Liguria e Sicilia.

Gli obiettivi al 2030 così come delineati nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC) sono ancora più ambiziosi dal momento che per quanto riguarda le energie rinnovabili, l'Italia intende perseguire un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili,

delineando un percorso di crescita sostenibile delle fonti rinnovabili con la loro piena integrazione nel sistema.

Gli obiettivi di crescita al 2030 della potenza in MW per le diverse fonti rinnovabili sono riportati nella tabella seguente, dove si vede che per il solare fotovoltaico al 2025 il target è fissato in 28.550 MW e al 2030 in 52.000 MW.

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18.641	18.863	19.140	19.200
Geotermica	815	813	920	950
Eolica	9.410	9.766	15.950	19.300
di cui off shore	0	0	300	900
Bioenergie	4.124	4.135	3.570	3.760
Solare	19.269	19.682	28.550	52.000
di cui CSP	0	0	250	880
<b>Totale</b>	<b>52.258</b>	<b>53.259</b>	<b>68.130</b>	<b>95.210</b>

Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030 (Fonte: PNIEC).

Il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame pertanto risponde agli obiettivi delineati per il 2020 e contribuisce al raggiungimento di quelli fissati al 2030 di copertura del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili.

#### **BENEFICI AMBIENTALI**

La sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico ha determinato una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Al fine di valutare l'impatto di tali fonti sulla riduzione di gas a effetto serra vengono calcolate le emissioni di CO<sub>2</sub> evitate ogni anno. Tale statistica viene elaborata con cadenza biennale dal GSE per la pubblicazione della relazione nazionale sui progressi del Paese ai sensi della direttiva 2009/28/CE (GSE, 2017). La metodologia adottata da GSE prevede che ciascuna fonte rinnovabile sostituisca la quota di produzione fossile che risulta marginale nel periodo di produzione (festivo, lavorativo di picco e non di picco).

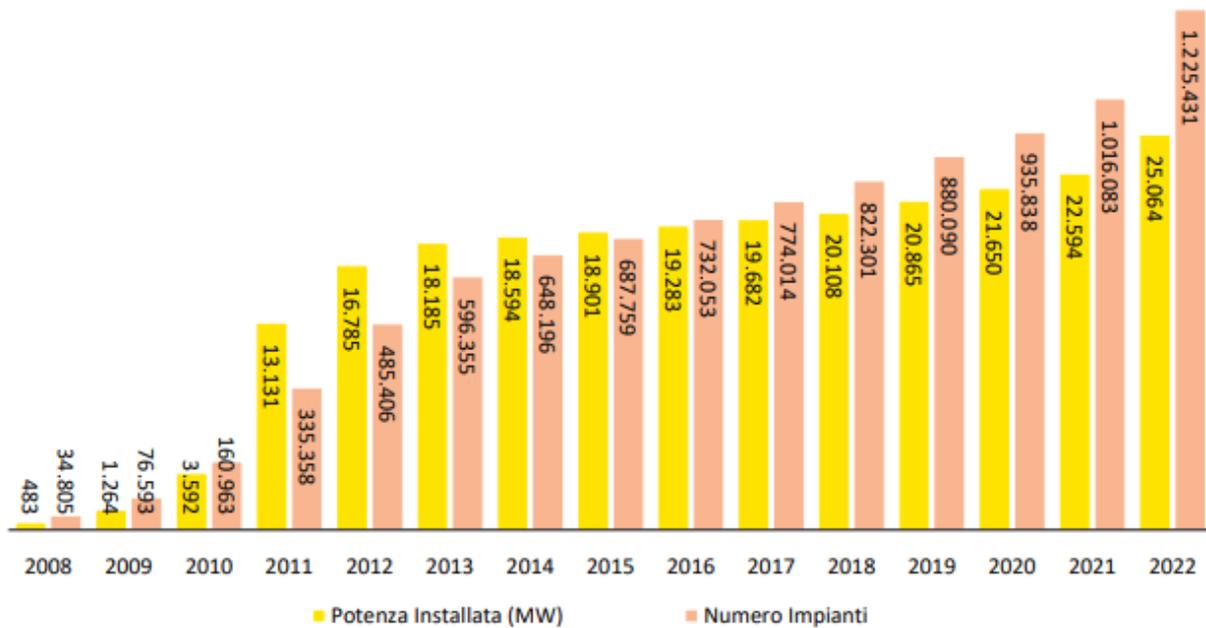
Nel Rapporto n. 303/2018 "Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei" la modalità utilizzata da Ispra consiste nel calcolo delle emissioni nell'ipotesi in cui l'equivalente energia elettrica da fonti rinnovabili sia realizzata con il mix fossile dell'anno in questione.

Le emissioni evitate sono quindi calcolate in termini di prodotto dell'energia elettrica generata da fonti rinnovabili per il fattore di emissione medio annuale da fonti fossili. L'ipotesi sottesa alle due metodologie è che in assenza di produzione rinnovabile la stessa quantità di energia elettrica deve essere prodotta dal mix fossile. La quantità di energia elettrica che si stima prodotta dall'impianto in progetto è di circa **80.072,22 MWh/anno**, considerando una perdita di efficienza annuale dei moduli di circa lo 0,5%, con una manutenzione regolare. La realizzazione dell'impianto pertanto comporterà una riduzione di emissioni inquinanti e ad effetto serra in atmosfera annuali pari a quelle che verrebbero prodotte dalla produzione di una equivalente quantità di energia elettrica da impianti a combustibili fossili.

#### **MANODOPERA IMPIEGATA**

Sulla base dei dati riportati nel "Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2022" del GSE e i dati Terna al 31/12/2022, a fine 2022 la potenza complessiva installata ammonta a 25.064 MW, + 10,9% rispetto al 2021 (22.594 MW) e la produzione annua risulta pari a 28.121 GWh, in aumento dello 12,3 % rispetto al 2020 (25.039 GWh).

## Evoluzione della potenza e della numerosità 2008-2022



Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici anni 2008-2022 (Fonte GSE).

Gli investimenti nelle energie rinnovabili non generano solo significativi benefici economici, ma anche importanti ricadute occupazionali.

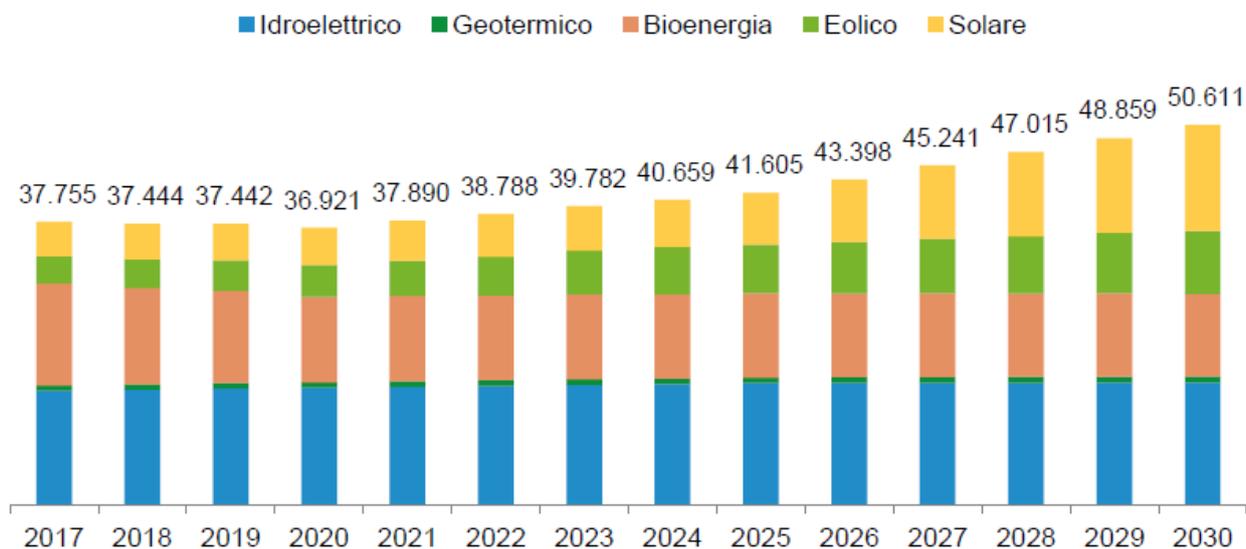
Definendo "occupazione permanente" quella relativa a tutta la durata del ciclo vita degli impianti (in fase di esercizio e in fase di manutenzione), "occupazione temporanea" quella correlata alle attività di realizzazione di un impianto e ULA la quantità di lavoro prestato nell'anno da un occupato a tempo pieno, emerge che i dati GSE preliminari 2021 risultano essere i seguenti:

**Tabella 12: Ricadute economiche e occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2021 suddivise per tecnologie – (elaborazioni preliminari)**

Tecnologia	Investimenti (mln €)	Spese O&M (mln €)	Valore Aggiunto generato per l'intera economia (mln €)	Occupati temporanei diretti+Indiretti (ULA)	Occupati permanenti diretti+Indiretti (ULA)
Fotovoltaico	1.055	411	764	6.337	6.169
Eolico	633	340	406	4.864	3.880
Idroelettrico	185	1.063	811	1.625	11.652
Biogas	93	634	518	777	6.308
Biomasse solide	50	612	256	409	3.615
Bioliquidi	-	646	118	-	1.621
Geotermoelettrico	-	59	43	-	632
<b>Totale</b>	<b>2.016</b>	<b>3.765</b>	<b>2.917</b>	<b>14.011</b>	<b>33.876</b>

Stima delle Unità di Lavoro Annuali (ULA) temporanee (correlate agli investimenti) e permanenti (correlate all'esercizio degli impianti) relative alla produzione elettrica da FER nel 2021 (Fonte GSE).

Come si evince dalla figura seguente, l'evoluzione per fonte degli occupati permanenti (ULA dirette e indirette) conseguenti all'installazione di nuovi impianti FER-E dal 2017 al 2030 secondo lo scenario del PNIEC mostra come, in termini di ULA, gli occupati crescano da 37.775 unità nel 2017 a 50.611 nel 2030, con un saldo positivo pari a 12.836 ULA (+34% circa). Per il fotovoltaico gli occupati permanenti nel 2017 risultano essere 4.602 ULA permanenti mentre le stime di occupati al 2030 in seguito all'evoluzione del parco impianti per la produzione di energia elettrica secondo lo scenario PNEC è di 14.052 ULA permanenti (Fonte GSE).



Andamento per fonte degli occupati permanenti conseguenti all'evoluzione del parco impianti FER-E secondo lo scenario PNIEC (Fonte GSE).

Tecnologia	ULA Permanenti 2017	ULA Permanenti 2030	Δ ULA permanenti 2030 - 2017
<b>FER</b>	<b>37.869</b>	<b>50.611</b>	<b>12.742</b>
Idroelettrico	15.278	16.375	1.097
Eolico	3.719	8.406	4.687
Solare	4.602	14.052	9.450
Geotermico	689	789	100
Bioenergia	13.580	10.990	-2.590
<b>Fossili</b>	<b>17.904</b>	<b>11.837</b>	<b>-6.067</b>
Carbone	3.841	-	-3.841
Gas Naturale	13.583	11.408	-2.175
Prodotti Petroliferi	481	429	-52
<b>Totale</b>	<b>55.773</b>	<b>62.448</b>	<b>6.675</b>

Occupati permanenti per fonte nel 2017 e nel 2030 in seguito all'evoluzione del parco impianti per la produzione di energia elettrica secondo lo scenario PNIEC (Fonte GSE).

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico in progetto porterà delle ricadute, sia dal punto di vista sociale sia dal punto di vista occupazionale, molto positive nel contesto socioeconomico su cui andrà ad inserire.

Le stime sul personale che sarà impiegato nella fase di costruzione, esercizio e dismissione prevede un totale di **100 persone** per un periodo previsto di realizzazione di **12 mesi**.

Allo scopo di massimizzare le ricadute economiche sul territorio, in base alle professionalità richieste saranno prioritariamente coinvolte maestranze e ditte locali; nel quadro occupazionale attuale del Comune di Serramanna si ritiene che le suddette prospettive occupazionali siano di sicuro interesse.

### **BENEFICI OCCUPAZIONALI INDIRETTI**

Durante la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, il progetto produrrà flussi positivi in quanto numerose imprese locali potranno essere coinvolte nella realizzazione di opere accessorie, nella fornitura di servizi tecnici e logistici e nelle forniture di materiali da aziende locali.

Il progetto fotovoltaico creerà quindi un significativo numero di occupati indiretti, che includono gli addetti nei settori fornitori di beni e servizi.

La manodopera richiesta nella fase di gestione e manutenzione degli impianti invece è più contenuta sebbene significativa in termini di durata.

Secondo le stime del Rapporto di GreenPeace del 2014, sulla base delle politiche energetiche italiane da perseguire al 2030, le ricadute occupazionali nel fotovoltaico in termini di occupati diretti ed indiretti saranno oltre 6.770.

<b>Tecnologia</b>	<b>Occupati diretti</b>	<b>Occupati indiretti</b>	<b>Totale occupati</b>
Fotovoltaico	4.475	2.300	6.775

Stime occupati nel settore fotovoltaico al 2030

(Fonte: GreenPeace "Le ricadute economiche delle energie rinnovabili in Italia").

In aggiunta a quanto sopra, tra i benefici occupazionali indiretti possono essere inclusi anche i servizi di ristorazione, di accoglienza ecc. per il personale coinvolto nelle diverse attività.

È importante aggiungere che trattandosi di un progetto di agro-fotovoltaico rispetto alle considerazioni sopra esposte per la sola parte di produzione di energia elettrica, è previsto un aumento della forza lavoro agricola.

## RAGIONEVOLI ALTERNATIVE

La valutazione delle alternative del progetto fotovoltaico in esame è stata strutturata sull'analisi delle possibili soluzioni progettuali alternative da un punto di vista localizzativo, progettuale, tecnologico e gestionale, inclusa l'opzione «zero» cioè quella di non realizzazione del progetto.

L'analisi delle alternative è altresì fortemente vincolata dalla ricerca del perfetto equilibrio tra i parametri volti a conseguire prestazioni ottimizzate sia sulla dimensione legata alla coltivazione ed al pascolo, sia su quella energetica.

## ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE

Alla base dei criteri localizzativi di progetto vi è la volontà di mantenere l'indirizzo produttivo in aree agricole nelle quali vi sia già presente una coltivazione a livello aziendale che sia altresì compatibile con l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

Per la parte prettamente fotovoltaica invece, allo scopo di contribuire al perseguimento degli obiettivi comunitari, nazionali e regionali di diffusione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica e contestualmente di tutelare e preservare i valori ambientali del territorio dai possibili impatti, sono state scartate le aree interessate dai vincoli esplicitamente indicati nell'Allegato B alla Deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011 di approvazione delle Linee Guida per lo svolgimento del procedimento unico di cui all'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e s.m.i., contenente i criteri per l'individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra, **con l'eccezione di quei vincoli per i quali è dimostrata la compatibilità ed è contestualmente richiesta l'autorizzazione agli enti competenti.**

## ALTERNATIVE PROGETTUALI E DI LAYOUT

Gli impianti fotovoltaici con moduli collocati a terra possono essere di due tipi: impianti fotovoltaici ad inseguimento solare monoassiali o biassiali oppure impianti fotovoltaici a terra con sistemi fissi.

Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici "ad inseguimento solare" - definiti anche "vele solari" per la forma – possono essere:

- Biassiali - con moduli collocati a terra dotati di uno o più motori che muovono i pannelli fotovoltaici in modo tale che siano sempre perpendicolari alla fonte solare, ricevendo quindi il massimo irraggiamento disponibile;
- Monoassiali – con moduli che inseguono il sole secondo un solo asse, da Est ad Ovest, lasciando invariata l'inclinazione, oppure inseguono da Nord a Sud lasciando invariata la direzione a Sud, l'azimuth.

Gli impianti con sistemi fissi invece possono essere fissati a terra su pali autoportanti oppure su plinti in calcestruzzo.

Nel caso del progetto in esame la scelta progettuale e di layout è stata quella di installare i moduli a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest). Questa scelta ha lo scopo di massimizzare la produzione energetica in considerazione della morfologia delle aree individuate. Inoltre i pannelli saranno posizionati ad una distanza tra una fila e l'altra tale da consentire la continuità con le attuali operazioni agricole e di pascolo.

L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti fatte per tutti i mesi dell'anno, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-primaverile, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici può favorire una certa riduzione dell'evapotraspirazione. La riduzione dell'intercettazione della luce solare invece, pur essendo un

fenomeno inevitabile, avrà comunque effetti contenuti, sia perchè la scelta colturale è fatta con specie tendenzialmente sciafile, sia perchè il meccanismo della rotazione dei tracker, come già detto, lascerà un lungo periodo di esposizione diretta alla luce del sole durante il giorno.

### **ALTERNATIVE TECNOLOGICHE**

I principali tipi di pannelli fotovoltaici attualmente in commercio sono quelli in silicio monocristallino ("monocristallini"), in silicio policristallino ("policristallini") e quelli in silicio amorfo ("a film sottile"). Tutti questi tipi contengono il "silicio di grado solare", materiale semiconduttore che consente l'effetto fotovoltaico; ciò che cambia tra un tipo di pannello e l'altro è il tipo di lavorazione del semiconduttore e il tipo di cella fotovoltaica usata.

La conformazione ed il tipo di cella fotovoltaica utilizzata determina il tipo di pannello solare ed in genere il "tipo" di rendimento ottenibile da ciascuna tipologia in quanto alcuni tipi di pannelli fotovoltaici hanno rendimenti maggiori in condizioni di sole diretto, altri in condizione di luce diffusa. Inoltre, alcuni lavorano meglio ad alte temperature, altri, invece, alle alte temperature hanno sensibili cali di produzione.

La principale differenza tra i pannelli fotovoltaici di questo tipo è quindi l'efficienza, cioè il rapporto tra produzione e superficie occupata: un'efficienza minore non corrisponde ad una minore qualità dei pannelli bensì ad una maggiore superficie necessaria per ciascun kWh prodotto.

#### **Pannelli fotovoltaici monocristallini**

Il modulo monocristallino è quello con efficienza maggiore, stimata in una percentuale dal 15% al 20% e, per produrre una potenza di 1 Kw "di picco", necessita di circa 6 metri quadrati.

Il pannello è una lastra rigida costituita in genere da celle fotovoltaiche assemblate, da 30 fino a 60.

Le celle fv sono saldate tra loro e ricoperte da un vetro protettivo e da una cornice esterna di alluminio. Il modulo dura mediamente 25 anni con perdite di rendimento di meno dell'1% l'anno. Questi tipi di pannelli fotovoltaici sono abbastanza sensibili agli ombreggiamenti, anche parziali, ma lavorano molto bene se i raggi del sole cadono in maniera perfettamente perpendicolare alla loro superficie.

Per quanto riguarda il cosiddetto "bilancio energetico", ovvero il tempo necessario al pannello per produrre il quantitativo di energia pari a quello utilizzato per fabbricarlo, il modulo monocristallino ha bisogno da tre a sei anni di funzionamento.

Come tipo di soluzione risulta decisamente quella più costosa, tra quelle tradizionali, e viene impiegata quando ci sono condizioni ottimali di irraggiamento e si vuole sfruttare al massimo la superficie disponibile, per via della sua maggiore efficienza in relazione allo spazio occupato. Tra i tre tipi di pannello, infatti, è quello che ha bisogno di una minore superficie.

#### **Pannelli fotovoltaici policristallini**

Il modulo policristallino o multicristallino ha efficienze leggermente minori del monocristallino stimate in circa il 13% e necessita una superficie leggermente maggiore in quanto per produrre 1 kWp di potenza sono necessari circa 8 metri quadrati. Anche questo tipo di pannello come il monocristallino produce per almeno 25 anni con perdite fisiologiche di rendimento di circa l'1% l'anno, perdite dovute in sostanza all'invecchiamento del pannello ed alla conseguente decadenza dell'effetto fotovoltaico.

Anche questo tipo di pannello, come il precedente, è particolarmente sensibile agli ombreggiamenti, anche parziali, che possono causare improvvisi o temporanei cali di rendimento sull'intero impianto.

Per far fronte ai problemi dell'ombreggiamento, anche temporaneo, vengono utilizzate generalmente due differenti tecnologie: i microinverter o gli ottimizzatori. Entrambe queste soluzioni consentono di bypassare quei "colli di bottiglia" causati dall'effetto delle ombre su parte dell'impianto. Un'ombra che colpisce un pannello, infatti, compromette il rendimento dell'intero impianto. Per superare questo problema i microinverter convertono l'energia a livello del singolo pannello e la convogliano in uscita dall'impianto senza dipendere dagli altri pannelli collegati.

Le stesse tecnologie "anti-ombreggiamento" vengono utilizzate non solo per questi pannelli policristallini, ma anche per i pannelli in silicio monocristallino.

#### **Pannelli fotovoltaici a film sottile**

Il modulo a film sottile è quello che presenta la minore efficienza produttiva che è circa del **6%**.

---

Questa tipologia necessita superfici mediamente maggiori per produrre un kWp di potenza fotovoltaica, fino a circa 20 metri quadrati nel caso dell'utilizzo di silicio amorfo.

Nonostante la minore efficienza, questo tipo di pannello ha una elevata diffusione sul mercato in considerazione dei costi più ridotti di produzione e di una maggiore versatilità di utilizzo. Il pannello fotovoltaico a film sottile infatti è una lastra di pochi millimetri di spessore, può essere flessibile e può essere in grado di ricoprire ed adattarsi perfettamente ad una moltitudine di differenti strutture architettoniche.

Il "thin film module" può rivestire intere facciate di edifici, può integrarsi a vetrate e ad altri elementi architettonici irregolari ed integrarsi in maniera efficace anche sui grandi tetti *non* ben esposti ai raggi del sole, inclinati o orientati in maniera non ottimale.

I pannelli fotovoltaici a film sottile possono inoltre costituire anche una pellicola flessibile di rivestimento di qualsiasi superficie architettonica. Tra i vantaggi del film sottile vi è anche quello di "lavorare" bene con luce diffusa o con alte temperature; può essere inoltre installato in posizione orizzontale o verticale senza inficiare sensibilmente sul rendimento. Installando questi pannelli non perfettamente a sud o in posizione verticale avranno comunque un rendimento maggiore rispetto ai pannelli in silicio cristallino installati nella stessa posizione.

#### **ALTERNATIVA "ZERO"**

L'alternativa zero consiste nella mancata realizzazione del progetto proposto, quindi una soluzione di questo tipo porterebbe ovviamente a non avere alcun tipo di impatto mantenendo la immutabilità del sistema ambientale.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico in esame contribuirà a ridurre l'emissione di sostanze nocive in atmosfera, consentendo la riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in considerazione della mancata produzione di energia elettrica tramite l'utilizzo di combustibile fossile (per ogni kWh prodotto si rilasciano nell'atmosfera 0,53 Kg di CO<sub>2</sub>).

La non realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto pertanto risulterebbe in contrasto con gli obiettivi comunitari, nazionali e regionali di:

- diffusione delle energie rinnovabili;
- riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

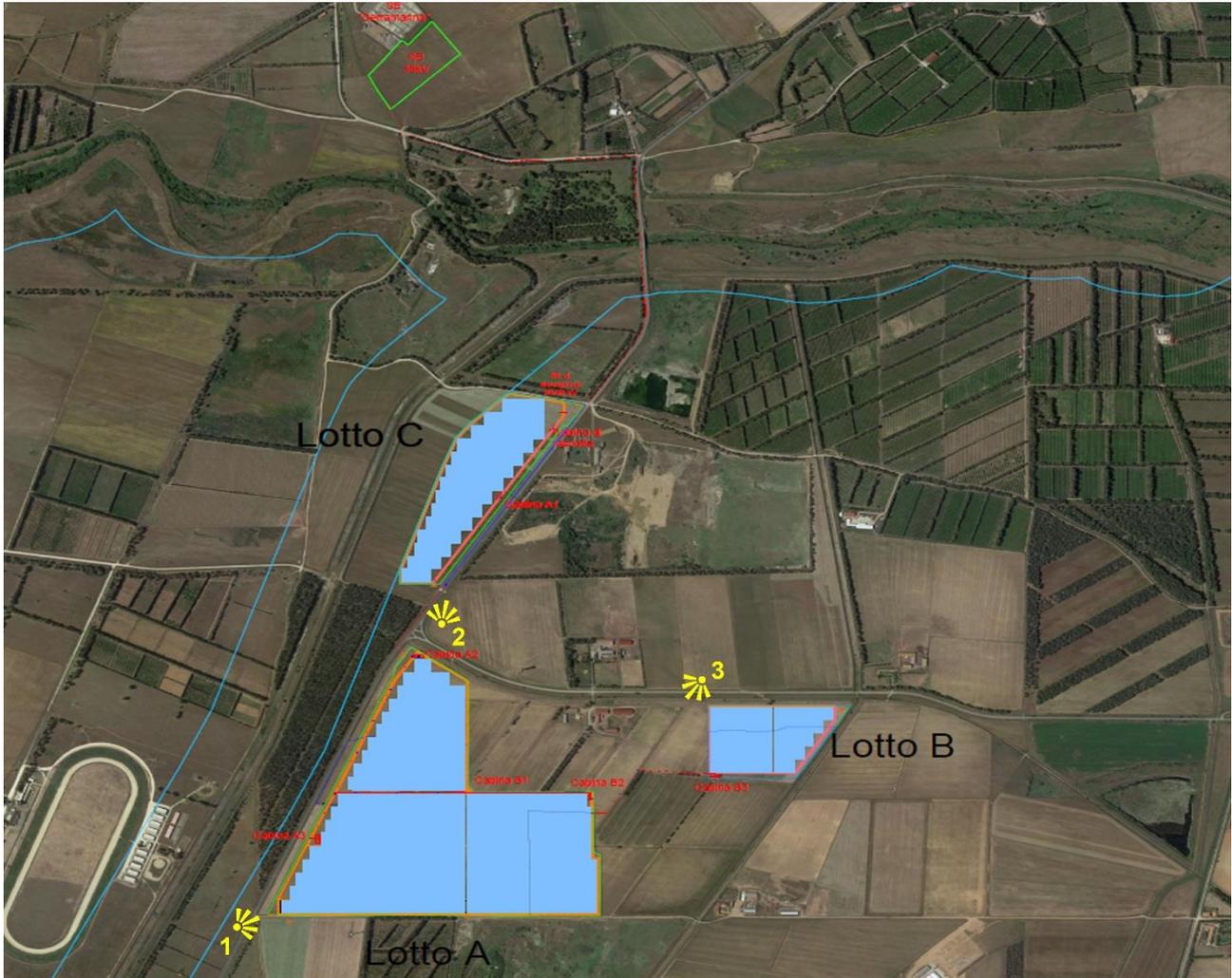
Ad integrazione di quanto sopra, si aggiunge che la rimozione, a fine vita, di un impianto fotovoltaico come quello proposto risulta essere estremamente semplice e rapida soprattutto in forza del fatto che i pannelli saranno ancorati al suolo non tramite fondazioni/palificazioni, ma grazie a micropali "radice" di sostegno saranno infissi nel terreno. Questa tecnica di installazione, per sua natura, consentirà **il completo ripristino della situazione preesistente all'installazione dei pannelli.**

A questo va aggiunto che la parallela messa in coltura delle superfici agricole previste porterà ad una riqualificazione sostenibile dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, piantagioni, impianto di irrigazione ecc.), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Sulla base di quanto sopra descritto si ritiene pertanto che la riconversione dell'area ad un sito di produzione di energia da fonte rinnovabile integrata alla attività agricola e di pascolo, rappresenti un utilizzo non solo compatibile ed efficace (anche dal punto di vista energetico) ma soprattutto vantaggioso.

**In un'ottica di valorizzazione del territorio regionale dal punto di vista ambientale, sociale e di sostenibilità, si esclude dunque l'alternativa zero.**

REPERTORIO FOTOGRAFICO E FOTOSIMULAZIONI



Planimetria punti di ripresa fotografica delle aree di progetto (Fonte Google Earth).



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 1.



Stato di progetto punto di ripresa n.1.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 2.



Stato di progetto punto di ripresa n.2.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 3.



Stato di progetto punto di ripresa n.3.