

**MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA**  
**VALUTAZIONI ED AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI**



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

Provincia di Oristano  
**COMUNI DI SOLARUSSA E SIAMAGGIORE**

*TITOLO*  
*TITLE*

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GIOJANA"**

*PROGETTAZIONE*  
*ENGINEERING*

**Sviluppatore:**

ENERGETICA  AGROLUX s.r.l.

**Progettisti:**

Studio Ing. Giuliano Giuseppe Medici  
Studio Ing. Valeria Medici

*COMMITTENTE*  
*CLIENT*

**GIOJANA s.r.l.**

*OGGETTO*  
*OBJECT*

**STUDIO DI INTERVISIBILITA' CUMULATIVA**

*REL*

**R16**

*DATA / DATE*

**MAGGIO 2023**

*AUTORE/CREATOR*

**V.M.**

*CONTROLLO/EDIT*

**G.G.M.**

*APPR*

**G.C.**

*REV*

**00**

# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNI DI SOLARUSSA E SIAMAGGIORE (OR)

## PROGETTO DEFINITIVO

DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GIOJANA"

STUDIO DI INTERVISIBILITA' CUMULATIVA

Sviluppatore:  
*Energetica Agrolux s.r.l.*

Progettisti:  
*Studio Dott. Ing. Giuliano G. Medici*  
*Studio Dott. Ing. Arch. Valeria Medici*

Cliente:  
*Giojana s.r.l.*

maggio 2023

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO</b>	<b>4</b>
2.1 IMPIANTO AGRIVOLTAICO	4
2.2 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	4
2.2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
<b>3 ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI CUMULATIVI</b>	<b>8</b>
3.1 TIPOLOGIA DI IMPATTI CUMULATIVI	8
3.2 IMPATTI GENERATI DAGLI IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI	9
3.3 AREA DI INDAGINE	9
<b>4. MODIFICAZIONI DELLO SKYLINE NATURALE O ANTROPICO: LETTURA VISIVA E STUDIO DELL'INTERVISIBILITÀ</b>	<b>12</b>
4.1 INDICE DI VISIBILITA'	12
4.1.1 PERCETTIBILITA' DELL'IMPIANTO	13
4.1.2 I PUNTI BERSAGLIO	13
4.1.2.1 Punti bersaglio a media-lunga distanza	14
4.1.3 FRUIBILITA'	15
4.1.4 INDICE DI BERSAGLIO	17
4.2 SIMULAZIONE VISIBILITÀ IMPIANTO	19
4.3 SIMULAZIONE INTERVISIBILITÀ CUMULATIVA	22
4.4 FOTOSIMULAZIONI DAI PUNTI BERSAGLIO	25
<b>5. CONCLUSIONI</b>	<b>33</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta ai fini dell'espletamento della procedura di Verifica di Impatto Ambientale concernente il progetto di un impianto agrivoltaico di potenza pari a 83 MW da realizzarsi su un terreno in agro di Solarussa e Siamaggiore, nella provincia di Oristano, con lo scopo di analizzarne l'inserimento nel territorio.

Tale iniziativa rappresenta un caso favorevole nel campo sia delle energie rinnovabili che in campo agricolo, permettendo la riqualificazione agricola di terreni generalmente in stato di abbandono o comunque non adeguatamente utilizzati.

La società proponente GIOJANA s.r.l. nasce con l'intento di sviluppare energie rinnovabili e nello specifico sistemi solari fotovoltaici ma allo stesso tempo intraprendere iniziative agricole di concerto con imprese leader nel settore e/o imprese locali. L'obiettivo è infatti quello di creare occasioni di crescita imprenditoriale e professionale, sia per i professionisti direttamente coinvolti nella parte progettuale, sia per i soggetti interessati nella parte realizzativa dei sistemi e nell'esercizio dell'impianto e non in ultimo, per la comunità locale che beneficerà degli introiti in termini energetici, lavorativi ed ambientali.

Con la realizzazione dell'impianto si intende tra l'altro conseguire un significativo risparmio energetico mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

La presente relazione di intervisibilità si propone di analizzare la modificazione del quadro percettivo del paesaggio in relazione ai seguenti fattori:

- impianto oggetto di intervento;
- eventuali effetti cumulativi legati all'interazione dell'impianto in oggetto con altri impianti limitrofi.

A tal fine la presente relazione tiene conto:

- dello stato attuale dei luoghi;
- degli elementi di valore paesaggistico presenti;
- dei possibili impatti sul paesaggio determinati dalle trasformazioni proposte;
- degli elementi di mitigazione e compensazione necessari durante le fasi di gestione e post-gestione.

Questi contenuti costituiscono la base di riferimento per la verifica di conformità dell'intervento alle prescrizioni contenute nei piani paesaggistici vigenti, da parte dell'amministrazione competente.



## 2. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO

Il progetto si compone di due aspetti differenti ma che saranno coniugati tra loro:

- produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare);
- organizzazione agricola dell'area.

Questo si traduce in una serie di opere progettuali così identificate:

- opere legate alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico;
- opere legate alla preparazione del suolo e all'organizzazione agricola dei fondi (approvvigionamento idrico, ricovero attrezzi e macchinari...).

### 2.1 IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La Committente intende realizzare nel territorio dei Comuni di Solarussa e Siamaggiore (OR), Località Matza Serra, un impianto fotovoltaico da 83.327 kWp (70.000 kW in immissione) con inseguitori monoassiali (tracker), comprensivo delle relative opere di connessione in AT alla RTN.

La Società, in data 19/12/2019, ha presentato a Terna S.p.A. la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 70 MW. Il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG) formalmente accettata dalla Società in data 09/10/2020. La STMG prevede che l'impianto agrivoltaico debba essere collegato in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV dell'esistente stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Oristano (la "Stazione RTN").

A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

- Impianto agrivoltaico ad inseguimento monoassiale, della potenza complessiva installata di 83.327 kWp;
- futura stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV SSE (Sottostazione Utente-SSE), di proprietà della Società, da realizzarsi nel Comune di Oristano (OR), in un'area nelle vicinanze della Stazione RTN;
- collegamento interrato, in cavo 36 kV, per il collegamento dell'impianto alla Sottostazione Utente (SSE), lunghezza pari a circa 10,3 km, da realizzarsi nei comuni di Solarussa, Simaxis e Oristano;
- collegamento interrato in cavo a 150 kV tra lo stallo della Sottostazione Utente ed il nuovo stallo arrivo produttore nella sezione a 150 kV dell'esistente Stazione RTN di Oristano, avente una lunghezza di circa 2,6 km, da realizzarsi nel comune di Oristano;
- nuovo stallo arrivo produttore a 150 kV che dovrà essere realizzato nella sezione a 150 kV dell'esistente Stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Oristano, di proprietà del gestore di rete.

### 2.2 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto oggetto della seguente relazione, come già citato nella premessa, consiste in un impianto agrivoltaico sito nelle aree agricole dei comuni di Solarussa e Siamaggiore, provincia di

Oristano. Per l'inquadratura del progetto è stata individuata un'area pari a circa 114 ettari, ma solo 79,3 di questi saranno effettivamente impegnati per le opere di seguito descritte.



Figura 1: Stralcio aerofotogrammetria zona di intervento (fonte Google Earth).



Figura 2: Stralcio aerofotogrammetria lotto Sottostazione Produttore (fonte Google Earth).





Figura 3: Stralcio aerofotogrammetria con indicazione del campo A-FV e della linea di connessione (fonte Google Earth).

### 2.2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, si trova in località "Matza Serra" parte in agro del Comune di Solarussa e parte in agro del Comune di Siamaggiore nella Provincia di Oristano, nell'area a Nord-Ovest del territorio comunale di Solarussa.

I dati per l'individuazione dell'impianto sono i seguenti:

- Latitudine di 39°58'27" N e Longitudine di - 8°38'59" E; altitudine media di 38 m s.l.m.;
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 528-040.

I dati per l'individuazione del lotto nel quale sorgerà la Sottostazione Utente sono i seguenti:

- Latitudine di 39°53'27" N e Longitudine di - 8°39'10" E; altitudine media di 13 m s.l.m.;
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 528-120.

La linea di connessione in MT di collegamento dell'impianto alla SSE Utente insisterà nei comuni di Solarussa, Simaxis e Oristano.

La linea di connessione in AT di collegamento alla SSE Utente alla Stazione di Rete (SE) insisterà nel comune di Oristano.



REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO SU INSEGUITORI MONOASSIALI

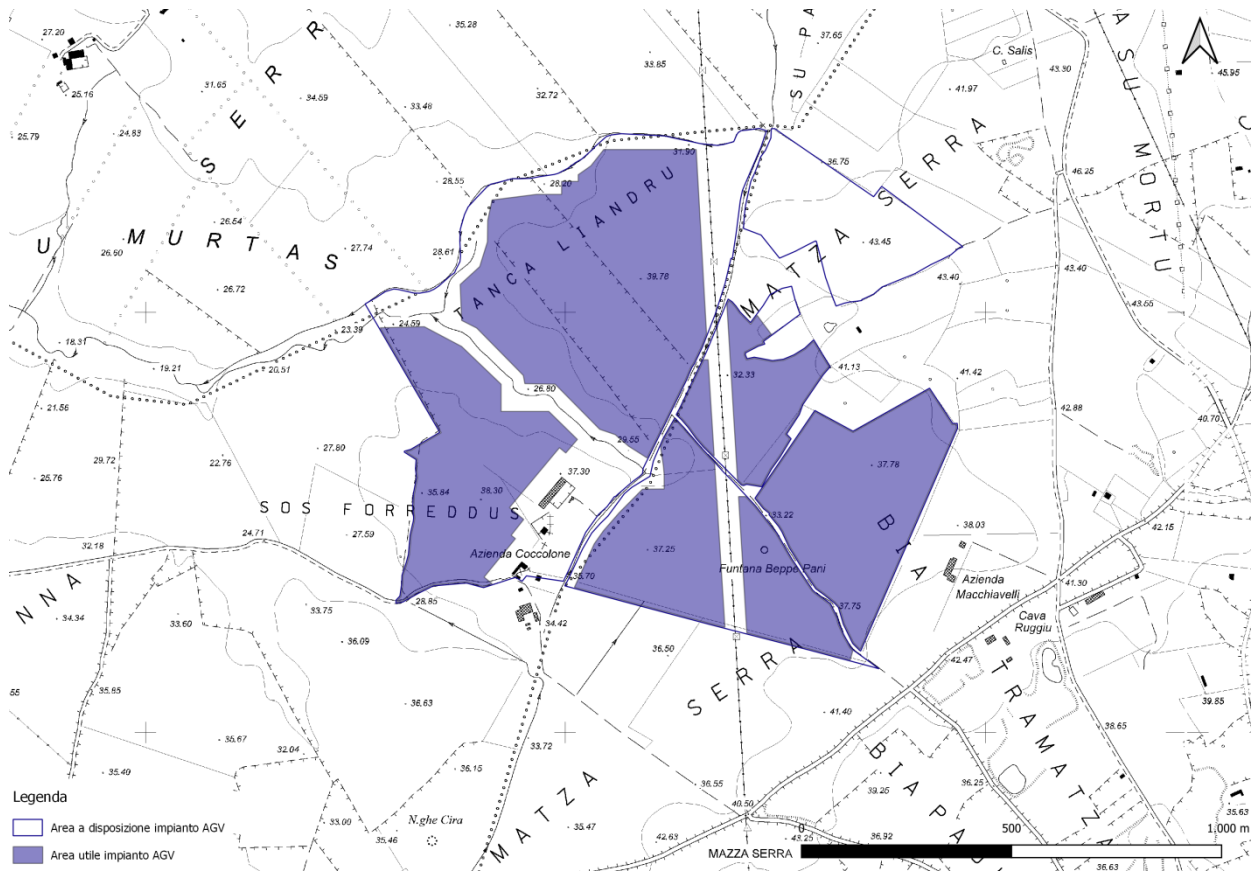


Figura 4: Planimetria area occupata dall'impianto AGV (agro voltaico) su CTR.

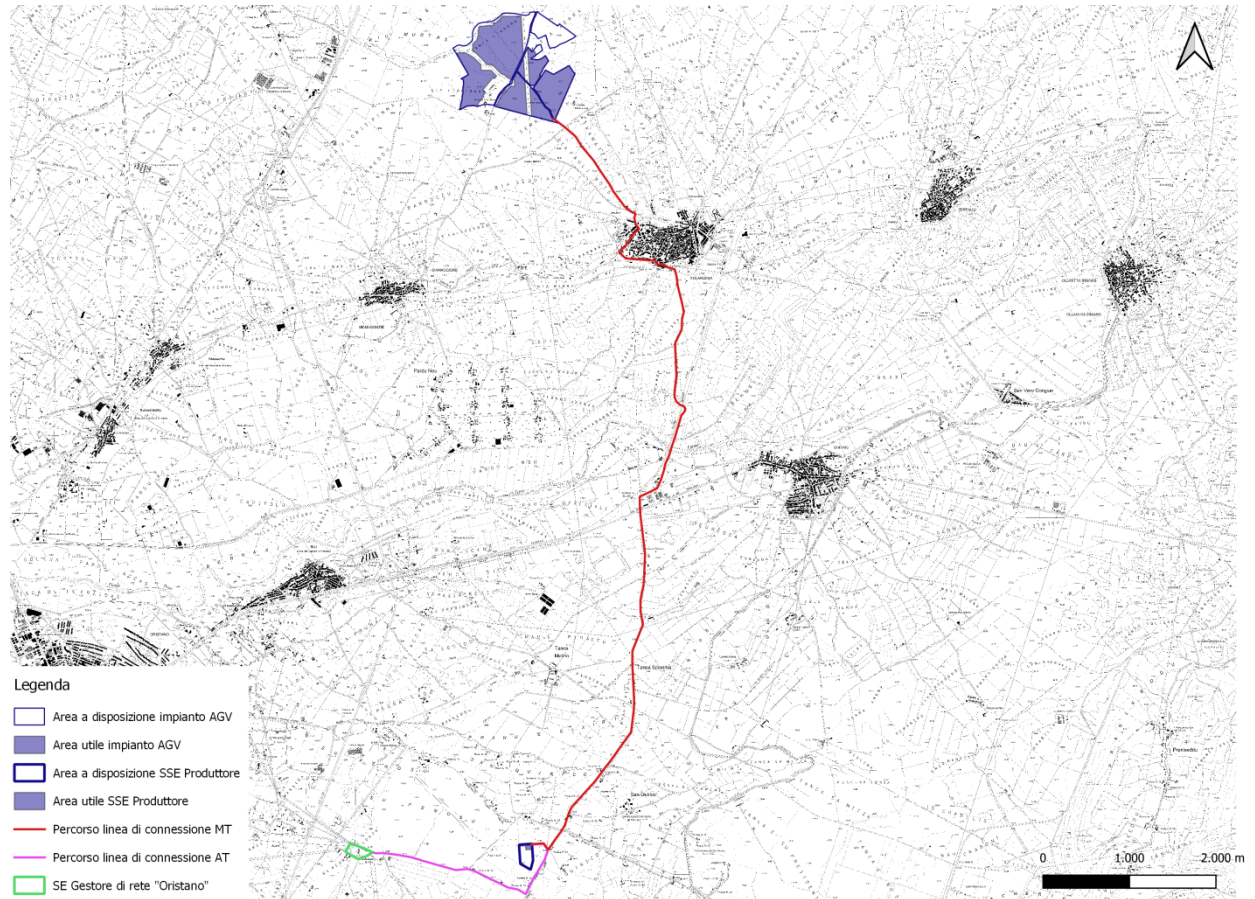


Figura 5: Planimetria con indicazione impianto AGV + linee di connessione + SSE Produttore su CTR.

### 3 ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI CUMULATIVI

Il primo step per la previsione e valutazione degli impatti cumulati vede la definizione dell'Area Vasta di Indagine (di seguito AVI), all'interno della quale oltre all'impianto in progetto siano presenti altre sorgenti d'impatto i cui effetti possano cumularsi con quelli indotti dall'opera proposta, sia in termini di distribuzione spaziale che temporale.

#### 3.1 TIPOLOGIA DI IMPATTI CUMULATIVI

Gli impatti cumulati possono definirsi di tipo additivo, quando l'effetto indotto sulla matrice ambientale considerata scaturisce dalla somma degli effetti; di tipo interattivo, quando l'effetto indotto sulla matrice ambientale considerata può identificarsi quale risultato di un'interazione tra gli effetti indotti.

Sono inoltre identificabili due possibili configurazioni d'impatto cumulato:

- di tipo sinergico: l'impatto cumulato è maggiore della somma degli impatti considerati singolarmente ( $C > A+B$ );
- tipo antagonista: l'impatto cumulato è inferiore della somma dei singoli impatti ( $C < A+B$ ).

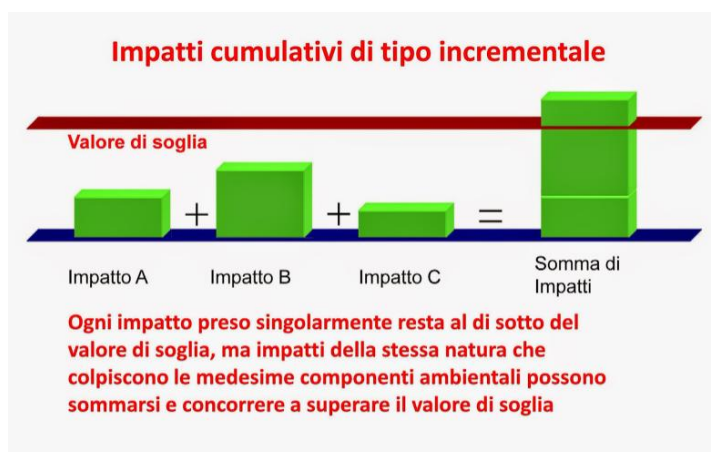


Figura 6: schema impatti additivi.

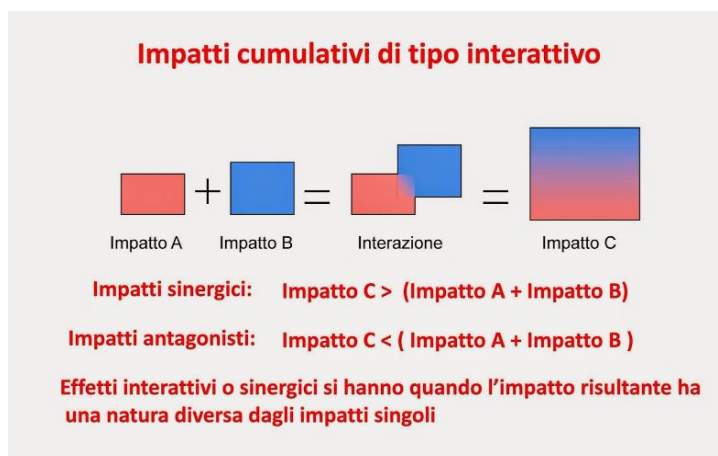


Figura 7: schema impatti interattivi.

### 3.2 IMPATTI GENERATI DAGLI IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI

I principali e rilevanti impatti attribuibili a tali tipologie di impianti FER, sono di seguito riassumibili:

#### Impatti Impianti Eolici:

- Impatto visivo;
- Impatto acustico (rumore e vibrazioni);
- Impatto sul suolo;
- Elettromagnetico;
- Impatto su componenti biotiche (flora e fauna).

#### Impatti impianti fotovoltaici a terra:

- Impatto sul suolo (occupazione territoriale);
- Impatto visivo;
- Impatto acustico (rumore e vibrazioni);
- Elettromagnetico;
- Impatto su componenti biotiche (flora e fauna);

La complessità dell'impatto cumulato, per ogni tipologia di impatto, può essere valutata preliminarmente in maniera qualitativa ed a parità di potenza installata.

Mediante analoghe considerazioni è possibile costruire una matrice che riporti la correlazione esistente tra gli impatti indotti dal fotovoltaico e gli impatti dell'eolico, nonché la tipologia di impatto cumulato che ne può scaturire.

Impatto	Relazione tra gli impatti generati dai due tipi di impianti			Tipologia impatto cumulativo
Suolo	AGV	inferiore	PE	Additivo
Visivo	AGV	molto inferiore	PE	Interattivo
Acustico	AGV	molto inferiore	PE	Additivo
Elettromagnetico	AGV	similare	PE	Interattivo
Componenti biotiche	AGV	inferiore	PE	Interattivo

Tabella 2.1: rapporto impatti generati da impianto AGV e da impianto eolico.

### 3.3 AREA DI INDAGINE

Il primo step per la previsione e valutazione degli impatti cumulati vede la definizione dell'area vasta all'interno della quale oltre all'impianto in progetto siano presenti altre sorgenti d'impatto i cui effetti possano cumularsi con quelli indotti dall'opera proposta, sia in termini di distribuzione spaziale che temporanee, che siano stati autorizzati allo stato attuale e che abbiano avuto il parere ambientale e/o AU in data antecedente alla data del presente studio.

Premesso ciò, al fine di poter definire nell'area vasta d'indagine (area buffer pari a 8 km), gli impianti sottoposti alla valutazione degli impatti cumulativi correlabili all'impianto in progetto, è stata condotta una ricerca in relazione al titolo abilitativo ricevuto. Sono di conseguenza individuati i seguenti impianti:

N	Tipologia impianto	Potenza	Comune	Status impianto	Distanza da impianto AGV	Analisi cumulativa
1	Serre FV	12 MW	Milis	Realizzato	5 km	SI
2	Serre FV	9 MW	Milis	Realizzato	6 km	SI
3	Serre FV	27 MW	Narbolia	Realizzato	8 km	SI
4	Impianto FV su copertura	-	Siamaggiore	Realizzato	2,2 km	NO
5	Impianto FV su copertura	-	Siamaggiore	Realizzato	1 km	NO
6	Impianto FV a terra	825 kW	Solarussa	In autorizzazione	300 m	NO
7	Impianto eolico	70 MW	Paulilatino	In autorizzazione		PARZIALE
8	Impianto AGV	10 MW	Milis	In autorizzazione	8 km	SI
9	Impianto AGV	52 MW	Paulilatino-Zerfaliu	In autorizzazione	> 8km	NO

Tabella 2.2: ricognizione impianti FER nel buffer di 8 km dall'impianto AGV in progetto.

Tutti gli impianti ricadenti nel relativo buffer di 8 Km dall'impianto in progetto, sono stati riportati nella figura successiva (N.B. per l'analisi dell'intervisibilità cumulativa generata dalla compresenza di impianti FER non sono stati trascurati gli impianti di piccola taglia, il cui effetto cumulativo può essere ritenuto irrilevante).



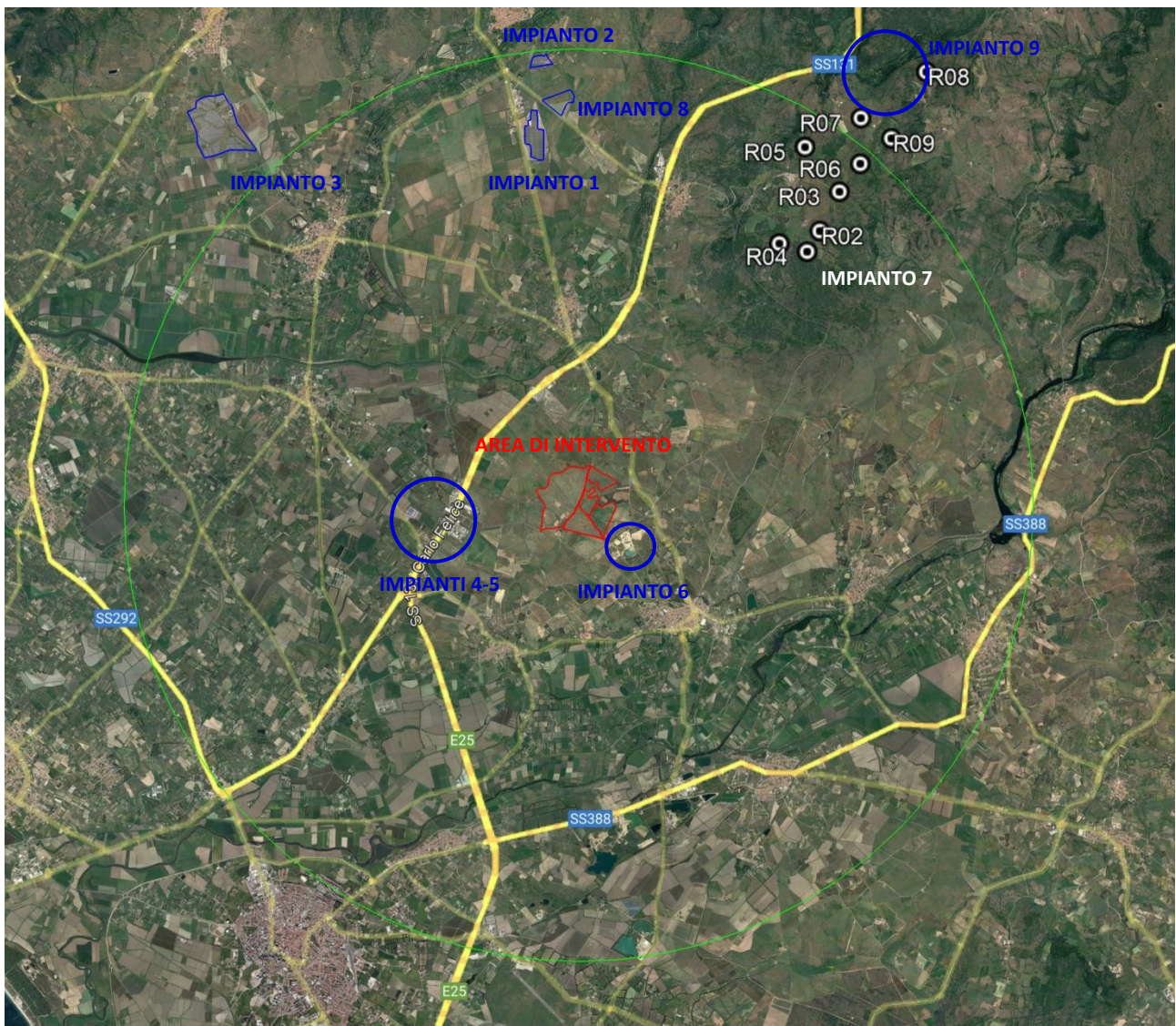


Figura 8: Aerofotogrammetria area vasta con indicazione degli impianti FER individuati nel buffer di 8 km.



#### 4. MODIFICAZIONI DELLO SKYLINE NATURALE O ANTROPICO: LETTURA VISIVA E STUDIO DELL'INTERVISIBILITÀ

Considerata la particolare tipologia di opera, la problematica legata agli aspetti percettivi è stata ritenuta prevalente in quanto capace di rappresentare una visione sintetica degli effetti paesistico ambientali.

Le caratteristiche morfologiche dell'area di intervento, posizionata all'interno della piana di Solarussa e Siamaggiore, rendono gli interventi potenzialmente percepibili dalle zone altimetricamente più elevate posizionate nei rilievi posizionati ai bordi della piana, nonché da limitati tratti della rete viaria secondaria. L'area oggetto dell'intervento occupa una vasta superficie, circa 114 ettari a quote relativamente basse comprese tra 35 e 44 m s.l.m. Il sito dista dai centri abitati di Solarussa e Siamaggiore rispettivamente 1,3 km e 2,0 km.

In funzione delle informazioni ricavate dall'analisi territoriale si è proceduto alla realizzazione di un report fotografico atto ad illustrare la situazione del quadro percettivo sia prima che dopo l'installazione dell'opera.

A tal proposito si riporterà la documentazione grafica fotorealistica dell'impianto una volta realizzato in modo da poter valutare eventuali impatti visivi da punti panoramici, centri abitati e dalla viabilità più importante.

La metodologia utilizzata è quella del rendering fotorealistico, ci si è avvalsi cioè della ricostruzione 3D del campo Fotovoltaico e degli impianti elettrici, cingendo il perimetro d'intervento con una recinzione anch'essa oggetto di rendering.

La percezione del paesaggio dipende da molteplici fattori, come la profondità, l'ampiezza della veduta, l'illuminazione, l'esposizione, la posizione dell'osservatore, ecc.; elementi che contribuiscono in maniera differente alla comprensione delle caratteristiche del paesaggio. Spesso questa tipologia di impatto è quantificabile solo in termini soggettivi, tuttavia, per questa analisi, sono state utilizzate metodologie di inserimento dell'impianto attraverso procedure di valutazione del paesaggio.

L'elaborazione dello studio dell'analisi visiva si è sviluppata in tre passaggi fondamentali:

1. individuazione delle zone da cui è possibile vedere il sito e individuazione dei punti maggiormente sensibili (strade a grande percorrenza, centri abitati...);
2. riprese fotografiche dai punti individuati;
3. sviluppo di simulazioni fotografiche relative ai medesimi punti.

Per la valutazione dell'impatto visivo è stato utilizzato inoltre un approccio metodologico (tratto da: G. Cau, D. Cocco, "L'impatto Ambientale dei Sistemi Energetici", SGE Ed., 2004), che quantifica l'impatto paesaggistico (IP) attraverso il calcolo di due indici:

- un indice **VP**: rappresentativo del valore del paesaggio;
- un indice **VI**: rappresentativo della visibilità dell'impianto.

##### 4.1 INDICE DI VISIBILITÀ

Nella presente relazione verrà analizzato l'indice VI, il quale può essere desunto dalla relazione:

$$VI = P * (B + F)$$

Dove:

- P: percettibilità dell'impianto;
- B: indice di bersaglio;
- F: fruizione del paesaggio.

#### 4.1.1 PERCETTIBILITA' DELL'IMPIANTO

Per quanto riguarda la percettibilità P dell'impianto, la valutazione si basa sulla simulazione degli effetti causati dall'inserimento di nuovi componenti nel territorio considerato. A tal fine i principali ambiti territoriali sono essenzialmente divisi in tre categorie principali: i crinali, i versanti e le colline, le pianure e le fosse fluviali. Ad ogni categoria vengono associati i rispettivi valori di panoramicità, riferiti all'aspetto della visibilità dell'impianto, per esempio secondo quanto mostrato nella tabella seguente:

ZONE	Indice P
Zone con panoramicità bassa (zone pianeggianti)	1
Zone con panoramicità media (zone collinari e di versante)	1,2
Zone con panoramicità alta (vette e crinali montani e altopiani)	1,4

Tabella 4.1: Valori indice P.

Nel caso in oggetto l'impianto proposto insiste in aree prevalentemente pianeggianti per cui l'indice P è sempre pari a 1.

#### 4.1.2 I PUNTI BERSAGLIO

I punti di osservazione sono stati scelti sulla base delle caratteristiche di frequentazione abituale e possibili dei luoghi posti entro l'area vasta in cui ricade il sito in oggetto. In particolare le aree di maggior frequentazione sono rappresentate dalle strade adiacenti il perimetro dell'impianto, in quanto essendo l'area generalmente pianeggiante risultano le uniche posizioni in cui sono visibili le strutture.

Con il termine "bersaglio", si indicano quelle zone che per caratteristiche legate alla presenza di possibili osservatori, percepiscono le maggiori mutazioni del campo visivo a causa della presenza di un'opera. Sostanzialmente quindi i bersagli sono zone in cui vi sono (o vi possono essere) degli osservatori, sia stabili (città, paesi e centri abitati in genere), sia in movimento (strade e ferrovie). In base alla distanza dell'osservatore (ovvero del Punto Bersaglio - PB) dall'impianto, e degli elementi che si riescono a scorgere di quest'ultimo, è possibile stabilire il grado di visibilità dell'impianto. Per l'analisi dell'intervisibilità cumulativa verranno presi in considerazione i Punti Bersaglio posti a lunga-media distanza, dai quali, in via teorica, è possibile apprezzare l'impianto nella sua totalità.

#### 4.1.2.1 Punti bersaglio a media-lunga distanza

Per valutare la complessiva sensazione panoramica di un impianto fotovoltaico è necessario considerare l'effetto di insieme che dipende notevolmente oltre che dall'altezza e dalla distanza degli elementi che lo compongono, anche dal punto di osservazione prescelto.

Sono stati quindi analizzati alcuni siti in base alle loro caratteristiche morfologiche (siti in elevazione), di fruibilità (strade urbane ed extraurbane) e di sensibilità paesaggistica (beni identitari), ed il loro rapporto visuale con l'opera proposta, attraverso uno studio di visibilità e simulazioni fotografiche.

Per uno studio completo dell'inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico sono stati individuati sia Punti Bersaglio posti a media-lunga distanza, sia Punti Bersaglio posti a media-breve distanza.

Per una prima analisi di visibilità verranno utilizzati i punti bersaglio posti a media-lunga distanza, dai quali, in via teorica, potrebbe essere percepito l'impianto in progetto nella sua totalità.

PUNTO DI OSSERVAZIONE (PB)	LUOGO	DISTANZA DALL'IMPIANTO
A	Strada Comunale Bauladu - Villanova Truscheddu	3,5 km in direzione nord-est
B	Via Marche- Comune di Solarussa	1,5 km in direzione sud-est
C	Strada Statale 131 – Località sa Turritta	2,0 km in direzione sud-ovest
D	Strada vicinale nei pressi del bene identitario Nuraghe Cirra	860 m in direzione sud
E	Strada Provinciale 15 nei pressi del bene identitario Nuraghe Aurras	1,2 km in direzione nord-est

Tabella 4.2: Elenco Punti Bersaglio a media-lunga distanza esaminati.



Figura 9: Planimetria ubicazione punti bersaglio a media-lunga distanza in rapporto all'area di intervento.

#### 4.1.3 FRUIBILITA'

L'indice di fruibilità  $F$  stima la quantità di persone che possono raggiungere, più o meno facilmente, le zone più sensibili alla presenza dell'impianto, e quindi trovare in tale zona la visuale panoramica alterata dalla presenza dell'opera. I principali fruitori sono le popolazioni locali e i viaggiatori che percorrono le strade e le ferrovie. L'indice di fruizione viene quindi valutato sulla base della densità degli abitanti residenti nei singoli centri abitati e dal volume di traffico per strade e ferrovie. Anche l'assetto delle vie di comunicazione e di accesso all'impianto influenza la determinazione dell'indice di fruizione. L'indice di fruizione  $F$  varia generalmente su una scala da 0 ad 1 e aumenta con la densità di popolazione (valori tipici sono compresi fra 0,30 e 0,50) e con il volume di traffico (valori tipici 0,20-0,30).

La tabella seguente riporta i punti bersaglio, unitamente all'indicazione dell'indice di panoramicità  $P$  attribuito sulla base della tabella 4.1 e dell'indice di fruibilità  $F$  attribuito in base alla densità di popolazione dei centri abitati, alla struttura delle vie di comunicazione e ai volumi di traffico per le strade. La tabella riporta inoltre, per ciascun punto bersaglio, i relativi valori della distanza percepita, dell'indice di affollamento e del corrispondente indice di bersaglio. Per semplicità, l'altezza percepita  $H$  è stata calcolata considerando il suolo liscio, senza tenere quindi conto della effettiva orografia ma solo della distanza fra il punto bersaglio e la costruzione più vicina, e con riferimento ad una altezza generale dell'impianto di m 4,00.

Punti bersaglio	Indice P	Indice F
A	1,4	0,2
B	1	0,3
C	1	0,3
D	1	0,2
E	1	0,2

Tabella 4.3: Valori indici P ed F assegnati ai punti bersaglio.

Il metodo usato per valutare l'andamento della sensibilità visiva in funzione della distanza è schematizzato nella figura che segue (N.B. nella figura si fa riferimento alle componenti di un impianto eolico, ma il metodo può essere applicato anche a tipologie di impianti differenti).

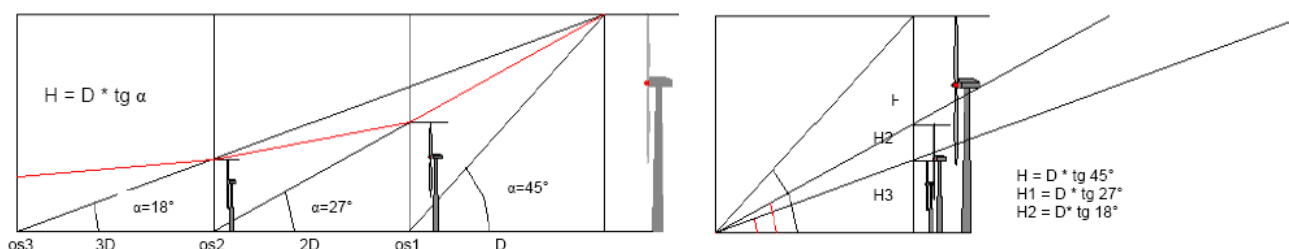


Figura 10: Schema di valutazione della percezione visiva di rotori eolici.

Tale metodo considera una distanza di riferimento  $D$  fra l'osservatore e l'oggetto in esame (es. trackers impianto), in funzione della quale vengono valutate le altezze dell'oggetto percepite da osservatori posti via via a distanze crescenti. La distanza di riferimento  $D$  coincide di solito con l'altezza  $H_T$  dell'oggetto in esame, in quanto in relazione all'angolo di percezione  $\alpha$  (pari a  $45^\circ$ ), l'oggetto stesso viene percepito in tutta la sua altezza. All'aumentare della distanza dell'osservatore diminuisce l'angolo di percezione (per esempio pari a  $26,6^\circ$  per una distanza doppia rispetto all'altezza del tracker osservato) e conseguentemente l'oggetto viene percepito con una minore altezza, corrispondente all'altezza  $H$  di un oggetto posto alla distanza di riferimento  $D$  dall'osservatore. Tale altezza  $H$  risulta funzione dell'angolo  $\alpha$  secondo la relazione:  $H=D*\text{tg}(\alpha)$ . Sulla base del comune senso di valutazione, è possibile esprimere un commento qualitativo sulla sensazione visiva al variare della distanza, definendo un giudizio di percezione, così come riportato nella tabella seguente.

Sulla base di queste osservazioni, si evidenzia come l'elemento osservato già per distanze non elevate tende a sfumare e a confondersi con lo sfondo.

Distanza (D/H <sub>T</sub> )	Angolo α	Altezza percepita (H/H <sub>T</sub> )	Giudizio sulla altezza percepita
1	45°	1	<i>Alta</i> , si percepisce tutta l'altezza
2	26,6°	0,500	<i>Alta</i> , si percepisce dalla metà a un quarto dell'altezza della struttura
4	14,0°	0,25	
6	9,5°	0,167	<i>Medio alta</i> , si percepisce da un quarto a un ottavo dell'altezza della struttura
8	7,1°	0,125	
10	5,7°	0,100	<i>Media</i> , si percepisce da un ottavo a un ventesimo dell'altezza della struttura
20	2,9°	0,05	
25	2,3°	0,04	<i>Medio bassa</i> , si percepisce da 1/20 fino ad 1/40 della struttura
30	1,9°	0,0333	
40	1,43°	0,025	
50	1,1°	0,02	<i>Bassa</i> , si percepisce da 1/40 fino ad 1/80 della struttura
80	0,7°	0,0125	
100	0,6°	0,010	<i>Molto bassa</i> , si percepisce da 1/80 fino ad una altezza praticamente nulla
200	0,3°	0,005	

Tabella 4.4: Altezza percepita in funzione della distanza di osservazione.

#### 4.1.4 INDICE DI BERSAGLIO

Le considerazioni sopra riportate si riferiscono alla percezione visiva di un unico edificio, mentre per valutare la complessiva sensazione panoramica di un impianto fotovoltaico è necessario considerare l'effetto di insieme che dipende notevolmente oltre che dall'altezza e dalla distanza degli elementi costruttivi, anche dal numero degli elementi visibili dal singolo punto di osservazione rispetto al totale degli elementi inseriti nel progetto.

In base alla posizione dei punti di osservazione e all'orografia della zona in esame si può definire un indice di affollamento del campo visivo. Più in particolare, l'indice di affollamento  $I_{AF}$  è definito come la  $os3 \ 3D \ os2 \ 2D \ os1 \ D$  (percentuale di strutture che si percepiscono assumendo una altezza media di osservazione di 1,7 m per i centri abitati ed i punti di osservazione fissi, 1,5 m per le strade).

Sulla base di queste considerazioni, l'indice di bersaglio per ciascun punto di osservazione viene espresso attraverso il prodotto fra l'altezza percepita della prima struttura visibile e l'indice di affollamento:

$$B = H * I_{AF}$$

Sulla base delle scale utilizzate per definire l'altezza percepita e l'indice di affollamento, l'indice di bersaglio  $B$  può variare a sua volta fra un valore minimo e un valore massimo; il minimo valore di  $B$ , pari a 0, si ha quando sono nulli  $H$  (distanza molto elevata) oppure  $I_{AF}$  (strutture fuori vista), mentre il massimo valore di  $B$  si ha quando  $H$  e  $I_{AF}$  assumono il loro massimo valore, ovvero pari ad  $H_T$  e 1, cosicché  $B_{MAX}$  è pari ad  $H_T$ . Dunque, per tutti i punti di osservazione significativi, si possono determinare i rispettivi valori dell'indice di bersaglio, la cui valutazione di merito può anche essere riferita al campo di variazione dell'indice  $B$  fra i suoi valori minimo e massimo.



Essendo tale studio applicato agli impianti eolici, costituiti da elementi singoli e distinti tra loro, nel caso di un impianto agrivoltaico, costituito da numerose strutture ravvicinate tra loro, verranno attribuiti all'indice di affollamento dei valori che oscillano tra 0 (impianto non visibile) e 1 (impianto visibile), considerando l'impianto AGV come un unico elemento. I valori sono stati attribuiti sulla base delle simulazioni effettuate tramite software QGIS su base DTM (digital terrain model), riportate nel paragrafo successivo.

Per l'indice H è stato invece assunto un valore pari a 0,001, sulla base dei rapporti tra D e H riportati nella tabella 4.4.

Punti bersaglio	Distanza (m)	H ( $D \cdot \text{tg}\alpha$ ) (m)	$I_{AF}$	Indice di bersaglio B
A	3.500	< 0,001	1	0,001
B	1.500	< 0,001	0	0
C	2.000	< 0,001	0	0
D	860	< 0,001	0,5	0,0005
E	1.200	< 0,001	0,2	0,0002

Tabella 4.5: Valori indice di bersaglio B.

Una volta noti i valori dell'indice di bersaglio è possibile calcolare la visibilità dell'impianto (VI).

Punti Bersaglio PB	Indice di bersaglio B	Indice di panoramicità P	Indice di fruibilità F	Visibilità dell'impianto VI
A	0,001	1,4	0,2	0,28
B	0	1	0,3	0
C	0	1	0,3	0
D	0,0005	1	0,2	0,20
E	0,0002	1	0,2	0,20

Tabella 4.6: Valori degli indici VI riferiti ai punti bersaglio in esame.

Si osserva che il valore VI varia generalmente in un range di valori compresi fra un minimo di 0 (impianto non visibile) e un massimo di 205,1 (elevata visibilità dell'impianto).

Nel caso in oggetto i valori di VI si attestano su livelli decisamente bassi che quindi la sua visibilità può essere considerata praticamente nulla.

## 4.2 SIMULAZIONE VISIBILITÀ IMPIANTO

Una prima analisi è stata svolta valutando la visibilità simulata dell'impianto dai punti bersaglio in assenza di ostacoli visuali presenti nel territorio (alberi, fabbricati, linee elettriche...), ma basandosi esclusivamente sull'orografia del terreno e sulla cartografia DTM (digital terrain model).

Il modello digitale del terreno (DTM) è la rappresentazione della distribuzione delle quote del terreno privo di elementi antropici o vegetazionali. La copertura sull'intero territorio regionale è presente solo nel DTM passo 10m che rappresenta la morfologia del terreno della Regione Sardegna tramite struttura a griglia con maglie regolari quadrate di dimensioni pari a dieci metri per dieci. I DTM/DSM di dettaglio (passo 1m o passo 5m) sono stati realizzati sulla fascia costiera e sui centri urbani interni.

Per l'area in esame la simulazione è stata quindi elaborata su base DTM con passo 10 m, e con raggio di visuale dai punti di osservazione di 5 km.

Come si evince dalle immagini successive, l'area di impianto risulterebbe visibile unicamente dai punti bersaglio A e D. Nella realtà, la presenza di ostacoli quali alberature, fabbricati e la variabilità delle condizioni atmosferiche, rende l'area scarsamente visibile anche dai succitati punti bersaglio.

N.B. Le zone evidenziate in arancione sono quelle visibili dal punto bersaglio in esame.

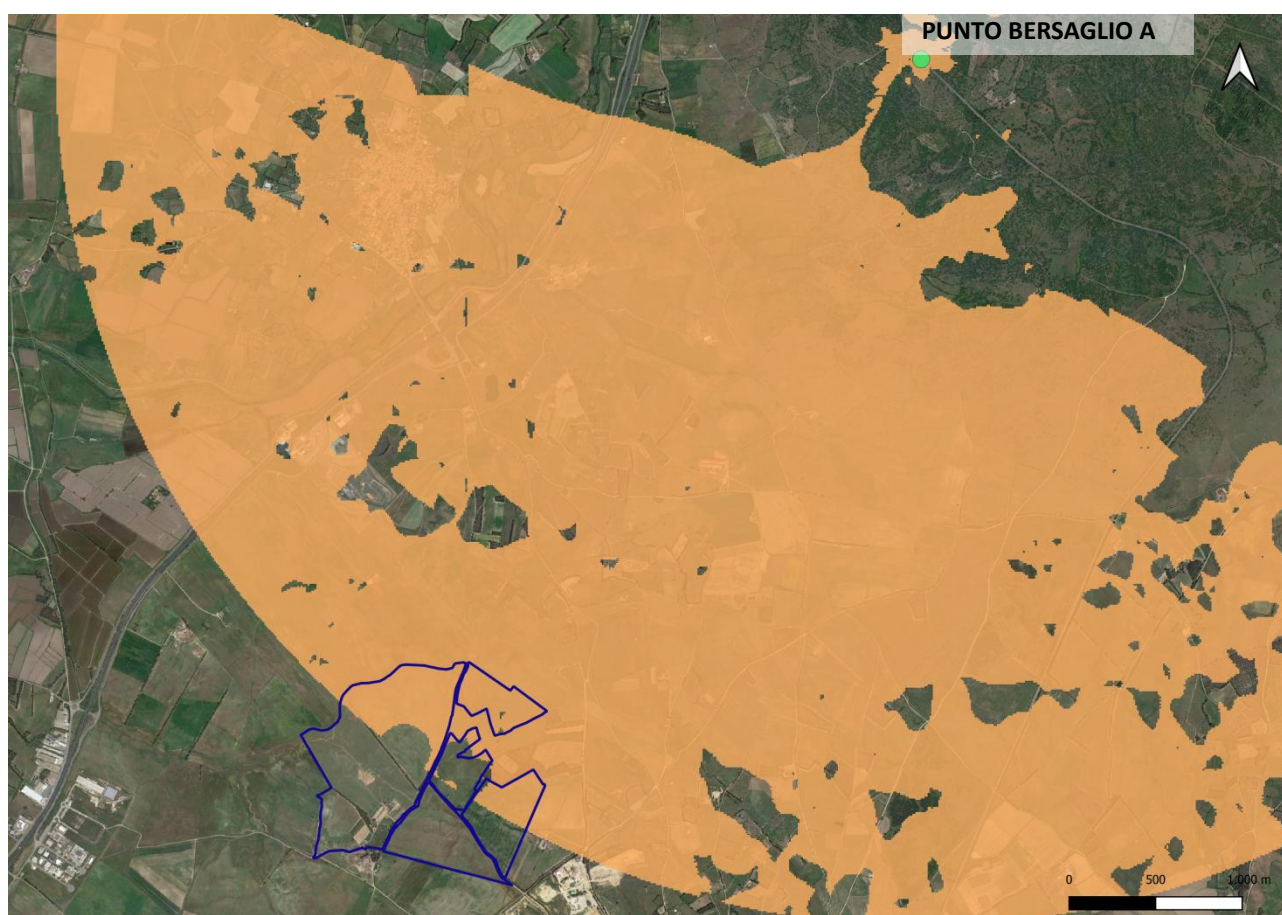


Figura 11: Planimetria analisi visibilità da punto bersaglio A (analisi priva di ostacoli).



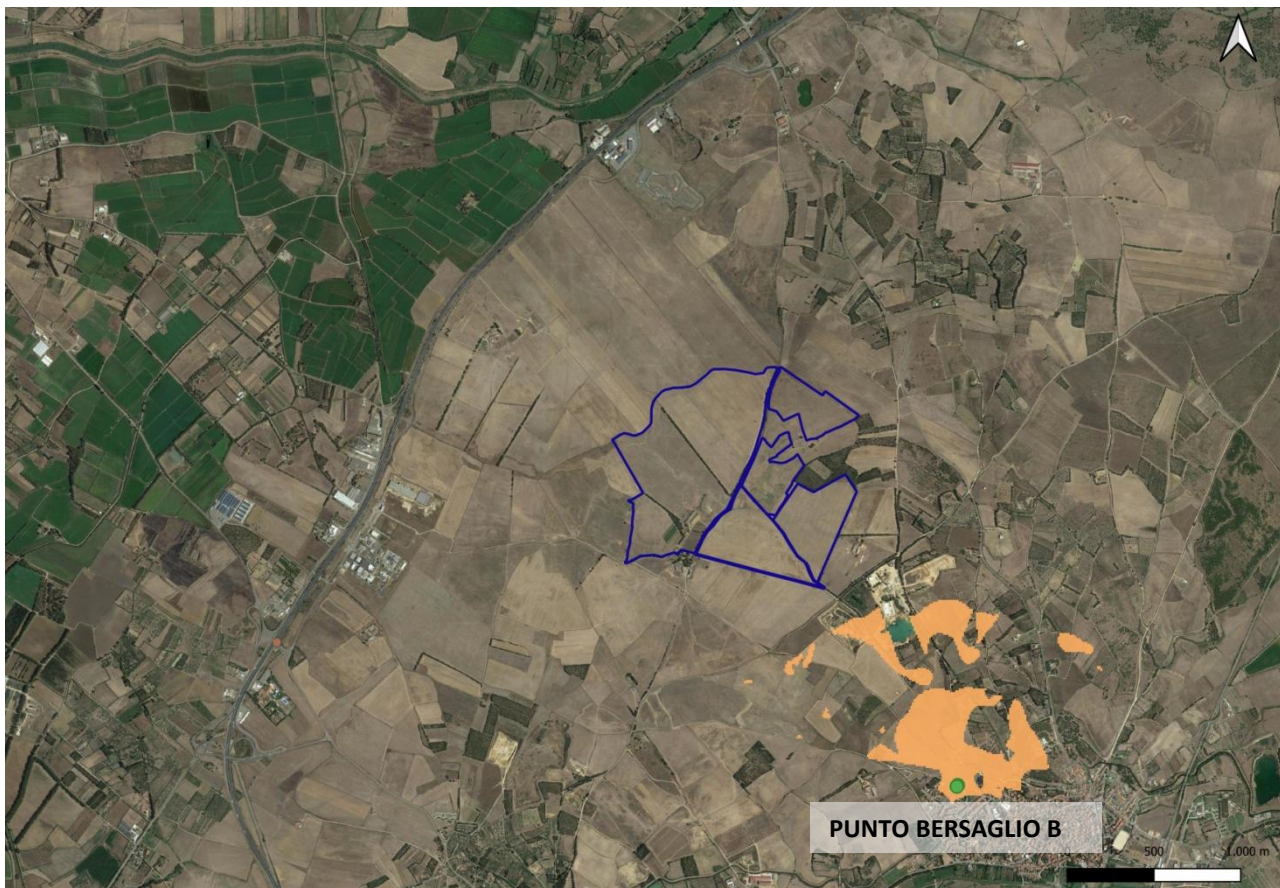


Figura 12: Planimetria analisi visibilità da punto bersaglio B (analisi priva di ostacoli).

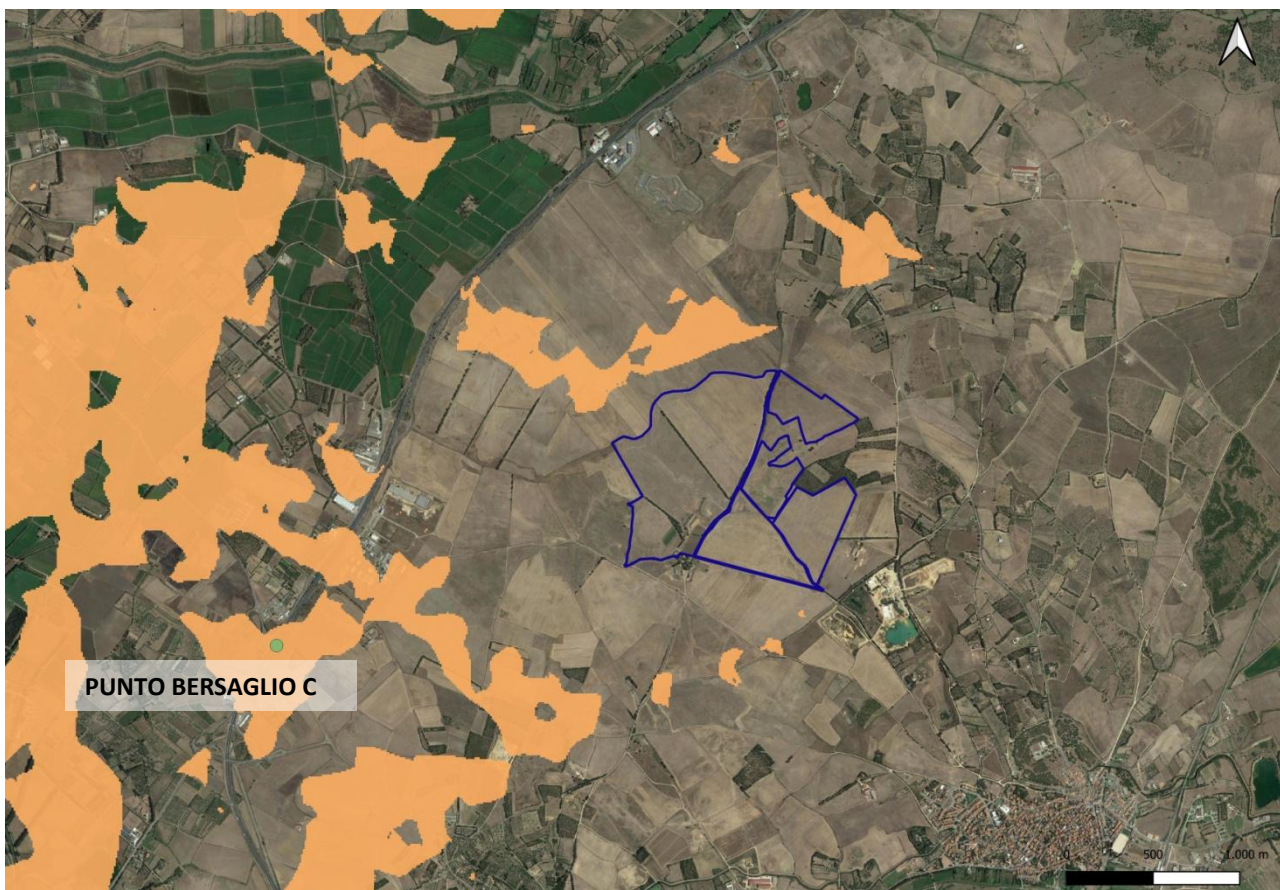


Figura 13: Planimetria analisi visibilità da punto bersaglio C (analisi priva di ostacoli).



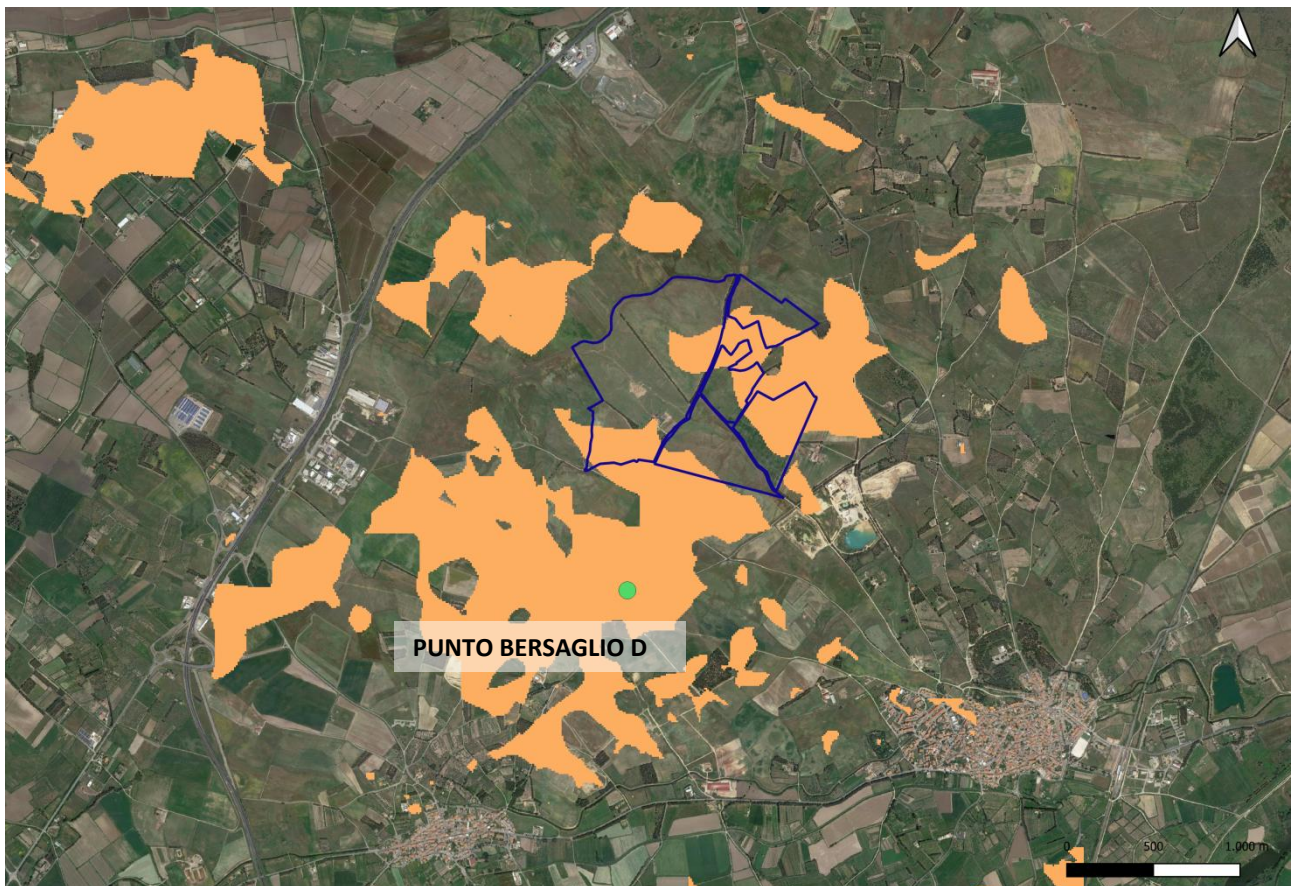


Figura 14: Planimetria analisi visibilità da punto bersaglio D (analisi priva di ostacoli).

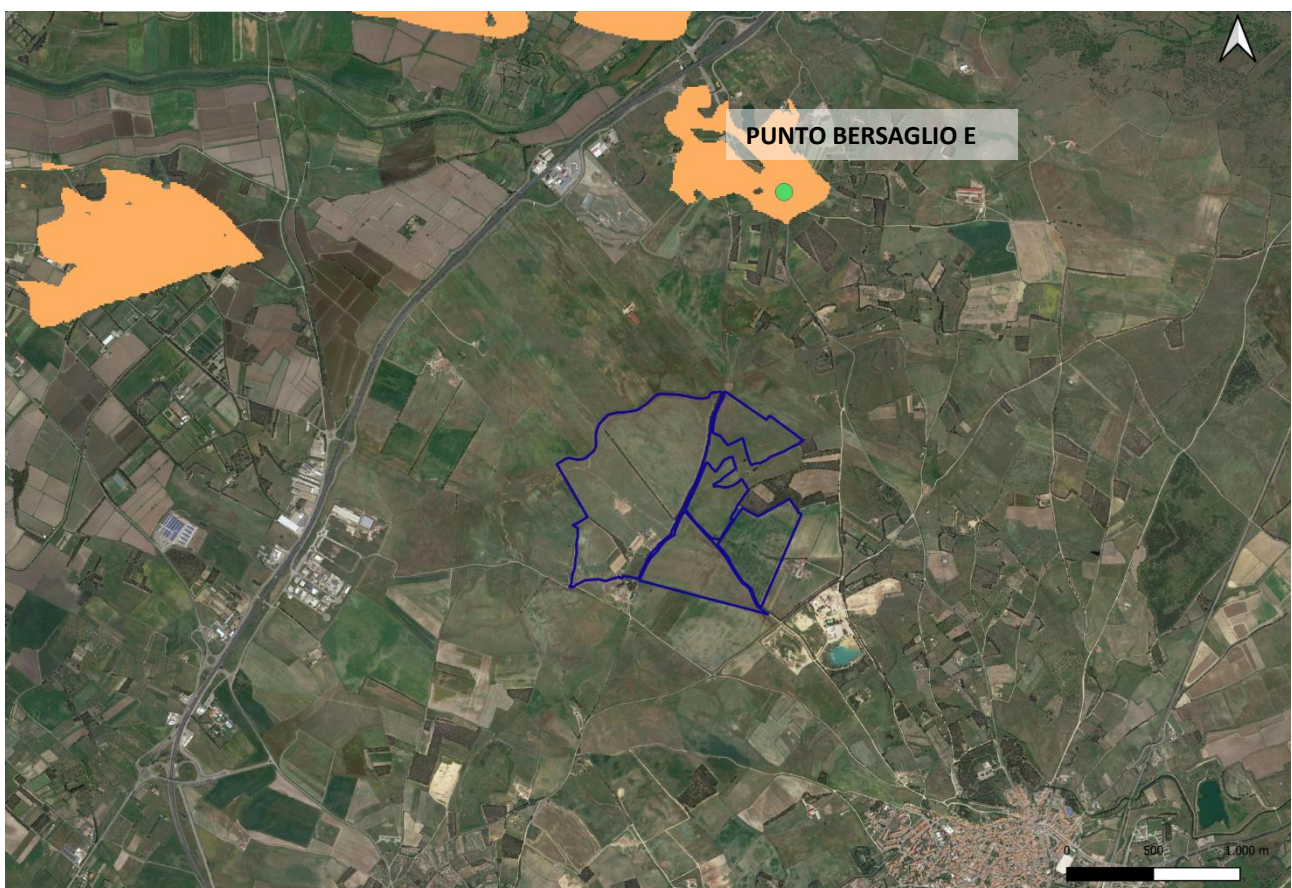


Figura 15: Planimetria analisi visibilità da punto bersaglio E (analisi priva di ostacoli).



#### 4.3 SIMULAZIONE INTERVISIBILITÀ CUMULATIVA

Per la valutazione dell'intervisibilità degli impianti riportati nei paragrafi precedenti, è stata effettuata una simulazione con software QGIS su base cartografica DTM.

Per l'analisi cumulativa è stato considerato un raggio di visuale di 8 km e sono stati presi in considerazione esclusivamente impianti di grossa taglia.

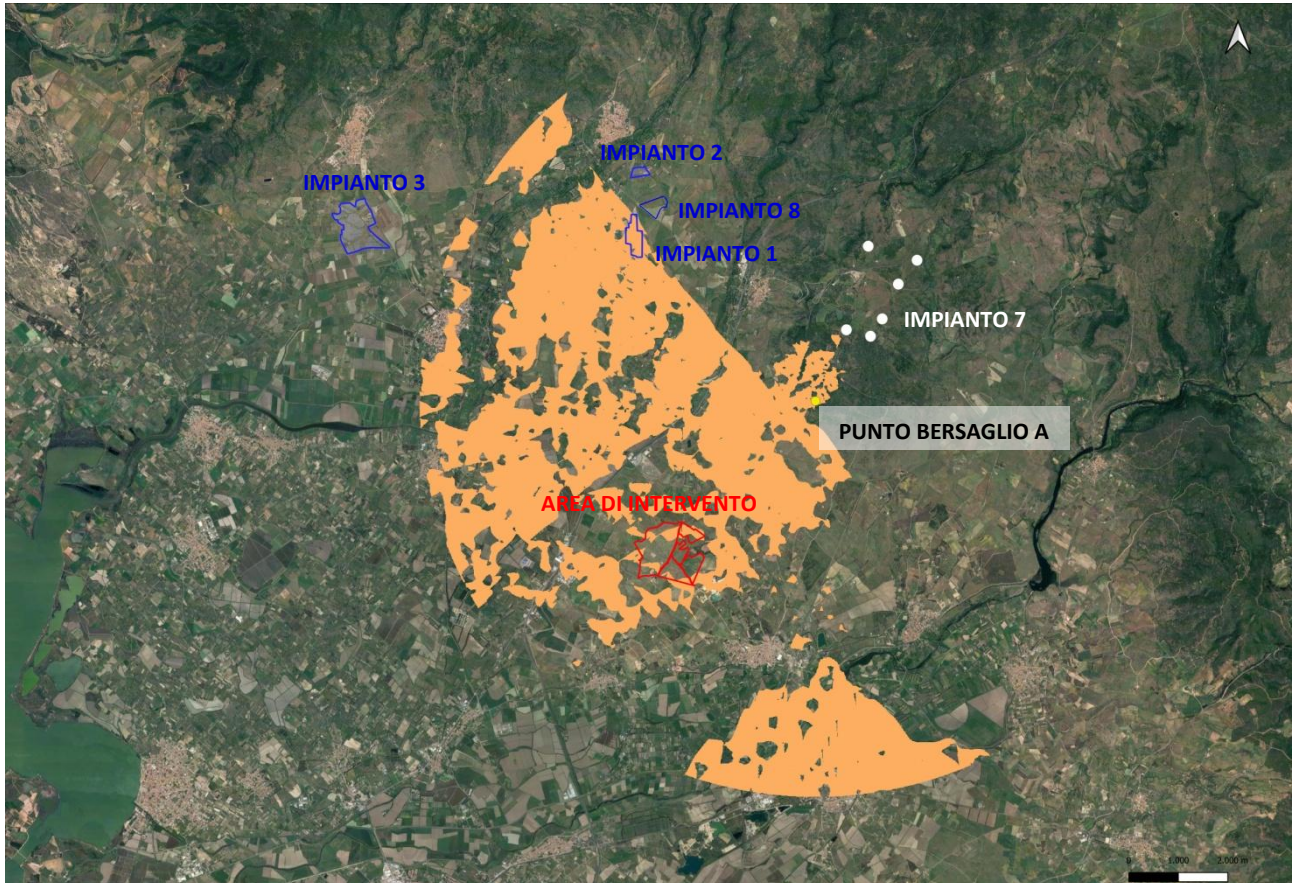


Figura 16: Planimetria analisi intervisibilità cumulativa da punto bersaglio A (analisi priva di ostacoli).



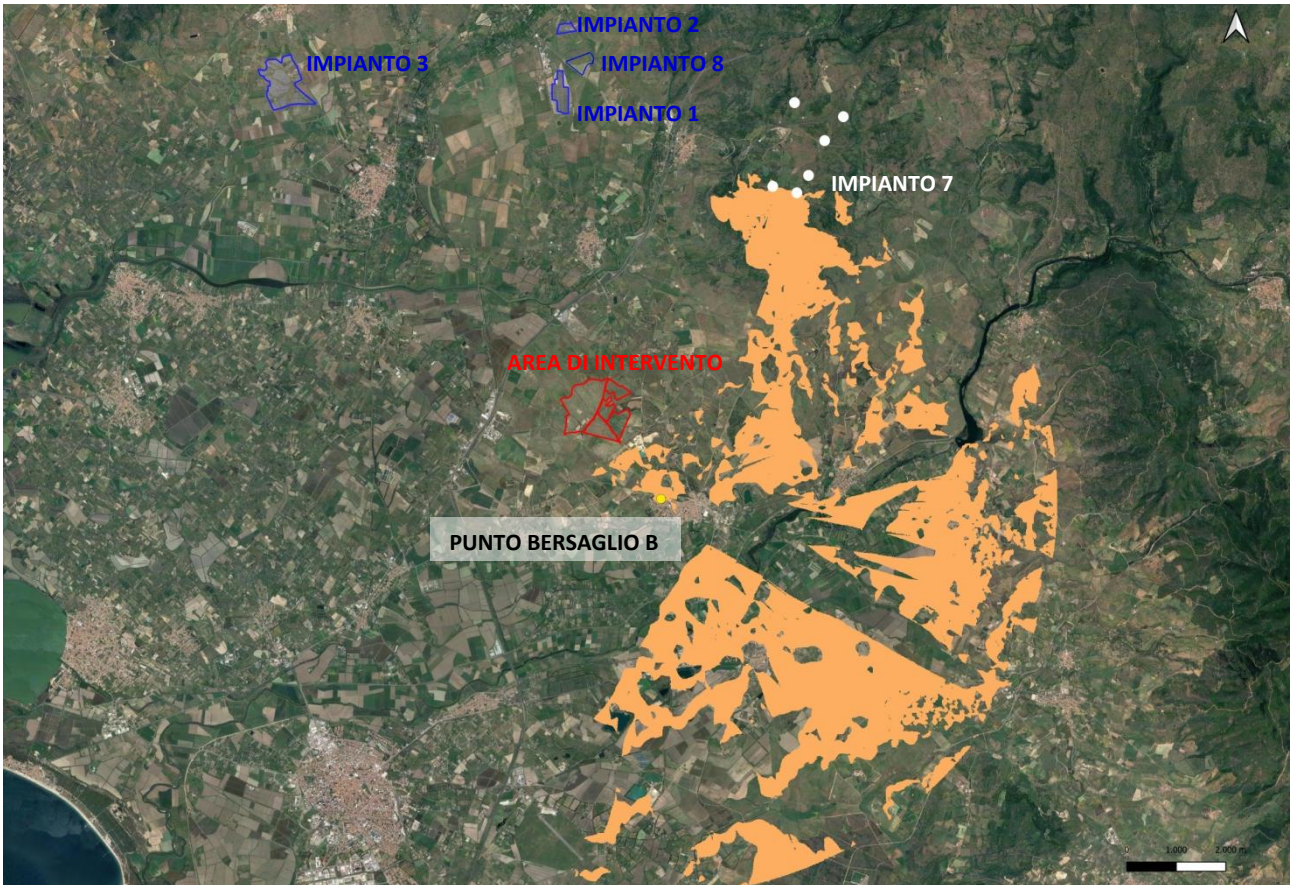


Figura 17: Planimetria analisi intervisibilità cumulativa da punto bersaglio B (analisi priva di ostacoli).

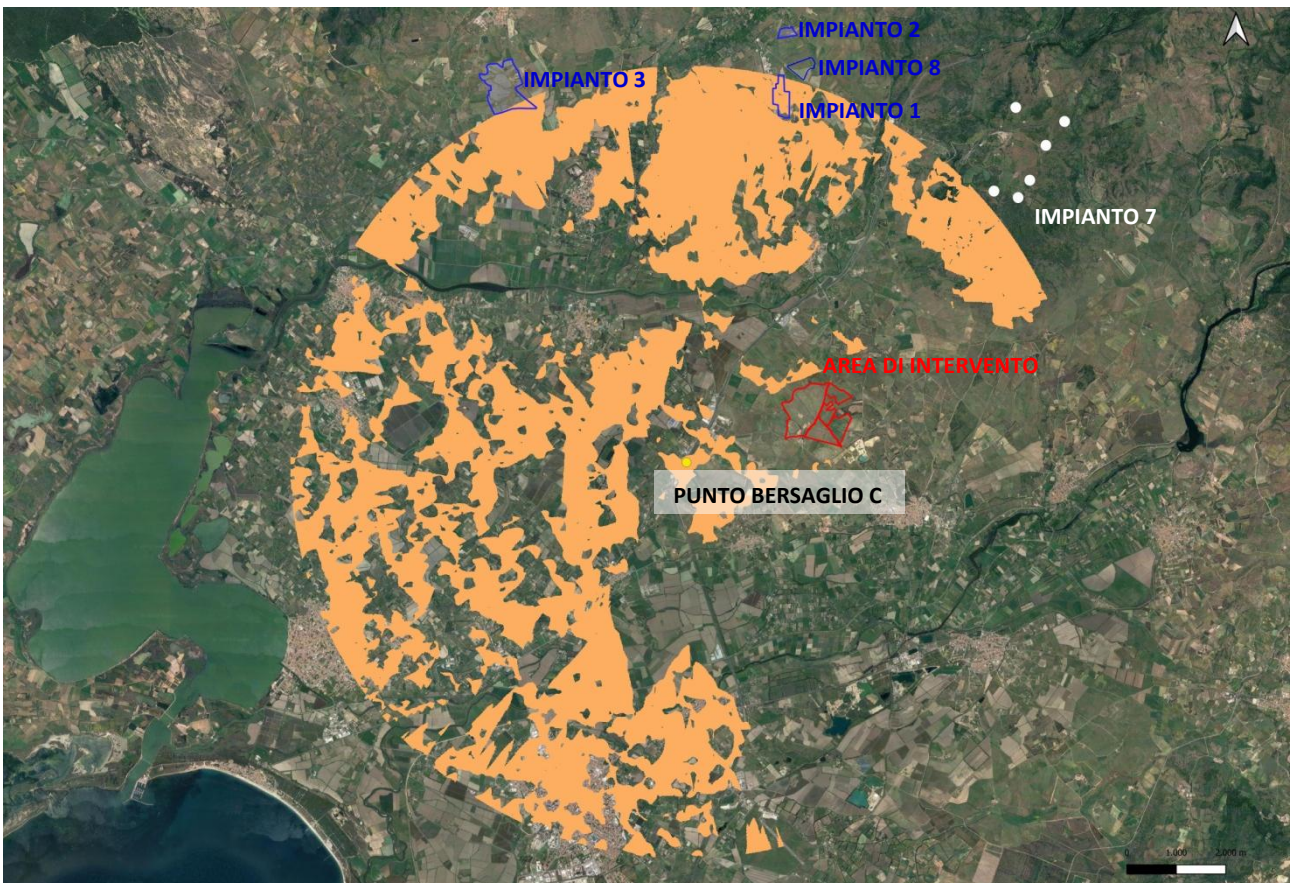


Figura 18: Planimetria analisi intervisibilità cumulativa da punto bersaglio C (analisi priva di ostacoli).



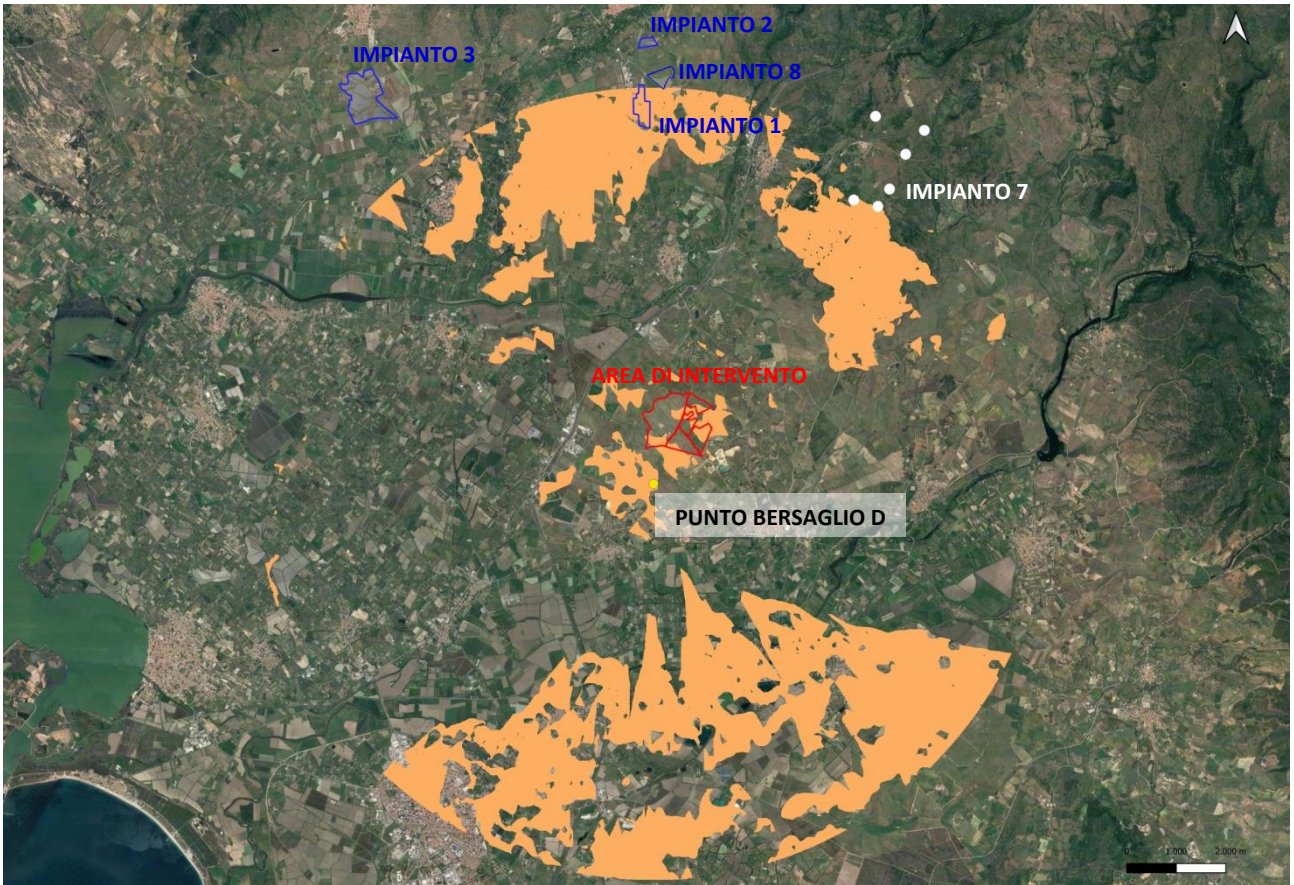


Figura 19: Planimetria analisi intervisibilità cumulativa da punto bersaglio D (analisi priva di ostacoli).

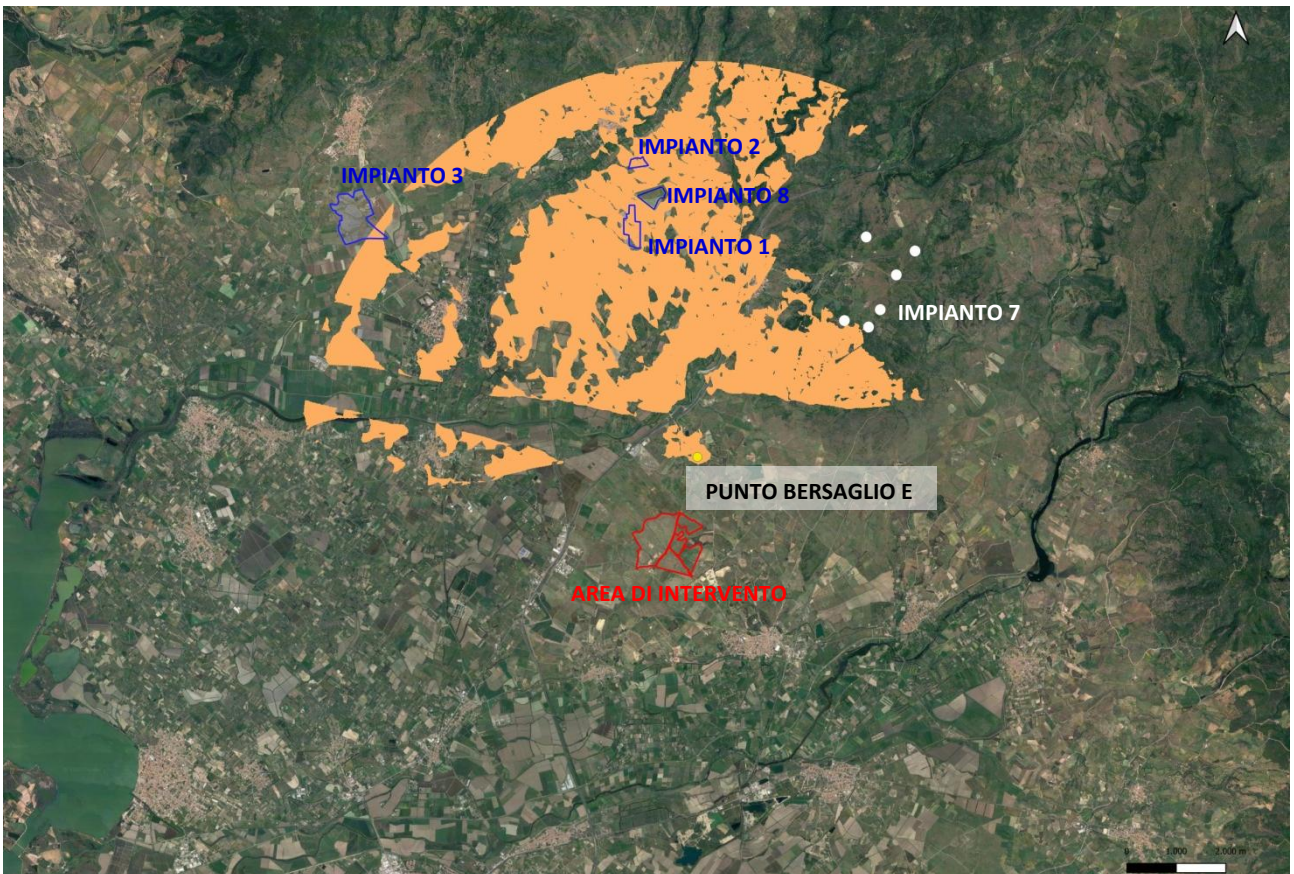


Figura 20: Planimetria analisi intervisibilità cumulativa da punto bersaglio E (analisi priva di ostacoli).



#### 4.4 FOTOSIMULAZIONI DAI PUNTI BERSAGLIO

Le immagini successive, che rappresentano gli scatti effettuati dai punti di ripresa, mettono in evidenza che la presenza di ostacoli quali arbusti, fabbricati, tralicci ecc, presenti nel territorio e non considerati dall'analisi del software, influisca sulla visibilità dell'area di impianto, talvolta riducendola notevolmente (ad esempio nel punto bersaglio A).

Per gli scatti effettuati si è tenuto conto di una altezza media dell'osservatore di circa 1,60 m.

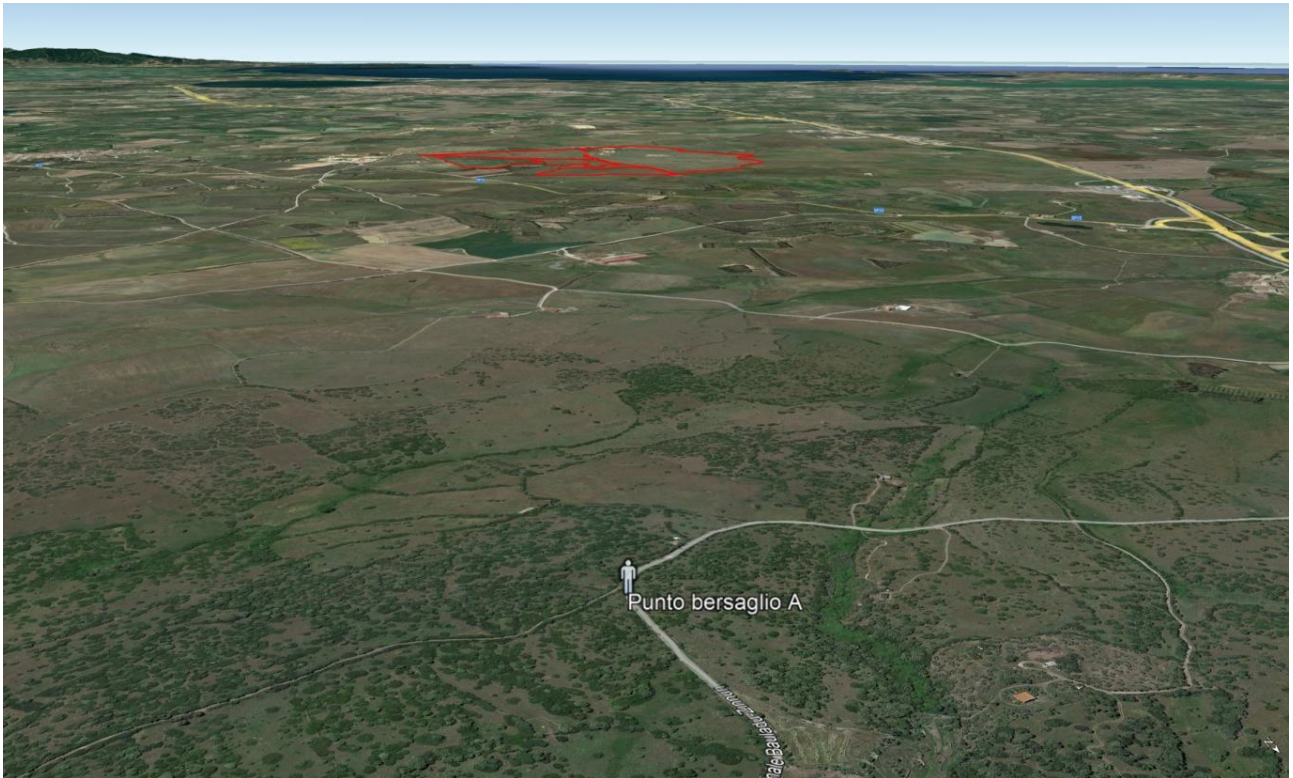


Figura 21: Posizione punto bersaglio A rispetto al sito di intervento (fonte Google Earth).



Figura 22: Vista situazione attuale da punto bersaglio A sulla strada Bauladu-Villanova Truscheddu.



Figura 23: Vista da punto bersaglio A post intervento (simulazione).





Figura 24: Posizione punto bersaglio B rispetto al sito di intervento (fonte Google Earth).



Figura 25: Vista da punto bersaglio B ante intervento (simulazione).





Figura 26: Vista da punto bersaglio B post intervento (simulazione).



Figura 27: Posizione punto bersaglio C rispetto al sito di intervento (fonte Google Earth).





Figura 28: Vista da punto bersaglio C ante intervento (simulazione).



Figura 29: Vista da punto bersaglio C post intervento (simulazione).





Figura 30: Posizione punto bersaglio D rispetto al sito di intervento (fonte Google Earth).



Figura 31: Vista da punto bersaglio D ante intervento (simulazione).





Figura 32: Vista da punto bersaglio D post-intervento (simulazione).



Figura 33: Posizione punto bersaglio E rispetto al sito di intervento (fonte Google Earth).



Figura 34: Vista da punto bersaglio E ante intervento (simulazione).



Figura 35: Vista da punto bersaglio E post-intervento (simulazione).

## 5. CONCLUSIONI

Come evidenziato dagli studi e le simulazioni sopra descritti, si può affermare che in linea generale l'impianto proposto risulta scarsamente visibile sia dalle zone pianeggianti poste a media distanza, sia da zone panoramiche, ritenute più sensibili. Inoltre, gli impianti rilevati nell'area vasta difficilmente potranno creare un effetto visivo cumulativo nell'osservatore che si potrebbe trovare nei punti bersaglio individuati.