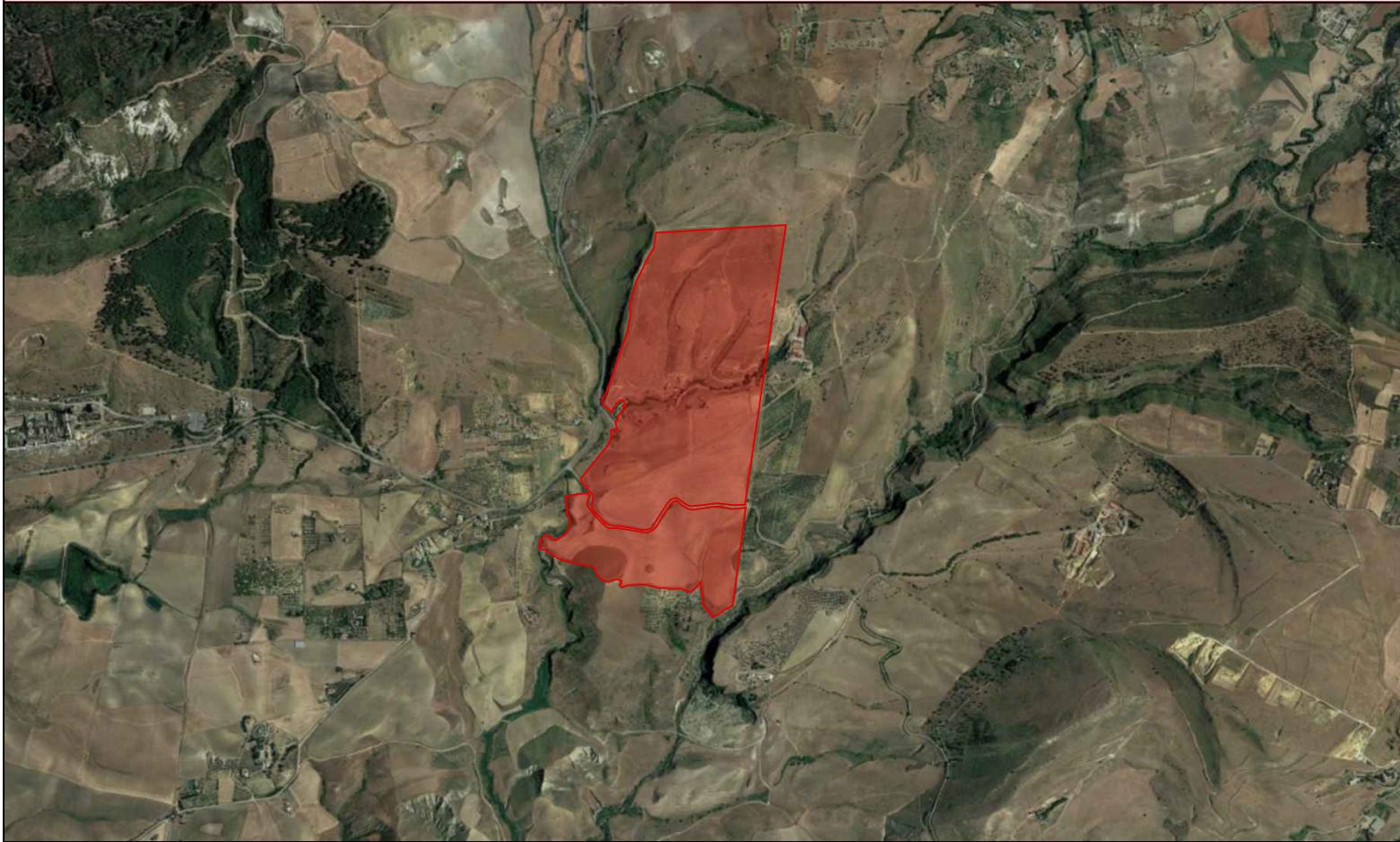


Provincia di ENNA - Comune di ENNA



OGGETTO REVISIONE

Committente:

X-ELIO+

X-ELIO ENNA 2 S.R.L.

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

Sviluppo e Progettazione esecutiva:



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

GEOSTUDIOGROUP STP S.r.l.
Via Dott. Lino Blundo n.3
97100 Ragusa (RG)
P.IVA:01635940883
www.geostudiogroup.net

TITOLO: RELAZIONE ANALISI VISIBILITA'

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

UBICAZIONE IMPIANTO

**Contrada Salsello
Enna (EN)**

Progettista

Ing. Salvatore Camillieri

DATA:

08/08/2023

SCALA:

-

**ANALISI DI IMPATTO VISIVO E VISIBILITA' DELL'IMPIANTO
FOTOVOLTAICO IN PROGETTO DENOMINATO "ENNA 2" DA
INSTALLARE IN CONTRADA SALSELLO – COMUNE DI ENNA (EN)**

1	Premessa	2
2	Area di indagine	2
3	Definizione punti sensibili.....	3
4	Analisi dell'impatto visivo	4
4.1	Analisi del bacino di visibilità e DEM	4
4.2	Mappa di intervisibilità.....	7
4.3	Analisi di sensitività al variare del numero di punti di vista	10
4.4	Risultati dell'elaborazione effettuata.....	22
5	Conclusioni.....	23

1 Premessa

La presente relazione riporta i risultati relativi all'analisi dei possibili impatti di tipo visivo indotti dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico denominato "Enna 2", da realizzarsi in Contrada Salsello del Comune di Enna (EN), Regione Sicilia.

In particolare è stata eseguita una elaborazione in ambiente GIS finalizzata alla produzione della cosiddetta "mappa di intervisibilità", ovvero una mappa nella quale sono riportate le aree che sono in linea di vista (*Line of Sight*) con uno o più punti specifici individuati dall'utente.

2 Area di indagine

Tra gli impatti generati dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico, occorre sicuramente considerare l'impatto indiretto di tipo visivo. La definizione dell'ampiezza dell'area di indagine ai fini della valutazione dell'impatto visivo generato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico non può prescindere dalla conoscenza dello sviluppo orografico del territorio, della copertura superficiale (terreni a seminativo, presenza di alberature, fabbricati, presenza di ostacoli di varia natura, ecc.) e dei punti sensibili dai quali valutare l'eventuale impatto generato.

Nel caso in esame l'area di impatto visivo è stata individuata tracciando intorno alla linea perimetrale esterna dell'impianto fotovoltaico in progetto un buffer di 10 chilometri, tale scelta è stata dettata dalla morfologia del territorio oggetto di studio ed in rapporto all'estensione dell'impianto in progetto. Si riporta nella seguente figura 1 l'area di indagine relativa all'impianto "Enna 2".

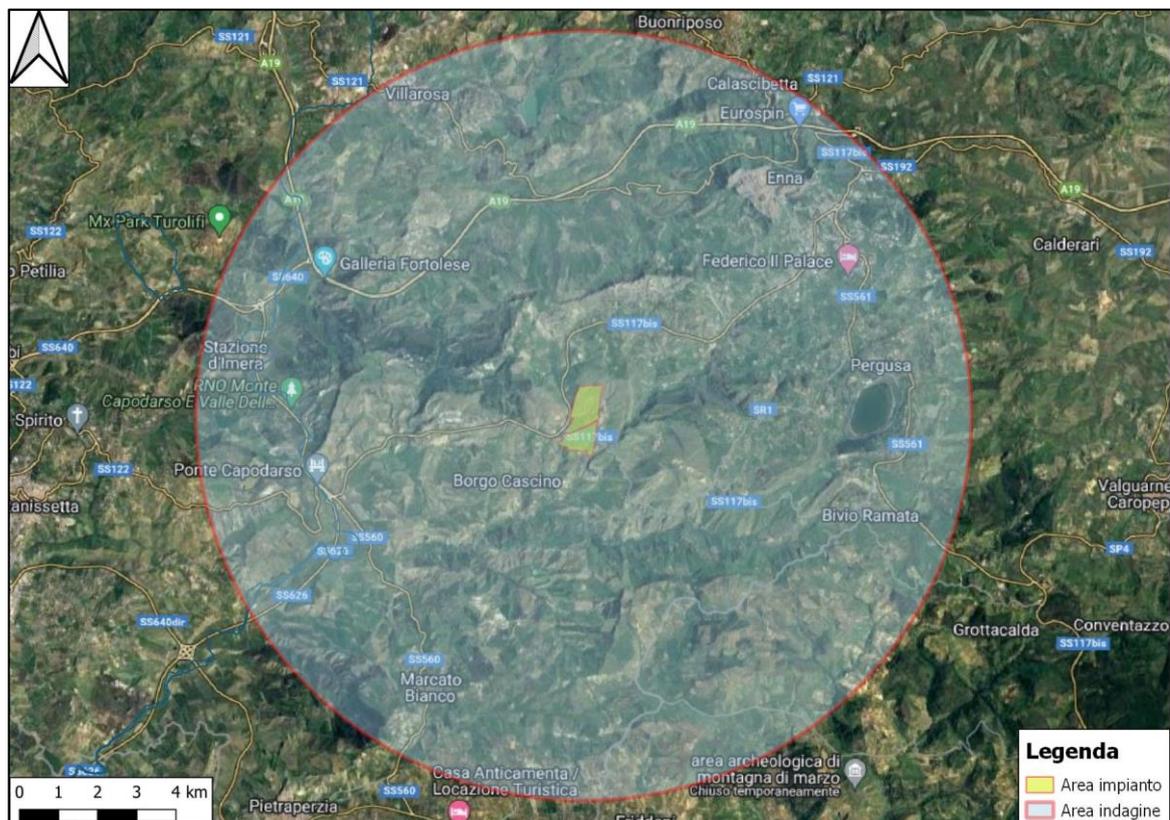


Figura 1 – Area di indagine Enna 2

3 Definizione punti sensibili

Il settore analizzato presenta orografia collinare, con inclinazione molto dolce nella porzione a sud (pendenze comprese tra 0° e 4°), ad esclusione di n.3 rilievi isolati, e inclinazioni leggermente più severe nella porzione nord (pendenze che superano i 30° in corrispondenza delle scarpate dei rilievi presenti). La quota dell'impianto si attesta tra i 460 e i 660 m s.l.m. Si rimanda al paragrafo 4.1 per una visualizzazione cartografica delle morfologie interessate.

All'interno dell'area di indagine è presente una rete stradale composta da un'autostrada e alcune strade provinciali e statali, quali la A19, SS121, SS640, SS117bis, SS626, SS122, SS561, SP98, SP78, SS560, SP101, SP30, oltre a strade asfaltate minori e sterrate. È inoltre presente la linea ferroviaria Enna – Villarosa.

Con riferimento all'impatto visivo, all'interno dell'area di indagine si è valutata l'esistenza di eventuali punti di osservazione sensibili, quali ad esempio: punti di vista significativi, ovvero localizzazioni geografiche che, in relazione alla loro fruizione da parte dell'uomo (intesa come possibile presenza dell'uomo), sono da considerarsi sensibili all'impatto visivo indotto dall'inserimento degli impianti fotovoltaici nel paesaggio (borghi abitati, singolarità di interesse turistico, storico archeologico, ecc).

All'interno dell'area d'indagine sono stati quindi individuati i seguenti potenziali punti di osservazione sensibili:

- Comune di Enna (EN), ubicato ad una quota di circa 930 m s.l.m. ed a una distanza di circa 7 km in direzione NE dal sito di impianto in progetto;
- Comune di Calascibetta (EN), ubicato ad una quota di circa 800 m s.l.m. ed a una distanza di 9.5 km in direzione NNE dal sito di impianto in progetto;
- Comune di Villarosa (EN), ubicato ad una quota di circa 520 m s.l.m. ed a una distanza di circa 9.3 km in direzione NNW dal sito di impianto.
- Pergusa, frazione di Enna (EN), ubicato ad una quota di circa 680 m s.l.m. ed a una distanza di circa 7.5 km in direzione E dal sito di impianto.
- Borgo Cascino (EN), ubicato ad una quota di circa 410 m s.l.m. ed a una distanza di circa 2 km in direzione SE dal sito di impianto.
- Strade: A19, SS121, SS640, SS117bis, SS626, SS122, SS561, SP98, SP78, SS560, SP101, SP30;
- Ferrovie: la linea ferroviaria Enna – Villarosa.

Si riporta nella seguente figura 2 l'area di indagine ed i punti di osservazione sensibili all'interno di essa, dei quali si analizzerà l'eventuale impatto.

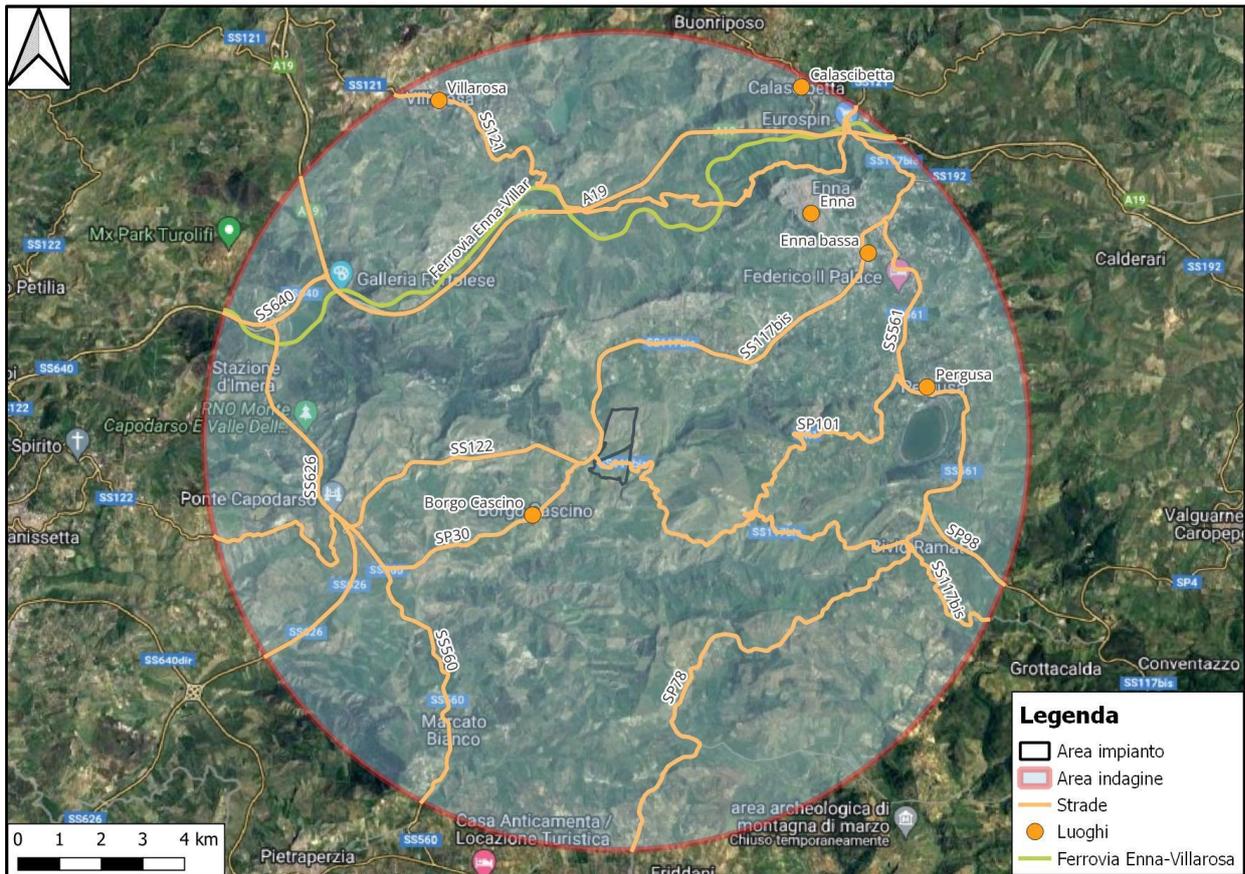


Figura 2 Punti sensibili Enna 2

4 Analisi dell'impatto visivo

La valutazione dell'impatto visivo si basa su considerazioni di carattere sia quantitativo che qualitativo. Le considerazioni quantitative sono state sviluppate sulla base di approcci metodologici sintetizzati ed esposti nel seguito del seguente paragrafo relativamente al progetto proposto, e hanno avuto come obiettivo l'individuazione delle aree di visibilità, ovvero quelle aree che sono in linea di vista (*Line of Sight*) con uno o più punti ricadenti all'interno di ciascun sito in esame.

La valutazione qualitativa invece subentra una volta determinati i caratteri quantitativi della percezione, e deve determinare se, e quanto, la stessa percezione all'interno del contesto paesaggistico assuma valenza negativa o positiva.

4.1 Analisi del bacino di visibilità e DEM

L'analisi del bacino di visibilità per la stima dell'impatto visivo generato è stata realizzata mediante l'ausilio di algoritmi di calcolo dedicati, implementati su piattaforme GIS, in grado di ricostruire l'andamento orografico del territorio, attraverso l'elaborazione delle informazioni contenute nei file numerici DEM (*Digital Elevation Model*) di input, disponibile sul S.I.T.R. (Sistema Informativo Territoriale Regionale) sotto forma di servizio WCS (*Web Coverage Service*).

In termini di architettura software si è optato per l'utilizzo dell'applicativo desktop free e open source QGIS, nella versione 3.28.3, il quale consente di visualizzare, organizzare, analizzare e rappresentare in maniera robusta ed efficiente tutti i dati spaziali necessari per l'analisi da effettuare.

Il DEM utilizzato invece ha una risoluzione geometrica al suolo pari a 2 metri, ed è stato ottenuto partendo dai dati LIDAR acquisiti dal volo ATA 2007-2008. Il raster viene fornito nei seguenti due

sistemi di riferimento: WGS84 - World Geodetic System 1984 (EPSG: 4326) e ETRS89 / UTM zone 33N (EPSG: 25833). Si riportano nelle figure seguenti degli stralci DEM dell'area d'indagine, rielaborati in ambiente GIS al fine di fornire le carte dell'elevazione e delle pendenze.

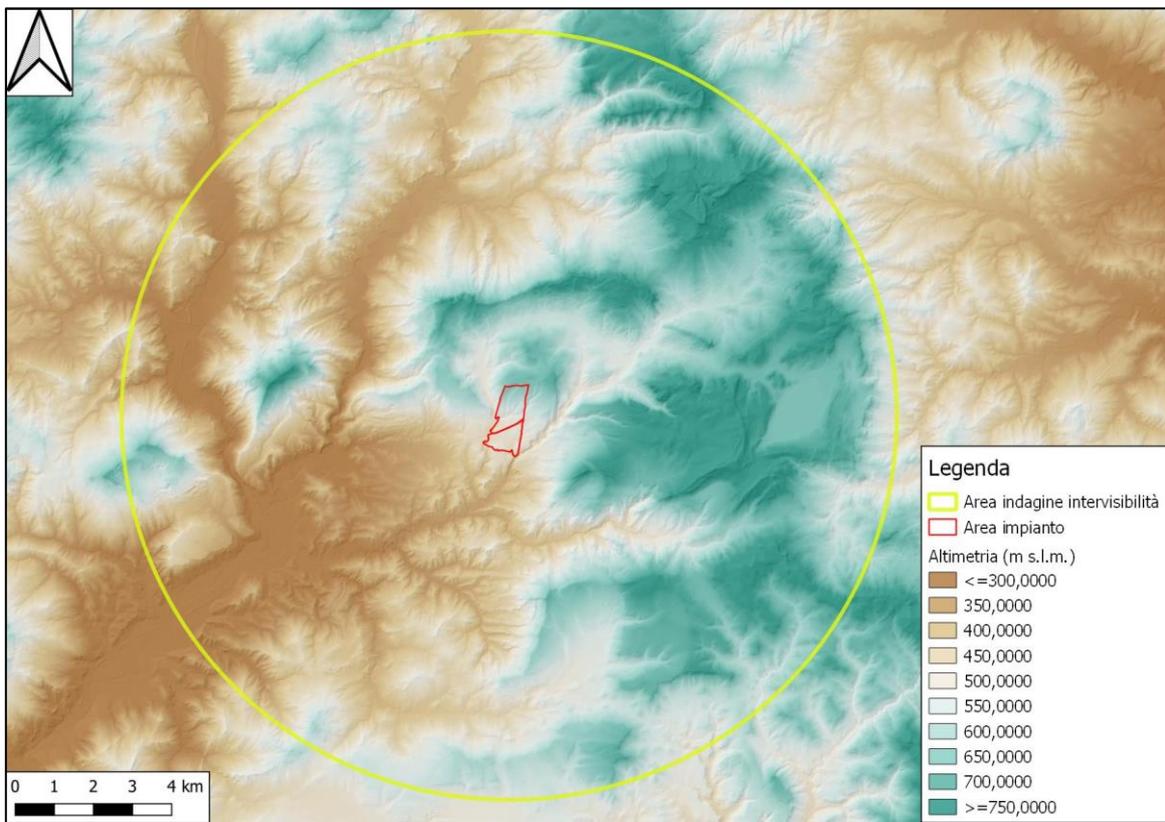


Figura 3 Carta dell'elevazione Enna 2 su larga scala - Stralcio DEM rielaborato in ambiente GIS

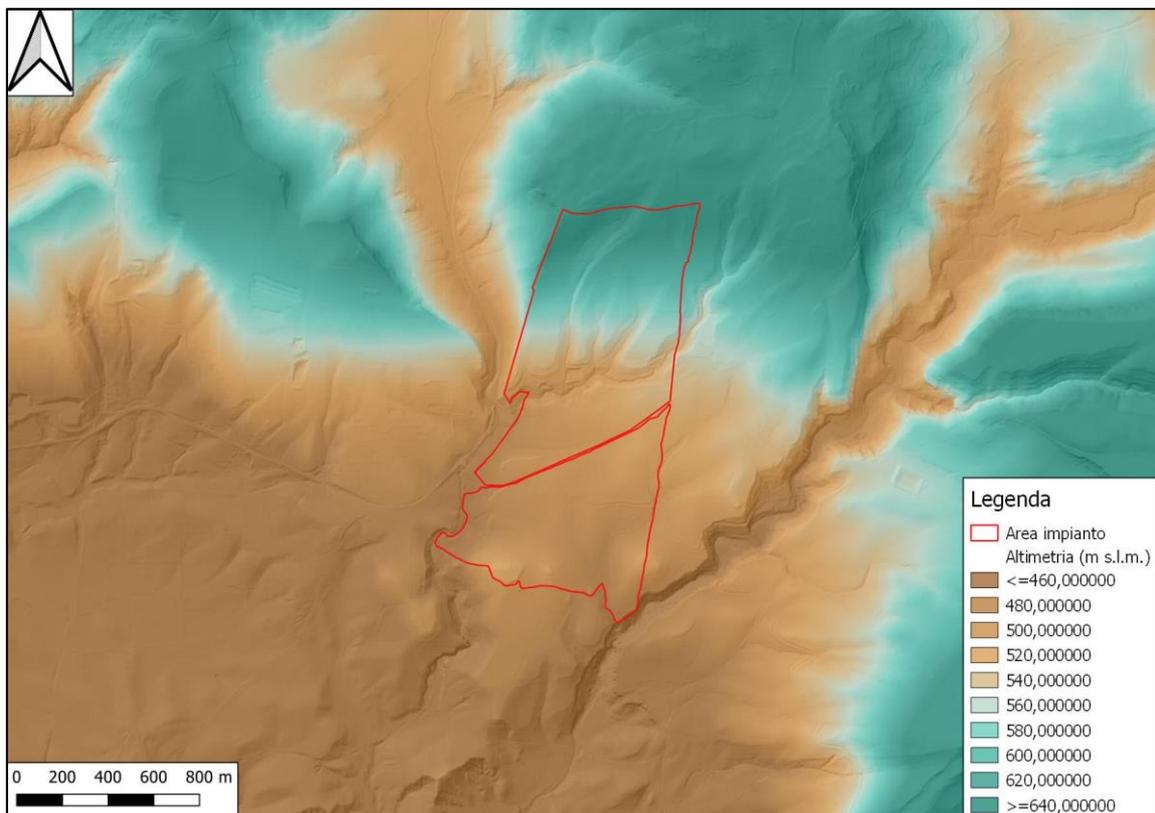


Figura 4 Carta dell'elevazione Enna 2 su scala ristretta - Stralcio DEM rielaborato in ambiente GIS

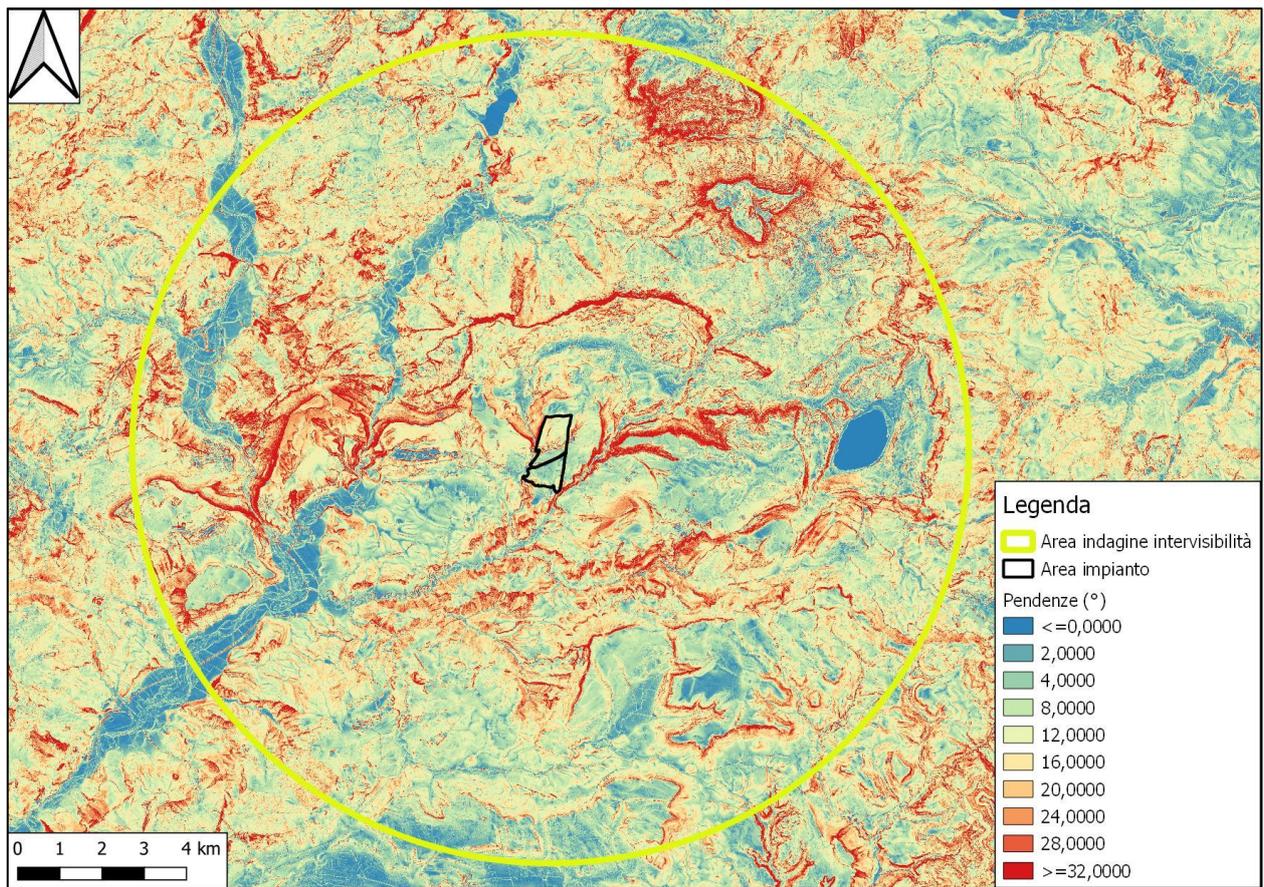


Figura 5 Carta delle pendenze Enna 2 su larga scala – Stralcio DEM rielaborato in ambiente GIS

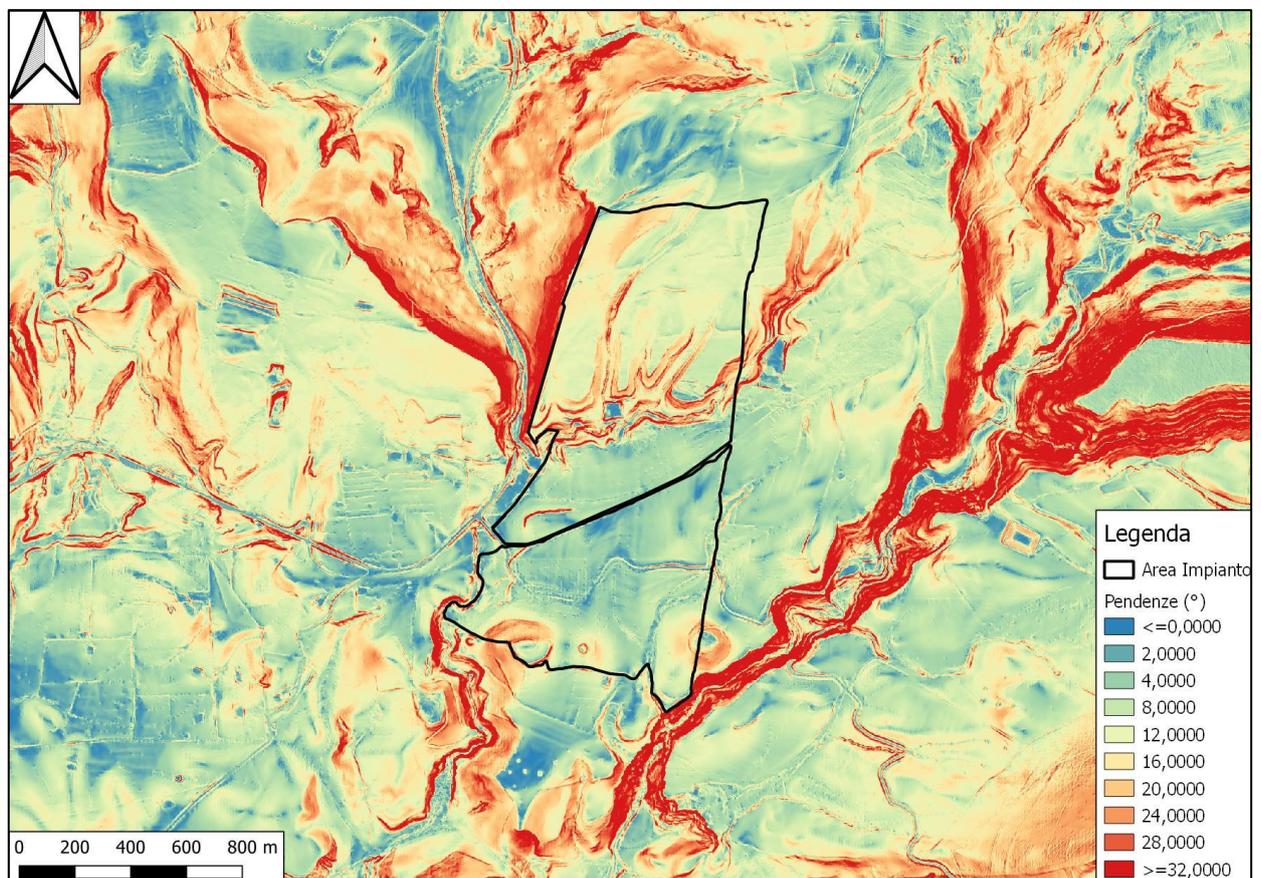


Figura 6 Carta delle pendenze Enna 2 su scala ristretta – Stralcio DEM rielaborato in ambiente GIS

Come si può notare dall'immagine precedente, e come già accennato al capitolo 3, il settore analizzato presenta orografia collinare, con inclinazione molto dolce nella porzione a sud (pendenze comprese tra 0° e 4°), ad esclusione di n.3 rilievi isolati, ed inclinazioni leggermente più severe nella porzione nord (pendenze che superano i 30° in corrispondenza delle scarpate dei rilievi presenti). Dalle immagini precedenti sono facilmente individuabili le incisioni delle aste fluviali e degli impluvi presenti. La quota dell'impianto si attesta tra i 460 e i 660 m s.l.m..

4.2 Mappa di intervisibilità

La prima analisi quantitativa effettuata ha avuto l'obiettivo di ricavare la mappa di intervisibilità relativa all'impianto fotovoltaico "Enna 2" in progetto.

Per poter ottenere tale mappa, è necessario effettuare una analisi delle aree di visibilità e ricorrere all'utilizzo di specifici algoritmi di calcolo. Questo tipo di analisi utilizza il valore di elevazione di ciascuna cella del *Digital Elevation Model* per determinare la visibilità verso o da una particolare cella individuata da parte dell'utente. La posizione di quest'ultima varia a seconda delle esigenze dell'analisi. Più nel dettaglio, l'algoritmo in questione lavora seguendo le cosiddette "linee di vista" (*Line of Sight*), date dalla congiungente tra la cella del punto di vista e la cosiddetta cella *obiettivo*. Per determinare la visibilità di una data cella obiettivo vengono quindi esaminate (una per una) tutte le celle che intercorrono tra quella del punto di vista e quella obiettivo. Nel momento in cui tra queste due celle appena menzionate se ne dovesse frapporre una con elevazione maggiore, la linea di vista verrà interrotta. Pertanto se la linea di vista non viene interrotta, la *i-esima* cella bersaglio analizzata verrà inclusa nell'area di visibilità; al contrario, nel caso in cui la linea di vista viene interrotta, la *i-esima* cella bersaglio analizzata non farà parte dell'area di visibilità.

L'algoritmo si basa inoltre su una serie di variabili, necessarie per la corretta parametrizzazione e calibrazione del calcolo, ovvero:

- Altezza del punto di vista, il cui valore viene aggiunto all'elevazione della posizione in corrispondenza della cella del punto di vista. Nel caso in esame tale altezza si traduce nell'altezza da terra dei moduli fotovoltaici;
- Altezza della cella obiettivo, ovvero altezza dell'osservatore;
- Base di calcolo: è possibile tenere in considerazione la sola orografia, o è anche possibile realizzare una più complessa elaborazione che tenga conto degli ostacoli legati all'uso del suolo (ovvero alberi, uliveti, fabbricati, centri abitati, ecc.);
- Angolo di visione, ovvero è possibile settare un angolo di visione limitato oppure un angolo di visione di 360° in ogni punto del territorio;
- Limite areale di calcolo, che nel caso in esame coincide con l'area di indagine definita al paragrafo 2.

Per quanto riguarda la definizione del punto di vista, si è deciso di individuare all'interno del sito "Enna 2" una serie di punti, disposti secondo una maglia regolare di lato 100 metri e seguendo il perimetro del sito stesso, come si vede in figura 7.

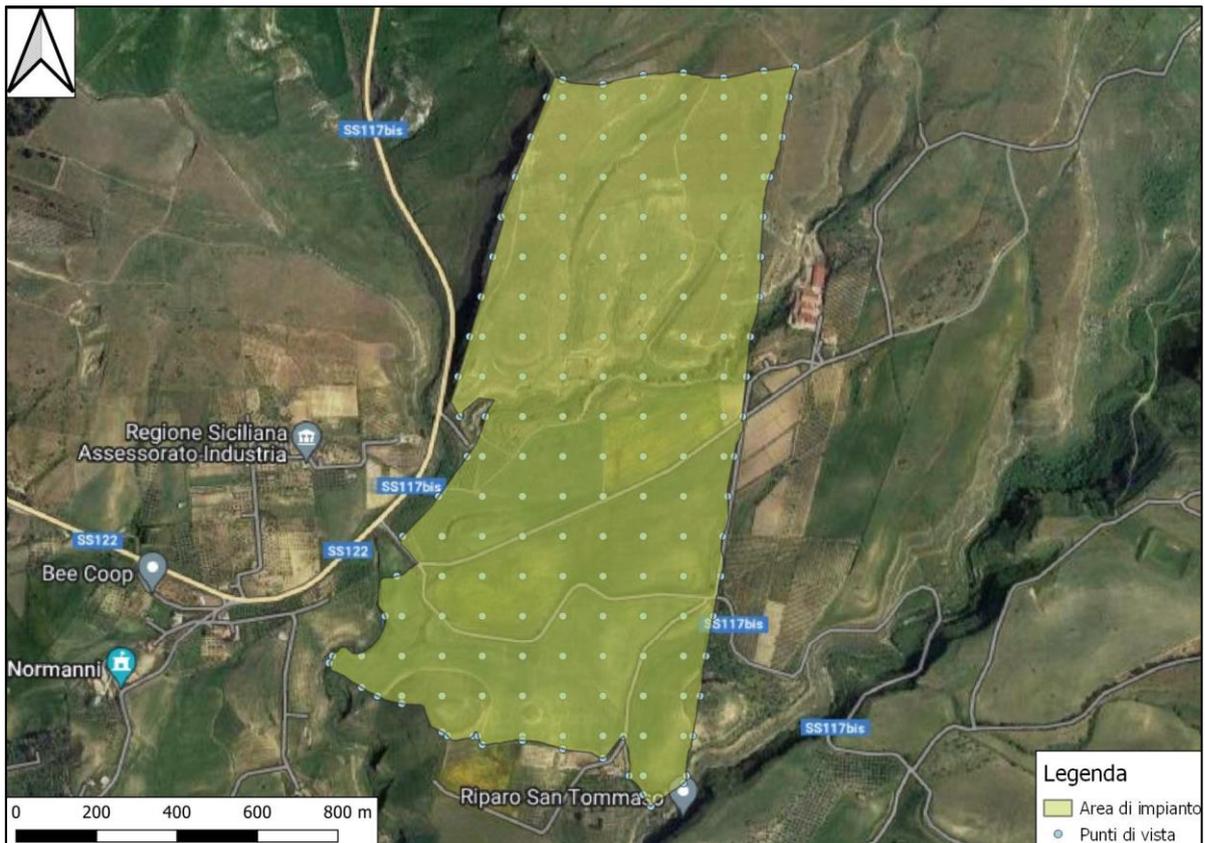


Figura 7 Individuazione punti di vista Enna 2

Si noti come questa scelta effettuata in fase di pre-elaborazione consentirà, seppur con un maggior impegno computazionale, di ottenere in output una mappa di intervisibilità nella quale ogni cella conterrà come informazione la percentuale di sito visibile a partire dal punto considerato. Questo sarà possibile grazie al fatto che sarà possibile cumulare in un'unica mappa le N mappe generate a partire dagli altrettanti punti di vista definiti. Nel caso in cui invece si fosse scelto un unico punto di vista, si sarebbe ottenuta una mappa di intervisibilità di tipo *booleano* che esprime semplicemente la visibilità o la non visibilità del punto definito all'interno del sito. Pertanto la pre-elaborazione effettuata consentirà di capire "quanto" l'impianto si veda da un determinato punto.

L'elaborazione è stata effettuata considerando le seguenti condizioni di calcolo:

- **Altezza massima moduli fotovoltaici di progetto:** 4,50 m (Si prevede di installare nel plot nord strutture fisse di altezza circa 4,50 m e nel plot sud tracker ad inseguimento assiale che nella massima inclinazione raggiungono un'altezza di circa 4,50 m - si è scelta volutamente, in via cautelativa, la condizione peggiore – cfr. figura 8);
- **Altezza dell'osservatore:** 1,8 m;
- **Base di calcolo:** solo orografia (senza quindi considerare gli ostacoli legati all'uso del suolo, ovvero alberi, uliveti, fabbricati, centri abitati, ecc.);
- **Campo visuale** di 360° in ogni punto del territorio;
- **Limite areale di calcolo:** 10 km;
- **Cumulare** in un'unica mappa **le N mappe generate** a partire dagli altrettanti punti di vista individuati.
- **Presenza della fascia di mitigazione ma valutata a circa il 50% della densità proposta** (in via cautelativa).

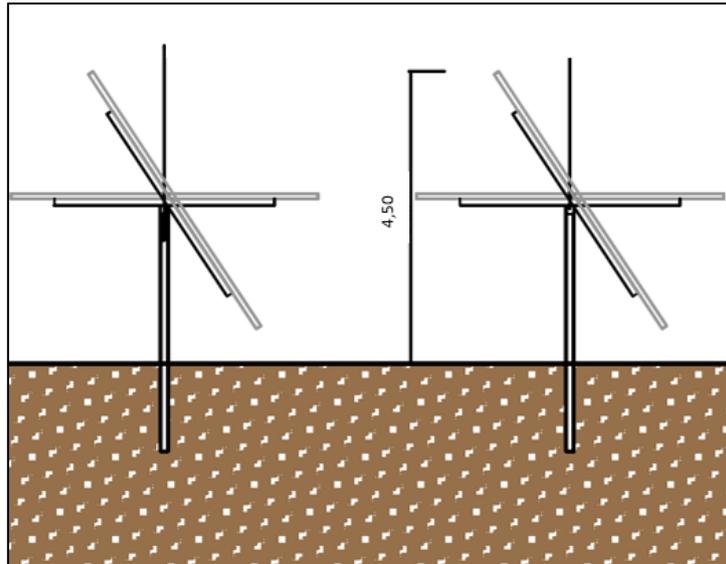


Figura 8 Altezza moduli fotovoltaici in progetto – Enna 2

La mappa di intervisibilità aggregata, rappresentata in figura 9-10, fornisce la distribuzione spaziale della visibilità dell'impianto fotovoltaico in progetto all'interno dell'area di indagine definita, secondo la legenda espressa con una scala di colori che va dal blu (sito poco visibile) al rosso (sito molto visibile) e che indica la percentuale di lotto visibile a partire dal dato punto considerato. Pertanto un colore blu rappresenta un punto dal quale un osservatore riesce a vedere una percentuale (e quindi una superficie) molto bassa dell'impianto in progetto, viceversa un colore rosso rappresenta un punto dal quale l'osservatore riesce a vedere una elevata percentuale dell'impianto in progetto.

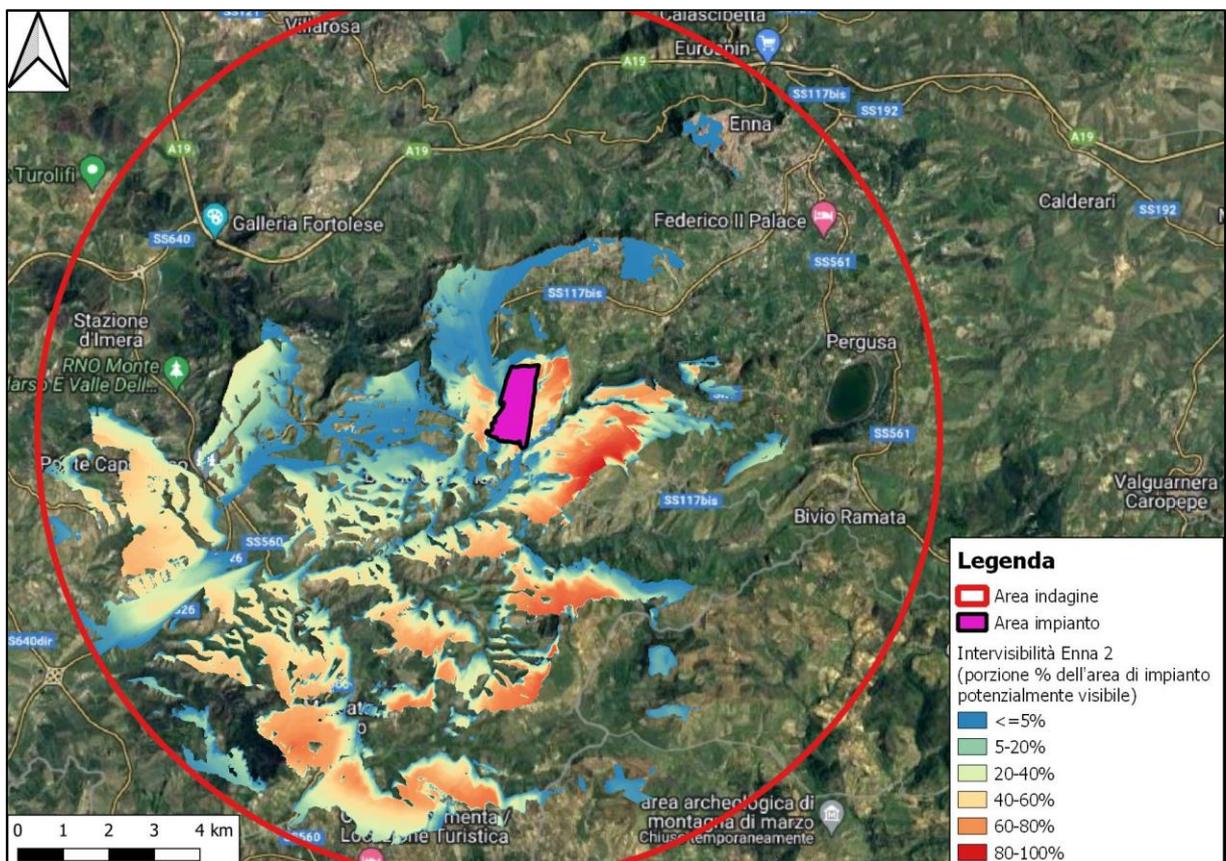


Figura 9 Mappa di intervisibilità di prima analisi su ortofoto – Enna 2

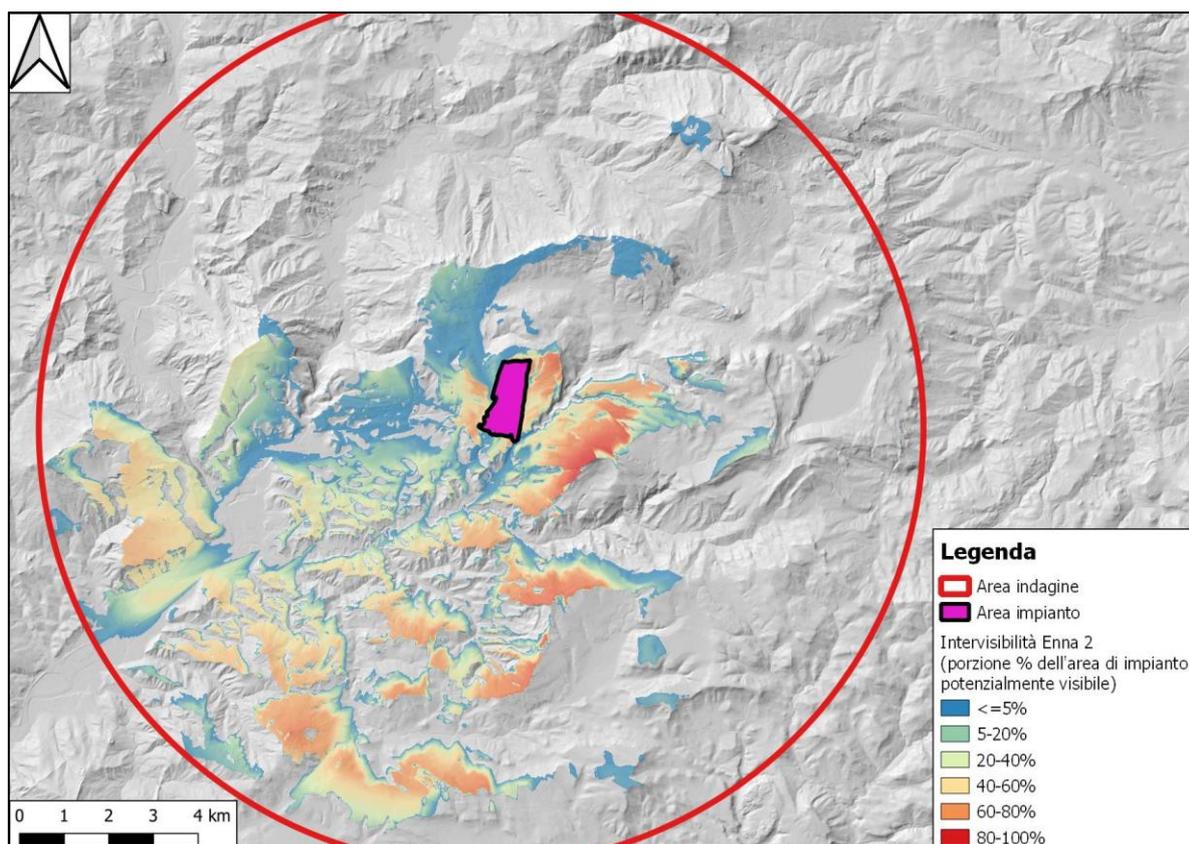


Figura 10 Mappa di intervisibilità di prima analisi su ombreggiatura – Enna 2

Si può notare come l'impianto sia potenzialmente visibile prevalentemente da Sud-Ovest, dal versante prospiciente l'impianto da Sud-Est e nelle immediate vicinanze dello stesso.

Occorre sottolineare che, viste le ipotesi/condizioni di calcolo impostate (sviluppo delle linee di visibilità a 360 gradi per ogni punto definito, base di calcolo unicamente orografica senza quindi considerare l'uso del suolo e gli ostacoli schermanti quali fabbricati, alberature stradali, alberature poderali, filari isolati di alberi, etc...), quanto restituito dalla mappa di intervisibilità fornisce una **rappresentazione fortemente cautelativa e decisamente in eccesso rispetto alla reale visibilità dell'impianto in progetto.**

Infatti, per un osservatore posto nelle immediate vicinanze, giocherà un ruolo fondamentale sulla schermatura la fascia arborea di mitigazione in progetto, mentre per un osservatore posto in posizioni più distanti e potenzialmente visibili su base unicamente orografica, giocheranno un ruolo fondamentale gli ostacoli schermanti esistenti quali fabbricati, alberature stradali, ecc....

4.3 Analisi di sensitività al variare del numero di punti di vista

Il bacino di visibilità precedentemente calcolato risulta, così come verificato in campo, più esteso di quanto lo sia in realtà. Esso comunque costituisce un valido strumento per l'individuazione delle aree potenzialmente interessate dall'impatto visivo legato all'impianto.

Allo scopo di sopperire alle limitazioni troppo stringenti derivate dalle ipotesi/condizioni di calcolo precedentemente imposte, si è deciso di ricorrere ad una analisi di sensitività, avente come obiettivo quello di valutare una più realistica visibilità delle opere in progetto tramite il confronto tra quanto emerso dalla prima analisi di visibilità, e quanto emerso dal rilievo fotografico in campo.

L'analisi qui realizzata ha quindi permesso di individuare il numero minimo di punti di vista sensibili (cfr. figura 2) tale per cui l'impianto possa considerarsi visibile. Questo ha quindi consentito di poter calibrare, tramite verifica sul campo, il modello utilizzato e di generare una nuova mappa di intervisibilità, ove si riducono le aree di visibilità.

Inoltre per l'elaborazione dei fotoinserimenti sono stati utilizzati due software di modellazione tridimensionale ed un motore di rendering, in questo modo si è riusciti a collocare l'impianto per come dovrebbe apparire nella sua conformazione finale in un modello orografico del terreno realistico, così da ottenere una restituzione fedele di quello che sarà il risultato finale.

Si riportano in figura i coni di ripresa fotografica, scattati dalle strade principali e dai luoghi sensibili posti nelle zone di maggiore visibilità teorica. A seguire le foto corrispondenti.

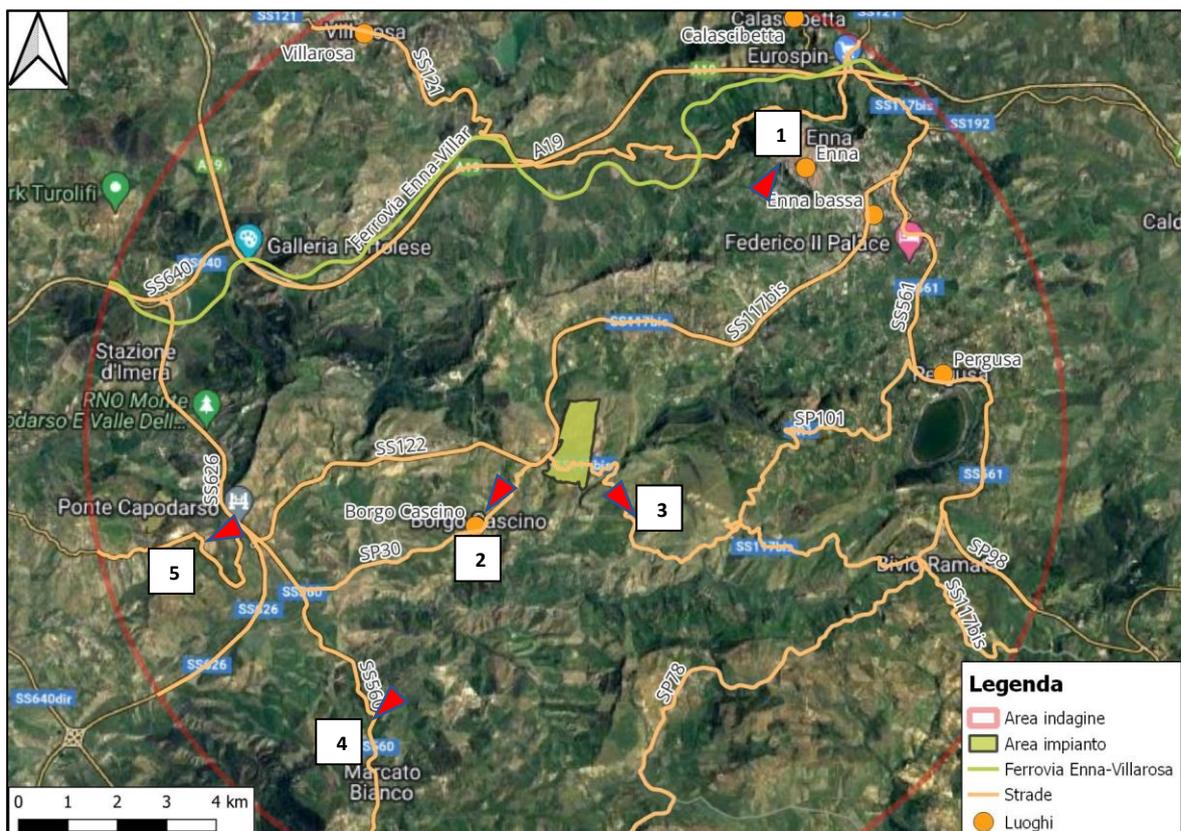


Figura 11 Coni ottici da luoghi sensibili nelle zone di maggiore visibilità teorica

Il sopralluogo è stato effettuato appositamente in una giornata di cielo terso, al fine di verificare la visibilità dell'impianto nelle migliori condizioni ottiche.



Figura 12 Punto di ripresa fotografico dal Comune di Enna – Punto panoramico su SP81

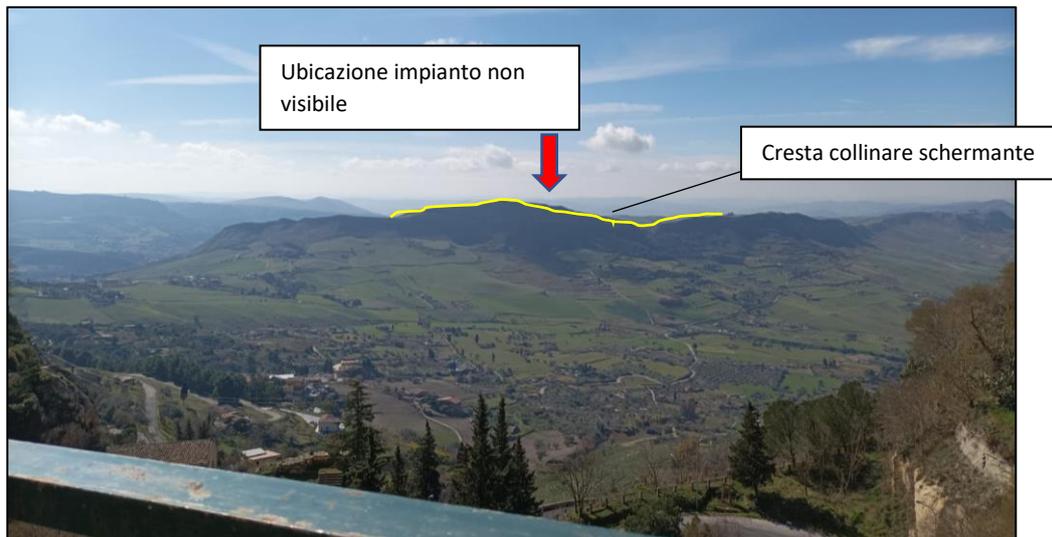


Figura 13 Ripresa fotografica n.1 dal Comune di Enna SP81 punto panoramico – Area di impianto non visibile

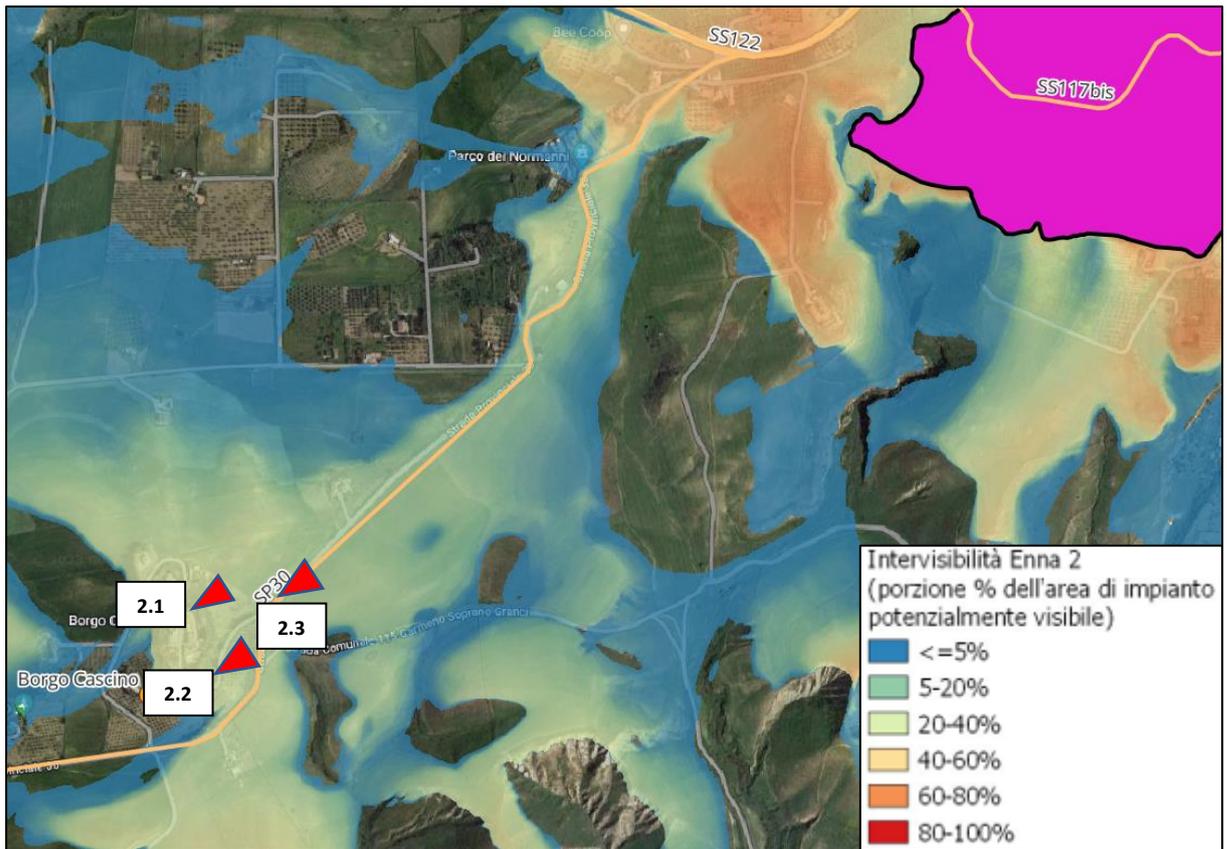


Figura 14 Punto di ripresa fotografico da SP30 in prossimità di Borgo Cascino

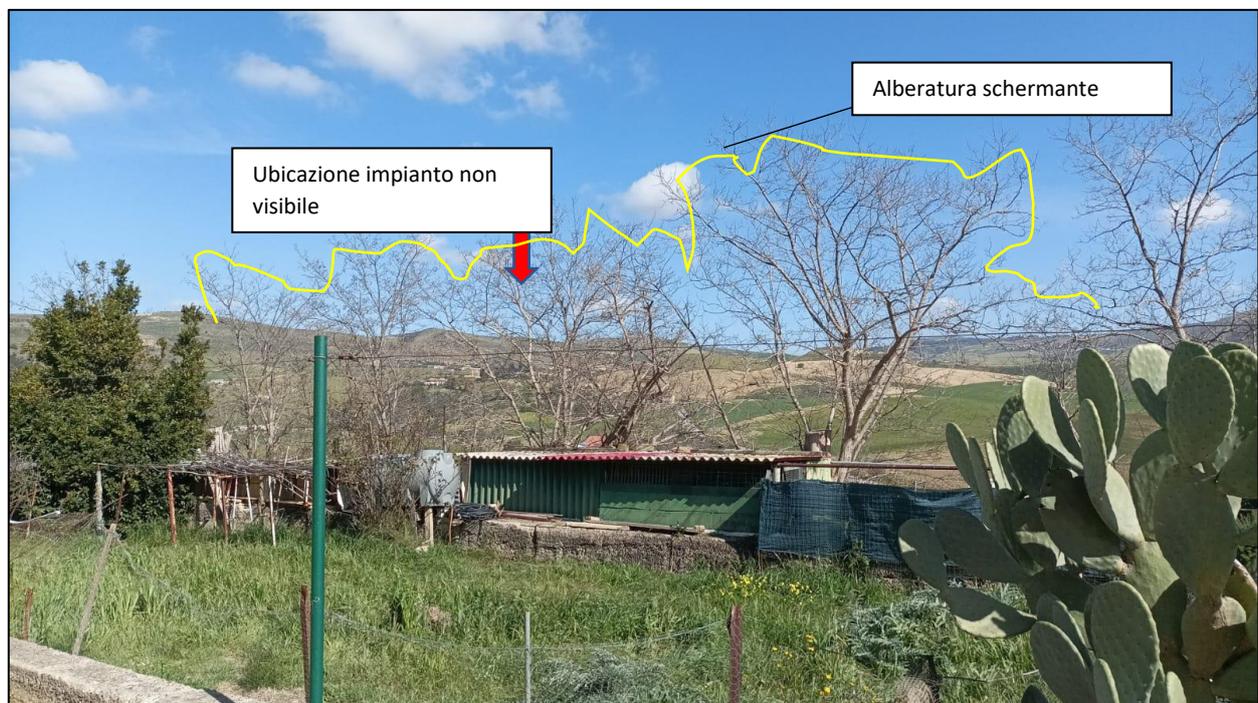


Figura 15 Ripresa fotografica n.2.1 da Borgo Cascino punto panoramico – Area di impianto mascherata da alberature esistenti

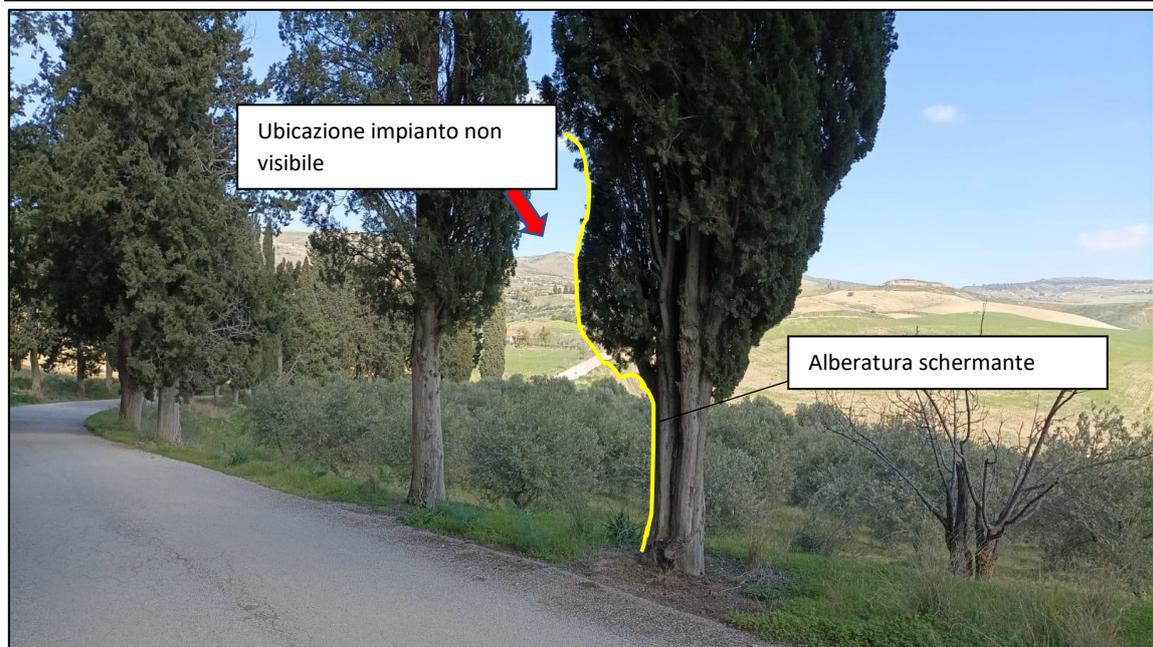
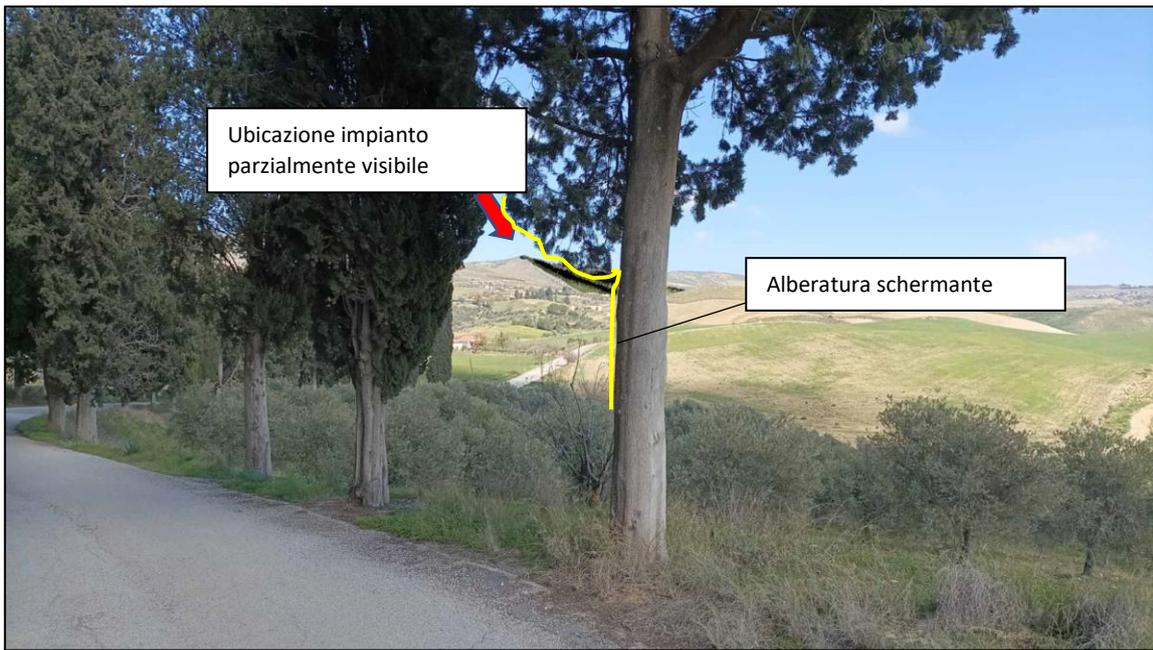


Figura 16 Riprese fotografiche n.2.2 da Borgo Cascino punto panoramico – Area di impianto mascherata da alberature esistenti

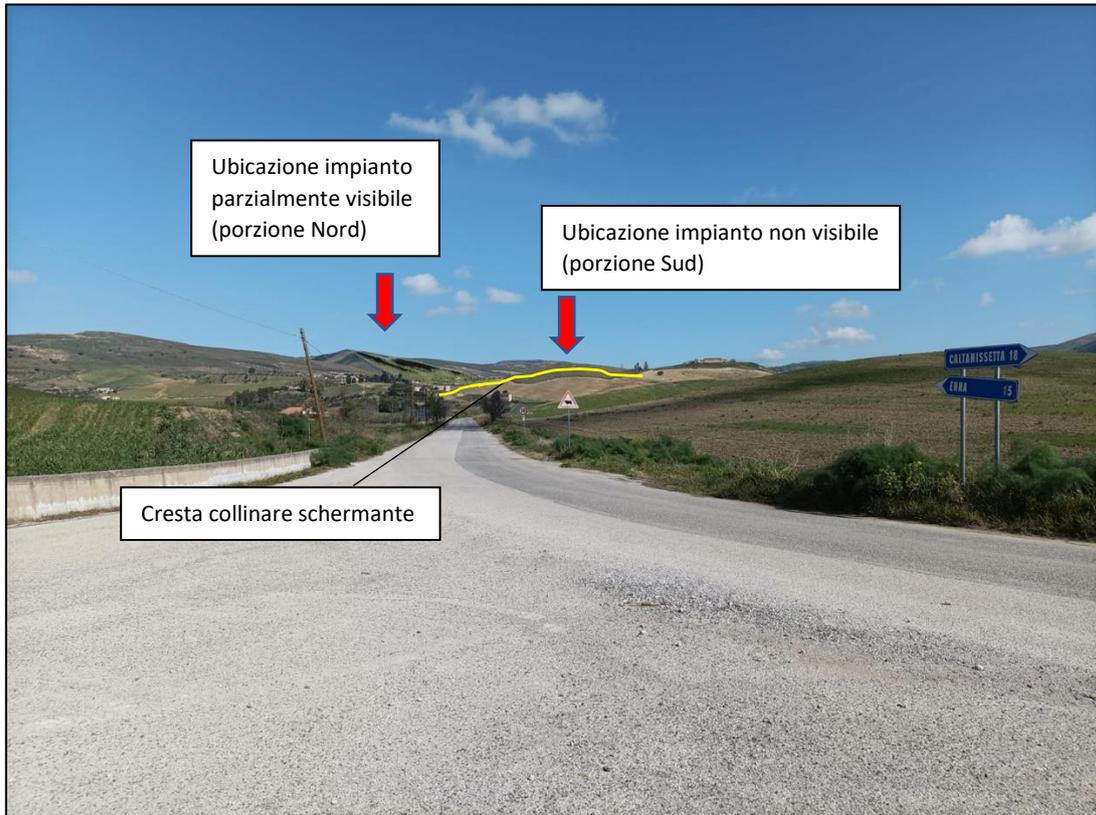


Figura 17 Ripresa fotografica n.2.3 da SP30 in prossimità di Borgo Cascina– Area di impianto potenzialmente visibile per un 10-30%

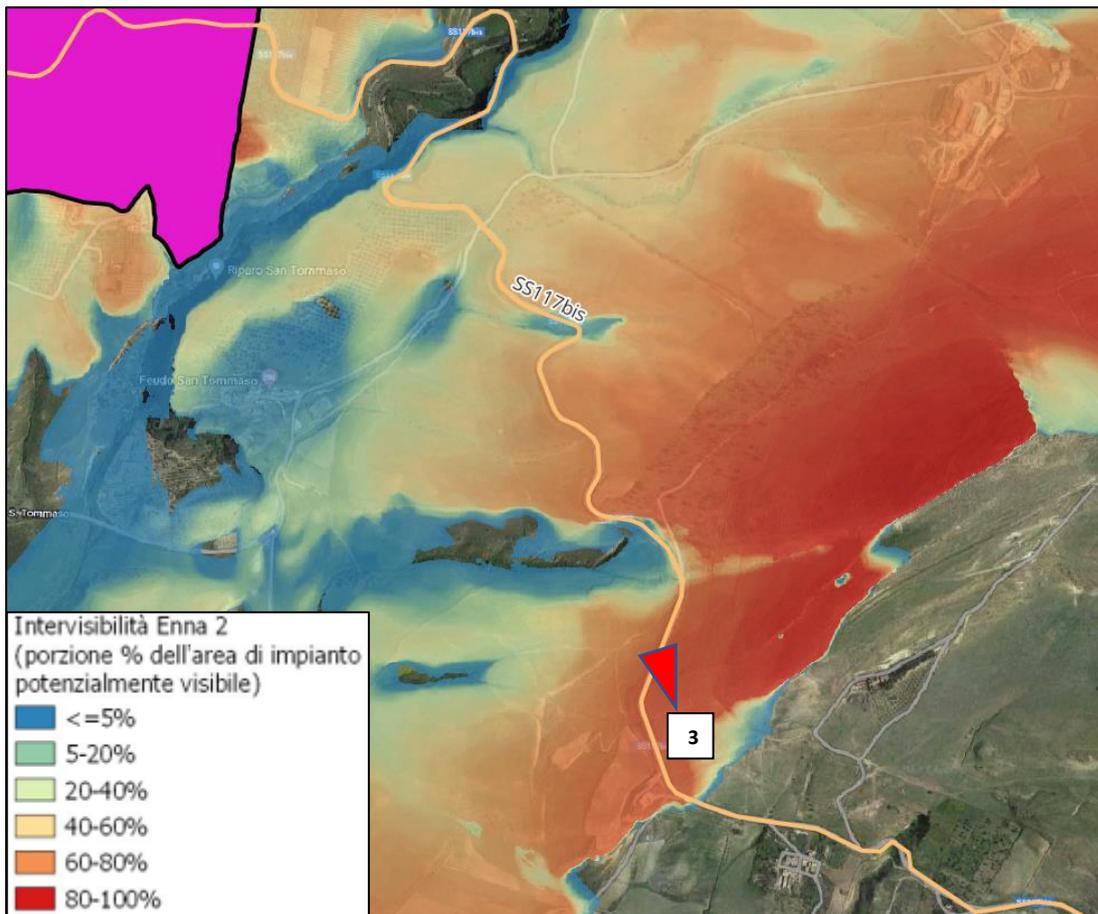


Figura 18 Punto di ripresa fotografico da punto panoramico su SS117bis



Figura 19 Ripresa fotografica n.3 da punto panoramico su SS117bis – Area impianto potenzialmente visibile per un 50-70%

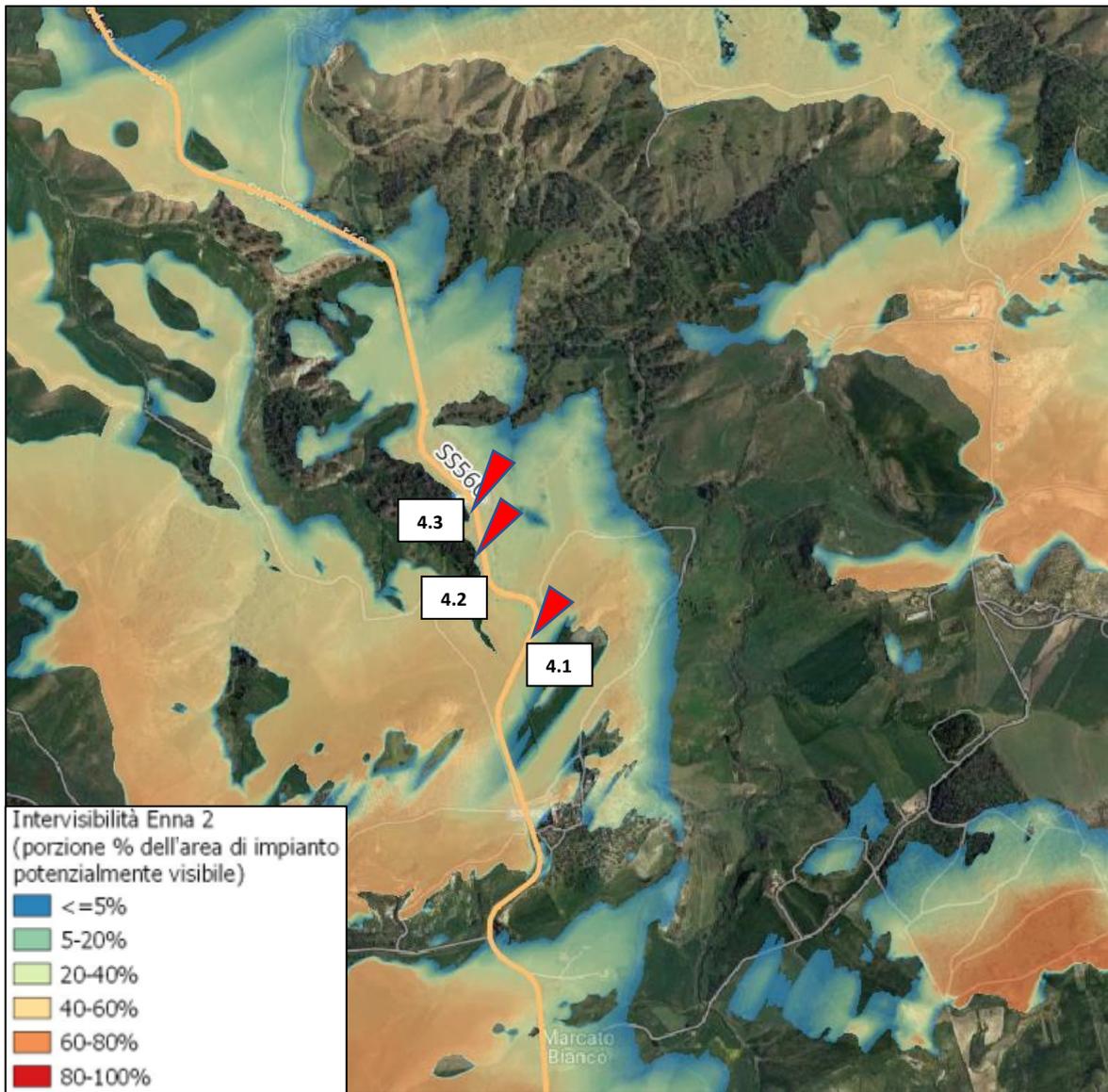


Figura 20 Punti di ripresa fotografico da punti panoramici su SS560



Figura 21 Ripresa fotografica n.4.1 da punto panoramico su SS560 – Area impianto non visibile



Ubicazione impianto potenzialmente visibile, ma troppo lontana per la messa a fuoco ad occhio nudo durante il transito in auto

Alberatura schermante esistente

Figura 22 Ripresa fotografica n.4.2 da punto panoramico su SS560 – Area impianto potenzialmente visibile, ma troppo lontano per messa a fuoco ad occhio nudo durante il transito in auto

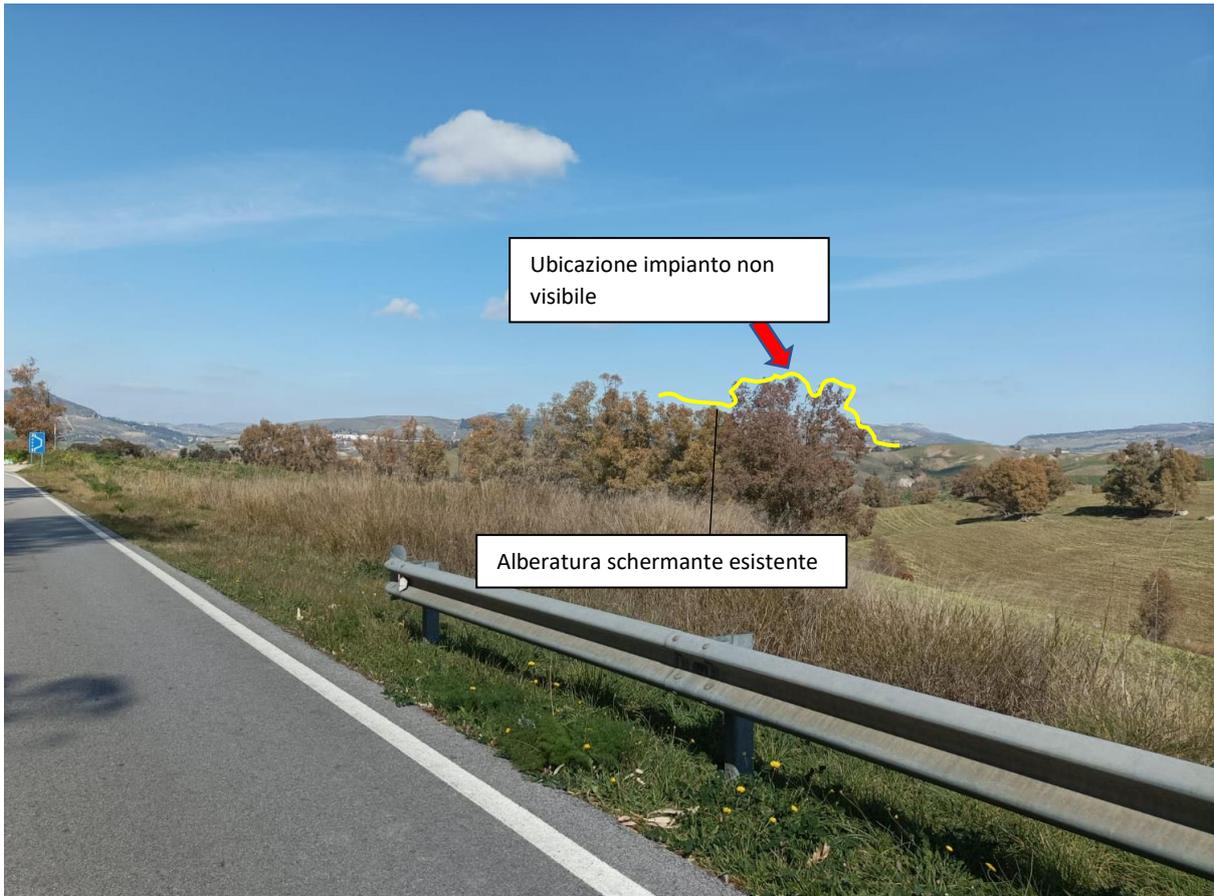


Figura 23 Ripresa fotografica n.4.3 da punto panoramico su SS560 – Area impianto non visibile

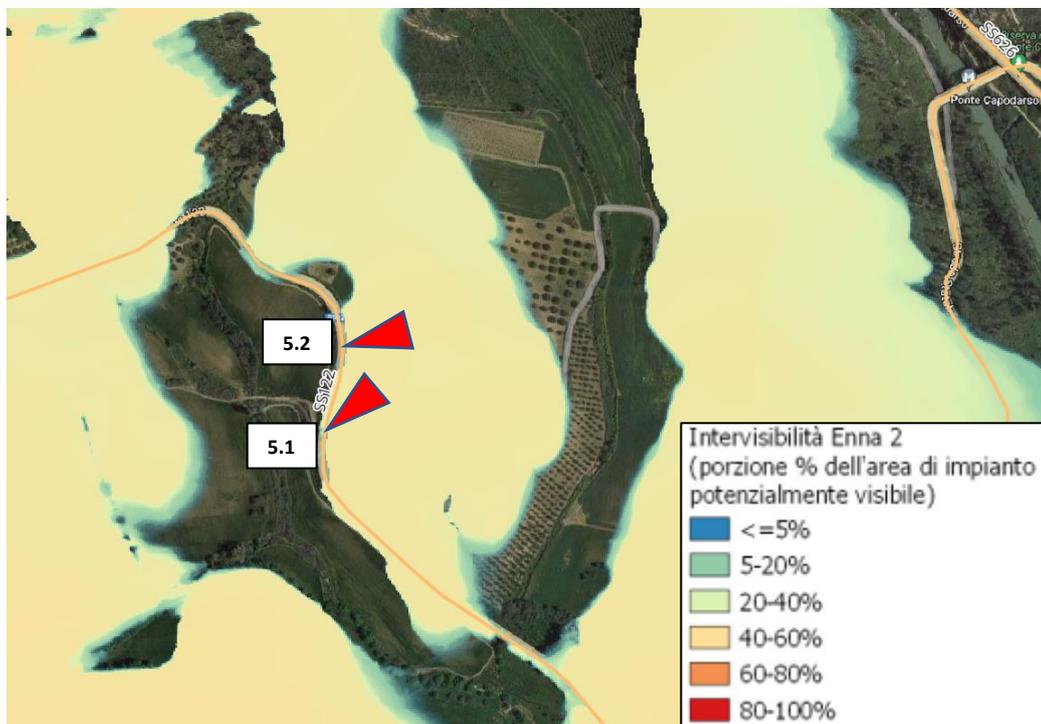


Figura 24 Punto di ripresa fotografico n.5 da SS122

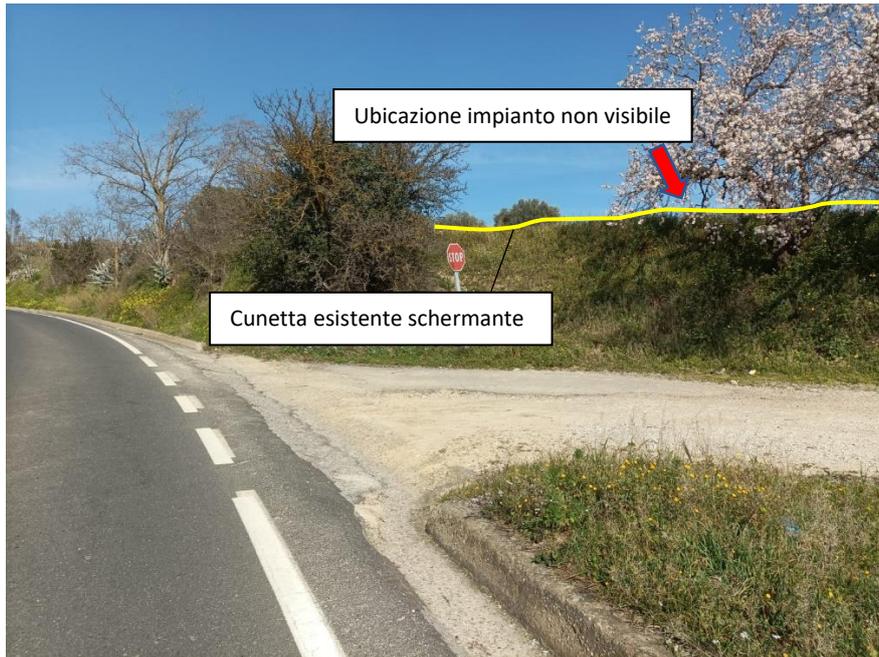


Figura 25 Ripresa fotografica n.5.1 da SS122 – Area impianto non visibile

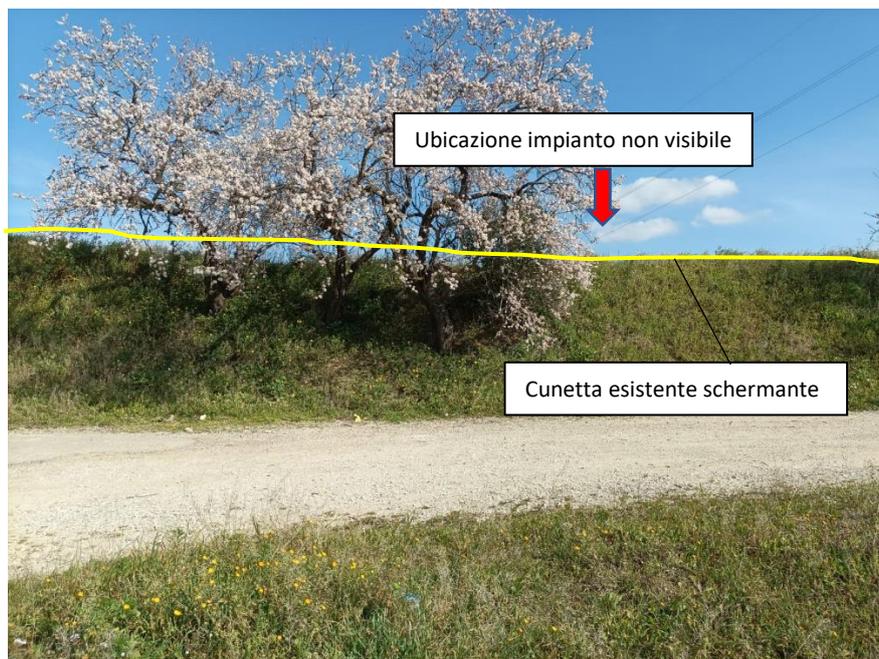


Figura 26 Ripresa fotografica n.5.2 da SS122 – Area impianto non visibile

Si riporta nella seguente figura 10 la mappa di intervisibilità ottenuta in seconda analisi.

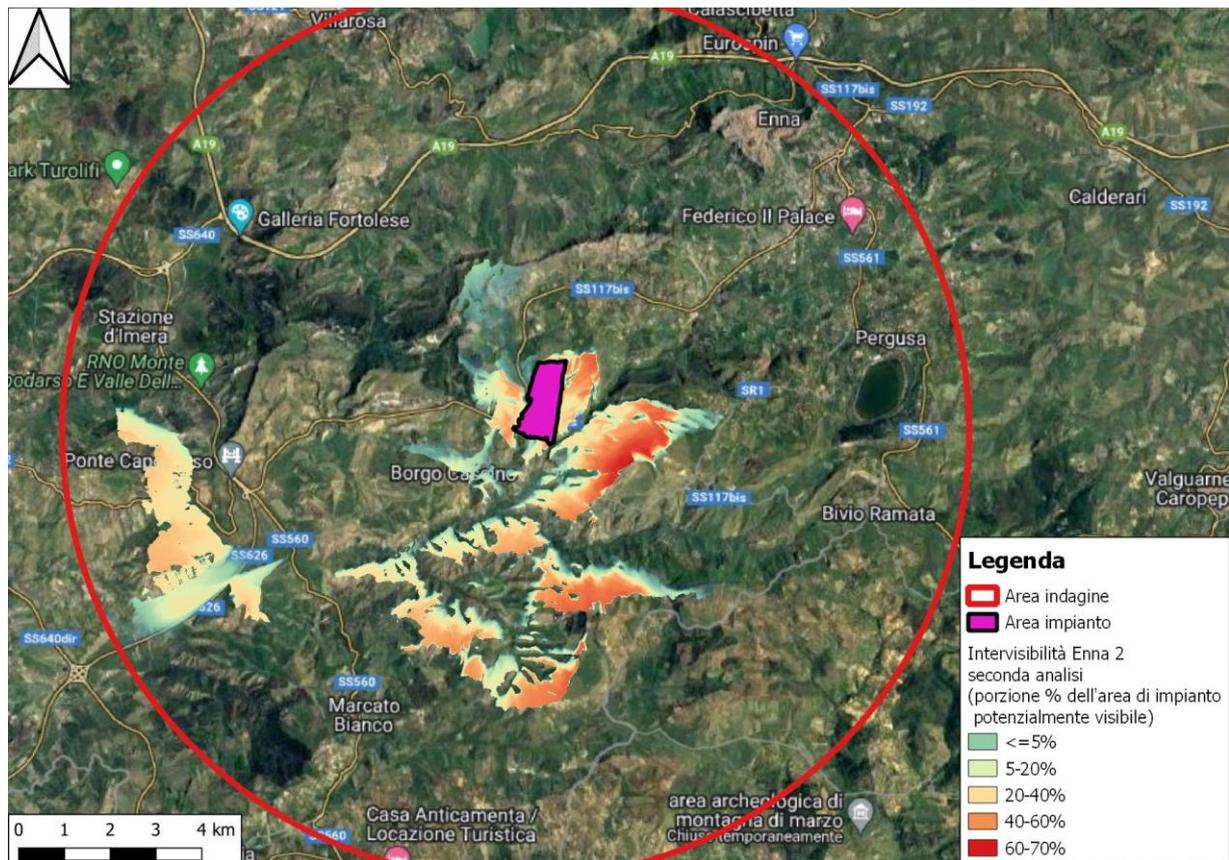


Figura 27 Mappa di intervisibilità in seconda analisi – Enna 2

4.4 Risultati dell'elaborazione effettuata

L'analisi di visibilità effettuata per l'impianto fotovoltaico "Enna 2" evidenzia come le zone da cui è potenzialmente visibile l'impianto in progetto, oltre che nelle immediate vicinanze, sono le zone a Sud-Est dello stesso ed a Sud e Sud-Ovest in misura minore. Si riporta a seguire la mappa di intervisibilità in seconda analisi con sovrapposizione dei punti sensibili, che mostra come l'impianto non è visibile da nessun comune all'interno del raggio di 10 km (Enna, Calascibetta, Villarosa), ma è potenzialmente visibile soltanto dalla SS117bis e in misura minore dalla SP30 in prossimità di Borgo Cascino. Si sottolinea che le strade appena citate sono caratterizzate da una bassissima densità di percorrenza.

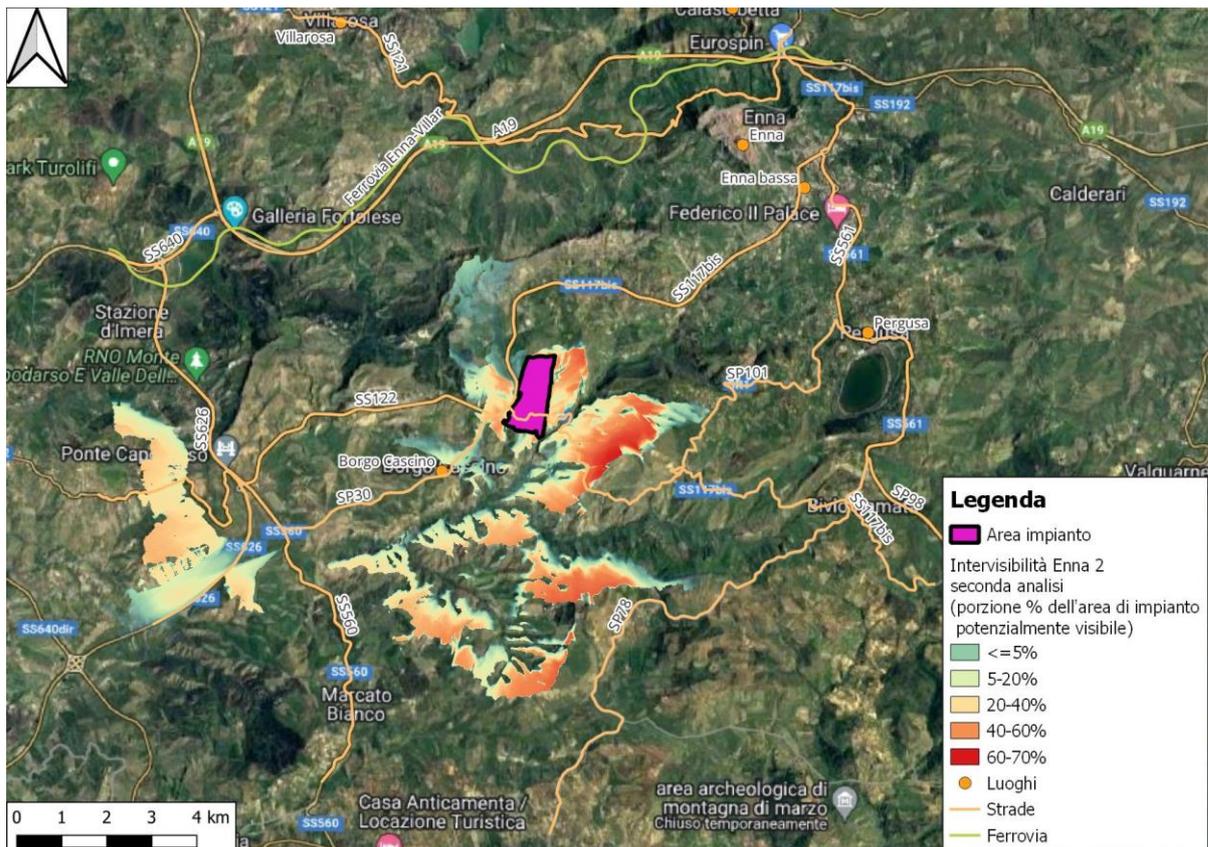


Figura 28 Mappa di intervisibilità di seconda analisi con punti di vista sensibili – Enna 2

Il bacino di visibilità calcolato e riportato in figura 27-28 risulta più esteso di quanto lo sarà nella realtà, in quanto:

- La fascia verde di mitigazione in progetto non è stata inserita ai fini del calcolo. Applicando il sesto d’impianto proposto, come è possibile vedere nei render, la vegetazione impedirà la visibilità dell’impianto nelle immediate vicinanze e la limiterà nelle lunghe distanze, garantendo un adeguato inserimento paesaggistico dello stesso. In ogni caso è corretto precisare che nei render la vegetazione inserita risulta meno fitta di quanto lo sarà in realtà;
- è stato analizzato un intorno di raggio circa 10 km, senza considerare l’influenza del raggio di curvatura terrestre, della rifrazione atmosferica e della capacità di messa a fuoco dell’occhio umano.

Per una visualizzazione più realistica della visibilità dell’impianto, che tenga conto anche della fascia arborea di mitigazione per come si proporrà negli altri elaborati progettuali, si rimanda all’elaborato di foto rendering dell’impianto fotovoltaico.

5 Conclusioni

Alla luce dei risultati delle simulazioni e delle indagini condotte, si può affermare che gli impatti visivi attribuibili all’inserimento dell’impianto fotovoltaico “Enna 2” in progetto nel contesto territoriale paesaggistico ennese, non siano tali da inibire l’idoneità del sito alla realizzazione dell’impianto.