



**Regione Puglia  
Provincia di Brindisi  
Comune di Brindisi**

**PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-PINICELLE**



OGGETTO:

PROVVEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA) AI SENSI DELL'ART. 27 DEL D.LGS. 152/2006  
PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO A PANNELLI SOLARI (FV) IN UN'AREA AGRICOLA  
E DI TUTTE LE OPERAZIONI CONNESSE

PROCEDURA AUTORIZZATIVA:

Provvedimento Unico Ambientale (PUA) ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006

IL COMMITTENTE ENERGIE GREEN PUGLIA S.R.L. VIA XX SETTEMBRE N.69 - PALERMO (PA) P.IVA 06829690822		IL PROGETTISTA Ing. Giuseppe Santaromita Villa	
timbro e firma  ENERGIE GREEN PUGLIA SRL Via XX Settembre 69 - 90141 Palermo P.IVA 06829690822		Collaboratori: Ing. Lo Bello Alessia Ing. Torrissi Roberta Ing. Messina Valeria Ing. Bazan Flavia Ing. Cavarretta Maria Vincenza Ing. Conoscenti Rosalia Ing. Lala Rosa Maria Ing. Lo Re Monica Ing. Mazzeo Melania Ing. Pintaldi Giulia Ing. Scacciaferro Anna	
COD. ELAB: <b>A12</b>	ELABORATO: <b>STUDIO DI INTERVISIBILITÀ</b>		
REVISIONE: REV.02	CODICE DI RINTRACCIABILITA': 201900072	DATA: 20/05/2022	
TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE			





## SOMMARIO

1.	Premessa.....	2
2.	Metodologia applicata.....	3
2.1	Intervisibilità teorica .....	3
2.2	Campo di applicazione per un impianto fotovoltaico.....	3
2.3	Analisi di visibilità dell'impianto .....	5
2.3.1	Percettibilità (P).....	6
2.3.2	Indice di bersaglio (B).....	6
2.3.3	Indice di fruibilità o di frequentazione (F) .....	10
2.3.4	Indice di visibilità dell'impianto – intervallo dei valori.....	12
3.	Mapa di intervisibilità teorica - elaborazioni effettuate .....	13
3.1	Individuazione del <i>bacino visivo</i> e <i>target</i> di riferimento.....	13
3.2	Punti di osservazione e linee di visibilità teorica.....	14
3.3	Mappe di visibilità teorica .....	18
3.4	Determinazione dell'indice di percettibilità (P) .....	33
3.5	Determinazione dell'indice di <i>bersaglio</i> (B) .....	33
3.6	Determinazione della visibilità dell'impianto .....	37
4.	Analisi di visibilità con rilievi in campo .....	38
4.1	Rilievi in campo e report fotografico dei <i>Vp</i> .....	39
4.2	Rilievi in campo e report fotografico dei <i>Op</i> .....	59
5.	Conclusioni .....	75

## **1. Premessa**

La presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico denominato “*FV-Pinicelle*” di potenza pari a 26,00 MW e relative opere di connessione da installare nel territorio di Brindisi (BR), proposto dalla *Società Energie Green Puglia S.r.l.* e commissionato allo Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa.

Nel considerare i diversi impatti che l’opera da realizzare può comportare, l’analisi di intervisibilità tra l’area circostante l’impianto e le opere da realizzare, è sicuramente uno strumento importante per la valutazione di un eventuale e potenziale impatto visivo. Pertanto, si è provveduto all’elaborazione di un’analisi di intervisibilità, con l’utilizzo di metodologie ed elaborazione dei dati, al fine di dare pieno riscontro al possibile impatto visivo dell’impianto sul territorio circostante.

Fondamentale è lo studio dell’area di intervento e la determinazione dei punti di osservazione dai quali condurre un’approfondita analisi che permetterà poi di stabilire, nello specifico, non solo se l’opera da realizzare risulta non visibile o potenzialmente visibile, ma anche l’eventuale entità della dell’impatto visivo eventualmente percepito in funzione delle grandezze e delle distanze in gioco.

Per l’analisi di intervisibilità, risulta utile ed efficace l’utilizzo di software e strumenti GIS, grazie ai quali, a partire da Modelli Digitali del Terreno (DTM), è possibile effettuare, mediante operazioni di Map Algebra, analisi complete e dettagliate anche su vaste aree del territorio, con restituzione dei risultati dell’analisi su apposite carte tematiche di immediata lettura che, opportunamente analizzate commentate, permettono di differenziare il territorio e i potenziali punti di osservazione, in funzione del rispettivo potenziale di intervisibilità.

I risultati ottenuti forniscono importanti strumenti di ausilio nella fase di progettazione, soprattutto nella scelta delle eventuali e necessarie opere di mitigazione, come barriere al confine e aree verdi.

## 2. Metodologia applicata

### 2.1 Intervisibilità teorica

Il problema dell'intervisibilità è da tempo presente in letteratura per quanto concerne una particolare applicazione di navigazione marittima: il calcolo della distanza di minima visibilità, espressa in miglia marine, alla quale risulta visibile un faro da una barca che si trova nel punto diametralmente opposto ad esso, cioè sulla linea dell'orizzonte.

È noto che il potere risolutivo dell'occhio umano è pari ad un arco di 1 minuto ( $1/60$  di grado), per cui è possibile calcolare la dimensione minima che un oggetto deve avere per essere visto da una determinata distanza. Ad esempio, se tale distanza è di 20 km, l'osservatore non riuscirà a distinguere oggetti più piccoli di circa 6,0 m.

Oltre una certa distanza interviene poi la curvatura della superficie terrestre, la quale impone dei limiti all'intervisibilità a prescindere dalla quota del target di riferimento rispetto al quale si desidera condurre l'analisi.

### 2.2 Campo di applicazione per un impianto fotovoltaico

Gli aspetti metodologici relativi all'analisi di intervisibilità vengono approfonditi in questo caso per una particolare tipologia di opera di ingegneria: gli impianti fotovoltaici.

L'analisi si effettua attraverso l'utilizzo del software QuantumGIS, mediante l'operazione denominata *viewshed*, la quale consente di produrre un file di tipo raster, sovrapponibile al territorio indagato e restituito per ogni punto di osservazione scelto, dove ad ogni celletta corrisponde un valore che indica se da quel punto di osservazione, preventivamente fissato dall'utente, qualunque altra celletta corrispondente ad una porzione di territorio risulta visibile oppure no.

La funzione di geoprocessing "*viewshed*", sopra richiamata, permetterà di discretizzare, tramite un nuovo file di tipo raster, il risultato dell'analisi condotta all'interno dell'area di studio, mediante una griglia regolare.

Alla porzione di superficie contenuta in ogni maglia (o cella) della griglia, è associato un valore numerico intero, pari a 0 o a 1. Il valore 0 è associato ai punti che rispetto al punto di osservazione risultano *non visibili*; il valore 1, invece, è associato ai punti che rispetto al punto di osservazione risultano *visibili*.

Pertanto, riassumendo:

- classe con valore 0 = aree di non visibilità;
- classe con valore 1 = aree di visibilità

Il programma, al fine di tener conto della curvatura terrestre e della rifrazione, introduce delle correzioni sulle quote fornite dal DTM utilizzato, di risoluzione  $8\text{ m} \times 8\text{ m}$ .

L'analisi di visibilità, così come sopra descritta, prevede per prima cosa la scelta dei punti di osservazione (PV), scelti considerando la rilevanza dei luoghi in termini di densità abitativa e/o punti e percorsi privilegiati di massima fruizione del paesaggio, alle aree interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici, tali che venissero rispettati i criteri di vicinanza e rilevanza rispetto alle aree oggetto di installazione delle opere da realizzare.

Dall'applicazione della formula relativa al potere risolutivo dell'occhio:

$$D' = 2,04 \times (\sqrt{e} + \sqrt{h})$$

(2.1)

dove:

- $D'$  è la distanza entro cui il bersaglio risulta visibile espressa in miglia
- $e$  è l'elevazione dell'occhio dell'osservatore espressa in metri
- $h$  è l'altezza da terra dell'oggetto che si intende osservare

Infine, il valore  $2,04$  rappresenta un coefficiente che tiene conto delle relazioni trigonometriche, dei fenomeni di rifrazione ottica atmosferica e della conversione da metri a miglia nautiche.

Dalla formula di cui sopra, si ricava la distanza di visibilità  $D'$  rappresentata quindi come la distanza esistente tra l'osservatore e l'osservato alla quale l'osservatore, i cui occhi sono ad un'altezza  $e$  (che può essere posta uguale a  $160\text{ cm}$  rispetto alla superficie di riferimento, considerando una persona di statura media in piedi), riesce a vedere, sulla linea dell'orizzonte, la punta di un oggetto alto  $h$  metri da terra, nel caso in cui tra i due punti non ci sia frapposto alcun ostacolo e le condizioni di visibilità siano buone.

In merito all'oggetto osservato definito come *target* di riferimento, sono state invece considerate le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, alla loro elevazione massima, le quali data l'elevazione e il potenziale impatto, rappresentano l'unico elemento principalmente rilevante ai fini dell'analisi di intervisibilità. La scelta del target di riferimento permette poi in sede di analisi di considerare l'altezza dello stesso e determinare eventuali situazioni di impatto visivo ad esso correlate.

### 2.3 Analisi di visibilità dell'impianto

L'interpretazione della visibilità è legata alla tipologia dell'opera e allo stato del paesaggio in cui la stessa viene introdotta. Attraverso la produzione delle carte di visibilità teorica, a seguito della determinazione di alcuni specifici parametri è possibile condurre un'analisi dei risultati ottenuti per stabilire l'entità e la percettibilità della possibile mutazione del bacino visivo all'interno del quale si inserisce l'opera in progetto.

La restituzione grafica dei risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati e la determinazione analitica di determinati parametri permettono, congiuntamente alle analisi sul campo, di determinare con accuratezza il potenziale impatto visivo dell'opera in progetto.

Nel caso specifico dell'opera in progetto, gli elementi costituenti un parco fotovoltaico di maggiore rilievo in termini di visibilità ed impatto sul territorio sono sicuramente le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, le quali si possono discretizzare come dei punti *target*, la cui altezza determinerà se esse rappresentano, in rapporto all'osservatore, un elemento di disturbo e di modifica alle visuali del paesaggio circostante.

Per definire la visibilità di un parco fotovoltaico è necessario determinare i seguenti indici:

- ❖ la percettibilità dell'impianto,  $P$ ;
- ❖ l'indice di bersaglio,  $B$ ;
- ❖ la fruizione del paesaggio o frequentazione,  $F$ .

da cui si ricava l'indice  $VI$  (Visibilità Impianto), che risulta pari a:

$$VI = P \times (B + F)$$

(2. 2)

Per la determinazione di questo indice è necessario prima determinare i parametri da cui dipende, a loro volta funzioni di altre variabili di seguito esplicate.

### **2.3.1 Percettibilità (P)**

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
- le fosse fluviali.

Ad ogni categoria vengono associati i rispettivi valori di panoramicità, riferiti alla visibilità dell'impianto, secondo quanto mostrato nella tabella di seguito riportata.

*Tabella 2-1 Valori di panoramicità in funzione della percettibilità dell'impianto*

<b><u>Tipo area</u></b>	<b><u>Indice P</u></b>
Aree pianeggianti – panoramicità bassa	<b>1 – 1.2</b>
Aree collinari e di versante – panoramicità media	<b>1.5</b>
Aree montane, vette, crinali, altopiani – panoramicità alta	<b>2</b>

### **2.3.2 Indice di bersaglio (B)**

Con il termine "bersaglio" (*B*) 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. I bersagli, pertanto, sono zone (o punti) 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). Nel caso specifico coincidono con i punti di osservazione definiti e possono essere sia di tipo stabile che in movimento. Dalle zone bersaglio si effettua l'analisi visiva, che si imposta su fasce di osservazione, che comprendono quindi un continuo di punti, ove la visibilità si ritiene variata per la presenza degli elementi in progetto.

Nel caso dei centri abitati, tali zone sono definite da una linea di confine del centro abitato, tracciata sul lato rivolto verso l'ubicazione dell'opera; per le strade, invece, si considera il tratto di strada per il quale la visibilità dell'impianto è considerata la massima possibile.

I campi fotovoltaici sono costituiti da strutture che si sviluppano principalmente in piano, con elevazioni modeste, e di conseguenza la loro percezione, dal punto di vista visivo, non risulta elevata se non a distanze ridotte e da punti di osservazione prossimi all'area di installazione.

Il metodo usato per valutare l'andamento della sensibilità visiva in funzione della distanza considera una *distanza di riferimento D* fra l'osservatore e il generatore, in funzione della quale vengono valutate le altezze dell'elemento *target* scelto (strutture di supporto dei moduli

fotovoltaici) percepite da osservatori posti a distanze diverse.

La distanza di riferimento  $D$  coincide di solito con l'altezza  $H$  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 ad una distanza  $D = H$ , pertanto considerabile come principalmente rilevante.

All'aumentare della distanza dell'osservatore rispetto al target, diminuisce l'angolo di percezione (per esempio esso è pari a  $26,6^\circ$  per una distanza doppia rispetto all'altezza dell'elemento) e conseguentemente l'oggetto viene percepito con una minore altezza.

Tale altezza  $H$  risulta funzione dell'angolo  $\alpha$  secondo la relazione:

$$H = D * \text{tg} (\alpha)$$

(2. 3)

dove:

- ❖  $H$  = altezza di riferimento delle strutture componenti l'impianto fotovoltaico;
- ❖  $D$  = distanza tra l'osservatore e l'impianto fotovoltaico [ $D_{oss}$ ];
- ❖  $H$  = altezza percepita dall'osservatore posto ad una distanza multipla di  $D$ .

In funzione della distanza  $D$ , si quantifica l'altezza percepita come *alta*, *media* o *bassa*, tenendo conto soprattutto di quanto essa si discosti dall'altezza scelta per l'osservatore (solitamente pari a  $1,60\text{ m}$ ).

Un'altezza percepita inferiore a quella definite per l'osservatore, con molta probabilità descrive una situazione in cui un eventuale ostacolo naturale o artificiale esistente, che si frappone tra i due punti, può impedire totalmente la reciproca visibilità.

Al fine di rendere possibile l'inserimento del valore di altezza percepita  $H$  nel calcolo dell'indice di bersaglio  $B$  e considerando che tale altezza dipende dalla distanza dell'osservatore  $D_{oss}$ , è poi necessario classificare quantificando secondo diversi range il parametro  $H$ . Si veda ad esempio la tabella di seguito.

Tabella 2-2 Classificazione dei valori di  $H$  in funzione della quantificazione dell'altezza percepita

<u>Distanza <math>D_{oss}</math> [m]</u>	<u>Quantificazione dell'altezza percepita <math>H</math></u>	<u>Valore di <math>H</math> nella formula per calcolo di <math>B</math></u>
$0 < D_{oss} < X$	Alta	5
$X < D_{oss} < Y$	Media	3
$Y < D_{oss} < Z$	Bassa	2
$D_{oss} > Z$	Trascurabile	1

Le considerazioni sopra riportate si riferiscono alla percezione visiva di un unico punto, mentre per valutare la complessiva sensazione panoramica di generatore fotovoltaico nel suo complesso è necessario considerare l'effetto di insieme e tutte le condizioni al contorno e le valutazioni post analisi che devono tener conto di tutti i fattori che influiscono sull'intervisibilità finale.

Occorre, pertanto, considerare sempre punti di vista significativi, in relazione alla loro fruizione da parte dell'uomo (intesa come possibile presenza dell'uomo) e, generalmente, da considerare sensibili alla presenza dell'impianto.

L'effetto di insieme dipende notevolmente oltre che dall'altezza e dall'estensione dell'impianto, 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 *IAF* è definito come la percentuale (valore compreso tra 0 e 1) di occupazione territoriale che si apprezza dal punto di osservazione considerato, assumendo una altezza media di osservazione (solitamente *1,6 m* per i centri abitati ed i punti di osservazione fissi, *1,5 m* per i punti di osservazione lungo le strade). Nel caso delle strade, la distanza alla quale valutare l'altezza percepita deve necessariamente tenere conto anche della posizione di osservazione (ossia quella di guida o del passeggero), che nel caso in cui l'impianto sia in una posizione elevata rispetto al tracciato può in taluni casi risultare fuori dalla prospettiva "obbligata" dell'osservatore.

Il valore dell'indice di *IAF* è rilevato dall'analisi di intervisibilità effettuata per mezzo della funzione di *geoprocessing* sopra richiamata, tramite software QGIS, che restituisce in termini percentuali pari a *0%* e *100%*, valori rispettivamente significativi della totale *non* intervisibilità o totale intervisibilità tra l'osservatore e il punto scelto come target.

Sulla base di queste considerazioni, l'indice di bersaglio per ciascun punto di osservazione viene espresso attraverso il prodotto fra l'altezza percepita degli elementi visibili e l'indice di affollamento:

$$B = H * IAF$$

(2. 4)

dove:

- ❖ il valore di *H* dipende dalla distanza di osservazione come dalla tabella sopra riportata;
- ❖ il valore di *IAF* varia da 0 a 1, con:
  - *IAF* = 0 quando l'impianto non risulta visibile;
  - *IAF* = 1 quando l'intero impianto è visibile.

Sulla base delle scale utilizzate per definire l'altezza percepita e l'indice di affollamento, l'indice di bersaglio può variare a sua volta fra un valore minimo e un valore massimo:

- il valore minimo (pari a 0), si ottiene quando sono nulli i valori di  $H$  (distanza molto elevata), oppure è nullo il valore di  $IAF$  (elemento target non visibile);
- il valore massimo, si ottiene invece quando  $H$  e  $IAF$  assumono il loro massimo valore, ovvero rispettivamente 5 e 1.

Alla luce di quanto sopra riportato, l'indice di bersaglio  $B$  potrà variare all'interno del range di valori compresi o uguali a 0 e 5, infatti:

- sarà pari al valore minimo nel caso in cui:
  - $IAF = 0$  (impianto *non visibile*).
- sarà pari al valore massimo nel caso in cui:
  - $H = 5$  (distanza dell'osservatore fino a 24 m)
  - $IAF = 1$  (impianto *visibile*).

In conclusione, per tutti i punti di osservazione significativi si possono determinare i rispettivi valori dell'indice di bersaglio, la cui valutazione determinerà un valore sicuramente compreso tra i valori minimo e massimo sopra individuati.

La classificazione dell'indice di bersaglio, calcolato attraverso la formula (2.4), permetterà di determinare l'entità della mutazione del campo visivo percepita dal possibile osservatore in relazione alla presenza dell'impianto da realizzare, secondo la tabella di seguito riportata.

Tabella 2-3 Entità della mutazione del campo visivo in funzione del valore dell'indice di bersaglio  $B$

<b><u>Entità della mutazione del campo visivo</u></b>	<b><u>Indice di bersaglio [B]</u></b>
Trascurabile	$0 < B < 1$
Bassa	$1 < B < 2$
Media	$2 < B < 3$
Alta	$3 < B < 5$

### **2.3.3 Indice di fruibilità o di frequentazione (F)**

A completare l'analisi interviene infine l'indice di fruibilità  $F$  o frequentazione, il quale permette di stimare la quantità di persone che possono raggiungere, più o meno facilmente, le zone più sensibili alla presenza del parco fotovoltaico, 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 limitrofe e comunque a distanze per le quali l'impatto visivo teorico è sempre superiore al valor medio.

L'indice di frequentazione viene quindi valutato sulla base della densità degli abitanti residenti nei singoli centri abitati e dal volume di traffico per strade e ferrovie.

La *frequentazione* può essere regolare o irregolare con diversa intensità e caratteristiche dei frequentatori, il valore di un sito sarà quindi anche dipendente dalla quantità e qualità dei frequentatori (MIBAC).

L'indice di fruibilità o frequentazione è funzione di altri parametri secondo la relazione:

$$F = R + I + Q$$

(2.5)

in cui si tiene conto:

- ❖ della regolarità (R);
- ❖ della quantità o intensità (I);
- ❖ della qualità degli osservatori (Q).

In funzione dei valori assumibili dai parametri di cui sopra, dai quali dipende l'indice  $F$ , quest'ultimo potrà assumere valori compresi tra  $0$  e  $10$ .

I valori che possono assumere i parametri della formula (2.5) sono a loro volta funzione delle caratteristiche dell'area oggetto di intervento. Per semplificare, si possono rilevare diverse categorie di aree, rispetto alle quali tali parametri possono essere definiti in funzione se ci si trova in:

- ❖ centri abitati, strade, zone costiere;
- ❖ zone archeologiche;
- ❖ zone rurali.

Per ciascuna delle tipologie di area di cui sopra si possono pertanto definire i parametri come da tabelle di seguito riportate e relativo indice di fruibilità o frequentazione.

Tabella 2-4 Parametri R, I e Q ed F in centri abitati, strade, zone costiere

<b><u>Centri abitati, strade, zone costiere</u></b>			
Regolarità osservatori (R)	Alta	<b>Frequenzazione alta</b>	<b>10</b>
Quantità osservatori (I)	Alta		
Qualità osservatori (Q)	Alta		

Tabella 2-5 Parametri R, I e Q ed F in zone archeologiche

<b><u>Zone archeologiche</u></b>			
Regolarità osservatori (R)	Media	<b>Frequenzazione medio alta</b>	<b>8</b>
Quantità osservatori (I)	Bassa		
Qualità osservatori (Q)	Molto Alta		

Tabella 2-6 Parametri R, I e Q ed F in zone rurali

<b><u>Zone rurali</u></b>			
Regolarità osservatori (R)	Bassa	<b>Frequenzazione media</b>	<b>6</b>
Quantità osservatori (I)	Media		
Qualità osservatori (Q)	Media/Bassa		

È evidente che nella definizione quantitativa di questo indice si è partiti da principi di semplificazione ma si è approdati a valori da considerare altamente conservativi.

### **2.3.4 Indice di visibilità dell'impianto – intervallo dei valori**

Effettuata l'analisi completa e determinati i valori di cui sopra, si può in definitiva procedere con il calcolo dell'indice di visibilità d'opera da realizzare, tramite la formula (2.2) di seguito richiamata:

$$VI = P \times (B + F) \tag{2.6}$$

e dipendente da:

- ❖ la percettibilità dell'impianto,  $P$ ;
- ❖ l'indice di bersaglio,  $B$ ;
- ❖ la fruizione del paesaggio o frequentazione,  $F$ .

Sulla base dei valori che possono essere assunti dai vari indici di cui sopra, è possibile allo stesso modo definire il range di valori che può assumere l'indice di visibilità dell'impianto.

In funzione del valore ricavato per l'indice di visibilità, così come per gli altri indici, è possibile inoltre classificare e quantificare in definitiva l'entità della visibilità dell'impianto.

La tabella di seguito riporta in sintesi la suddetta classificazione, a partire dalla quale poi è necessario procedere con le opportune valutazioni.

*Tabella 2-7 Entità della visibilità dell'opera in funzione dell'indice di visibilità*

<b><u>Entità della visibilità dell'opera</u></b>	<b><u>Indice di visibilità [VI]</u></b>
Trascurabile	$7 < VI < 10$
Bassa	$10 < VI < 11$
Media	$11 < VI < 13$
Alta	$13 < VI < 16$

### 3. Mappa di intervisibilità teorica - elaborazioni effettuate

#### 3.1 Individuazione del *bacino visivo* e *target* di riferimento

Per la *valutazione dell'intervisibilità* dell'opera mediante l'elaborazione di una carta di intervisibilità teorica, la metodologia di valutazione utilizzata necessita, in primo luogo, della determinazione dell'area di studio (*bacino visivo*) rispetto al quale condurre l'analisi.

Tenendo conto delle dimensioni delle strutture dell'impianto e di un certo margine di sicurezza, e tenendo conto del fatto che le aree oggetto di intervento, per loro geolocalizzazione e distribuzione nel territorio, possono essere suddivise in due grandi macro-aree o per meglio dire "*bacini visivi*", afferenti a due diversi centroidi di zona, è stata stimata, per ciascuna delle suddette macro-aree una distanza massima entro cui il bersaglio potrebbe risultare visibile.

Per i due bacini visivi identificati come *A* e *B* è stato pertanto stimato un raggio pari rispettivamente a *4.000 m* e di *2.800 m* (si veda figura di seguito riportata), dalla quale è stata determinata l'area all'interno della quale effettuare le opportune elaborazioni e analisi.

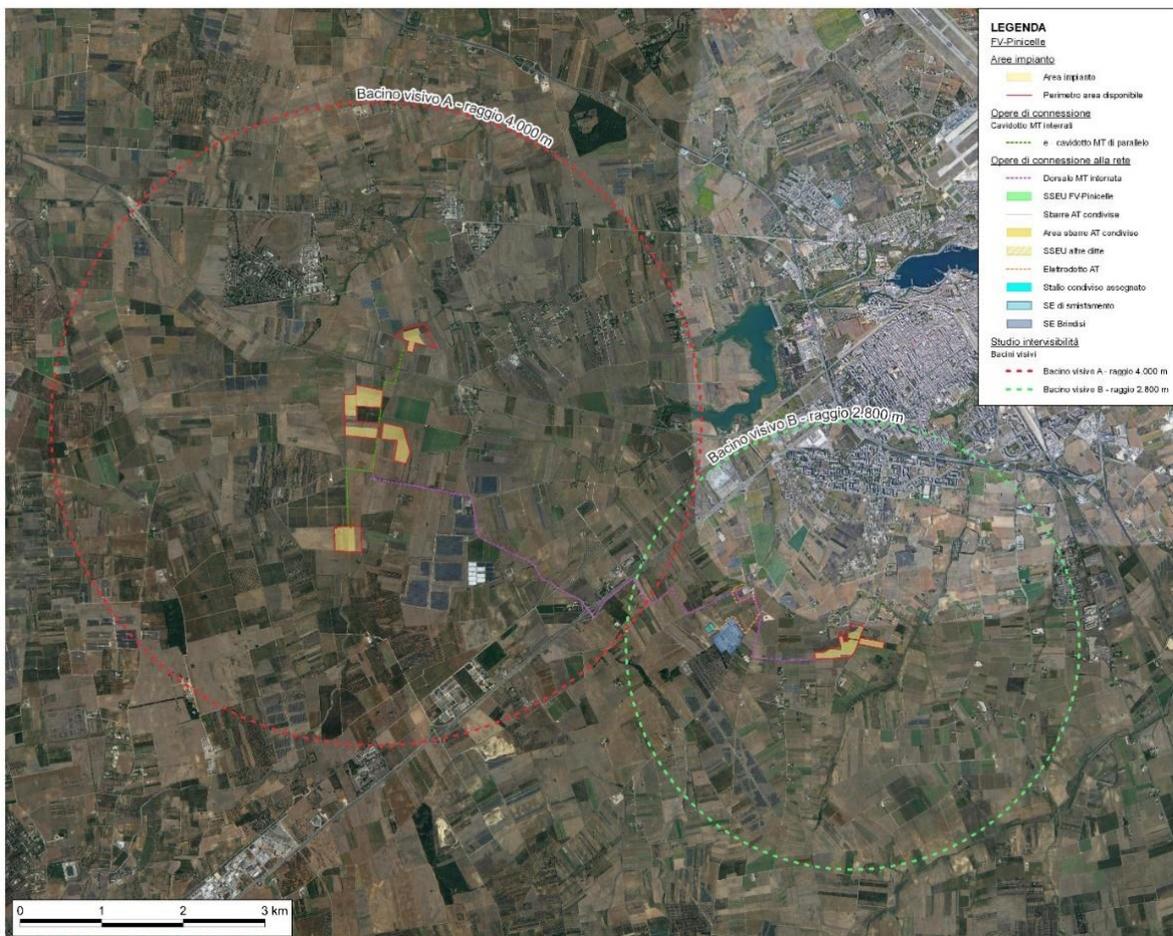


Figura 3-1 Inquadramento su ortofoto dei bacini visivi

In merito invece agli elementi costituenti un parco fotovoltaico di maggiore rilievo in termini di visibilità ed impatto sul territorio sono da considerare le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, le quali si possono discretizzare come dei punti *target*. Nello specifico l'opera in progetto prevede strutture di supporto dei moduli fotovoltaici che, in funzione dell'ora del giorno, ruotando, acquisiscono posizioni differenti e quote altrettanto variabili, da *1 m* a *5 m* circa.

A titolo cautelativo, è stata effettuata l'intera analisi di intervisibilità considerando come se tutte le strutture siano permanentemente ruotate in maniera tale da assumere l'altezza massima di circa *6,00 m*, situazione che si verifica solamente in due momenti della giornata ovvero la mattina presto e la sera tardi. Nelle ore centrali della giornata, durante le quali è più plausibile che l'impianto possa essere visto dalle aree circostanti, le strutture rotanti si trovano nella posizione di quota minima pari a *3 m* circa.

### **3.2 Punti di osservazione e linee di visibilità teorica**

Determinata l'*area di studio* dei due bacini visivi, all'interno della quale condurre l'indagine, è necessario individuare e selezionare i punti circostanti l'area di progetto dai quali il parco agro-fotovoltaico è teoricamente visibile e che, in funzione della loro rilevanza, risultano particolarmente significativi per l'analisi. Per la scelta dei *punti di osservazione* (o *view point*, *Vp*) si è tenuto conto dei seguenti fattori:

- la rilevanza dei luoghi in termini di densità abitativa;
- punti e percorsi privilegiati di massima fruizione del paesaggio;
- altimetria significativa per lo studio in esame.

Si riportano di seguito l'inquadramento su ortofoto dei *Vp* e delle *LoS* (che congiungono i punti di osservazione individuati alle aree interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici) e, in forma tabellare, le informazioni relative ai *n°13* punti di osservazione scelti, con le relative coordinate geografiche nel sistema *WGS84*.

Tabella 3-1 Punti di osservazione scelti per l'analisi di intervisibilità

<u>View Point</u>	<u>Latitudine e Longitudine</u>
Vp1	40°38'54.44"N - 17°51'41.50"E
Vp2	40°38'51.40"N - 17°52'31.81"E
Vp3	40°38'29.02"N - 17°48'55.47"E
Vp4	40°37'43.11"N - 17°49'7.54"E
Vp5	40°37'8.73"N - 17°52'47.53"E
Vp6	40°36'47.36"N - 17°49'8.46"E
Vp7	40°36'41.29"N - 17°52'15.16"E
Vp8	40°36'0.17"N - 17°52'28.98"E
Vp9	40°36'48.49"N - 17°53'53.94"E
Vp10	40°36'56.72"N - 17°55'45.14"E
Vp11	40°36'11.60"N - 17°56'46.08"E
Vp12	40°34'37.08"N - 17°55'16.49"E
Vp13	40°35'43.77"N - 17°54'2.79"E

Dall'individuazione dei  $V_p$  e delle  $LoS$ , è stato inoltre possibile estrapolare dalle mappe anche i *profili altimetrici* di seguito riportati, i quali permettono di verificare e valutare la morfologia del territorio e come essa influenza l'eventuale osservatore posto alla distanza  $D$  dal target di riferimento (in questo caso le strutture dei moduli fotovoltaici).

I profili altimetrici mostrano l'andamento del terreno lungo le sezioni individuate dalle linee di visibilità teorica congiungenti i  $V_p$  alle aree interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici.

Per ciascuno dei profili viene evidenziata con colore più scuro l'area di impianto, destinata alla realizzazione dell'opera e nello specifico alla collocazione delle strutture definite come target, e in colore più chiaro quella esterna ad esso. Si veda legenda riportata di seguito.

AREE IMPIANTO	Analisi di intervisibilità	Legenda sezioni altimetriche
Perimetro area disponibile	Bacini visivi	Area esterna impianto
Area impianto	Bacino visivo A - raggio 4.000 m	Area interna impianto
Bacino visivo B - raggio 2.800 m		
Opere di connessione alla rete	View Points	
Cavidotto MT interrati	Line of Sight (LoS)	
e - cavidotto MT di parallelo	LoS	
Dorsale MT interrata	Opere verdi	
SSEU FV-Pinicelle	Aree di imboschimento	
Sbarre AT condivise		
Area sbarre AT condivise		
SSEU altre ditte		
Elettrodoto AT		
Stallo condiviso assegnato		
SE di smistamento		
SE Brindisi		

Figura 3-2 Legenda per la lettura degli inquadramenti dei bacini visuali e i profili altimetrici

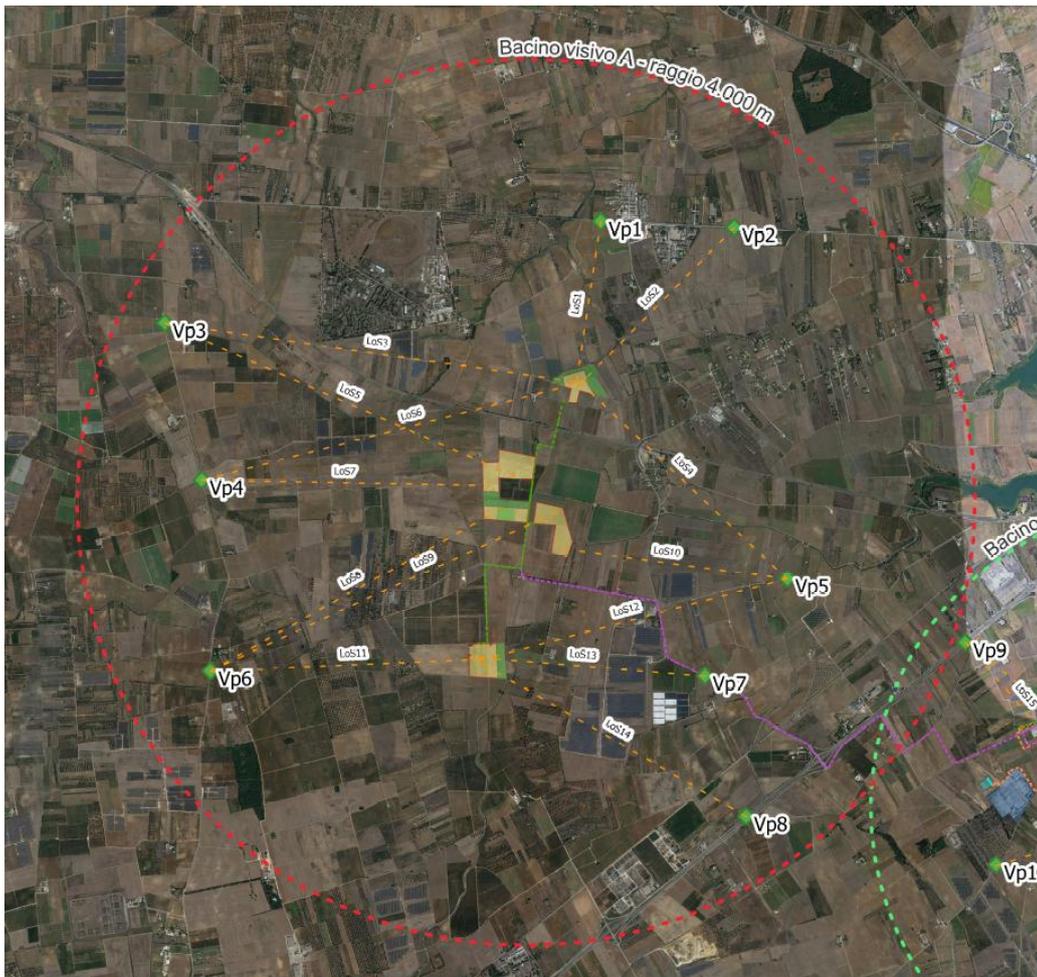


Figura 3-3 Inquadramento su ortofoto dei View Points e delle LoS del bacino visivo A



Figura 3-4 Inquadramento su ortofoto dei View Points e delle LoS del bacino visivo B

Risulta fondamentale sottolineare che tutti i profili fanno riferimento alla quota del piano campagna e non tengono conto della presenza di aree boscate, aree destinate ad uso agricolo e ai manufatti antropici che contribuiscono notevolmente alla mitigazione e all'intervisibilità dell'opera rispetto ai punti di osservazione. Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato un file raster *DEM* di tipo *DTM*. Dal Geoportale Nazionale, è stato inoltre possibile scaricare e consultare il Modello Digitale della Superficie di primo impulso (*DSM FIRST*), con risoluzione a terra 2 metri, derivante da scansione LiDAR su piattaforma aerea acquisito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell'ambito, ora Ministero della Transizione Ecologica, nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A). La differenza è esplicata tra il DTM e il DSM è evidenziata nell'immagine di seguito riportata.

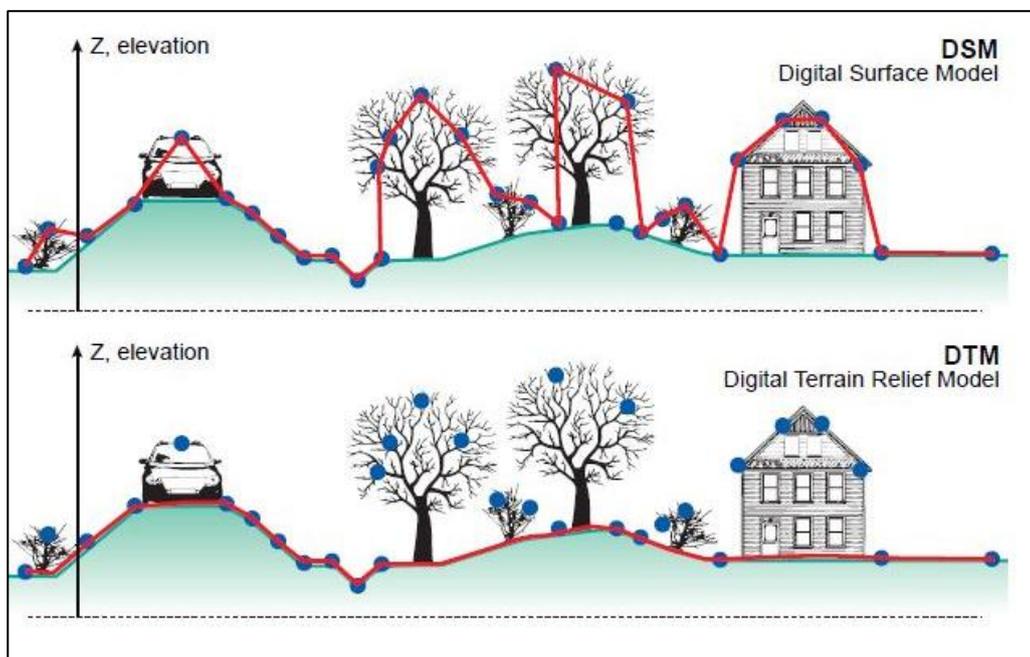


Figura 3-5 Differenza tra un DEM di tipo DTM e uno di tipo DSM

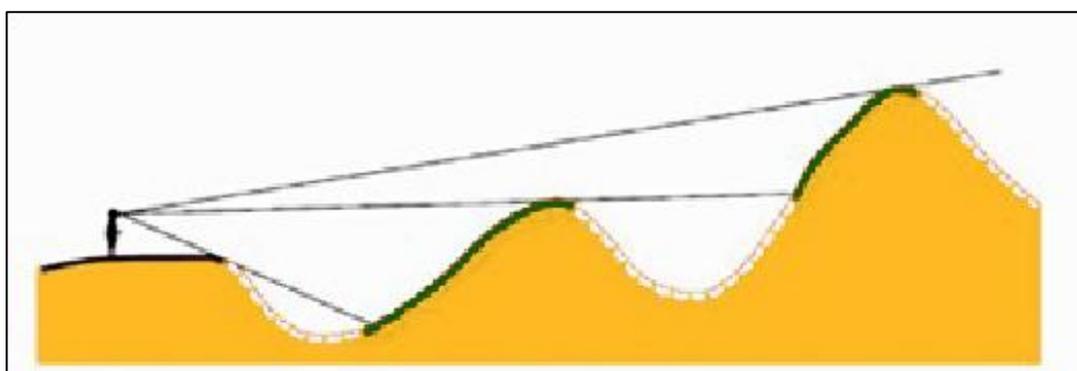


Figura 3-6 Influenza dei profili altimetrici sulle linee di visibilità di un osservatore

Dai profili altimetrici si può notare come tra i punti di osservazione  $V_p$  e l'area dove sono collocati i punti *target*, si interpongono diverse discontinuità del terreno talvolta con importanti variazioni di quota che, tenendo conto della distanza e soprattutto di eventuali elementi esistenti antropici e naturali, visualizzabili attraverso il *DSM*, ne impediscono la reciproca visuale.

Tutti i profili, inoltre, non tengono conto oltre agli elementi naturali e antropici presenti nell'area di studio come, le opere di mitigazione, quale la fascia arbustiva perimetrale (siepe), e le opere di imboscamento previste all'interno e all'esterno dei terreni oggetto di progettazione, che rendono la visibilità dell'impianto dall'esterno pressoché nulla.

Per le strade e i possibili punti di osservazione prossimi alle aree di installazione dei moduli fotovoltaici, per le quali l'analisi di intervisibilità così come sopra definita non è stata ritenuta adatta, si è proceduto ad una analisi più specifica tramite report fotografico ed analisi degli elementi naturali ed antropici realmente presenti sul territorio.

### 3.3 Mappe di visibilità teorica

Dall'elaborazione dei dati tramite software QGIS, mediante l'operazione denominata *viewshed*, sono state prodotte specifiche mappe di intervisibilità teorica che, discretizzando il territorio indagato, restituiscono per ogni punto di osservazione scelto un valore che indica se da quel punto di osservazione, preventivamente fissato dall'utente, qualunque altra punto corrispondente ad una porzione di territorio risulta visibile oppure no.

Alla porzione di superficie contenuta in ogni maglia (o cella) della griglia, è associato un valore numerico intero, pari a 0 o a 1. Il valore 0 è associato ai punti che rispetto al punto di osservazione risultano *non visibili*; il valore 1, invece, è associato ai punti che rispetto al punto di osservazione risultano *visibili*.

Pertanto, riassumendo:

- classe con valore 0 = aree di non visibilità;
- classe con valore 1 = aree di visibilità

Il risultato è quindi funzione dei dati plano-altimetrici caratterizzanti l'area di studio prescindendo, in un primo momento, dall'effetto di occlusione visiva della vegetazione e di eventuali strutture mobili esistenti, in modo da consentire una mappatura dell'area di studio, non legata a fattori stagionali, soggettivi o contingenti (proprio per questo parliamo di *intervisibilità teorica*).

La mappa individua, infatti, soltanto una visibilità potenziale ovvero l'area da cui è visibile l'impianto anche parzialmente, senza dare alcun tipo di informazione relativamente all'ordine di grandezza (o magnitudo) e la rilevanza dell'impatto visivo; inoltre, non tiene conto delle aree boscate e dei manufatti antropici, che di fatto ostacolano anche totalmente le visuali degli osservatori collocati nei punti di vista chiave e nelle aree limitrofe.

Al fine di fornire un'analisi meno teorica e più concreta e rappresentativa della realtà, che tenga conto anche delle aree boscate e dei manufatti antropici, è stata poi effettuata una sovrapposizione delle mappe ottenute dalle elaborazioni dei file relative al *DEM*, con quelle relative al *DSM*.

Per ciascuno dei punti di osservazione si forniscono pertanto:

- restituzione grafica dell'intervisibilità teorica tra il  $V_p$  e il *target* situato all'interno delle aree di impianto;
- profilo altimetrico lungo le *LoS*;
- mappe di sovrapposizione tra le carte di intervisibilità teorica e il Digital Surface Model.

### Viewshed analysis Vp1

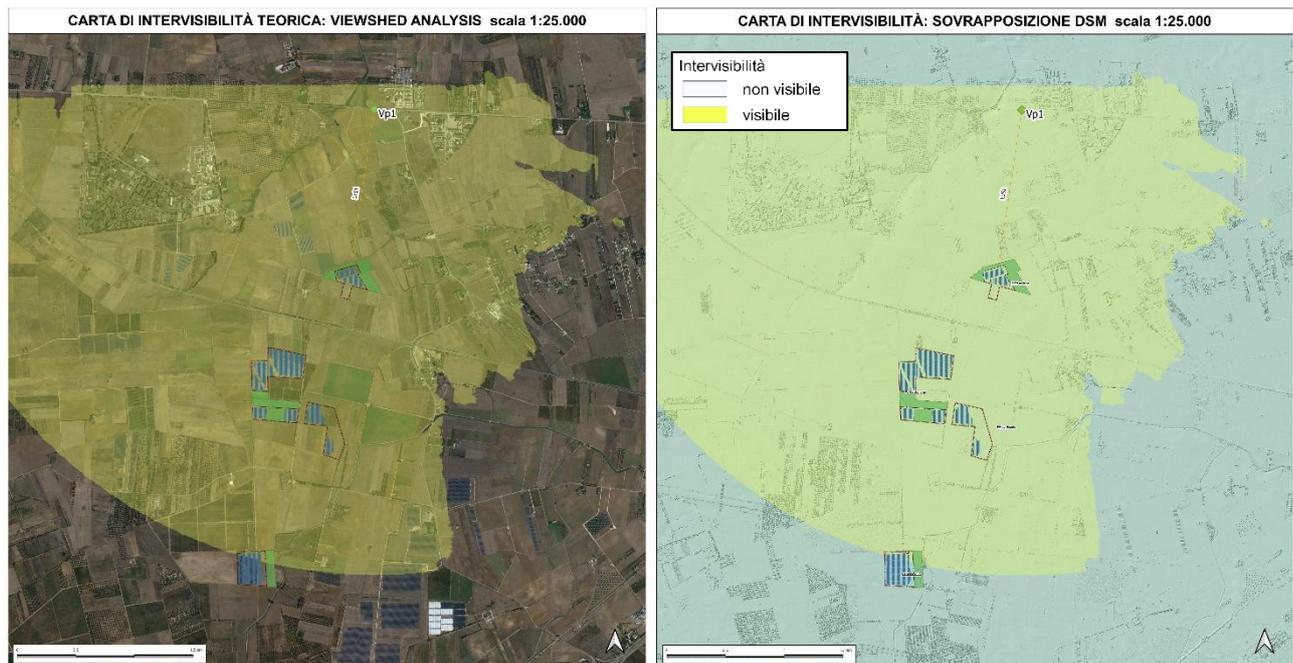


Figura 3-7 Carta di intervisibilità Vp1 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-8 Profilo altimetrico lungo la LoS1

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp1, che guarda nella direzione individuata dalla LoS1, in linea teorica potrebbe riuscire a vedere l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp2

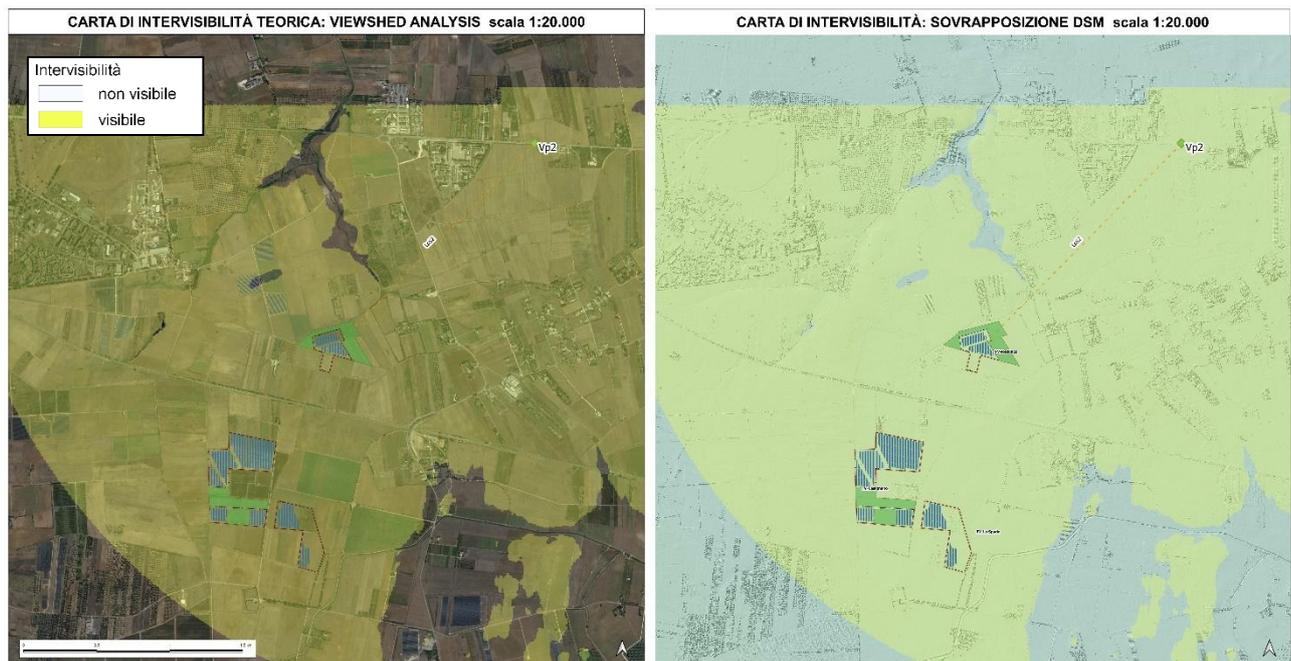


Figura 3-9 Carta di intervisibilità Vp2 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-10 Profilo altimetrico lungo la LoS2

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp2, che guarda nella direzione individuata dalla LoS2, in linea teorica potrebbe riuscire a vedere l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp3

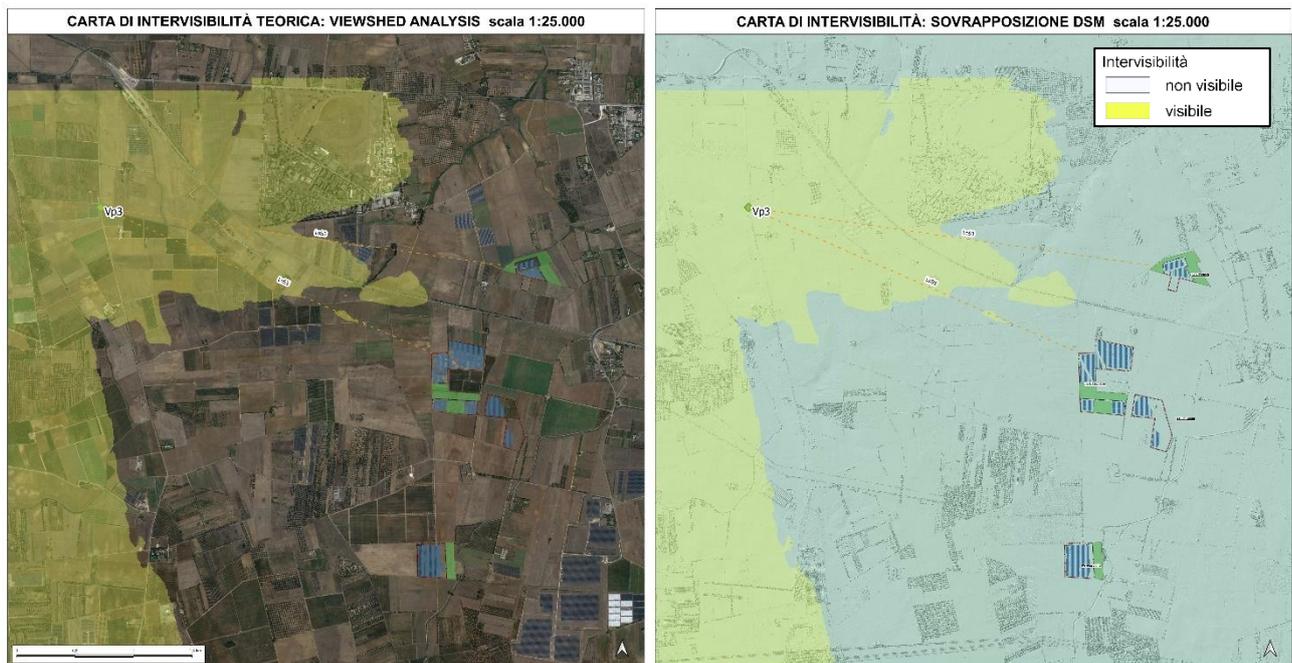


Figura 3-11 Carta di intervisibilità Vp3 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-12 Profilo altimetrico lungo la LoS3



Figura 3-13 Profilo altimetrico lungo la LoS5

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp3, che guarda nelle direzioni individuate dalle LoS3 e LoS5, in linea teorica non riesce a visualizzare l'impianto (valore 0). Analizzando inoltre la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp4

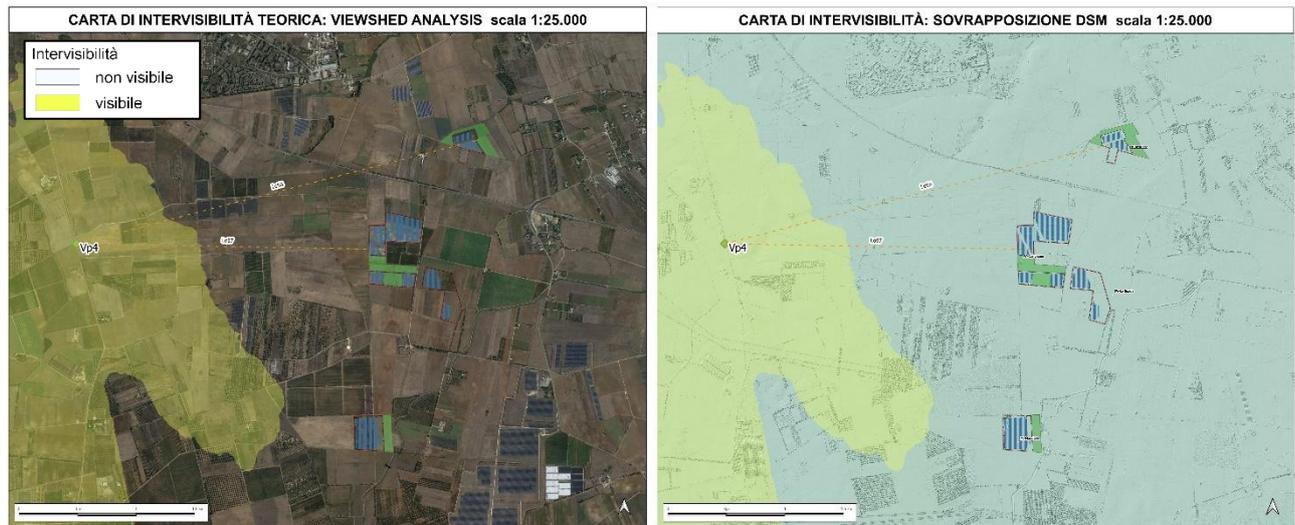


Figura 3-14 Carta di intervisibilità Vp4 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-15 Profilo altimetrico lungo la LoS6



Figura 3-16 Profilo altimetrico lungo la LoS7

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp4, che guarda nelle direzioni individuate dalle LoS6 e LoS7, in linea teorica non riesce a visualizzare l'impianto (valore 0). Analizzando inoltre la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp5

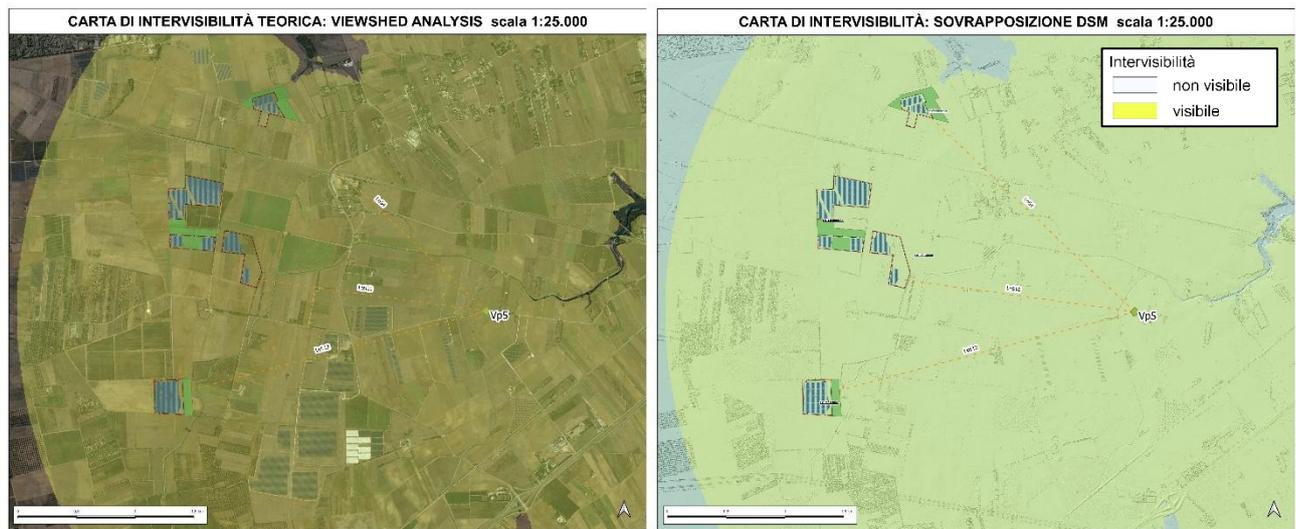


Figura 3-17 Carta di intervisibilità Vp5 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-18 Profilo altimetrico lungo la LoS4



Figura 3-19 Profilo altimetrico lungo la LoS10



Figura 3-20 Profilo altimetrico lungo la LoS12

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp5, che guarda nelle direzioni individuate dalle LoS4, LoS10 e LoS12, in linea teorica potrebbe riuscire a visualizzare l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp6

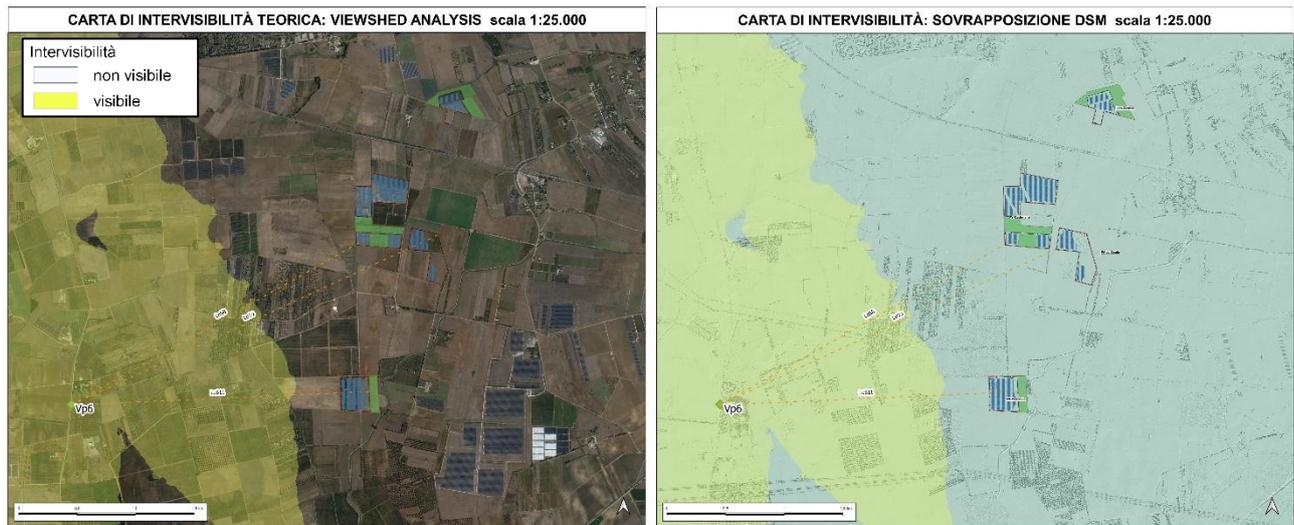


Figura 3-21 Carta di intervisibilità Vp6 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-22 Profilo altimetrico lungo la LoS8



Figura 3-23 Profilo altimetrico lungo la LoS9



Figura 3-24 Profilo altimetrico lungo la LoS11

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp6, che guarda nelle direzioni individuate dalle LoS8, LoS9 e LoS11, in linea teorica non riesce a visualizzare l'impianto (valore 0). Analizzando inoltre la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp7

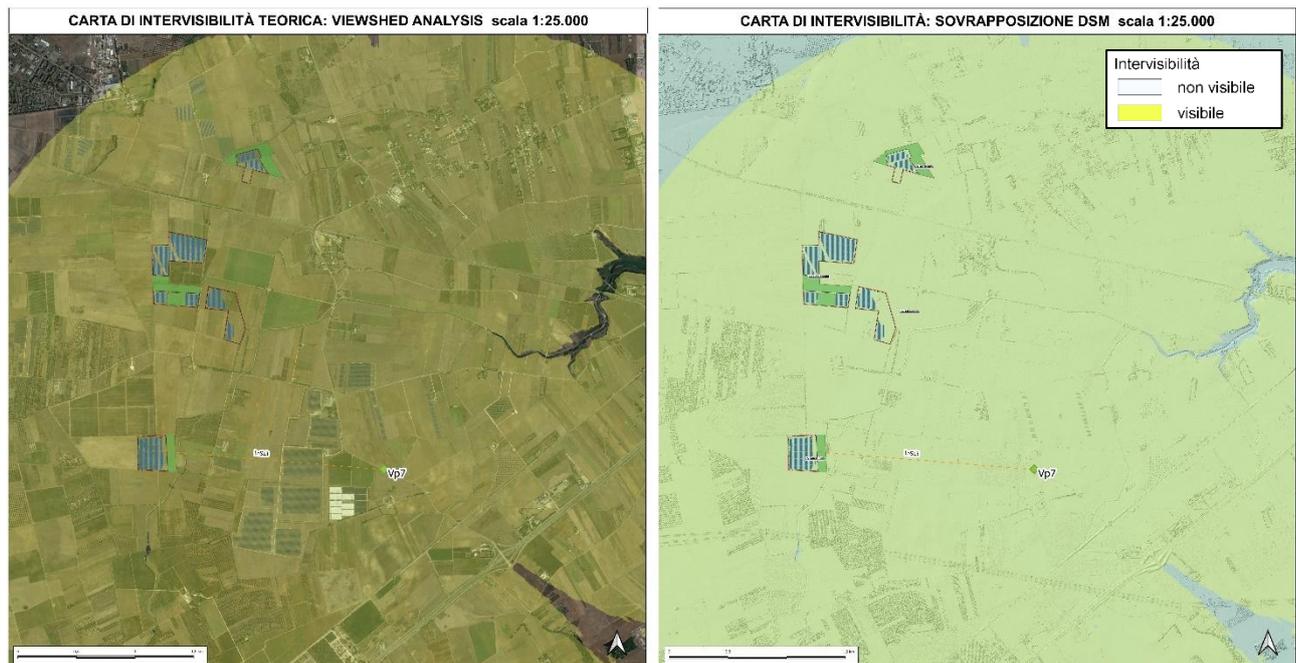


Figura 3-25 Carta di intervisibilità Vp7 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-26 Profilo altimetrico lungo la LoS13

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp7, che guarda nella direzione individuata dalla LoS13, in linea teorica potrebbe riuscire a vedere l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp8

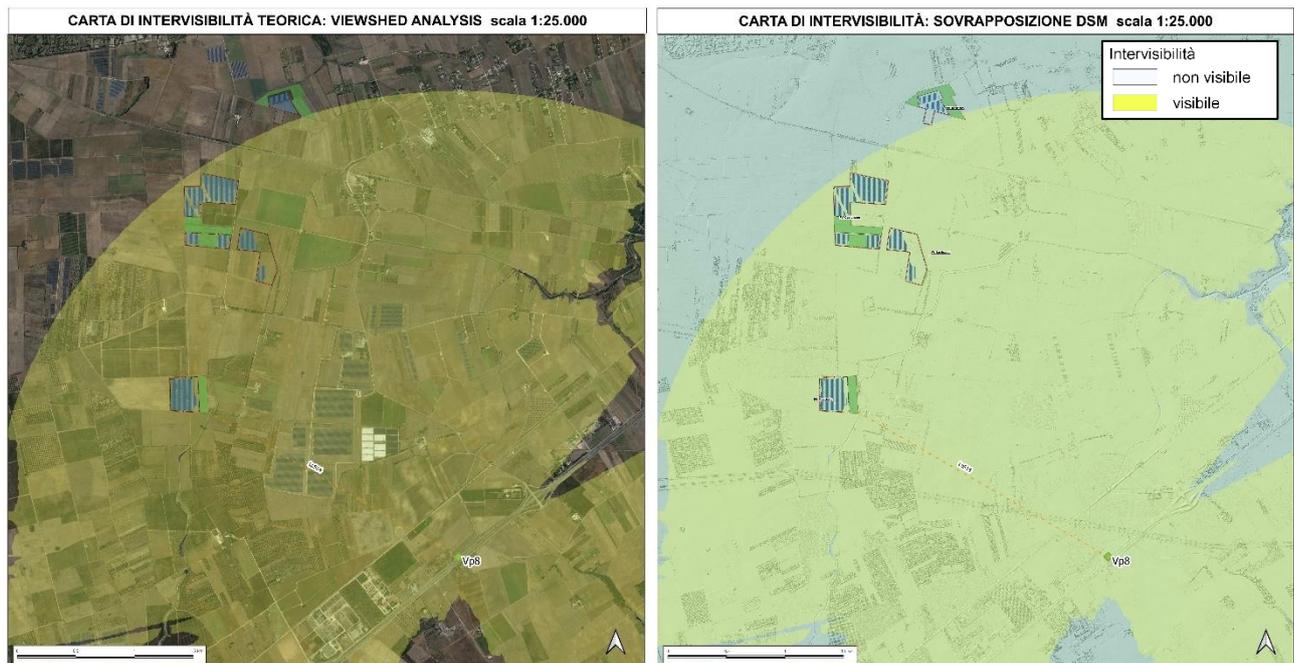


Figura 3-27 Carta di intervisibilità Vp8 e sovrapposizione col DSM

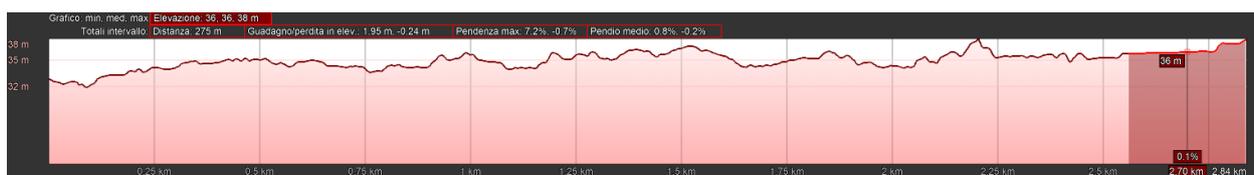


Figura 3-28 Profilo altimetrico lungo la LoS14

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp8, che guarda nella direzione individuata dalla LoS14, in linea teorica potrebbe riuscire a vedere l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp9

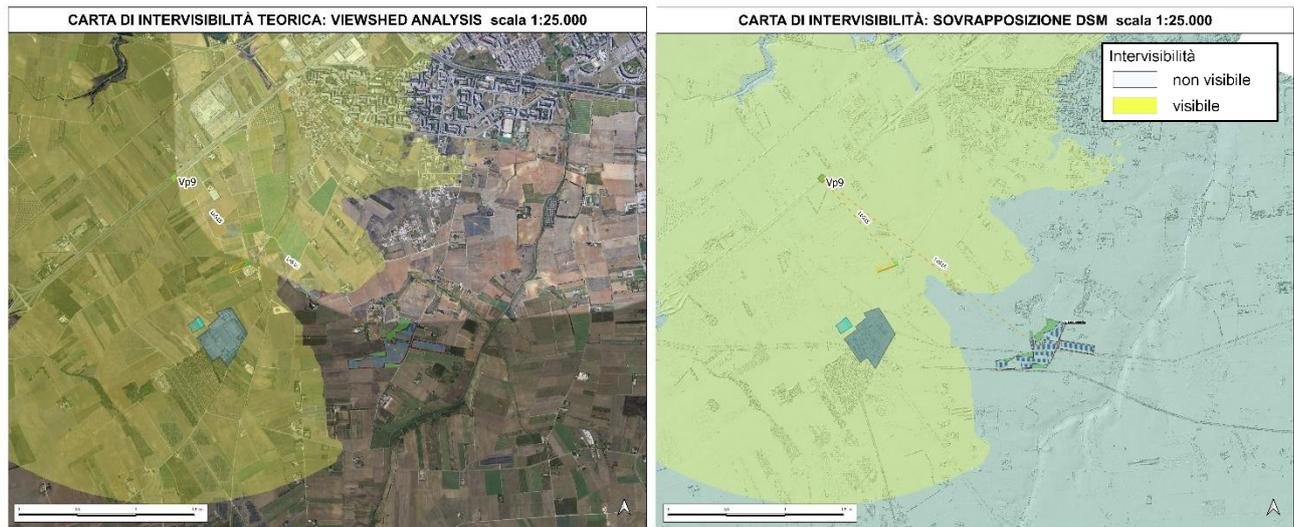


Figura 3-29 Carta di intervisibilità Vp9 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-30 Profilo altimetrico lungo la LoS15



Figura 3-31 Profilo altimetrico lungo la LoS16

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp9, che guarda nella direzione individuata dalle LoS15, in linea teorica riesce a visualizzare la SSEU (valore 1), mentre lungo la direzione della LoS16 non riesce a visualizzare l'impianto (valore 0). Analizzando la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quali in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici e le strutture da realizzare all'interno della SSEU, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp10

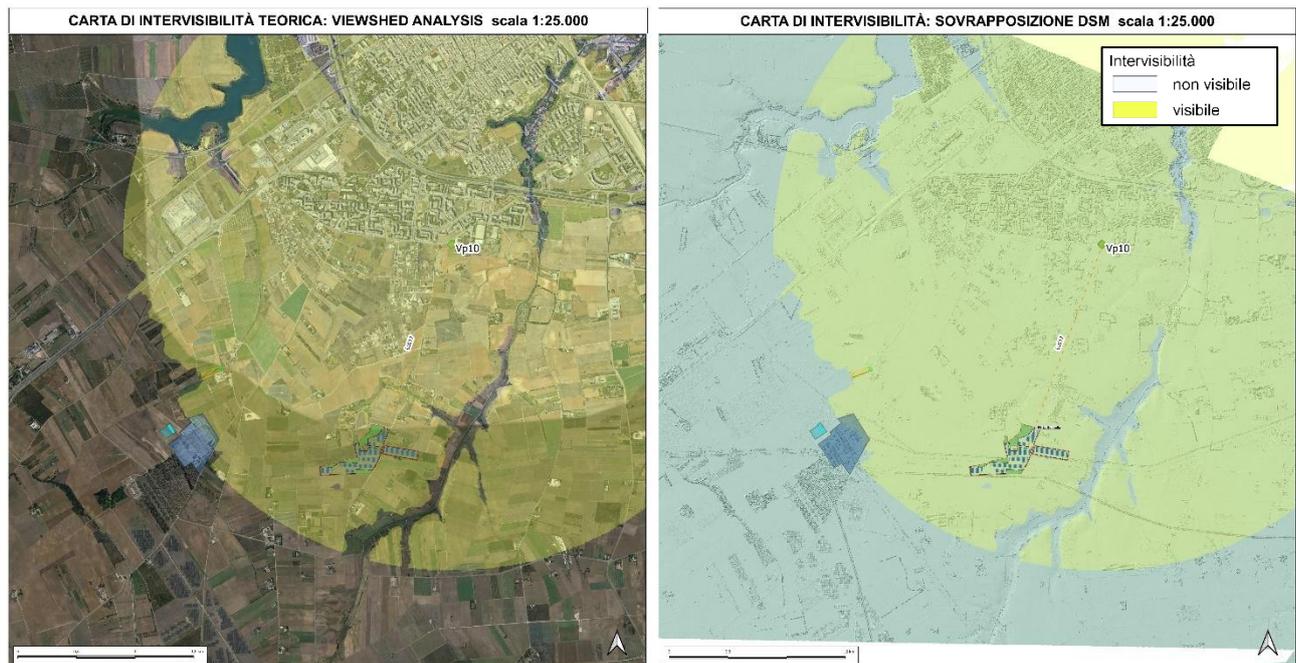


Figura 3-32 Carta di intervisibilità Vp10 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-33 Profilo altimetrico lungo la LoS17

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp10, che guarda nella direzione individuata dalla LoS17, in linea teorica potrebbe riuscire a vedere l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp11

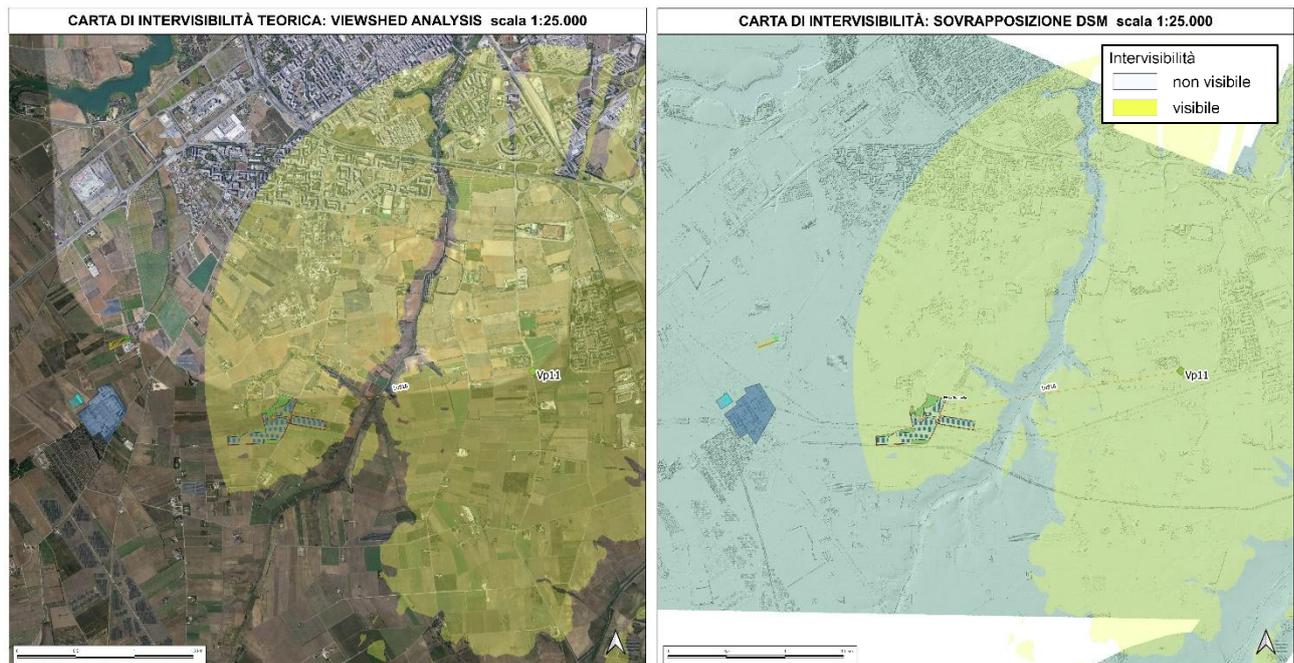


Figura 3-34 Carta di intervisibilità Vp11 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-35 Profilo altimetrico lungo la LoS18

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp11, che guarda nella direzione individuata dalla LoS18, in linea teorica potrebbe riuscire a vedere l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp12

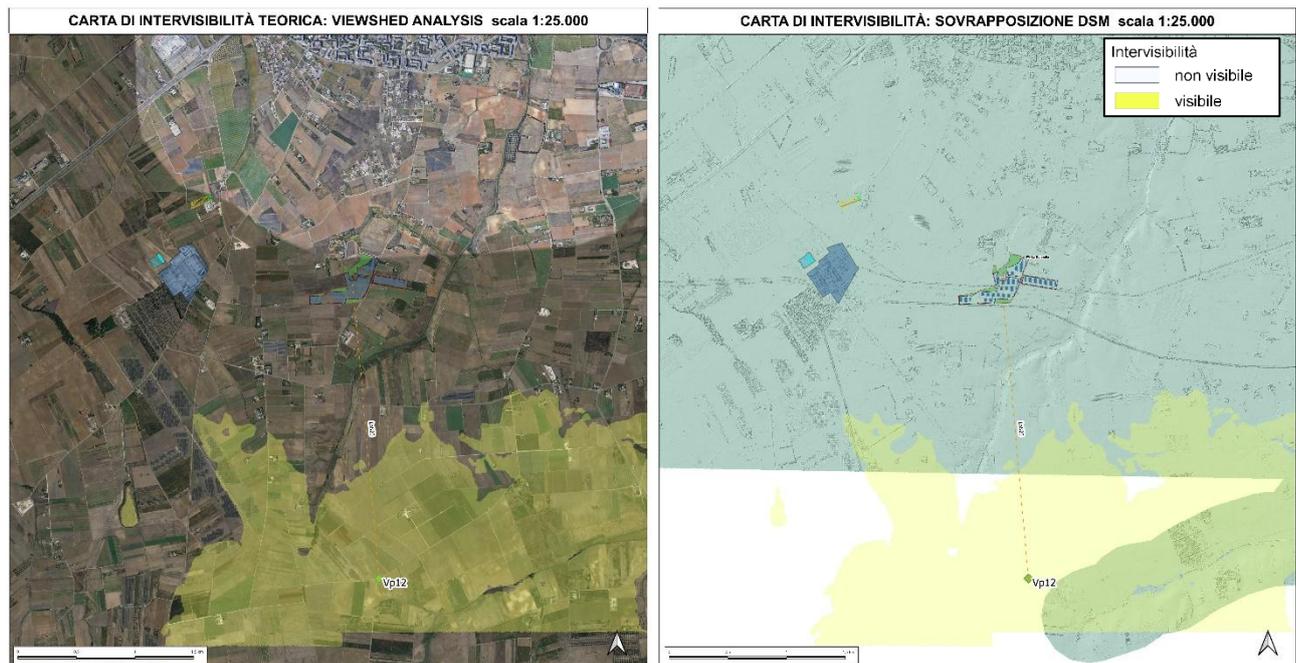


Figura 3-36 Carta di intervisibilità Vp12 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-37 Profilo altimetrico lungo la LoS20

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp12, che guarda nella direzione individuata dalla LoS20, in linea teorica non riesce a visualizzare l'impianto (valore 0). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

### Viewshed analysis Vp13

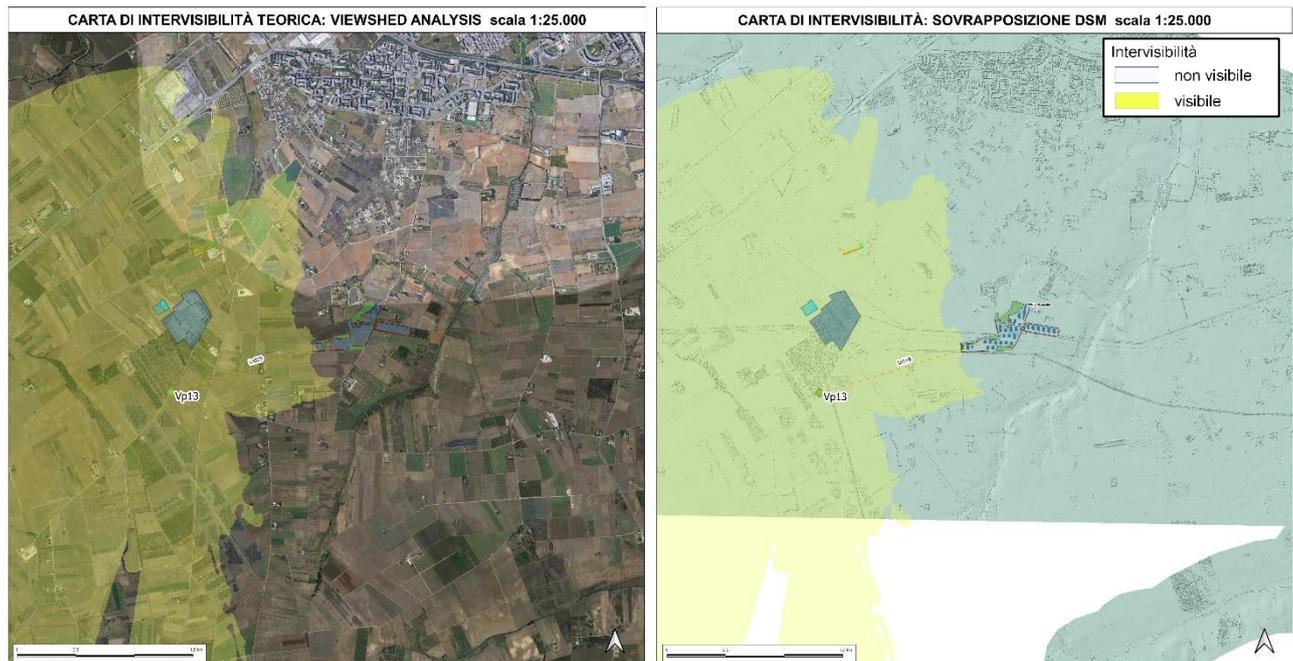


Figura 3-38 Carta di intervisibilità Vp13 e sovrapposizione col DSM



Figura 3-39 Profilo altimetrico lungo la LoS19

Da una prima analisi della carta di visibilità teorica ottenuta dall'elaborazione dei dati, utilizzando come base il DTM, si osserva che un ipotetico osservatore geolocalizzato in corrispondenza del Vp13, che guarda nella direzione individuata dalla LoS19, in linea teorica riesce a visualizzare per una minima porzione di area l'impianto (valore 1). Analizzando però la carta ottenuta dalla sovrapposizione delle carte di intervisibilità teorica con il DSM, e valutando quindi la presenza di elementi naturali ed antropici presenti nell'area, che costituiscono un ostacolo alla visuale, è evidente come, anche in funzione della distanza, la percezione visiva dell'elemento target, quale in questo caso le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, sia nulla.

Infine, si ritiene utile sottolineare la presenza di aree verdi destinate alle opere di imboscamento, previste in aree immediatamente adiacenti alle aree di impianto. Tali opere fungeranno da ulteriore schermo alla visibilità dell'impianto, in aggiunta alla prevista siepe perimetrale che circonda tutta l'area recintata.

Per le aree di impianto che si collocano ad una distanza maggiore di quella individuata dalla *LoS* analizzate non si ritiene di dover fare ulteriori analisi, in quanto con l'aumentare della distanza rispetto al *Vp* considerato, la percezione dell'oggetto target risulta ancor più irrilevante.

### 3.4 Determinazione dell'indice di percettibilità (P)

Dalla Tabella 2.1, alla luce delle caratteristiche morfologiche del territorio incluso nell'area oggetto di intervento, si è ritenuto coerente assumere un valore dell'indice *P* pari a 1, corrispondente ad aree pianeggianti e a panoramicità bassa, in termini di visuale disponibili al campo visivo di un ipotetico osservatore.

### 3.5 Determinazione dell'indice di bersaglio (B)

Utilizzando la formula (2.3), è possibile calcolare le altezze percepite in relazione a diverse distanze definite in un range suddiviso in intervalli regolari da 6,00 m a 4.000 m, rispettivamente pari alla distanza alla quale il target di riferimento viene percepito con la sua effettiva altezza e alla distanza massima alla quale è stata condotta l'analisi e che comprende l'area di indagine.

Tabella 3-2 Altezze percepite a distanze gradualmente crescenti

<u>Distanza</u> <u><math>D_{oss}</math> [m]</u>	<u>Angolo alfa</u>	<u>H/HT</u>	<u>Altezza percepita</u> <u>H [m]</u>	<u>Altezza percepita H</u> <u>[cm]</u>	<u>Quantificazione</u> <u>dell'altezza percepita H</u>
6	45,00	1,00000	6,000	600,00	Alta
12	26,57	0,50000	3,000	300,00	Alta
24	14,04	0,25000	1,500	150,00	Alta
48	7,13	0,12500	0,750	75,00	Media
96	3,58	0,06250	0,375	37,50	Media
192	1,79	0,03125	0,188	18,75	Bassa
384	0,90	0,01563	0,094	9,38	Bassa
768	0,45	0,00781	0,047	4,69	Trascurabile
1536	0,22	0,00391	0,023	2,34	Trascurabile
3000	0,11	0,00200	0,012	1,20	Trascurabile
3500	0,10	0,00171	0,010	1,03	Trascurabile
4000	0,09	0,00150	0,009	0,90	Trascurabile

Al fine di rendere possibile l'inserimento del valore di altezza percepita  $H$  nel calcolo dell'indice di bersaglio  $B$  e considerando che tale altezza dipende dalla distanza dell'osservatore  $D_{OSS}$ , si rende necessario considerare la classificazione di seguito tabellata.

Tabella 3-3 Classificazione dei valori di  $H$  in funzione della quantificazione dell'altezza percepita

<u>Distanza <math>D_{oss}</math> [m]</u>	<u>Quantificazione dell'altezza percepita <math>H</math></u>	<u>Valore di <math>H</math> nella formula per calcolo di <math>B</math></u>
$0 < D_{OSS} < 24$	Alta	5
$24 < D_{OSS} < 100$	Media	3
$400 < D_{OSS} < 700$	Bassa	2
$D_{OSS} > 700$	Trascurabile	1

La tabella permette dunque di procedere con l'analisi di intervisibilità e con la determinazione dell'indice di bersaglio  $B$ , ad esempio, se  $D_{OSS}$  è di  $12\text{ m}$ , la quantificazione dell'altezza percepita si ritiene *Alta*, pertanto,  $H$  assume il valore 5 nella formula per il calcolo dell'indice  $B$ .

Sulla base di queste osservazioni, si evidenzia come l'elemento osservato per distanze elevate tende a sfumare fino a non essere più chiaramente distinguibile e si confonde con lo sfondo. Nel nostro caso, già a partire da distanze di circa  $50\text{ m}$  si determina una percezione visiva *media*, con valori di  $H$  inferiori all'altezza dell'osservatore.

Determinate le  $LoS$  e note le lunghezze di ciascuna linea, è possibile determinare pertanto le altezze percepite da ciascuno dei punti di osservazione. In funzione di range che quantifica l'entità dell'altezza percepita (Tabella 3.3), si determinano pertanto anche i valori di  $H$  da utilizzare nella formula (2.4) per il calcolo del parametro  $B$ . I risultati ottenuti vengono di seguito riportati in forma tabellare.

Tabella 3-4 Altezze percepite in funzione della distanza delle LoS

<u>LoS</u>	<u>VP</u>	<u>Distanza</u> <u>D<sub>oss</sub> [m]</u>	<u>Angolo</u> <u>alfa</u>	<u>H/HT</u>	<u>Altezza percepita</u> <u>H [cm]</u>	<u>Quantificazione</u> <u>dell'altezza percepita H</u>
LoS1	Vp1	1515	0,227	0,004	0,024	Trascurabile
LoS2	Vp2	2009	0,171	0,003	0,018	Trascurabile
LoS3	Vp3	3785	0,091	0,002	0,010	Trascurabile
LoS4	Vp5	2643	0,130	0,002	0,014	Trascurabile
LoS5	Vp3	3418	0,101	0,002	0,011	Trascurabile
LoS6	Vp4	3527	0,097	0,002	0,010	Trascurabile
LoS7	Vp4	2629	0,131	0,002	0,014	Trascurabile
LoS8	Vp6	2991	0,115	0,002	0,012	Trascurabile
LoS9	Vp6	3444	0,100	0,002	0,010	Trascurabile
LoS10	Vp5	2098	0,164	0,003	0,017	Trascurabile
LoS11	Vp6	2549	0,135	0,002	0,014	Trascurabile
LoS12	Vp5	2911	0,118	0,002	0,012	Trascurabile
LoS13	Vp7	2097	0,164	0,003	0,017	Trascurabile
LoS14	Vp8	2839	0,121	0,002	0,013	Trascurabile
LoS15	Vp9	979	0,351	0,006	0,037	Trascurabile
LoS16	Vp9	2485	0,138	0,002	0,014	Trascurabile
LoS17	Vp10	1852	0,186	0,003	0,019	Trascurabile
LoS18	Vp11	2223	0,155	0,003	0,016	Trascurabile
LoS19	Vp13	1557	0,221	0,004	0,023	Trascurabile
LoS20	Vp12	2567	0,134	0,002	0,014	Trascurabile

In funzione dell'altezza percepita ricavata per le lunghezze delle LoS si può constatare che la sua entità risulta in tutti i casi "trascurabile" e pertanto si assumerà sempre un valore pari a 1 per il calcolo del parametro B.

Dalla restituzione grafica delle mappe di analisi dell'intervisibilità, come precedentemente evidenziato, i punti target risultano visibili solo per quattro delle sei analisi effettuate lungo le linee di visibilità da ciascuno dei punti di osservazione.

Pertanto, gli indici di affollamento saranno come di seguito riportato pari a 0 o 1 a seconda se il target risulta visibile o meno, come da tabella di seguito riportata.

Tabella 3-5 Valori dell'indice di affollamento IAF per ciascuna delle LoS

<u>LoS</u>	<u>Indice di affollamento IAF</u>
LoS1	1
LoS2	1
LoS3	0
LoS4	1
LoS5	0
LoS6	0
LoS7	0
LoS8	0
LoS9	0
LoS10	1
LoS11	0
LoS12	1
LoS13	1
LoS14	1
LoS15	1
LoS16	0
LoS17	1
LoS18	1
LoS19	1
LoS20	0

In base ai valori dell'indice di affollamento ottenuti e del valore assunto per il parametro  $H$  della formula (2.4) si può concludere che, per l'opera in esame, l'indice di bersaglio  $B$  assumerà valori pari a 0 o 1 a seconda dell'indice  $IAF$ , e pertanto, in base ai range stabiliti secondo la Tabella 2.3, l'entità della mutazione del campo visivo percepita dal possibile osservatore in relazione alla presenza dell'impianto da realizzare, risulta essere "trascurabile".

### 3.6 Determinazione della visibilità dell'impianto

Alla luce delle considerazioni effettuate attraverso le elaborazioni analitiche dell'analisi di visibilità, è possibile pertanto determinare l'entità finale della visibilità dell'opera.

Data la natura delle aree all'interno delle quali si prevede di realizzare il progetto, esclusivamente di tipo agricolo/rurale, è plausibile ipotizzare un valore dell'indice di fruizione o frequentazione pari a 6, secondo quanto riportato nella *Tabella 2.6*.

Dalla formula (2.6) si ricava che per:

- ❖  $P$  pari a  $I$ ;
- ❖  $F$  pari a 6;
- ❖  $B$  pari a  $I$  (valore massimo tra quelli ottenuti)

si ricava un indice di visibilità dell'impianto  $VI$  pari a 7, valore che secondo quanto riportato in *Tabella 2.7* permette di definire l'entità dello stato di progetto come “*trascurabile/nulla*”.

#### **4. Analisi di visibilità con rilievi in campo**

A supporto dei risultati ottenuti e delle considerazioni effettuate derivanti dalle carte di intervisibilità e dalla successiva sovrapposizione con il *DSM*, si è ritenuto opportuno integrare lo studio con un'analisi di visibilità con rilievi in campo che possa mettere in evidenza l'effettivo potenziale impatto visivo eventualmente prodotto dalla realizzazione dell'impianto.

Partendo dagli stessi punti di osservazione scelti per l'analisi di intervisibilità (*Vp*) si è ritenuto utile integrare lo studio sul campo con ulteriori punti di osservazione (*Observation Point, Op*), in prossimità delle aree di progetto, valutando eventuali elementi di rilevanza quali ad esempio infrastrutture stradali principali (strade provinciali o statali), presenza di fabbricati quali masserie, punti panoramici o di particolare rilievo paesaggistico.

Procedendo ad analizzare le visuali partendo dai diversi punti di osservazione in direzione dell'area di impianto, è stato possibile determinare sul campo l'effettiva presenza di eventuali elementi naturali e/o antropici in grado di fungere da ulteriore barriera alla visibilità dell'opera in progetto.

Dal report fotografico di seguito riportato emerge infatti che, oltre alla distanza, gli elementi naturali e antropici sopra citati rendono di fatto impossibile la visione di qualunque elemento afferente all'impianto FV-Pinicelle rispetto ai punti di osservazione e ragionevolmente risulta valere altrettanto rispetto ai punti limitrofi dell'area circostante l'impianto.

Ciò che plausibilmente verrà percepito, ma solo per un eventuale osservatore posto ad una distanza dall'area di impianto non superiore a 50 metri e solo laddove la visuale risultasse completamente libera da ostacoli, sarebbe sicuramente la fascia arbustiva perimetrale (sieve) prevista per ciascun sotto-impianto associabile ad un elemento assolutamente coerente col paesaggio e pertanto non percepito come "estraneo" da parte dello stesso.

Inoltre, è rilevante sottolineare che l'intera analisi di intervisibilità è stata effettuata individuando come elemento target di potenziale disturbo le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ipotizzando che siano permanentemente ruotate in maniera tale da assumere l'altezza massima di *6,00 m* (a titolo cautelativo). Questa situazione però, si verifica solamente in due momenti della giornata ovvero la mattina presto e la sera tardi, poiché nelle ore centrali della giornata, durante le quali è più plausibile che l'impianto possa essere visto dalle aree circostanti da un ipotetico osservatore, le strutture rotanti si trovano nella posizione di quota minima pari a *3 m*. In questo modo, l'analisi di intervisibilità viene di fatto sovrastimata a favore di un esito maggiormente significativo.

#### 4.1 Rilievi in campo e report fotografico dei Vp

Si riportano di seguito per ciascun Vp l'inquadramento su ortofoto, con indicazione della LoS lungo la quale la vista di un ipotetico osservatore potrebbe raggiungere l'area di impianto, e il relativo report fotografico.



Figura 4-1 Report fotografico View Point Vp1 - LoS1

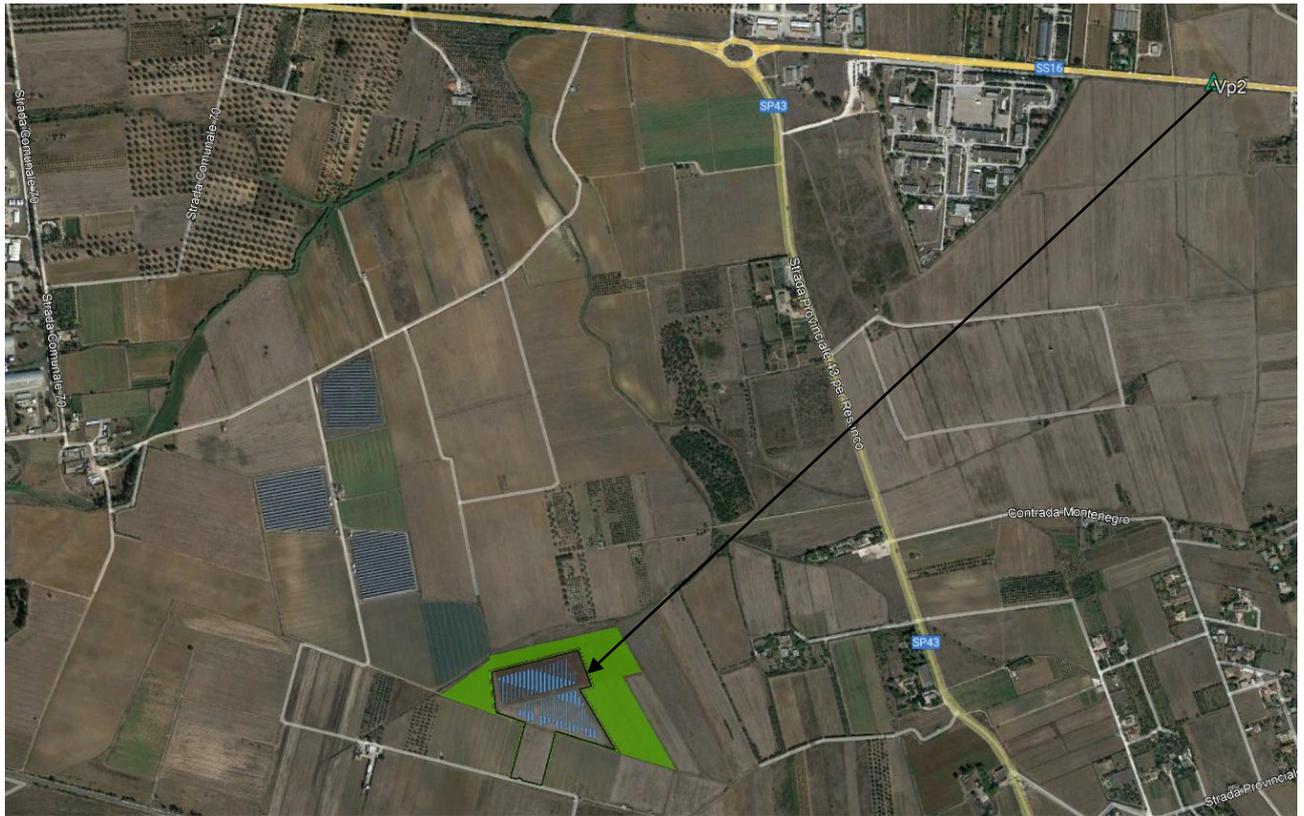


Figura 4-2 Report fotografico View Point Vp2 - LoS2



*Figura 4-3 Report fotografico View Point Vp3 - LoS3*



Figura 4-4 Report fotografico View Point Vp3 - LoS5



Figura 4-5 Report fotografico View Point Vp4 - LoS6



Figura 4-6 Report fotografico View Point Vp4 - LoS7



Figura 4-7 Report fotografico View Point Vp5 - LoS4



Figura 4-8 Report fotografico View Point Vp5 - LoS10



Figura 4-9 Report fotografico View Point Vp5 - LoS12



Figura 4-10 Report fotografico View Point Vp6 - LoS8



Figura 4-11 Report fotografico View Point Vp6 - LoS9



Figura 4-12 Report fotografico View Point Vp6 - LoS11



Figura 4-13 Report fotografico View Point Vp7 - LoS13



Figura 4-14 Report fotografico View Point Vp8 - LoS14



Figura 4-15 Report fotografico View Point Vp9 - LoS15



Figura 4-16 Report fotografico View Point Vp9 - LoS16



Figura 4-17 Report fotografico View Point Vp10 - LoS17



Figura 4-18 Report fotografico View Point Vp11 - LoS18



Figura 4-19 Report fotografico View Point Vp12 - LoS20



Figura 4-20 Report fotografico View Point Vp13 - LoS19

## 4.2 Rilievi in campo e report fotografico dei *Op*

Come anticipato, si riporta di seguito l'analisi di visibilità in campo fatta a partire dai punti di osservazione (*Observation Point, Op*), per i quali risulta fondamentale il rilievo di eventuali ostacoli naturali e/o antropici presenti, che passano costituire ulteriore ostacolo alla vista.

Si riportano pertanto di seguito per ciascun *Op*:

- le coordinate geografiche;
- l'inquadramento su ortofoto con indicazione della *LoS* lungo la quale la vista di un ipotetico osservatore potrebbe raggiungere l'area di impianto;
- il report fotografico.

Tabella 4-1 Punti di osservazione (*Observation Point*) scelti per maggiore approfondimento dello studio in campo

<u><i>Observation Point</i></u>	<u><i>Latitudine e Longitudine</i></u>
OP1 - prossimo al sito	40°38'17.74"N - 17°52'2.67"E
OP2 - prossimo al sito	40°37'46.34"N - 17°51'52.27"E
OP3 - prossimo al sito	40°37'15.62"N - 17°50'56.90"E
OP4 - prossimo al sito	40°37'7.74"N - 17°51'32.84"E
OP5 - prossimo al sito	40°36'17.54"N - 17°50'10.66"E
OP6 - prossimo al sito	40°36'25.66"N - 17°54'39.01"E
OP7 - prossimo al sito	40°36'16.83"N - 17°54'30.63"E
OP8 - prossimo al sito	40°36'3.13"N - 17°54'17.15"E
OP9 - prossimo al sito	40°35'41.35"N - 17°56'11.18"E
OP10 - prossimo al sito	40°35'31.77"N - 17°54'58.89"E



Figura 4-21 Report fotografico Observation Point Op1



Figura 4-22 Report fotografico Observation Point Op2 - direzione FV-Restinco



Figura 4-23 Report fotografico Observation Point Op2 - direzione FV-Casignano



Figura 4-24 Report fotografico Observation Point Op2 - direzione FV-Lo Spada



Figura 4-25 Report fotografico Observation Point Op3 - direzione FV-Casignano



Figura 4-26 Report fotografico Observation Point Op3 - direzione FV-Lo Spada



Figura 4-27 Report fotografico Observation Point Op3 - direzione FV-Masciullo



*Figura 4-28 Report fotografico Observation Point Op4 - direzione FV-Lo Spada*



Figura 4-29 Report fotografico Observation Point Op4 - direzione FV-Masciullo

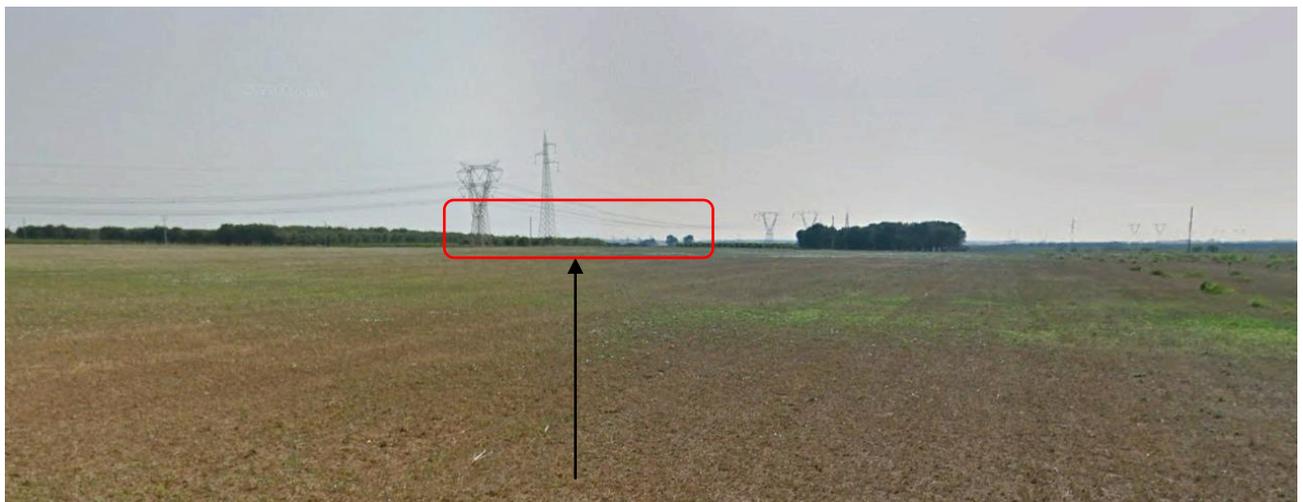


Figura 4-30 Report fotografico Observation Point Op5



Figura 4-31 Report fotografico Observation Point Op6 - direzione SSEU FV-Pinicelle



Figura 4-32 Report fotografico Observation Point Op6 - direzione FV-La Gonnella

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico nel Comune di Brindisi (BR)  
Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa

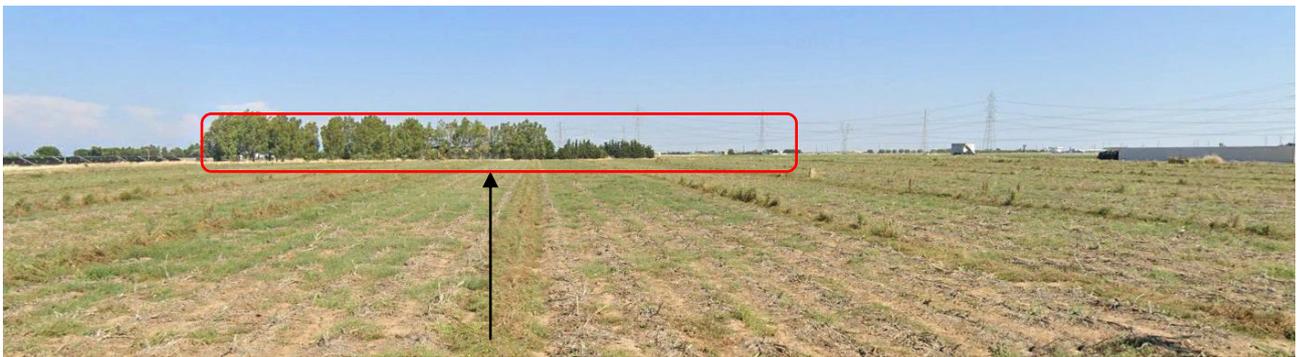


Figura 4-33 Report fotografico Observation Point Op7





Figura 4-34 Report fotografico Observation Point Op8



Figura 4-35 Report fotografico Observation Point Op9



*Figura 4-36 Report fotografico Observation Point Op10*

## 5. Conclusioni

Nel considerare i diversi impatti che l'opera da realizzare può comportare, l'analisi di intervisibilità tra l'area circostante l'impianto e le opere da realizzare, è sicuramente uno strumento importante per la valutazione di un eventuale e potenziale impatto visivo.

Per il progetto in esame, che prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato FV-Pinicelle della potenza in immissione in rete di 26.000,00 kW in corrente alternata e una potenza di 29.328,00 kW in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Brindisi (BR), è stata condotta un'analisi di intervisibilità attraverso l'utilizzo di software di calcolo affiancati da procedure analitiche, contestualmente ad analisi sul campo con report fotografico.

Tenendo conto delle dimensioni delle strutture dell'impianto, definite come target da valutare in termini di impatto visivo, l'area vasta è stata suddivisa in due grandi macro-aree o per meglio dire "bacini visivi", identificati come A e B, afferenti a due diversi centroidi di zona, rispettivamente a 4.000 m e di 2.800 m, dalla quale è stata determinata l'area all'interno della quale effettuare le opportune elaborazioni e analisi.

Sulla base di questi due bacini visivi, sono state elaborate su software QGis tramite la funzione *binary viewshed*, le carte di intervisibilità.

I risultati ottenuti sono stati analizzati nell'ottica e nella consapevolezza che queste carte sono funzione dei dati plano-altimetrici caratterizzanti l'area di studio, e che pertanto prescindono dall'effetto di occlusione visiva della vegetazione e di eventuali strutture mobili esistenti.

In questo modo, l'analisi non risulta legata a fattori stagionali, soggettivi o contingenti; infatti, proprio per questo si parla di *intervisibilità teorica*, ma allo stesso tempo i risultati che si ottengono non bastano per trarre immediate e definitive conclusioni.

Al fine di fornire un'analisi meno teorica e più concreta e rappresentativa della realtà, che tenga conto anche delle aree boscate e dei manufatti antropici, è stata poi effettuata una sovrapposizione delle mappe ottenute dalle elaborazioni dei file relative al *DEM*, con quelle relative al *DSM*. Tale ulteriore elaborazione ha mostrato come la presenza di elementi antropici e/o naturali lungo le ipotetiche e possibile linee di osservazione, svolgano un ruolo fondamentale di barriere per l'intervisibilità tra l'osservatore e le opere di impianto. Inoltre, non è da trascurare la presenza di aree verdi destinate alle opere di imboscamento, previste in aree immediatamente adiacenti alle aree di impianto. Tali opere fungeranno da ulteriore schermo alla visibilità dell'impianto, in aggiunta alla prevista siepe perimetrale che circonda tutta l'area recintata.

Per le aree di impianto che si collocano ad una distanza maggiore di quella individuata dalla *LoS* analizzate non si ritiene di dover fare ulteriori analisi, in quanto con l'aumentare della distanza

rispetto al  $V_p$  considerato, la percezione dell'oggetto target risulta ancor più irrilevante.

Dai risultati ottenuti, attraverso la lettura e l'interpretazione delle carte di cui sopra è stata inoltre effettuata un'elaborazione analitica, con la determinazione di indici specifici che tengono conto, in funzione del potere risolutivo dell'occhio di un potenziale osservatore e della distanza di quest'ultimo dall'area oggetto di intervento, dell'effettiva percezione degli elementi *target* e nel complesso delle opere che potrebbero essere causa di modifica del campo visivo.

In funzione della distanza dell'osservatore dall'elemento target è stata pertanto determinata con opportuna formula, l'altezza percepita, in merito alla quale è emerso che, per valori della distanza superiori ai *50 m*, essa risulta essere inferiore al metro.

Considerando infine un valore pari a *1* per indice di percettibilità *P*, caratteristico di aree pianeggianti, e quantificando l'altezza dell'elemento target percepita dall'osservatore, al variare della distanza è stato possibile quantificare, grazie anche ai valori assegnati all'indice di affollamento IAF dalla lettura delle carte di intervisibilità teorica, il valore della visibilità dell'impianto come "*trascurabile*".

Gli studi fatti direttamente sul campo, con opportuno report fotografico, mostrato e confermano infine che, alla luce di tutte le considerazioni fatte, l'impianto da realizzare *non comporterà alcuna significativa mutazione del campo visivo* percepibile da un possibile osservatore e che tale impatto risulta pertanto *trascurabile/nullo*.