

# COMUNE DI PALMANOVA, PRADAMANO E TRIVIGNANO UDINESE



PROVINCIA DI UDINE



## IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 33,67+14,18+34,68 MWp TRIVIGNANO SOLAR 1

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili ai sensi dell'art. 23 D.lgs. n.152/2006

|   |  |  |
|---|--|--|
| IMMOBILE  | Comune di Trivignano Udinese   | Foglio 05 Mappali 58 - 404 - 409<br>Foglio 06 Mappali 20 - 22 - 48 - 49 - 60 - 226 - 227 - 234 - 236 - 237 - 239 - 257 - 259 - 265 - 268 - 391 - 394 - 440 - 445<br>Foglio 16 Mappali 18 - 19 - 55 |
|   | Comune di Palmanova  | Foglio 07 Mappale 12   |
|   | Comune di Pradamano  | Foglio 03 Mappale 303<br>Foglio 05 Mappale 564   |
| PROGETTO:<br><b>VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> | OGGETTO<br><b>DOC06 - Relazione abbagliamento</b>  | SCALA<br>--  |
| REVISIONE - DATA                                      | VERIFICATO   | APPROVATO  |
| REV.00 - 27/11/2021                                   |  |  |
| IL RICHIEDENTE  | ELLOMAY SOLAR ITALY EIGHT S.R.L.<br>39100 Bolzano - Via Sebastian Altmann 9<br><br>FIRMA _____   |  |
| IL PROGETTISTA  | Ing. Riccardo Valz Gris<br><br>FIRMA _____   |  |
| TEAM DI PROGETTO                                      | Arch. Rosalba Teodoro - Ing. Francesca Imbrogno<br><br>Studio Ing. Valz Gris<br>20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321<br>13900 Biella - Via Repubblica 41<br>Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878 |  |
|   | Dott. Agr. Giovanni Cattaruzzi<br>Dott. Agr. Luigi dott. Pravisani<br><br>Studio Cattaruzzi<br>33100 UDINE - Via Gemona  |  |



## INDICE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| <b>INDICE</b> .....   | <b>1</b> <a href="#">A</a> |
| <b>1. PREMESSA</b> .....  | <b>2</b>                   |
| ABBAGLIAMENTO VISIVO .....  | 2                          |
| Riflessione dei moduli fotovoltaici .....   | 3                          |
| Densità ottica dell'aria .....  | 5                          |
| <b>2. POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ STRADALE E AI<br/>RECETTORI RESIDENZIALI</b> ..... | <b>6</b>                   |
| Pradamano .....   | 8                          |
| Trivignano Sud .....  | 11                         |
| Trivignano Nord .....   | 11                         |
| <b>3. VERIFICA POTENZIALI OSTACOLI (OO.VV.) E PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA</b>                               | <b>13</b>                  |
| Impianti e manufatti soggetti a rilascio di parere/N.O. da parte dell'Amm.ne Difesa .....                         | 13                         |



## 1. **PREMESSA**

All'interno della presente sezione si verificano e approfondiscono eventuali fenomeni di abbagliamento da ricondursi alla rifrazione della luce solare sui moduli fotovoltaici in progetto tali da creare rischio per la circolazione stradale o navigazione aerea oltre a disturbo ai recettori residenziali eventualmente presenti in prossimità all'impianto.

### **ABBAGLIAMENTO VISIVO**

L'abbagliamento è definito come una condizione visiva che determina un disagio o una riduzione dell'abilità di percepire dettagli o interi oggetti, determinata da una distribuzione inadeguata delle luminanze o da variazioni estreme delle luminanze nel tempo e nello spazio, a causa della presenza nel campo visivo di sorgenti luminose primarie (*abbagliamento diretto*) o di superfici riflettenti (*abbagliamento indiretto*).

È possibile identificare due categorie di abbagliamento:

- a. abbagliamento molesto o psicologico (*discomfort glare*), che causa fastidio senza necessariamente compromettere la visione degli oggetti;
- b. abbagliamento debilitante o fisiologico (*disability glare*), che compromette temporaneamente la visione degli oggetti.

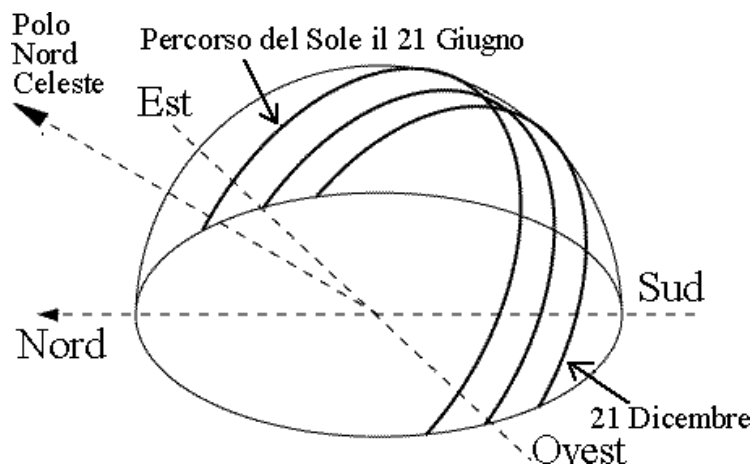
Con abbagliamento visivo quindi s'intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad un'intensa sorgente luminosa.

L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientazione, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

### **Analisi del fenomeno di abbagliamento**

In conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest (ciò in realtà è letteralmente vero solo nei giorni degli equinozi). In questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato verso la linea dell'orizzonte tanto più in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 giugno).



**Figura 1 - Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord attorno ai 45°. Per tutte le località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord Geografico il disco solare non raggiunge mai lo zenit**

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici entro i 3 m dal suolo di sedime e del loro angolo di inclinazione che in questo caso è pari a 0° rispetto al piano orizzontale, il verificarsi e l'entità di fenomeni di *riflessione* ad altezza d'uomo della radiazione luminosa incidente alla latitudine a cui è posto l'impianto fotovoltaico in esame sarebbero teoricamente *ciclici* in quanto legati al momento della giornata, alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche.

In ogni caso, inoltre, la radiazione riflessa viene ri-direzionata verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale che difficilmente possa creare disturbo ad abitazioni tantomeno ad osservatori posti al suolo e/o transittanti nei pressi dell'impianto.

Una tale considerazione è valida tanto per i moduli fissi quanto per quelli dotati di sistemi di inseguimento (*tracker*).

#### **RIFLESSIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI**

La *riflessione* indica la quantità di raggi che viene respinta dalla superficie del vetro.

Sostanzialmente, secondo la legge della riflessione, l'angolo del raggio solare incidente, riferito alla normale della superficie, è uguale all'angolo del raggio solare riflesso. In caso di luce diffusa o di superficie strutturata del modulo questa regola vale per ogni singolo raggio, rendendo la riflessione diffusa.

I moduli fotovoltaici, di buona fattura, normalmente non producono riflessione o bagliore significativi in quanto sono realizzati con vetro studiato appositamente per aver un effetto "non riflettente". Il vetro solare è pensato per ridurre la luce riflessa e permettere alla luce di passare attraverso arrivando alle celle per essere convertita in energia elettrica nel modulo.

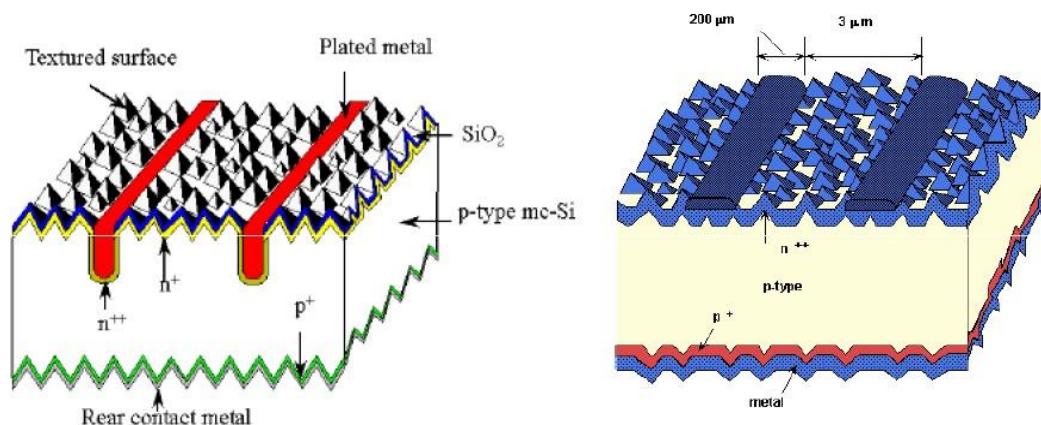


**Figura 2 - Le due immagini dimostrano come, al contrario di un vetro comune, il vetro anti-riflesso (Anti-Reflecting glass) che riveste i moduli fotovoltaici riduca drasticamente la riflessione dei raggi luminosi**

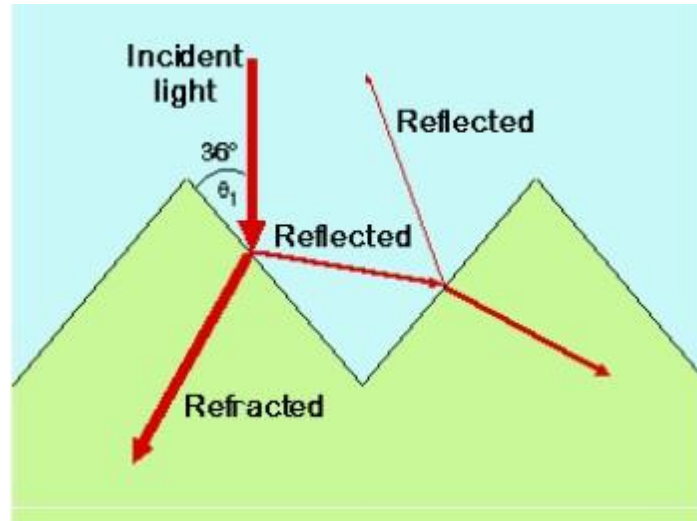
L'efficienza di conversione di una cella fotovoltaica dipende fortemente dalla sua capacità di assorbire la radiazione solare incidente. Tanto più una cella appare scura, tanto maggiore è la sua capacità di assorbire la luce. Per ridurre al minimo la riflessione della luce incidente sono state sviluppate diverse tecnologie capaci di ridurre la riflettanza superficiale delle celle solari a livelli prossimi all'1%.

In generale, per ottenere questo scopo, si agisce con due tecniche: la deposizione sulla superficie frontale della cella di film sottili di ossido di titanio di spessori tali da realizzare un particolare effetto interferenziale e il trattamento della morfologia della superficie stessa. Questa ultima tecnica prende il nome di *testurizzazione*.

La testurizzazione consiste nella formazione di microstrutture sulla superficie del silicio, tali da ridurre la riflessione incrementando le probabilità della luce riflessa di essere rinviata alla superficie del wafer invece che perdersi in aria.



**Figura 3 - Testurizzazione sulle celle fotovoltaiche**



**Figura 4 - Percorso della luce su celle testurizzate**

La luce viene riflessa verso il basso e subisce almeno due riflessioni ( *double bounce effect* ) con maggiore probabilità di assorbimento.

Si tratta, in sostanza, di minimizzare la perdita ottica per riflessione sulla superficie della cella sia in funzione della lunghezza d'onda che dell'angolo d'incidenza della luce.

Per quanto su esposto si conclude affermando che, la riflessione della luce su essi incidente, dei moduli fotovoltaici è già di per sé ridotta dagli accorgimenti costruttivi dei moduli stessi rivolti al miglioramento dell'efficienza di riflessione.

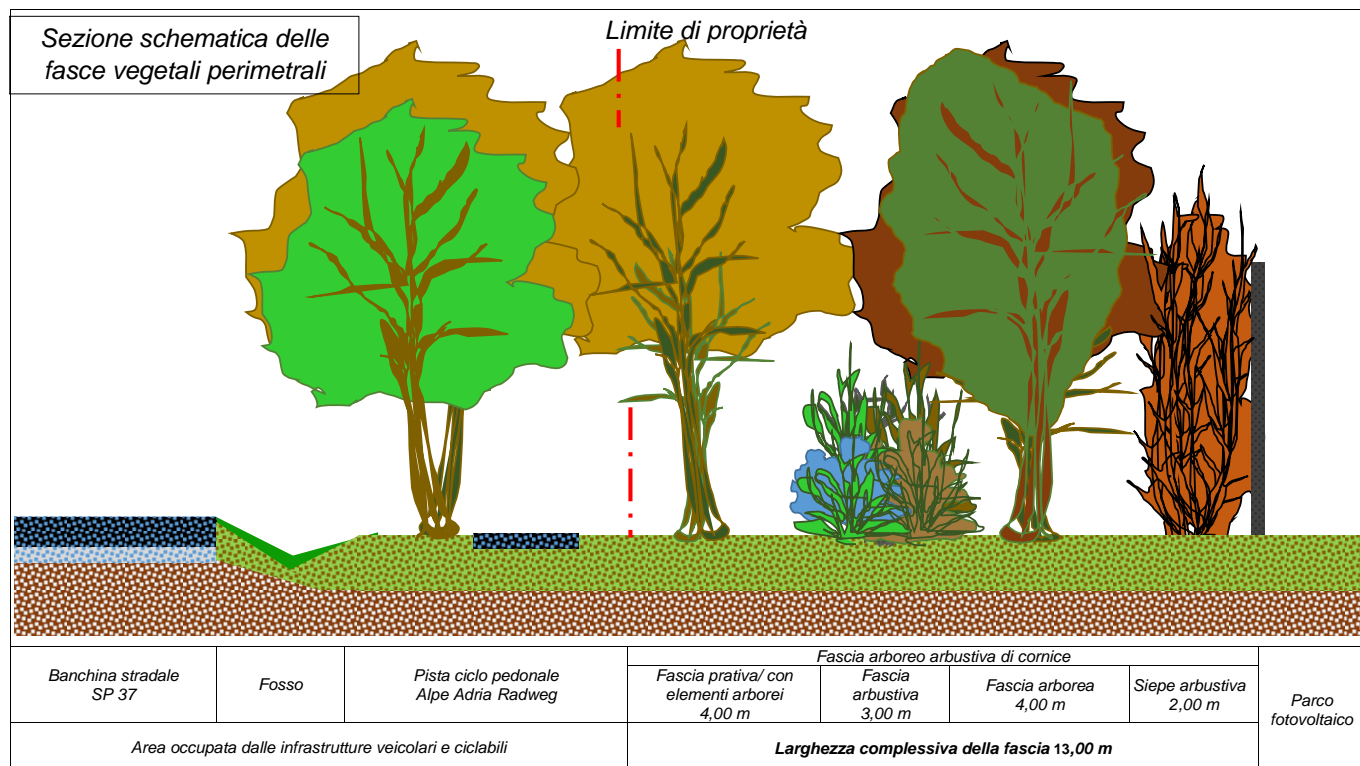
#### **DENSITÀ OTTICA DELL'ARIA**

Le stesse molecole componenti l'aria, al pari degli oggetti, danno luogo a fenomeni di assorbimento, riflessione e scomposizione delle radiazioni luminose su di esse incidenti, pertanto la minoritaria percentuale di luce solare che viene riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico grazie alla densità ottica dell'aria è comunque destinata nel corto raggio ad essere ri-direzionata, scomposta, ma soprattutto convertita in energia termica.



## 2. POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ STRADALE E AI RECETTORI RESIDENZIALI

I tre impianti fotovoltaici sono collocati in un contesto di pianura dove non sono presenti, nel raggio di molti km, strade in elevazione rispetto ai campi. Sull'intero perimetro degli impianti è prevista la fascia di mitigazione con alberature in grado di prevenire apprezzabili fenomeni di abbagliamento.



I tracker sono orientati nord sud, con pannelli che si affacciano dunque al mattino verso est e nel pomeriggio verso ovest. Il lembo superiore dei pannelli è, al massimo, a 4,125 m di altezza.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp**  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
**RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

Pag 7 di 15



L'impianto fotovoltaico è costituito dunque da inseguitori solari disposti lungo l'asse Nord – Sud tali per cui i moduli fotovoltaici inseguono il sole da Est a Ovest.

Quindi le pur minime riflessioni di luce solare che potrebbero causare abbagliamento sono dirette verso Est o verso Ovest (dall'alba al tramonto).

Si può affermare che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito dell'abitato e della viabilità prossimali è da ritenersi improbabile soprattutto per l'assenza di queste ad Est o Ovest dell'impianto.





**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp**  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
**RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

Pag 8 di 15

**PRADAMANO**



La viabilità stradale nei pressi dell'impianto è rappresentata da due strade che si incrociano ad ovest dell'impianto. L'orografia dell'area vede una pendenza leggermente degradante da Ovest verso Est. Il piano stradale di queste due arterie risulta essere inferiore al campo fotovoltaico di alcuni metri.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp**  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
**RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

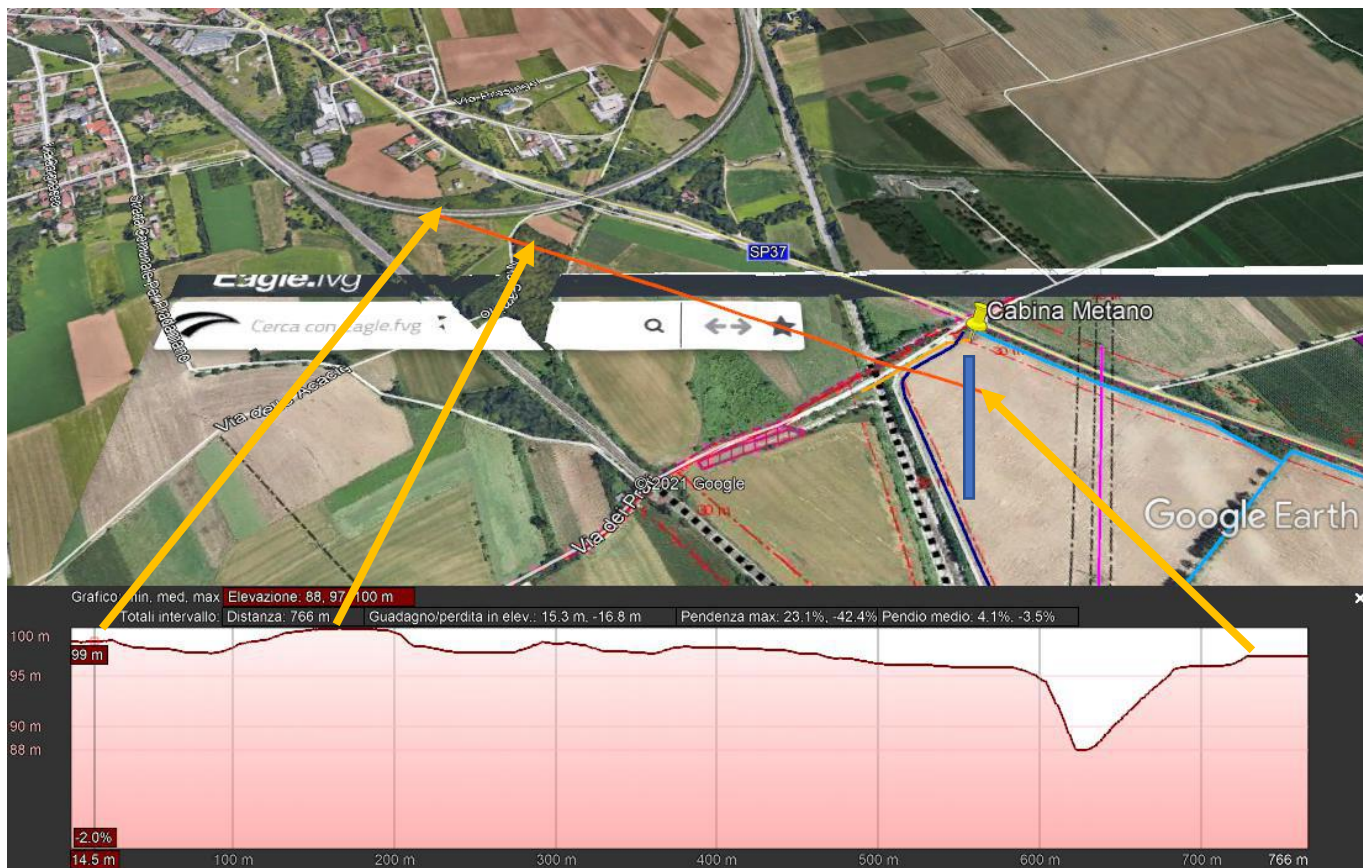


L'unica posizione che teoricamente può essere coinvolta da abbagliamento nel pomeriggio è evidenziata nell'immagine seguente. Tuttavia le quote della strada e del campo si equivalgono ed è presente in traiettoria un'area boscata avente una elevazione superiore.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp**  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
**RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

Pag 10 di  
15



I complessi residenziali più prossimi all'impianto si trovano a Nord Ovest a circa 670 m e non appaiono coinvolti dalla vista diretta sull'impianto.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

Pag 11 di  
15

**TRIVIGNANO SUD**



In questa situazione il tracciato est ovest sud è la ferrovia, mentre l'unica strada di rilievo è la provinciale a est, che si trova in quota sostanzialmente complanare. Per questa ragione la mitigazione perimetrale impedisce il fenomeno dell'abbagliamento, oltre al fatto che i moduli sono inclinati verso l'alto.

Le abitazioni più vicine risultano essere a oltre 400 m.

**TRIVIGNANO NORD**



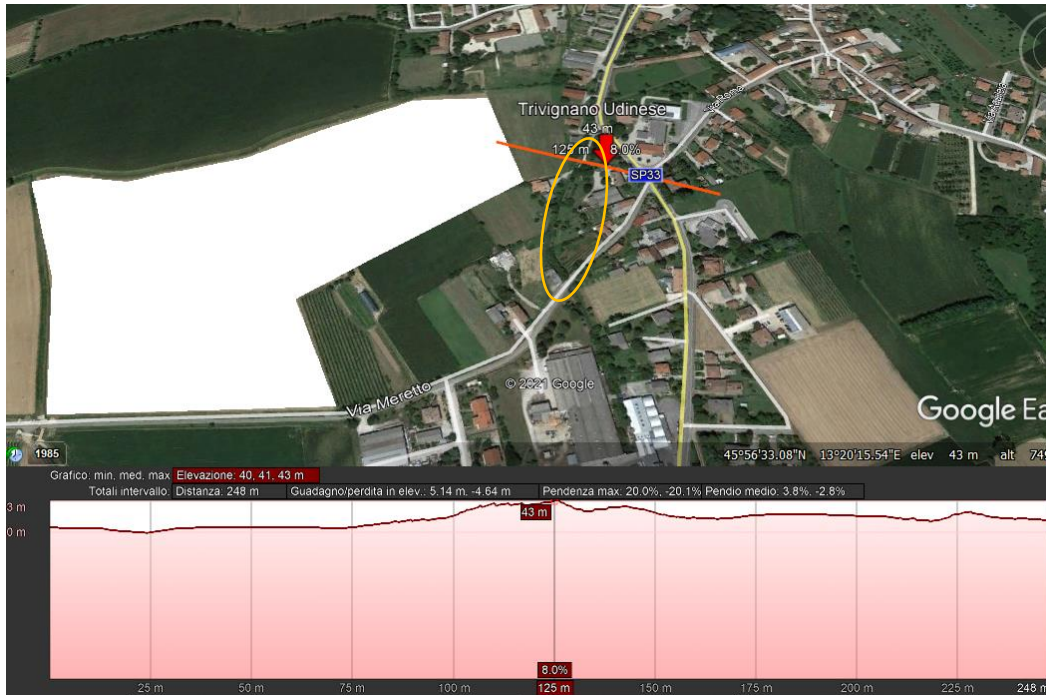
L'area non è interessata da una viabilità in posizione sfavorevole, infatti la SP 33 risulta essere coperta dalla vegetazione



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp**  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
**RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

Pag 12 di  
15

esistente, mentre gli interventi di mitigazione proteggeranno il centro abitato di Trivignano, in questo caso molto vicino all'impianto. Tuttavia, un rilievo alberato funge da protezione alla vista di buona parte del centro.





### **3. VERIFICA POTENZIALI OSTACOLI (OO.VV.) E PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA**

La valutazione di compatibilità ostacoli comprende la verifica delle potenziali interferenze dei nuovi impianti e manufatti con le superfici, come definite dal Regolamento ENAC per la Costruzione ed Esercizio Aeroporti (superfici limitazione ostacoli, superfici a protezione degli indicatori ottici della pendenza dell'avvicinamento, superfici a protezione dei sentieri luminosi per l'avvicinamento) e, in accordo a quanto previsto al punto 1.4 Cap. 4 del citato Regolamento, con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (BRA - *Building Restricted Areas*) e con le minime operative delle procedure strumentali di volo (DOC ICAO 8168).

Sono stati quindi definiti i criteri, di seguito enunciati, con i quali selezionare i nuovi impianti/manufatti da assoggettare alla preventiva autorizzazione dell'ENAC ai fini della salvaguardia delle operazioni aeree e civili.

Sono da sottoporre a valutazione di compatibilità per il rilascio dell'autorizzazione dell'ENAC, i nuovi impianti/manufatti e le strutture che per un impianto fotovoltaico risultano di seguito.

Per le strutture in argomento, che possono dare luogo a fenomeni di riflessione e/o abbagliamento per i piloti, è richiesta l'istruttoria e l'autorizzazione dell'ENAC quando:

**(a) sussista una delle condizioni descritte nei precedenti paragrafi che renda necessaria la preventiva istruttoria autorizzativa; oppure:**

**(b) risultino ubicati a una distanza inferiore a 6 Km dall'ARP (Airport Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) dal più vicino aeroporto e, nel caso specifico di impianti fotovoltaici, abbiano una superficie uguale o superiore a 500mq, ovvero, per iniziative edilizie che comportino più edifici su singoli lotti, quando la somma delle singole installazioni sia uguale o superiore a 500 mq ed il rapporto tra la superficie coperta dalle pannellature ed il lotto di terreno interessato dalla edificazione non sia inferiore ad un terzo.**

La documentazione trasmessa deve contenere anche un apposito studio che certifichi l'assenza di fenomeni di abbagliamento ai piloti.

Sono esclusi dall'iter valutativo gli impianti fotovoltaici/solari termici, con previsione di installazione sul tetto di abitazioni/costruzioni che, a prescindere dalla distanza dall'aeroporto, hanno una superficie non superiore a 500 mq e non modificano l'altezza massima del fabbricato.

#### **IMPIANTI E MANUFATTI SOGGETTI A RILASCIO DI PARERE/N.O. DA PARTE DELL'AMM.NE DIFESA**

L'art. 710 del Codice della Navigazione attribuisce all'Aeronautica Militare la competenza, tra le altre, per il rilascio dell'autorizzazione per la costruzione di nuovi impianti, manufatti e strutture in genere che si trovano in prossimità di aeroporti militari. Sia per il caso citato, che per l'attività relativa al volo a bassa quota dei velivoli militari, le informazioni in merito alle procedure di inoltro delle istanze per il rilascio dei pareri/autorizzazioni da parte dell'Aeronautica Militare ed all'eventuale coinvolgimento di altri enti militari, devono essere richieste al Comando 1° Regione Aerea (Milano) ed al Comando Scuole 3° Regione Aerea dell'Aeronautica Militare (Bari).

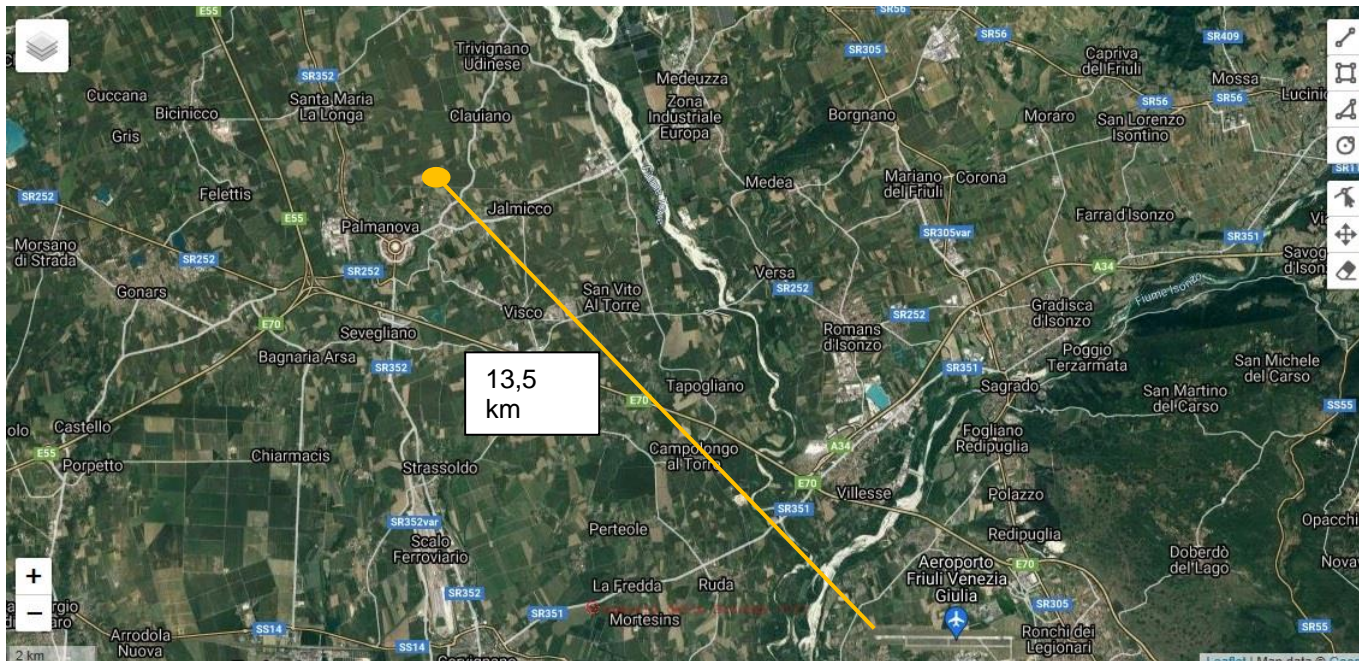
Il sito di Trivignano Sud si trova a circa 13,5 km a Nord – Ovest dall'Aeroporto del Friuli.

In figura sotto l'ubicazione dell'impianto rispetto all'aeroporto.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO  
DA 33,67+14,18+34,68 MWp**  
Comuni di Palmanova, Pradamano e Trivignano Udinese  
**RELAZIONE ABBAGLIAMENTO**

Pag 14 di  
15



#### Modalità d'inoltro delle istanze di valutazione

Nel caso ciò risulti necessario, il soggetto interessato, prima della realizzazione dell'opera, dovrà inoltrare istanza di valutazione all'ENAC, all'ENAV (seguendo le indicazioni riportate nella Procedura) e all'Aeronautica Militare.

Le richieste di valutazione non dovranno essere indirizzate all'ENAV quando:

- sono interessati aeroporti non di competenza ENAV oppure avio/ elisuperfici (Cap. 2 paragrafo c.);
- non sussistano i criteri di assoggettabilità all'iter valutativo (Cap. 2 paragrafi a.-b.-d.-e.) per i nuovi impianti fotovoltaici (Cap. 2 f. (2)), i nuovi impianti per la produzione di energia da biomasse (Cap. 2 f. (3)) e le opere speciali- pericoli per la navigazione aerea (Cap. 2 f. (4)).

Vista la distanza dall'aeroporto, si ritiene che sussista l'assenza di qualsiasi interferenza.