

Impianto fotovoltaico 'Cellere'

Regione Lazio, Provincia di Viterbo, Comune di Cellere e Comune di Tessennano

Titolo elaborato

STUDIO FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO E CIRCOLAZIONE AEREA

Proponente



IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.p.A.

Piazzale dell'Industria 40/46, Roma

Studio di impatto ambientale e coordinamento prestazioni specialistiche



ENVIarea snc stp

Viale XX Settembre 266bis, Carrara (MS)

Progettazione specialistica

ENVIarea snc stp

Dott. Ing. Cristina Rabozzi - Ord. Ing. Prov. SP, n. 1324 sez. A
Dott. Agr. Elena Lanzi - Ord. Agr. e For. Prov. PI-LU-MS, n. 688
Dott. Agr. Andrea Vatteroni - Ord. Agr. e For. Prov. PI-LU-MS, n. 580

Scala	Formato	Codice elaborato
-	A4	CLR-VIA-REL-07-00

Revisione	Data	Descrizione
00	12/2021	Emissione per VIA art. 23
01	-	-
02	-	-

Sommarario

1	PREMESSA	2
2	INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO	3
2.1	Soggetto proponente e disponibilità delle aree.....	3
2.2	Inquadramento generale del progetto.....	3
2.3	Inquadramento territoriale	3
2.4	Inquadramento catastale	4
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	6
3.1	Inquadramento generale del progetto.....	6
3.2	Layout impianto fotovoltaico	7
3.3	Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico.....	9
4	ABBAGLIAMENTO VISIVO E CIRCOLAZIONE AEREA.....	12
4.1	Abbagliamento visivo.....	12
4.1.1	<i>Analisi del fenomeno di abbagliamento.....</i>	<i>12</i>
4.1.2	<i>Riflessione dei moduli fotovoltaici</i>	<i>13</i>
4.1.3	<i>Densità ottica dell'aria.....</i>	<i>15</i>
4.2	Posizionamento dell'impianto in relazione alla viabilità stradale e ai recettori residenziali	15
4.3	Layout di impianto in relazione alla riflessione della luce	16
4.4	Verifica dei fenomeni di abbagliamento	18
4.5	Verifica potenziali ostacoli (OO.VV.) e pericoli per la navigazione aerea	18
4.5.1	<i>Criteri di esclusione dall'iter valutativo</i>	<i>18</i>
4.5.2	<i>Impianti fotovoltaico-edifici/strutture con caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti</i>	<i>20</i>
4.5.3	<i>Impianti e manufatti soggetti a rilascio di parere/N.O. da parte dell'Amm.ne Difesa</i>	<i>21</i>
4.5.4	<i>Modalità d'inoltrò delle istanze di valutazione.....</i>	<i>22</i>

* § *

Nota

Dove non espressamente indicato, i dati e le fonti utilizzate nel presente documento fanno riferimento a dati di pubblico dominio (conformemente alla Dir. 2006/116/EC) o, in alternativa, a materiale rilasciato sotto licenza Creative Commons (vedi www.creativecommons.it per informazioni e per la licenza) nelle versioni CC BY, CC BY-SA, CC BY-ND, CC BY-NC, CC BY-NC-SA e CC BY-NC-ND. In questo secondo caso, come previsto dai termini generali della licenza Creative Commons, viene menzionata la paternità dell'opera e, laddove consentito ed eventualmente eseguite, vengono indicate le modifiche effettuate sul dato originario.

* § *

1 PREMESSA

All'interno dello Studio di Impatto Ambientale per l'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (ex art. 23 D.lgs. 152/2006 e smi) inerente il progetto "Impianto di produzione di energia da fonte fotovoltaica, Potenza Nominale 31.674,24 kWp, denominato 'Cellere', nel comune di Cellere (VT)", il presente documento approfondisce i fenomeni di abbagliamento eventualmente prodotti dai pannelli e le ricadute che questi possono generare sui ricettori presenti nell'intorno territoriale e sulla circolazione aerea.

2 INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO

2.1 Soggetto proponente e disponibilità delle aree

La proponente del progetto è Iberdrola Renovables Italia S.p.A., con sede in Piazzale dell'Industria 40, 00144 Roma (RM).

È stato sottoscritto un contratto preliminare per la costituzione di diritto di superficie e di servitù tra i soggetti proprietari del terreno interessato dall'impianto e la società proponente.

2.2 Inquadramento generale del progetto

Il progetto oggetto di valutazione riguarda la realizzazione di:

- Un impianto fotovoltaico denominato "Cellere", da realizzarsi nel territorio del comune di Cellere (VT)
- Un tratto di cavidotto interrato in MT, di collegamento fra le varie aree dell'impianto fotovoltaico e da realizzarsi nel territorio del comune di Cellere (VT)
- Un tratto di cavidotto interrato in MT (di lunghezza circa 8km), di collegamento fra l'impianto e la RTN e da realizzarsi nel territorio del comune di Cellere e di Tessennano (VT)
- Una SSEU Iberdrola, da realizzarsi nel territorio del comune di Tessennano (VT)
- Una nuova stazione RTN 150kV sulla futura tratta 'Canino-Tuscania', soggetta ad altro procedimento, da realizzarsi nel territorio del comune di Tessennano (VT)

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare prevede di installare 58.656 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 540 Wp ciascuno, su strutture fisse in acciaio zincato a caldo mediante infissione nel terreno.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete.

L'impianto è caratterizzato da una potenza nominale pari a 31.674,24 kWp (@STC). La potenza nominale AC degli inverter dell'impianto è pari a 26.970 kVA e la potenza in prelievo richiesta dell'impianto è pari a 200 kW.

2.3 Inquadramento territoriale

Il progetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia da fonte rinnovabile nel comune di Cellere, in provincia di Viterbo, in un'area morfologicamente ondulata posta ad est della SR 312 Castrense.

L'area di impianto si estende per circa 49 ettari ed ha geometria fortemente irregolare, per assecondare la morfologia del terreno ed i vincoli sovraordinati (vedi Tabella 1).

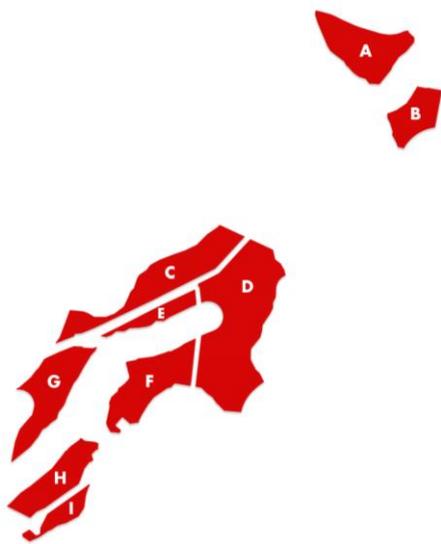
I centri abitati più prossimi sono Piansano e Tessennano, posti relativamente 1.2km ad est e 1.8km a sud dell'area di impianto.

L'area vasta, ad una quota variabile tra i 350 e i 440 m s.l.m., è prevalentemente agricola. Sono poi presenti numerosi impianti per la produzione di energia da FER (eolici e fotovoltaici) distribuiti nel territorio.

Il cavidotto che dall'area di impianto si collega alla RTN, scende verso sud per un'estensione di circa 8km ed interessa sia il comune di Cellere che di Tessennano. Le aree che attraversa sono pressoché agricole e, in due tratti di circa 350m e 300m, aree boscate. Il cavidotto si estende su strade esistenti, asfaltate e non, e solo per un tratto di circa 800m attraversa un'area agricola (non interessando in questo caso alcuna viabilità).

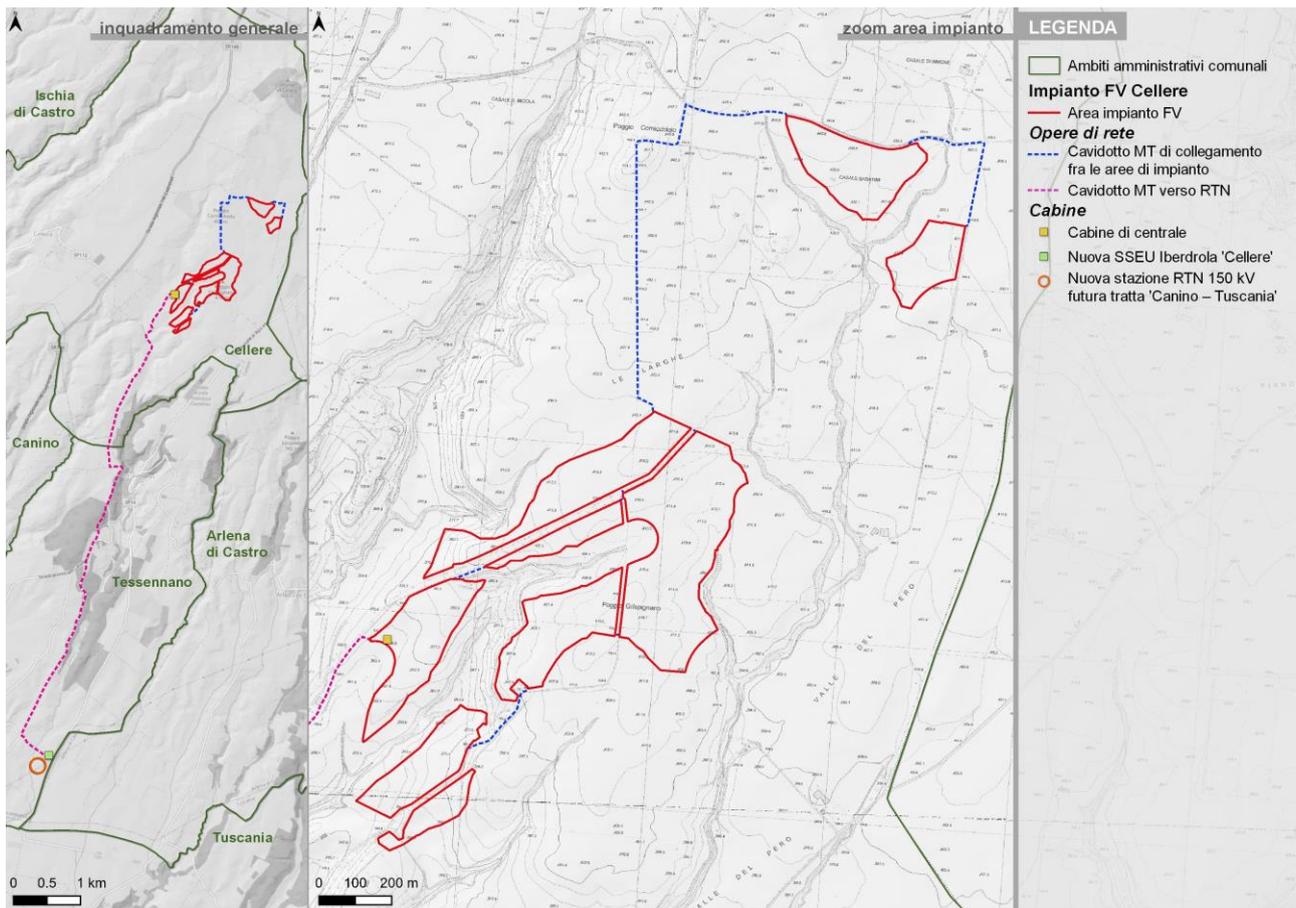
Infine, la SSEU Iberdrola e nuova stazione RTN 150kV sulla futura tratta 'Canino-Tuscania', soggetta ad altro procedimento, ricadono nel comune di Tessennano in aree agricole, lungo una strada rurale e non asfaltata.

Tabella 1. Distribuzione delle geometrie dell'area di impianto.



A	5,6 ha	L 400m circa	H 210m circa
B	3 ha	L 200m circa	H 240m circa
C	7,2 ha	L 830m circa	H 140m circa
D	13,6 ha	L 350m circa	H 670m circa
E	1,8 ha	L 410m circa	H 66m circa
F	5,8 ha	L 400m circa	H 170m circa
G	5,6 ha	L 350m circa	H 240m circa
H	4,1 ha	L 400m circa	H 120m circa
I	1,7 ha	L 320m circa	H 78m circa

Figura 1. Carta di inquadramento territoriale.



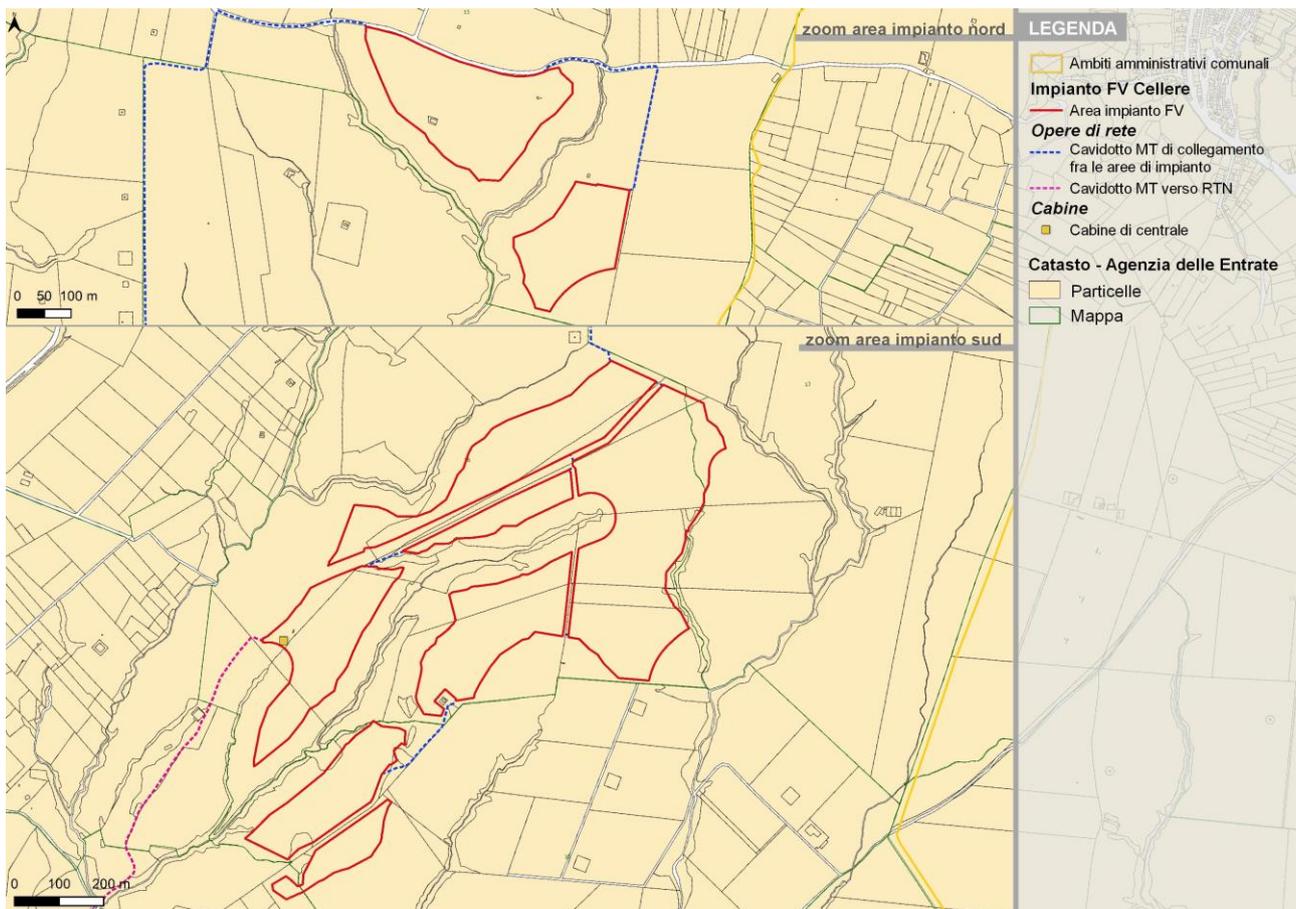
2.4 Inquadramento catastale

Consultando il Catasto dell'Agenzia delle Entrate, si osserva che l'area di impianto ricade nel:

- Foglio 11, particelle 80 e 201
- Foglio 16, particelle 18, 20, 21, 25, 34, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 90, 91, 92 e 93
- Foglio 17, particella 16
- Foglio 34, particella 11
- Foglio 35, particelle 12, 13, 15, 17, 18 e 57

Si veda la figura seguente per maggiori dettagli.

Figura 2. Carta di inquadramento catastale.



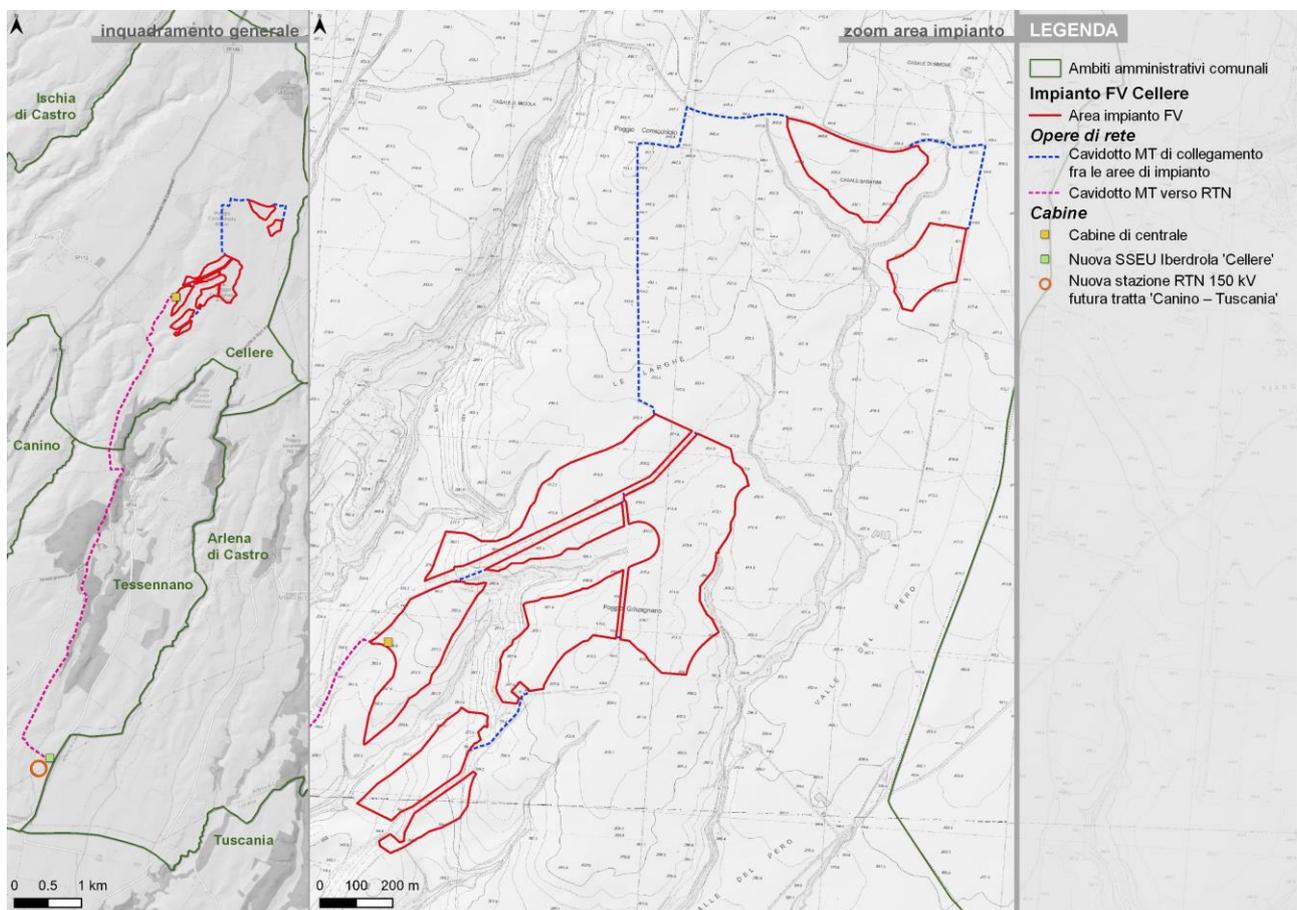
3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.1 Inquadramento generale del progetto

In generale, il progetto proposto è caratterizzato dalle seguenti opere (Figura 3):

- impianto fotovoltaico denominato "Cellere", da realizzarsi nel territorio del comune di Cellere (VT);
- cavidotto interrato in MT, che inizia dalla cabina di centrale e termina in corrispondenza della sottostazione elettrica utente (SSEU) Iberdrola "Cellere", previsto su strada comunale;
- sottostazione elettrica utente di trasformazione (SSEU) Iberdrola denominata "Cellere", che riceve l'energia elettrica proveniente dall'impianto fotovoltaico ad una tensione pari a 30 kV e mediante un trasformatore elevatore AT/MT eleva la tensione al livello della RTN pari a 150 kV

Figura 3. Localizzazione del progetto.



Nella presente sezione si riporta una descrizione sintetica del progetto con particolare riferimento al solo impianto fotovoltaico suscettibile di generare fenomeni di abbagliamento e conseguenti impatti sui ricettori presenti nell'intorno territoriale e sulla circolazione aerea. Per la descrizione delle altre opere connesse si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

3.2 Layout impianto fotovoltaico

Il progetto per il quale si richiede la connessione in rete è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 58.656 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 540 Wp ciascuno, su strutture fisse in acciaio zincato a caldo mediante infissione nel terreno.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 9 sottocampi fotovoltaici suddivisi come di seguito indicato:

- n° 1 sottocampo, costituito da 342 stringhe e 8.892 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 4.801,68 kWp;
- n° 1 sottocampo, costituito da 165 stringhe e 4.290 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 2.316,60 kWp;
- n° 2 sottocampi, costituiti da 321 stringhe e 8.346 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 4.506,84 kWp;
- n° 2 sottocampi, costituiti da 318 stringhe e 8.268 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 4.464,72 kWp;
- n° 1 sottocampo, costituito da 249 stringhe e 6.474 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 3.495,96 kWp;
- n° 1 sottocampo, costituito da 138 stringhe e 3.588 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 1.937,52 kWp;
- n° 1 sottocampo, costituito da 84 stringhe e 2.184 moduli fotovoltaici, con una potenza nominale pari a 1.179,36 kWp.

Ogni sottocampo fotovoltaico sarà dotato di una cabina di sottocampo all'interno della quale verranno installati da 1, 2 o 3 inverter per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA e n°1 trasformatore BT/MT 0,57/30 kV. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà quindi pari a 30 kV. Le linee elettriche MT, in uscita dalle cabine di sottocampo, verranno poi collegate ad una cabina di centrale, mediante due collegamenti a semplice anello e conformemente allo schema elettrico unifilare. I cavidotti interrati a 30 kV interni all'impianto fotovoltaico avranno un percorso interamente su strade private, mentre i cavidotti che collegheranno la cabina di centrale alla cabina di stazione (situata all'interno della SSEU) avranno un percorso su strade private e parzialmente su strade pubbliche. I cavidotti interrati saranno costituiti da terne di conduttori ad elica visibile.

I 9 sottocampi saranno raggruppati in due sezioni afferenti alla cabina di raccolta denominata cabina di centrale.

All'interno della cabina di centrale vi saranno i dispositivi d'interfaccia, protezione e misura. La cabina di centrale sarà poi collegata alla cabina di stazione, (situata all'interno della SSEU), mediante due cavidotti interrati a doppia terna di conduttori ad elica visibile.

La cabina di stazione, ubicata all'interno della nuova sottostazione elettrica di trasformazione utente (SSEU), riceve l'energia elettrica proveniente dall'impianto fotovoltaico ad una tensione pari a 30 kV e mediante un trasformatore elevatore AT/MT eleva la tensione al livello della RTN pari a 150 kV, per poi essere ceduta alla rete RTN. La connessione alla RTN è prevista mediante cavidotto interrato a 150 kV, previa condivisione dello stallo con altri produttori, in una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alla linea a 150 kV RTN "Canino-Arlena" di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Figura 4. Layout impianto fotovoltaico (parte nord).

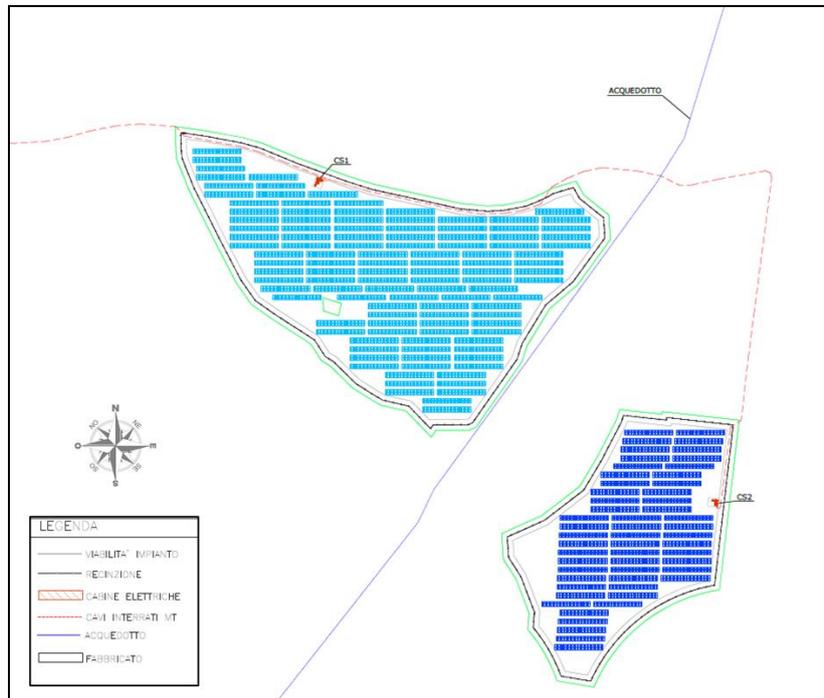
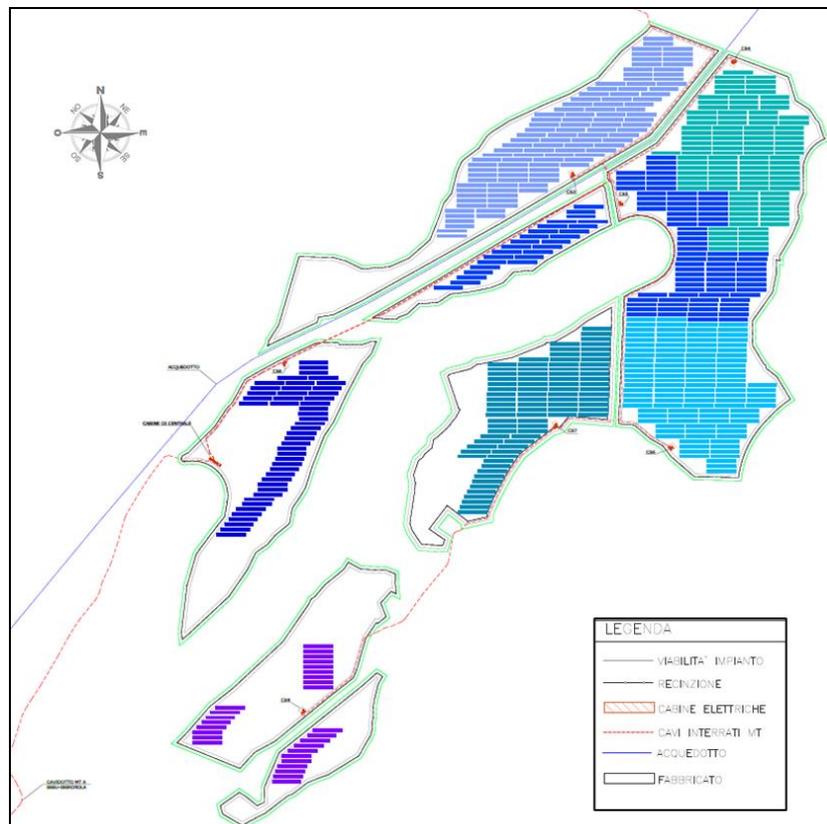


Figura 5. Layout impianto fotovoltaico (parte sud).

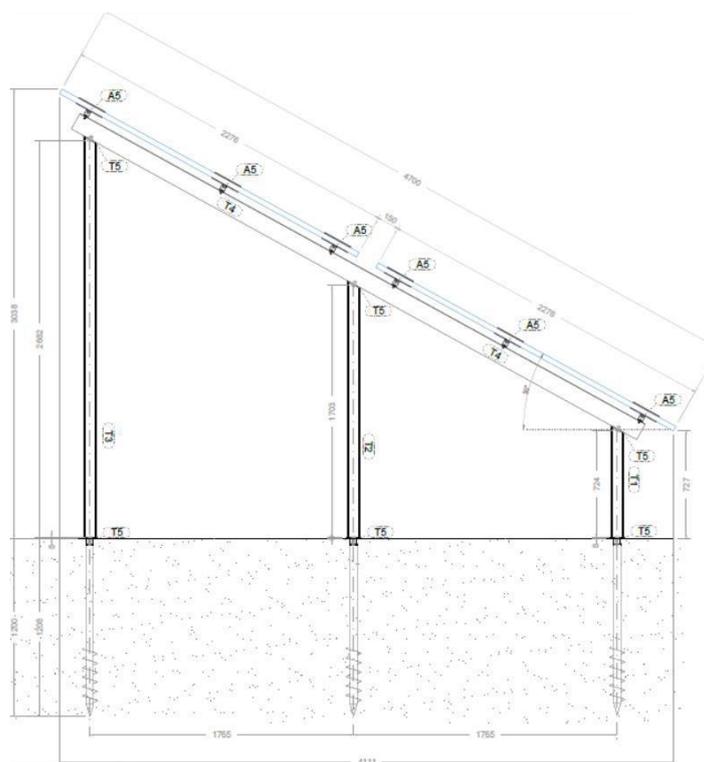


3.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale pari a 25.824,24 kWp, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni standard (STC: Standard Test Condition), le quali prevedono un irraggiamento pari a 1000 W/m² con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Per il generatore fotovoltaico sono state previste delle strutture fisse con tilt pari a 30°.

Figura 6. Sezione trasversale della struttura fissa



Il generatore fotovoltaico è costituito da:

- 58.656 moduli da 540 Wp/cad;
- 2.256 stringhe;
- 26 moduli per stringa;
- potenza pari a 31.674,24 kWp.

Il generatore fotovoltaico è suddiviso in 9 sottocampi di differenti tipologie. In particolare sarà costituito da:

Sottocampo #1:

- 114 strutture
- 342 stringhe
- 8.892 moduli
- 4.801,68 kWp
- 3 inverter da 1.400 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 4.200 kVA

Sottocampo #2:

- 55 strutture
- 165 stringhe
- 4.290 moduli
- 2.316,60 kWp
- 1 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 1.800 kVA

Sottocampo #3:

- 107 strutture
- 321 stringhe
- 8.346 moduli
- 4.506,84 kWp
- 2 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 3.600 kVA

Sottocampo #4:

- 106 strutture
- 318 stringhe
- 8.268 moduli
- 4.464,72 kWp
- 2 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 3.600 kVA

Sottocampo #5:

- 106 strutture
- 318 stringhe
- 8.268 moduli
- 4.464,72 kWp
- 2 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 3.600 kVA

Sottocampo #6:

- 107 strutture
- 321 stringhe
- 8.346 moduli
- 4.506,84 kWp
- 2 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 3.600 kVA

Sottocampo #7:

- 83 strutture
- 249 stringhe
- 6.474 moduli
- 3.495,96 kWp
- 2 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 3.600 kVA

Sottocampo #8:

- 46 strutture
- 138 stringhe
- 3.588 moduli
- 1.937,52 kWp
- 1 inverter da 1.793 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 1.800 kVA

Sottocampo #9:

- 28 strutture
- 84 stringhe
- 2.184 moduli
- 1.179,36 kWp
- 1 inverter da 1.170 kVA
- 1 trasformatore BT/MT da 1.200 kVA

I sottocampi saranno collegati tra loro con due reti a 30 kV in configurazione a semplice anello. I due anelli MT saranno realizzati tramite cavidotto interrato con conduttori ad elica visibile. La rete interna terminerà in una cabina di media tensione, denominata Cabina di Centrale, in cui saranno installate le protezioni e da cui partiranno due cavidotti MT a 30 kV a doppia terna di conduttori, anch'essi ad elica visibile, per raggiungere la SSEU e quindi il punto di consegna dell'energia alla RTN di Terna.

Considerando una variazione della tensione a circuito aperto di ogni cella in dipendenza della temperatura pari a $-0,28 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$ e i limiti di temperatura estremi pari a -10°C (dati di progetto) e $+46^{\circ}\text{C}$, V_m e V_{oc} assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a STC (25°C).

In tutti i casi le condizioni di verifica risultano rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici e il tipo di inverter adottato.

4 ABBAGLIAMENTO VISIVO E CIRCOLAZIONE AEREA

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

4.1 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:

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

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

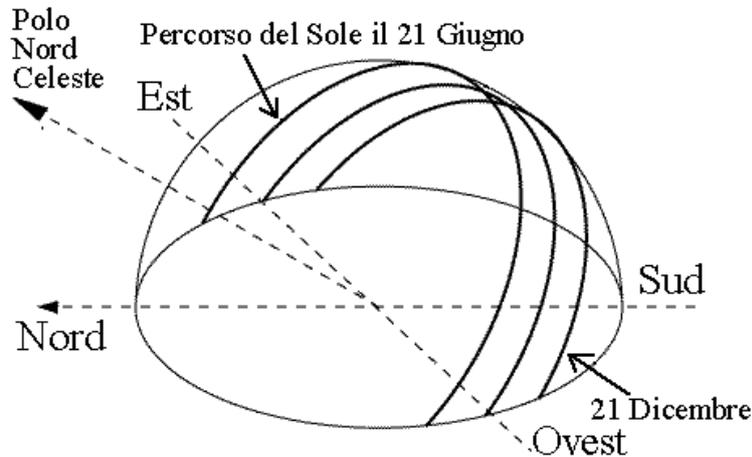
L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

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.

4.1.1 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 7. 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 (pari a 3,04 m) e del relativo angolo di inclinazione che in questo caso è pari a 30° 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 può creare disturbo ad abitazioni tantomeno ad osservatori posti al suolo e/o transianti nei pressi dell'impianto.

Una tale considerazione è valida tanto più per i moduli fissi in quanto il ri-direzionamento della luce che potrebbe generare maggiori disturbi ai ricettori è legato alle fasi di alba e tramonto quando l'angolo di incidenza della luce solare sui pannelli rispetto al piano orizzontale è minore ma essendo i pannelli fissi posizionati rispetto all'asse N-S con un angolo di azimut pari a 0°, questi non saranno interessati da irraggiamento diretto nelle ore di alba e tramonto, limitando in questo modo eventuali fenomeni di riflessione e quindi di abbagliamento.

4.1.2 Riflessione dei moduli fotovoltaici

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

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, infatti, 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 8. 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;
- 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 9. Testurizzazione sulle celle fotovoltaiche

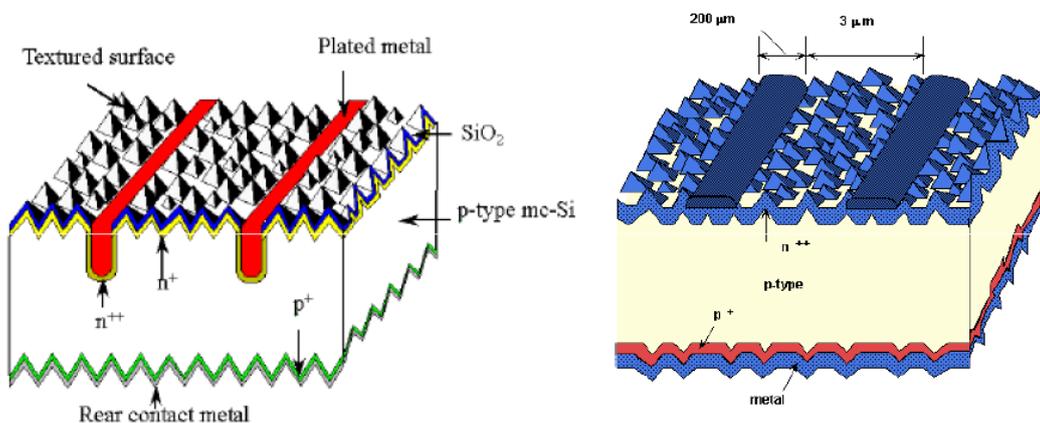
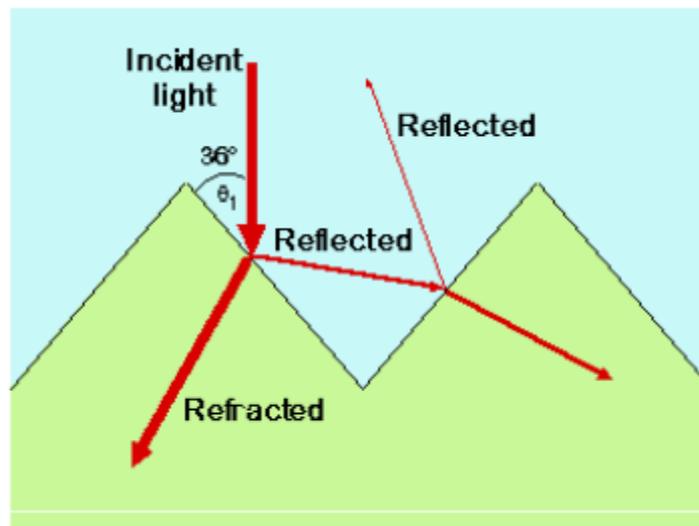


Figura 10. Percorso della luce su celle testurizzate



Poiché 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 incidente dei moduli fotovoltaici è già di per sé ridotta dagli accorgimenti costruttivi dei moduli** stessi rivolti al miglioramento dell'efficienza di riflessione.

4.1.3 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 inoltre destinata nel corto raggio ad essere ri-direzionata, scomposta, ma soprattutto convertita in energia termica.

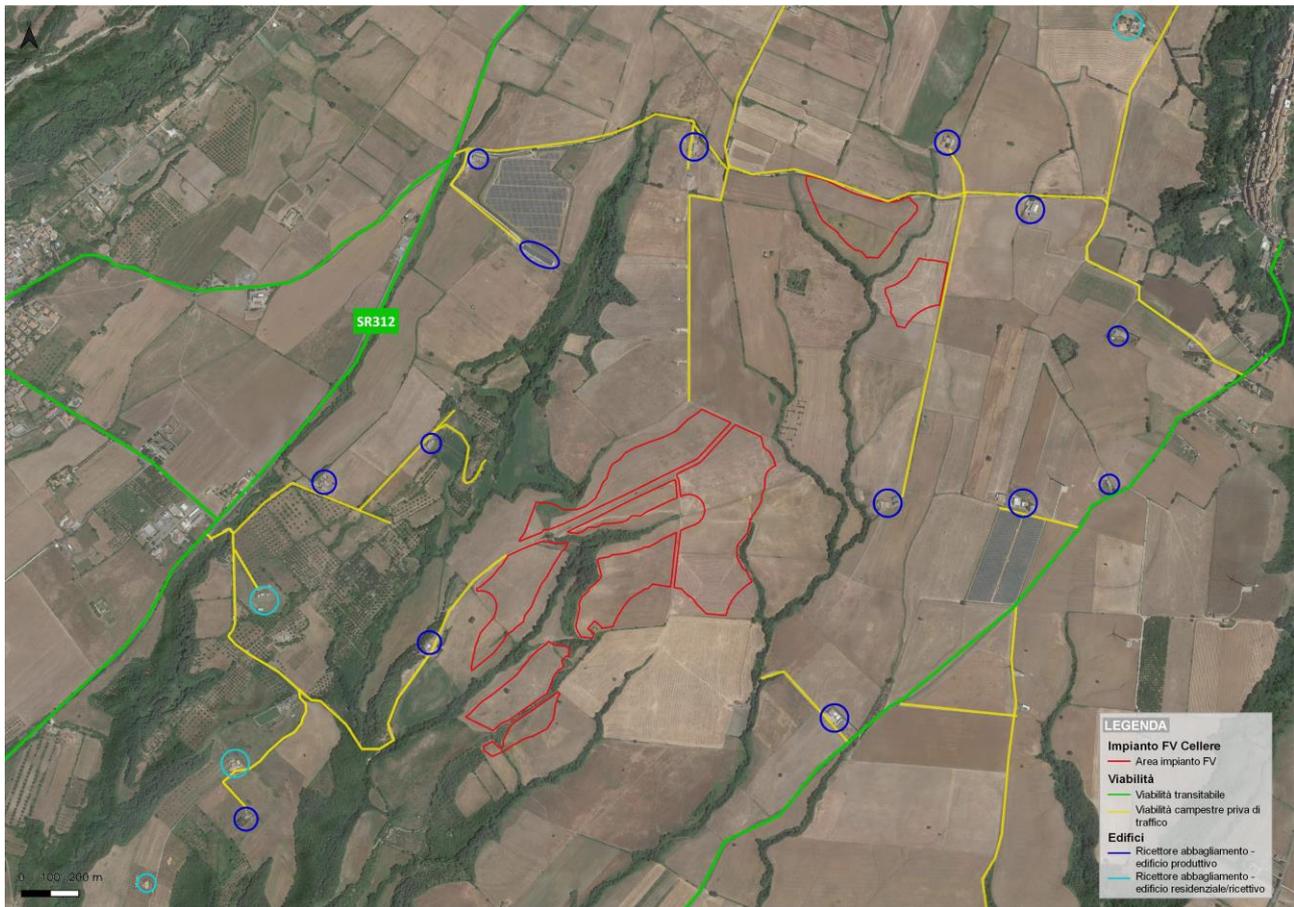
4.2 Posizionamento dell'impianto in relazione alla viabilità stradale e ai recettori residenziali

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato nel Comune di Cellere, in un'area che si sviluppa per circa 49 ettari ad est della SR 312 Castrense dalla quale dista ca. 700 m. L'area d'impianto è accessibile soltanto tramite piccole strade rurali secondarie non asfaltate che si diramano dalla SR 312 utilizzate prevalentemente a scopo agricolo per l'accesso ai campi da coltivare.

La strada regionale Castrense costituisce l'unica viabilità di rilievo, mentre la restante parte della rete viaria locale è caratterizzata esclusivamente da piccole vie comunali o vicinali spesso anche non asfaltate.

I ricettori presenti sono in numero esiguo e in gran parte riconducibili a capannoni, rimesse agricole o depositi oltre a qualche edificio diroccato. In linea generale tutti gli edifici posti in prossimità delle aree di impianto si trovano a distanze comunque superiori a 200 metri.

Figura 11. Viabilità trafficata (in verde), viabilità priva di traffico (in giallo) e ricettori (in blu e azzurro)



4.3 Layout di impianto in relazione alla riflessione della luce

L'impianto fotovoltaico è costituito da moduli bifacciali in silicio monocristallino da 540 Wp ciascuno montati su strutture fisse orientate con angolo azimutale pari a 0°, pertanto non si verifica irraggiamento diretto e conseguenti riflessioni di luce solare nelle ore in cui l'angolo di incidenza sul piano orizzontale è minore, ossia in direzione Est o Ovest (dall'alba al tramonto).

In tal senso i fenomeni di abbagliamento per riflessione che con maggiore probabilità potrebbero generare disturbo ai ricettori di prossimità (ossia quelli che si verificano nelle ore di alba e tramonto a causa della ridotta angolazione dell'incidenza dell'irraggiamento sul piano dell'orizzonte) sostanzialmente non si verificano.

Figura 12. Layout di impianto fotovoltaico (parte nord)

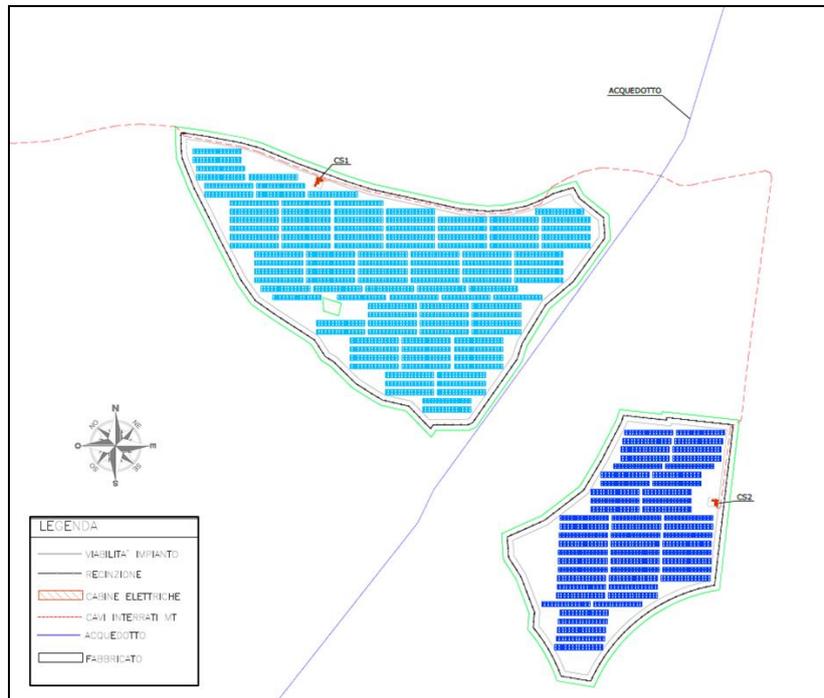
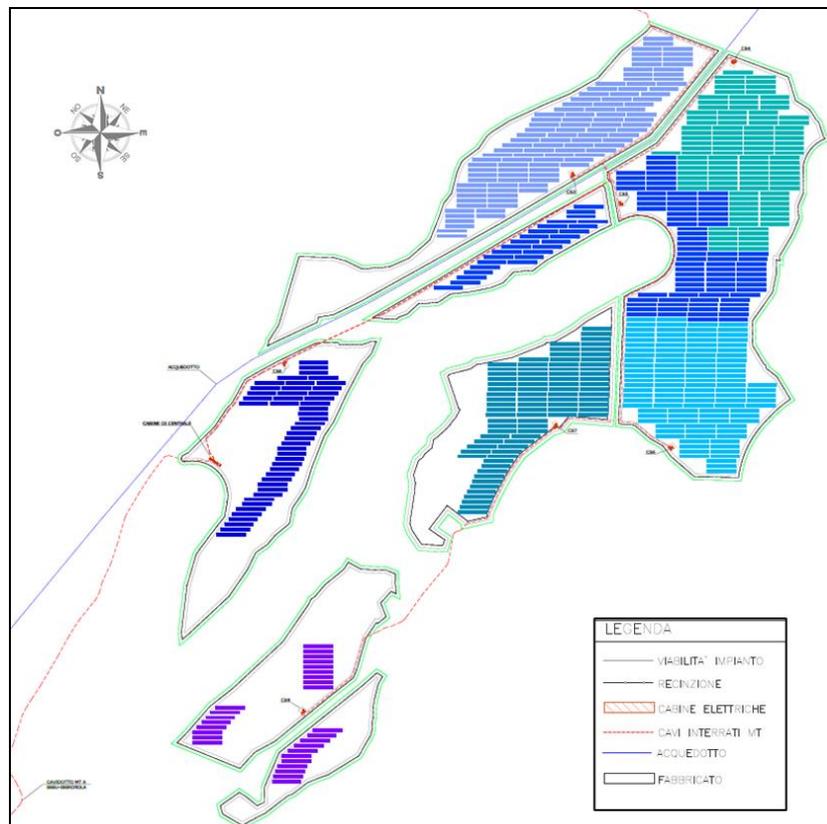


Figura 13. Layout di impianto fotovoltaico (parte sud)



4.4 Verifica dei fenomeni di abbagliamento

Alla luce di quanto esposto, e tenendo in considerazione che:

- per loro costruzione, i moduli fotovoltaici riflettono una minima quantità di luce (inferiore all'1%);
- la tipologia di impianto utilizza strutture portamoduli di tipo fisso orientate con angolo azimutale pari a 0°;
- la densità dell'aria dà luogo ad assorbimento di riflessione;
- non sono presenti importanti strade di circolazione poste ad Est e Ovest dell'impianto ad eccezione della SR 312 distante ca. 700 m dall'impianto (Figura 11);
- le morfologie ondulate dell'area vasta spesso mitigano la percepibilità dell'area d'intervento rispetto al contesto circostante¹;
- non sono presenti recettori residenziali posti a Est o Ovest dell'impianto;

si può affermare che **il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito dei ricettori residenziali e della viabilità prossimali è da ritenersi non plausibile** soprattutto per la ridottissima riflessione dei pannelli e per l'assenza di ricettori ad Est o Ovest dell'impianto.

4.5 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).

Per come previsto dal regolamento, al fine di limitare il numero delle istanze di valutazione ai soli casi di effettivo interesse, sono stati 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 civili.

4.5.1 Criteri di esclusione dall'iter valutativo

Al fine di asseverare l'esclusione dall'iter valutativo si riassumono i campi di applicazione.

In particolare, sono da sottoporre a valutazione di compatibilità per il rilascio dell'autorizzazione dell'ENAC i nuovi impianti/manufatti e le strutture che risultano:

- a) interferire con specifici settori definiti per gli aeroporti civili con procedure strumentali;
- b) prossimi ad aeroporti civili privi di procedure strumentali;
- c) prossimi ad avio ed elisuperfici di pubblico interesse;
- d) di altezza uguale o superiore ai 100 m dal suolo o 45 m sull'acqua;
- e) interferire con le aree di protezione degli apparati COM/NAV/RADAR (BRA – *Building Restricted Areas* - ICAO EUR DOC 015);

¹ Si veda l'analisi dell'intervisibilità dell'area contenuta nello "Studio paesaggistico" allegato.

f) costituire, per la loro particolarità opere speciali - potenziali pericoli per la navigazione aerea (es: aerogeneratori, impianti fotovoltaici o edifici/strutture con caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti, impianti a biomassa, etc.).

Di seguito vengono definiti i criteri selettivi di assoggettabilità all'iter valutativo secondo i quali sottoporre i nuovi impianti/manufatti e le strutture in genere che risultano interessare i seguenti Settori:

- a) *Settore 1*: area rettangolare piana che comprende la pista e si estende longitudinalmente oltre i fine pista e relative zone di arresto (stopway) per una distanza di almeno 60 m o, se presenti, alla fine delle clearways, e simmetricamente rispetto all'asse pista per i 150 m (ampiezza complessiva 300 m).

Necessitano di valutazione e del rilascio dell'autorizzazione dell'ENAC tutti i nuovi elementi che, indipendentemente dalla loro altezza, ricadono all'interno del Settore sopra descritto.

- b) *Settore 2*: piano inclinato, definito per ogni direzione di decollo e atterraggio, che si estende dai bordi del Settore 1 avente le seguenti caratteristiche:

- bordo interno di larghezza ed elevazione pari a quelle del Settore 1 dal quale si origina (ovvero, quota del fine pista o, se presente, del bordo esterno della clearway), limiti laterali, aventi origine dalle estremità dei bordi del Settore 1, con una divergenza uniforme per ciascun lato del 15%;
- pendenza longitudinale valutata lungo il prolungamento dell'asse pista pari a 1.2% (1:83);
- lunghezza di 2.500 m.

Devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture che ricadono nei primi 1350 m del Settore 2, indipendentemente dalla loro altezza, anche se al disotto del piano inclinato 1.2%. Dopo detta distanza dovrà essere sottoposto all'iter valutativo solo ciò che risulta penetrare il piano inclinato 1,2%.

- c) *Settore 3*: piani inclinati che si estendono all'esterno dei Settori 1 e 2 aventi le seguenti caratteristiche:

- (a) bordo interno di larghezza ed elevazione pari a quelle del Settore 1 dal quale si origina (NB.: l'elevazione del bordo interno segue l'andamento altimetrico del profilo dell'asse pista);
- (b) limiti laterali costituiti dai bordi del Settore 2;
- (c) pendenza longitudinale pari a 1.2% (1:83);
- (d) lunghezza di 2.500 m dal bordo del Settore 1.

Devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture che ricadono nei primi 200 m del Settore 3, indipendentemente dalla loro altezza, anche se al disotto del piano inclinato 1.2%. Dopo detta distanza dovrà essere sottoposto all'iter valutativo solo ciò che risulta penetrare il piano inclinato 1,2%.

- d) *Settore 4*: superficie orizzontale posta ad una altezza di 30 m sulla quota della soglia pista più bassa (THR) dell'aeroporto di riferimento, di forma circolare con raggio di 15 km centrato sull'ARP (Aerodrome Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) che si estende all'esterno dei Settori 2 e 3.

Devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture che penetrano la superficie sopra descritta.

- e) *Settore 5*: area circolare con centro nell' ARP (Airport Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) che si estende all'esterno del Settore 4 fino ad una distanza di 45 km.

Nell'ambito di detto settore devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture con altezza dal suolo (AGL) uguale o superiore a:

- (e) 45 m; oppure:
- (f) 60 m se situati entro centri abitati, quando nelle vicinanze (raggio di 200 m) sono già presenti ostacoli inamovibili di altezza uguale o superiore a 60 m.

(NB.: Si definisce *centro abitato* secondo il nuovo Codice della strada (D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285), all'Art. 3 come «insieme di edifici, delimitato lungo le vie di accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada»

- f) *Settore 5 A*: area quotata, definita per specifici aeroporti e contenuta nel Settore 5, delimitata da quattro vertici identificati da coordinate geografiche WGS 84. Nell'ambito di detto settore devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti aventi un'altitudine al top (altezza fuori terra della struttura più la quota sul livello medio del mare del terreno alla base) uguale o superiore a quella del Settore 5 A considerato. Per gli impianti/manufatti situati al disotto di detto Settore valgono i parametri selettivi definiti per il Settore 5.

In merito agli aeroporti privi di procedure strumentali si applica quanto segue:

Per gli aeroporti di competenza ENAV S.p.A.

Nel caso di aeroporti dotati di sola cartografia tipo "A":

- eventuali interessamenti delle superfici in essa riportate daranno origine all'iter valutativo;
- i nuovi impianti/manufatti collocati al di fuori dei limiti laterali delle superfici di cui sopra, entro un raggio di 4500 m dall'ARP (Airport Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia), devono essere sottoposti all'iter valutativo;

Nel caso di aeroporti dotati di cartografia ostacoli ICAO sia di tipo "A" che di tipo "B":

- i nuovi impianti/manufatti non dovranno interferire con le superfici in essa riportate. Eventuali interessamenti daranno origine all'iter valutativo.

Per gli altri aeroporti:

Devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti che, indipendentemente dall'altezza, ricadono all'interno di un'area circolare con centro sull'ARP (Airport Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) e raggio pari a 10.000 m per aeroporti di codice 3, 4.300 m per aeroporti di codice 2 e 3.100 m per aeroporti di codice 1.

Indipendentemente da quanto sopra descritto, i nuovi impianti, manufatti e strutture di altezza (AGL) uguale o superiore a 100 m dal suolo o a 45 m dall'acqua, questi devono essere sottoposti all'iter valutativo quando Qualora il progetto riguardi cavi aerei occorre considerare l'altezza massima (franco verticale massimo) sul terreno e sull'acqua (nel caso di attraversamento di corsi d'acqua) dell'elemento più penalizzante (es.: fune di guardia).

4.5.2 Impianti fotovoltaico-edifici/strutture con caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti

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.

4.5.3 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 Cellere in oggetto si trova a distanze superiori a 6 km da aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici. Di seguito si riporta una tabella di sintesi della distanza dell'area d'impianto dai più vicini.

Tabella 2. Distanza dell'area d'impianto dai più vicini aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici

Località	Tipologia	Distanza da impianto (km)
Grosseto (GR)	Aeroporto	65,8
Viterbo (VT)	Aeroporto	23,3
Orbetello (GR)	Aviosuperficie Costa d'Argento	46,4
Orbetello Scalo (GR)	Elisuperficie	46,90
Tuscania (VT)	Aviosuperficie San Lazzaro	13,00
Tarquini (VT)	Elisuperficie San Giorgio	36,5
Civitavecchia (RM)	Elisuperficie ospedaliera	46,20

4.5.4 Modalità d'inoltramento delle istanze di valutazione

Nonostante l'elevata distanza dell'area d'impianto rispetto agli aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici (anche tenuto conto dell'altezza di massimo 3,04 m dell'impianto fotovoltaico dal suolo), a fini cautelativi si è comunque accertato, tramite tecnico abilitato e tramite le Tools di PRe – Analisi dell'ENAC/ENAV on line se, sulla base dei contenuti del presente documento, vi siano le condizioni per procedere all'inoltramento dell'istanza di valutazione per l'acquisizione dell'autorizzazione dell'ENAC.

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)).

Il risultato della Pre-Analisi effettuata online sul sito dell'ENAV ha evidenziato l'assenza di qualsiasi interferenza, così come riportano le schede generate dal sistema di Pre-analisi e dal Report che è stato restituito a fine procedura e di seguito riportato.

Tabella 3. Report della pre-verifica effettuata online sul sito dell'ENAV

REPORT						
Richiedente						
Nome/Società:	FC RENEWABLE	Cognome/Rag.	S.r.l.s.			
C.F./P.IVA:	14864071007	Comune	Fiumicino			
Provincia	RM	CAP:	00054			
Indirizzo:	Via di Torre Clementina	N° Civico:	48			
Mail:	ceciliafabio@fcrenewable.it	PEC:	fabriziocecilia@pec.it			
Telefono:	0781805667	Cellulare:	3392875804			
Fax :	0781805667					
Tecnico						
Nome:	Alberto	Cognome:	Laudadio			
Matricola:	ASSIREP n. 567	Albo:	Project Manager L. 4/2013			
Ostacolo: Anemometro						
Materiale:	silicio					
<input type="checkbox"/>	Ostacolo posizionato nel Centro Abitato					
<input type="checkbox"/>	Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m					
						
Gruppo Geografico		LAZIO-VT-Cellere-Poggio Cornicchiolo				
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	42° 30' 22" N	11° 48' 17" E	461.0 m	6.0 m	467.0 m	0.0 m
Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)						