



PROGETTO DEFINITIVO

COMUNE DI ORBETELLO (GR)

IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE
ELETTRICA PER VENDITA DI ENERGIA

RELAZIONE SUL POSSIBILE FENOMENO
DELL'ABBAGLIAMENTO

TAVOLA:

F.F1.b1.10

SCALA:

-

NOME FILE:

0707-A69-DEd-F.F1.b1.10_R00-00_ABB

COMMITTENTE:

AIEM GREEN SRL
V.le C. A. d'Europa, 9/G
45100 Rovigo
CF/P.IVA 01627270299

AIEM GREEN S.r.l.
Viale C. Alleati d'Europa 9/G
45100 ROVIGO (RO)
P.IVA 01627270299

PROPRIETARI:

- PIRA PIETRO
C.F.: PRIPTR78P26E2020
- PIRA MATTEO
C.F.: PRIMTT82S18G088P

PROGETTAZIONE:


Progettando

Via Davila, 1
35028 Piove di Sacco (PD)
P.IVA 04048490280
Tel. 0425/1900552
email: info@progettando.tech
Progettista: Dott. Ing. Dario Turolla

Revisione	Data	Note	Redatto	Controllato	Approvato
00	APRILE 2024	Prima emissione	LV	FG	DT

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Questo documento è di proprietà di Progettando s.r.l. e sullo stesso si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta di Progettando s.r.l. Su richiesta dovrà essere prontamente reinviato a Progettando s.r.l.

INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	Abbagliamento visivo	2
2	CONSIDERAZIONE del fenomeno dell'abbagliamento dei moduli fotovoltaici	2
2.1	Riflessione dei moduli fotovoltaici.....	4
3	POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE AI RECETTORI RESIDENZIALI E ALLA VIABILITA' STRADALE.....	6
4	VERIFICA POTENZIALI OSTACOLI E PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA.....	8

1 PREMESSA

Lo scopo della presente relazione è quello di approfondire e verificare eventuali fenomeni di abbagliamento, da ricondursi alla rifrazione della luce solare sui moduli fotovoltaici da installare nell'impianto agrifotovoltaico di progetto, tali da creare un rischio per la circolazione stradale e ferroviaria, per la navigazione aerea e una possibile fonte di disturbo per i recettori residenziali eventualmente presenti nelle vicinanze dell'impianto.

1.1 ABBAGLIAMENTO VISIVO

Il fenomeno dell'abbagliamento è dato dall'incapacità del sistema visivo umano ad adattarsi a livelli di luminanza improvvisi entro il proprio campo visivo.

Esistono due tipi di abbagliamento visivo: disabilitante (*disability glare*) e molesto (*discomfort glare*).

Il primo può essere rappresentato dall'abbagliamento causato dai fari di un'automobile che, provocando una diffusione di luce che si sovrappone all'immagine dell'oggetto osservato sulla retina, crea una forte diminuzione del contrasto e perdita della percezione visiva; il secondo invece può essere rappresentato dal riflesso di luce sulla superficie di un oggetto riflettente (ad esempio una finestra) che non altera la vista ma genera affaticamento e disturbo se il fenomeno si presenta per tempi prolungati.

Dunque come abbagliamento si intende la temporanea compromissione della capacità visiva di un individuo causata da un improvviso cambiamento della luminosità di una sorgente luminosa osservata.

2 CONSIDERAZIONE DEL FENOMENO DELL'ABBAGLIAMENTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Come conseguenza della rotazione del nostro pianeta attorno al proprio asse e del suo contemporaneo moto di rivoluzione attorno al Sole, quest'ultimo sorge ad Est e tramonta ad Ovest (anche se questo comportamento è vero solamente nei giorni degli equinozi).

In questo movimento apparente, il Sole 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, e tanto più in direzione Nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate.

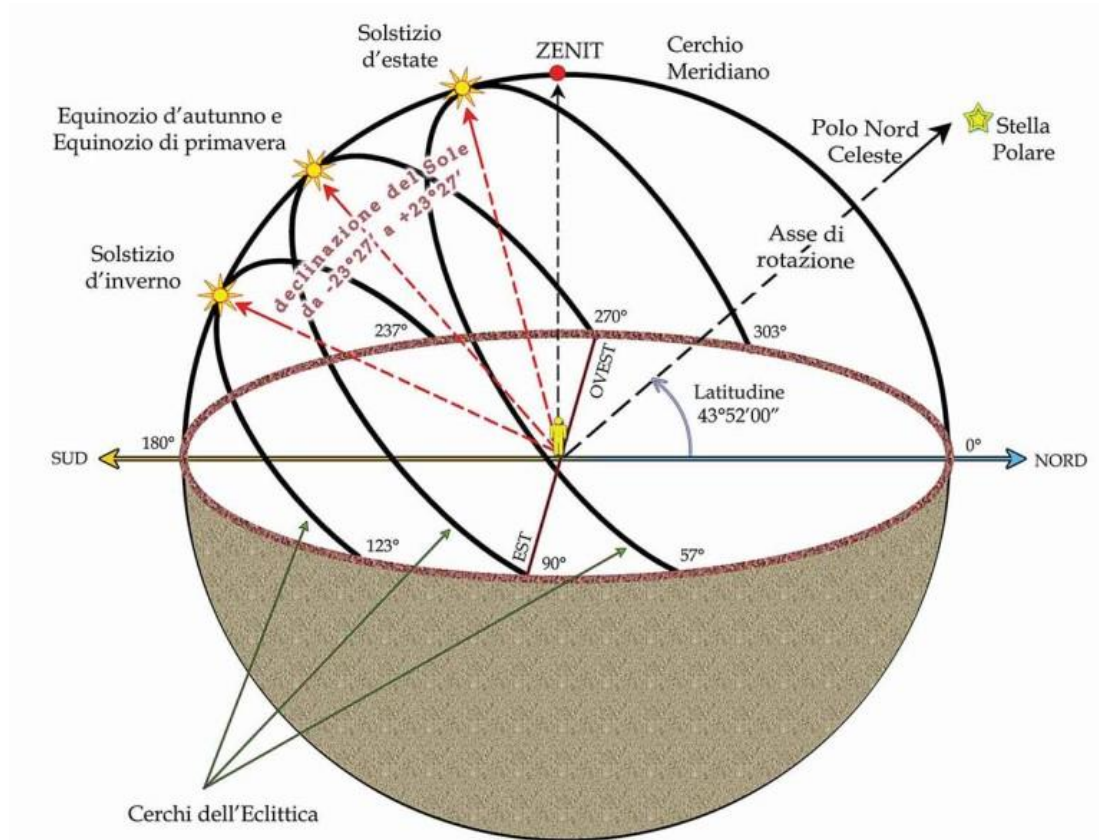


Figura 1 - Movimento apparente del Sole osservato ad una latitudine Nord di circa 45°.

Alle località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord geografico il Sole non è mai sullo Zenit.

Considerando quindi l'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici e del loro angolo di inclinazione, i possibili fenomeni di riflessione ad altezza d'uomo, alla latitudine a cui è posto l'impianto fotovoltaico di progetto, sarebbero teoricamente ciclici, in quanto legati al momento della giornata, alle stagioni e alle condizioni atmosferiche.

In ogni caso, i raggi del sole vengono re-direzionati verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale che difficilmente creerebbe disturbo ad abitazioni e tantomeno ad osservatori posti al suolo e/o transitanti nei pressi dell'impianto; questa considerazione è valida sia per impianti con pannelli fissi sia per quelli dotati di inseguitori (tracker) come nel caso dell'impianto in progetto.

2.1 RIFLESSIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

La **riflessione** è un fenomeno che accade quando i raggi di luce incontrano la superficie di separazione tra due mezzi diversi (ad esempio la superficie dell'acqua o la superficie di uno specchio).

Esistono due leggi della riflessione:

1. i raggi incidenti e i relativi raggi riflessi giacciono sullo stesso piano nel quale giace la normale alla superficie riflettente nel punto di incidenza;
2. l'angolo di incidenza (quello tra la normale ed il raggio incidente) è uguale a quello di riflessione (quello tra la normale ed il raggio riflesso).

Esistono inoltre anche due tipi di riflessione, a seconda della superficie del materiale incontrato:

- nel caso di una superficie talmente levigata e regolare tale che i raggi del sole paralleli vengono riflessi ancora paralleli si ha una **riflessione speculare** (ad esempio gli specchi hanno questa caratteristica);
- nel caso in cui la superficie non sia liscia e regolare (scabra) i raggi luminosi vengono riflessi in tutte le direzioni, dando origine ad una **riflessione diffusa**.

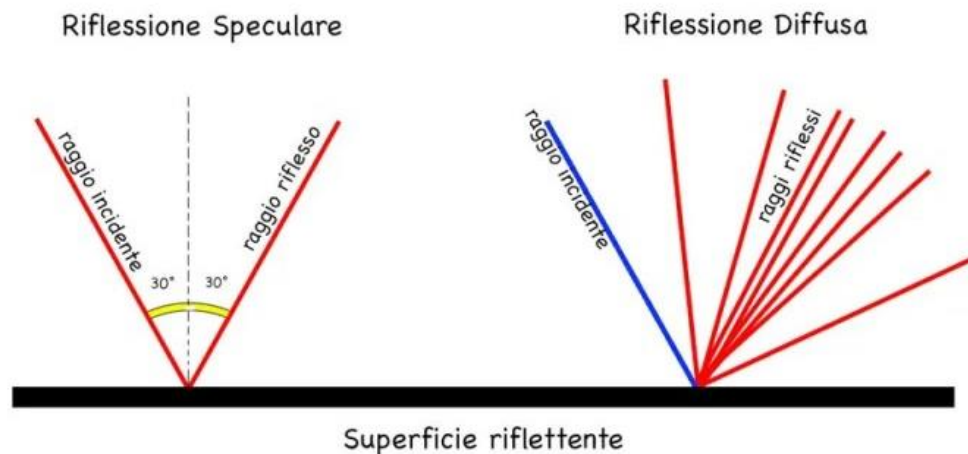


Figura 1 - I due tipi di riflessione esemplificati.

I moduli fotovoltaici di buona qualità non producono riflessione o bagliore significativi in quanto sono realizzati con vetro studiato appositamente per aver un effetto non riflettente, di norma avendo incorporati degli strati antiriflesso.

Il vetro è pensato per ridurre la luce riflessa e permettere alla luce di attraversarlo, arrivando alle celle fotovoltaiche del modulo per essere convertita in energia elettrica.

Gli strati antiriflesso riducono la riflettanza della superficie rispetto alla luce incidente e migliorano il confinamento, cioè la caratteristica del materiale di “intrappolare” la luce al suo interno invece che farla riflettere, facendola auspicabilmente rimbalzare verso le celle fotovoltaiche.

Per accentuare questo fenomeno e ridurre ulteriormente la riflessione dei raggi solari, i produttori provvedono alla testurizzazione (*texturing*) dei pannelli fotovoltaici.

Questa procedura consiste nel creare delle strutture microscopiche sulla superficie del silicio, che riducono la riflessione ed aumentano la probabilità di rimandare la luce solare verso le celle.

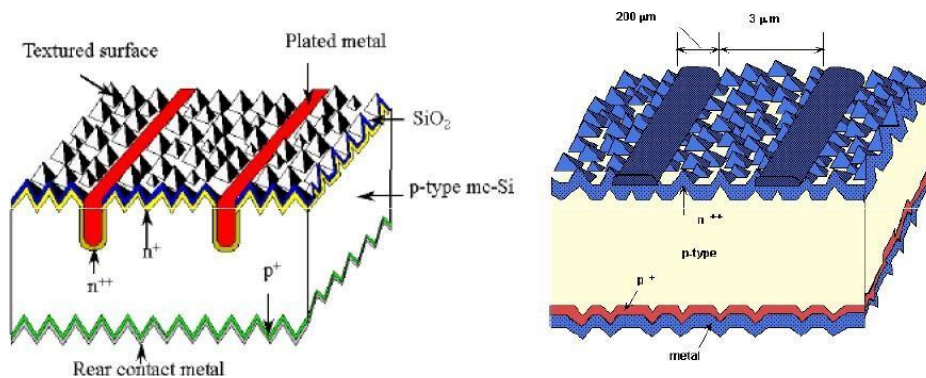


Figura 2 - Esempio di testurizzazione della superficie delle celle fotovoltaiche.

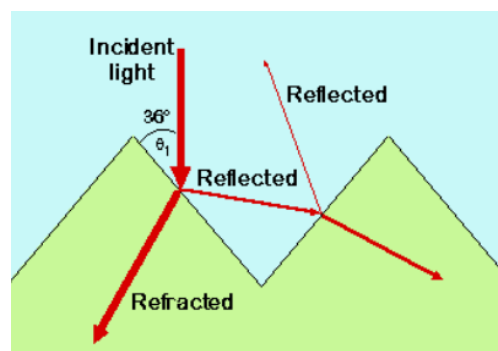


Figura 3 - Esempio di come la testurizzazione incide sulla dispersione dei raggi solari.

3 POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE AI RECETTORI RESIDENZIALI E ALLA VIABILITA' STRADALE

L'impianto agrifotovoltaico è collocato in un contesto di pianura dove sono presenti due opere di comunicazione importanti: a circa 140m dal confine dell'impianto ad Ovest vi è la ferrovia Tirrenica Pisa-Roma e a circa 600m nella stessa direzione vi è la Strada Statale 1 "Aurelia", situazione meglio specificata nell'elaborato "0707-A69-DEg-F.F1.b3.18_R00-00 - Non abbagliamento dell'impianto agrifotovoltaico".

Per quanto riguarda la viabilità attigua all'impianto agrifotovoltaico, non sono presenti importanti vie di comunicazione ma solamente carrarecce e strade di campagna; solamente dalla Strada di Bonifica n°3, posta a circa 200m dal confine Est dell'impianto si potrebbe scorgere il perimetro dello stesso, anche se verrà totalmente mascherato dalla mitigazione di progetto.

Sono presenti due stabili relativi ad altrettante aziende agricole locali nelle vicinanze dell'impianto; tuttavia, lungo tutto il perimetro dell'impianto, è prevista la disposizione di una fitta mitigazione arborea che sarà in grado di prevenire eventuali fenomeni di abbagliamento.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "0707-A69-DEg-F.F1.b3.5_R01-00 - Opere di Mitigazione".

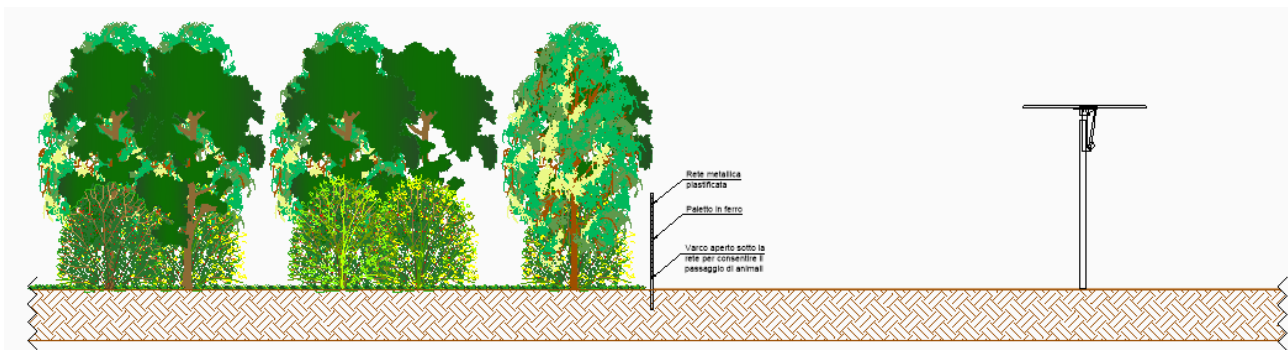


Figura 4 - dettaglio mitigazione tipo di progetto - Prospetto laterale

Per massimizzare la produzione, i moduli fotovoltaici sono fissati a terra mediante strutture di sostegno parallele che si sviluppano in direzione Nord-Sud, con un sistema ad inseguimento monoassiale, che consente la rotazione dei moduli fino ad una inclinazione di 60° verso est/ovest.

I moduli sono dunque assemblati in vele composte da una fila, installati in posizione verticale rispetto all'asse di rotazione, dove ogni vela misura circa 2,384 m di larghezza.

Nelle ore di massima insolazione, la vela si trova ad una altezza minima di circa 1,30 m da terra ed il lembo superiore dei pannelli dista minimo 3,48 m da terra.

Le strutture sono posizionate parallelamente tra di loro ad una distanza di 5,3 m, tale da evitare il possibile ombreggiamento reciproco tra file di pannelli.

Per i dettagli sulle strutture ed il loro posizionamento si rimanda all'elaborato "0707-A69-DEg-F.F1.b3.4_R01-00 - Particolari costruttivi".

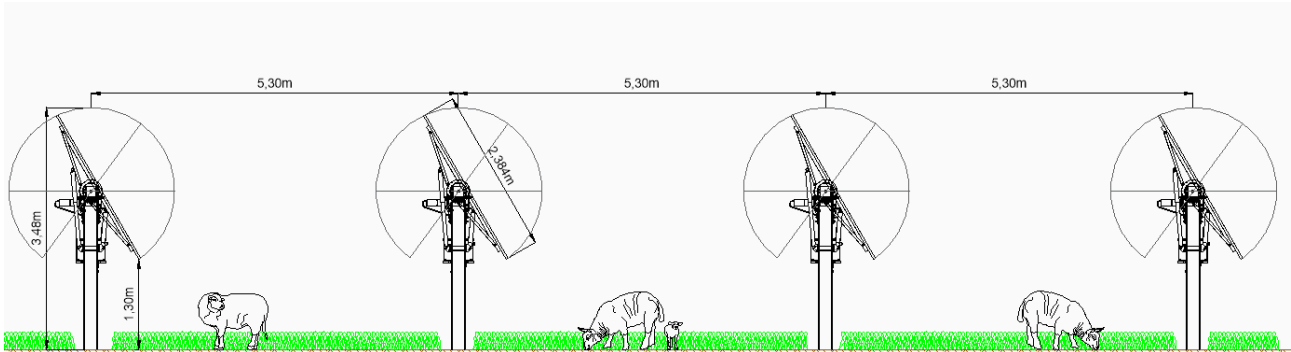


Figura 5 - dettaglio di vista frontale delle strutture ad inseguitori (tracker)

Si può dunque affermare che, per quanto riguarda il possibile fenomeno dell'abbagliamento nelle ore diurne causato dai pannelli fotovoltaici ai danni della viabilità locale e rispetto alle due principali vie di comunicazione nelle vicinanze, considerando le distanze dagli assi viario e ferroviario, considerato che i moduli sono non riflettenti e considerate le simulazioni riportate nello specifico allegato grafico, l'abbagliamento si ritiene nullo.

4 VERIFICA POTENZIALI OSTACOLI 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 (superfici limitazione ostacoli, superfici a protezione degli indicatori ottici della pendenza dell'avvicinamento, superfici a protezione dei sentieri luminosi per l'avvicinamento, definite nel Regolamento ENAC per la Costruzione ed Esercizio Aeroporti) e con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (Cap. 4 punto 1.4 del Regolamento).

Nelle zone limitrofe dell'impianto agrifotovoltaico non vi sono aeroporti o campi di volo rilevanti: a circa 5 km da esso si trova un'aviosuperficie e a circa 12 km un gruppo volo RC che ospita modellini radiocomandati, mentre il primo aeroporto vicino all'impianto, quello di Grosseto, è situato a circa 28 km di distanza.

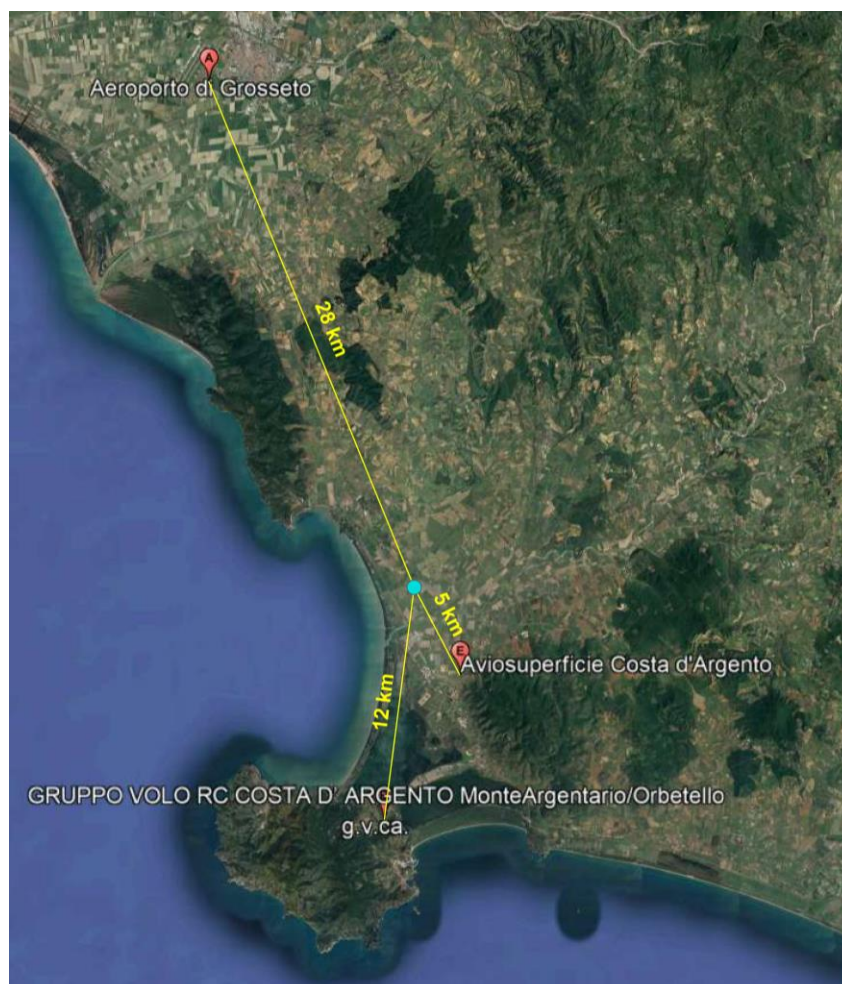


Figura 6 - ubicazione dell'impianto (in colore ciano) e distanza dalle superfici di volo


Secondo ENAC, sono da sottoporre a valutazione di compatibilità per il rilascio dell'autorizzazione, i nuovi impianti/manufatti e le strutture che per un impianto fotovoltaico risultano come 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 qualora gli impianti risultino ubicati a una distanza inferiore a 6 Km dall'ARP (Airport Reference Point - dato rilevabile dall'AIP-Italia) dal più vicino aeroporto.

L'impianto agrifotovoltaico in questione non rientra dunque nei parametri di attenzione dell'ENAC ma sono state in ogni caso verificate eventuali interferenze tramite il Tool di Pre-analisi reso disponibile dall'ENAV in collaborazione con ENAC stessa alla pagina web <https://plx.enav.it/PreScreening>; **dal report non è risultata alcuna interferenza.**

La verifica è stata effettuata utilizzando come punti di riferimento le coordinate del perimetro della recinzione presenti nel documento *"0707-A69-Dichiarazione di non interferenza con attività minerarie"*.

Di seguito si riporta il report dello strumento di Pre-analisi, già inoltrato precedentemente all'interno del documento *"0707-A69-Dichiarazione non interferenza ENAV"*.

REPORT						
Richiedente						
Nome/Società:	AIEM GREEN	Cognome/Rag.	S.r.l			
C.F./P.IVA:	01627270299	Comune	Rovigo			
Provincia	Rovigo	CAP:	45100			
Indirizzo:	Via C. Alleati d'Europa	N° Civico:	9/G			
Mail:		PEC:	aiem.green@legalmail.it			
Telefono:		Cellulare:				
Fax :						
Tecnico						
Nome:	Dario	Cognome:	Turolla			
Matricola:	4709 - Sezione A	Albo:	Ingegneri di Padova			
Ostacolo: Impianto FV a terra						
Materiale: Pannelli FV						
<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		TOSCANA-GR-Orbetello-Strada di Bonifica 3				
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	42° 32' 0.22" N	11° 12' 24.65" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)						
2	42° 31' 50.29" N	11° 12' 44.59" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)						
3	42° 31' 34.22" N	11° 12' 42.42" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)						
4	42° 31' 21.8" N	11° 12' 30.47" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)						
5	42° 31' 11.74" N	11° 12' 27.44" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)						
6	42° 31' 10.24" N	11° 12' 36.85" E	2.0 m	3.0 m	5.0 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)						
7	42° 31' 3.98" N	11° 12' 25.11" E	2.0 m	3.0 m	5.0 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)						
8	42° 31' 13.9" N	11° 11' 56.78" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)					
9	42° 31' 17.78" N	11° 12' 5.48" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)					
10	42° 31' 33.44" N	11° 11' 54.75" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)					
11	42° 31' 38.96" N	11° 12' 8.92" E	1.0 m	3.0 m	4.0 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)					
12	42° 31' 38.66" N	11° 12' 13.67" E	5.0 m	3.0 m	8.0 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)					