

REGIONE PUGLIA**PROVINCIA DI BARI****COMUNE DI ALTAMURA**

Denominazione impianto:

JESCE

Ubicazione:

Comune di Altamura (BA)
Località "Jesce"

Foglio: 278

Particelle: varie

PROGETTO DEFINITIVO

di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 38,6074 MW in DC e di potenza in immissione pari a 34,684 MW in AC, da ubicare nella Zona Industriale del comune di Altamura (BA), delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro del comune di Matera (MT).

PROPONENTE



GREEN ITALY JESCE S.R.L.
 VIA ANDREA GIORGIO n.20
 ALTAMURA (BA) - 70022
 P.IVA 08533890722
 PEC: greenitalyjescesrl@pec.it

Codice Autorizzazione Unica 1SSWAG5

ELABORATO

Vulnerabilità gravi incidenti - Ostacoli navigazione aerea

Tav. n°

1.VI.c

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Ottobre 2023	Integrazione richiesta dal MASE con nota prot.0011513 del 12/10/2023			

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE
 Via Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)
 Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924
 PEC: grmgroupsrl@pec.it
 Cell: 3895870750

IL TECNICO

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE
 Via Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)
 Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924
 PEC: grmgroupsrl@pec.it
 Cell: 3895870750



Spazio riservato agli Enti

Sommario

1 PREMESSA	3
2 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELL'INTERESSE AERONAUTICO	5
3.1 CRITERI DI ESCLUSIONE DALL'ITER VALUTATIVO	6
3.2 IMPIANTI FOTOVOLTAICI - EDIFICI/STRUTTURE CON CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE POTENZIALMENTE RIFLETTENTI	8
4. VERIFICA PRELIMINARE	9
4.1 ASSEVERAZIONE/ATTESTAZIONE ESCLUSIONE ENAC/ENAV	11
5 VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI	12
5.1 IL FOTOVOLTAICO E L'ABBAGLIAMENTO	12
5.2 ANALISI GRAFICA DELLE POSSIBILI RIFLESSIONI	15
5.3 VERIFICA SULL'ASSENZA DI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO	16
REPORT VERIFICA ABBAGLIAMENTO	19
CONCLUSIONI	21
DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI CERTIFICAZIONE	22

1 PREMESSA

La presente relazione è stata adeguata in riferimento alla compatibilità dell'impianto da energia solare con i veicoli dell'aviazione civile, in particolar modo per le problematiche safety derivanti dal fenomeno dell'abbagliamento (rif. ENAC-LG- 2022/002-APT-VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI Ed.n.1 del 26 aprile 2022).

In riferimento all'installazione di un impianto fotovoltaico collocato in Area Industriale nel Comune di Altamura (BA) a circa 8 km in direzione sud-ovest dal centro abitato di Matera, 11 km in direzione nord-ovest dal centro abitato di Altamura e circa 8,8 km in direzione nord-est dal centro abitato di Santeramo e nelle immediate vicinanze del confine con la Regione Basilicata. L'area asservita al progetto dell'impianto fotovoltaico presenta una estensione complessiva di Ha 52 in un unico lotto d'impianto.

Sono previsti utilizzo di 62.270 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino tipo JW-HD156N da 620 watt, o similare, per una potenza complessiva massima di 38,6074 MWp, 6 cabine di campo per 24 inverter. Le singole stringhe saranno collegate tra di loro utilizzando cassette di parallelo stringa ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture di sostegno, protetti dagli agenti atmosferici e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna con grado di isolamento IP 65 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione.

COORDINATE UTM 33 WGS84			DATI CATASTALI		
LOTTO	E	N	Comune	folio n.	part. n.
1	639872.74	4511305.66	Altamura	278	73-74-86-84-85- 81-82-83-60-59- 91-87-61-62-90- 89-88-78-80-77- 76-63-64-58-53- 52-47-79-57-46- 45-48-50-49-51- 115-116-117- 118-136-105- 111-112-107- 108-114-121- 109-110-95-96- 94-97-119-120- 98-100-99-102- 103-122-101- 67-68-132-135- 55-56-54-69-65- 66-75-71

Tabella 1 - dati geografici e catastali dell'impianto fotovoltaico

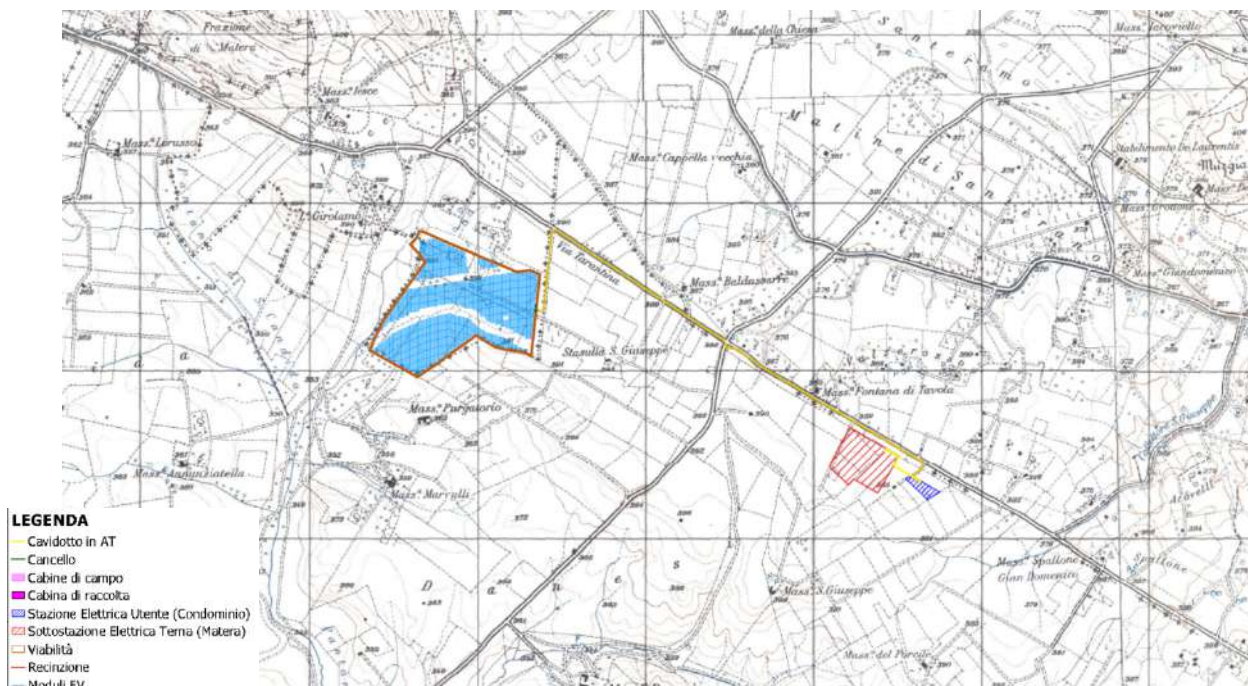


Figura 1 – Inquadramento su IGM

L’Impianto di Ha 52 è raggiungibile dal centro abitato di Matera percorrendo 1,2 km la strada Provinciale 41, 9 km la strada Provinciale 71 e infine 1,6 km la strada Strada Statale 7; invece dal centro abitato di Altamura percorrendo 12 km la strada Provinciale 41; Inoltre dal centro abitato di Santeramo in colle percorrendo 2 km la strada Provinciale 41 e 9 km Strada Provinciale 236.



Figura 2 - Inquadramento area su ortofoto

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

In ambito nazionale il compito di ENAC è quello rimuovere o escludere il costituirsi di fattori ambientali che possano indurre fenomeni di abbagliamento ai piloti o agli operatori di torre. L'ambito territoriale interessato dalla Superficie Orizzontale Interna e Conica (6km dalla soglia pista per aeroporti di categoria 3 e 4) è soggetto, infatti, alle prescrizioni del "Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti" cap. 4.12.2, ove si pone la necessità di valutare l'eventuale pericolo alla navigazione aerea rappresentato dalla presenza di ampie superfici riflettenti, potenzialmente abbaglianti, che possano comportare una riduzione o distorsione della visione per piloti ed operatori di controllo del traffico aereo. Le suddette fonti riflettenti allocate nei dintorni aeroportuali, a cui dovesse risultare associato un livello di rischio per la sicurezza della navigazione aerea ritenuto inaccettabile dall'ENAC, sono soggette a limitazione o ad eliminazione, con provvedimento motivato disposto dall'ENAC, fatte salve le prerogative delle altre autorità competenti preposte. Nell'adempimento delle proprie competenze di governo del territorio, anche per la gestione del rischio di abbagliamento da fonti riflettenti, gli Enti locali interessati devono recepire i vincoli, le servitù e le limitazioni aeronautiche disposte dall'ENAC, nei propri strumenti urbanistici. Devono inoltre acquisire il preventivo parere/autorizzazione/nulla osta dell'ENAC in merito alla compatibilità aeronautica dei manufatti da realizzare nei dintorni aeroportuali, informando l'ENAC ed il gestore aeroportuale dell'avvenuto rilascio di autorizzazioni urbanistico-edilizie e/o permessi a costruire degli stessi, qualora preventivamente autorizzati dall'ENAC. Le fonti riflettenti che producono abbagliamento al pilota durante le operazioni di volo o al personale di torre, devono essere eliminate/dismesse/dislocate ai sensi dell'art. 714 del C.d.N. o, in alternativa, andranno adottate idonee ed efficaci azioni di mitigazione, tali da ricondurre il rischio di abbagliamento ad un livello accettabile, compatibile con la sicurezza dell'aviazione civile. Ai fini del rilascio del nulla osta da parte di ENAC, il proponente dovrà verificare se l'impianto risulta di interesse aeronautico, ed eventualmente inviare istanza di valutazione all'Ente per l'istruttoria di competenza.

3 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELL'INTERESSE AERONAUTICO

Per valutazione dell'interesse aeronautico è da intendersi una relazione in cui si evidenziano i dati tecnico-costruttivi del singolo pannello e della sua installazione, i dati tecnici dell'intero impianto fotovoltaico (dimensioni e produzione di energia), le analisi e valutazioni relative ai risultati ottenuti mettendo in evidenza l'assenza o l'esistenza di eventuali fenomeni di abbagliamento verso piloti ed operatori in torre di controllo.

In particolare, sono da sottoporre a valutazione gli impianti fotovoltaici ricadenti nelle immediate vicinanze di aeroporti civili e militari.

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

3.1 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);*
- 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 **Settori** di seguito descritti:

- 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:
 - (a) 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%;

- (b) pendenza longitudinale valutata lungo il prolungamento dell'asse pista pari a 1.2% (1:83);
- (c) 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).

3.2 IMPIANTI FOTOVOLTAICI - 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:

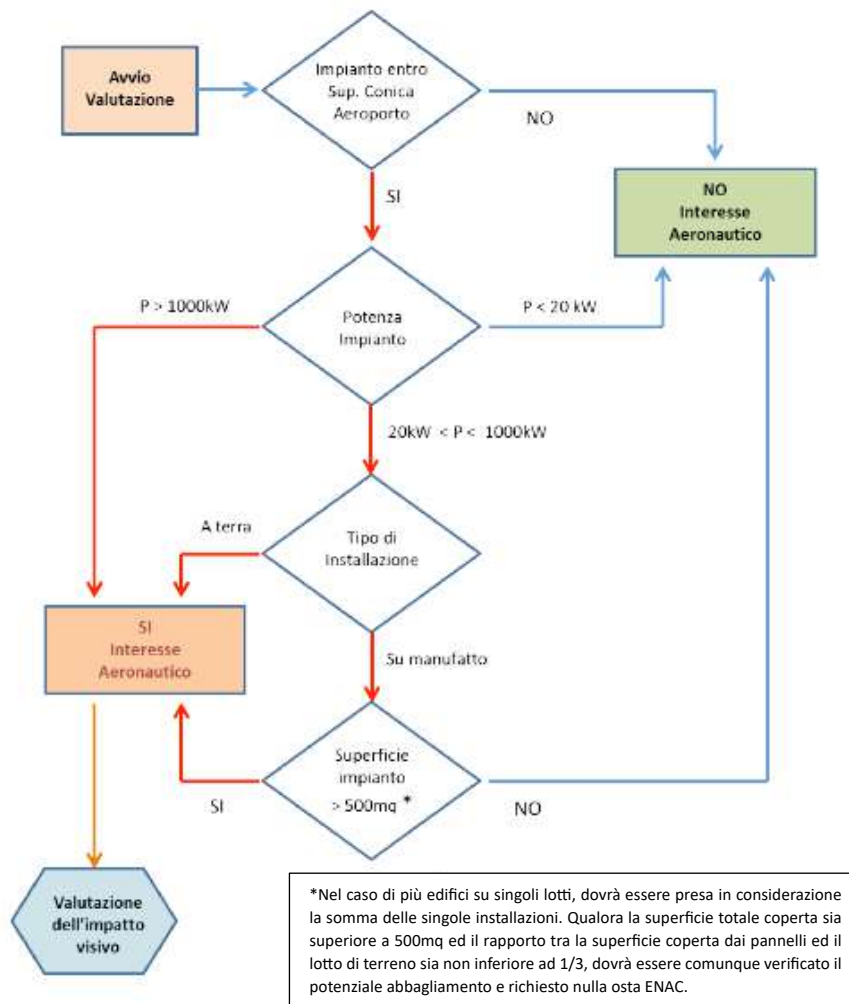
- a) *sussista una delle condizioni descritte nei precedenti paragrafi che renda necessaria la preventiva istruttoria autorizzativa;*

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

- *In particolare, sono da sottoporre a valutazione gli impianti fotovoltaici ricadenti nelle immediate vicinanze di aeroporti civili e militari, posizionati all'interno della superficie conica dell'aeroporto, generalmente fino ad una distanza di 6 km dall'ARP (Airport Reference Point), e con dimensioni superiori ai mq 500,00 di superficie.*

- 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.

Si riporta diagramma di flusso esplicativo:



4. VERIFICA PRELIMINARE

Al fine di effettuare la verifica preliminare dell'impianto fotovoltaico, ci si è avvalsi dell'Utility di pre-analisi disponibile sul sito dell'ENAC (<https://www.enac.gov.it/aeroporti/infrastruttureaeroportuali/ostacoli-e-pericoli-per-la-navigazione-aerea/verifica-preliminare>) inserendo nel tool le informazioni richieste relative alle opere progettuali da valutare ed è stata avviata l'analisi.

Il report di verifica generato dal sistema (successiva Tabella 2) riporta il seguente risultato:

“Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione /navigazione/RADAR di EVAV S.p.A.”.


REPORT										
Richiedente										
Nome/Società:	GREEN ITALY JESCE	Cognome/Rag.	S.R.L.							
C.F./P.IVA:	08533890722	Comune	ALTAMURA							
Provincia	BARI	CAP:	70022							
Indirizzo:	VIA ANDREA GIORGIO	N° Civico:	20							
Mail:		PEC:	greenitalyjescesrl@pec.it							
Telefono:		Cellulare:								
Fax :										
Tecnico										
Nome:	ANTONIO ALFREDO	Cognome:	AVALLONE							
Matricola:	924	Albo:	Ordine degli Ingegneri di Matera							
Ostacolo: Impianto fotovoltaico										
Materiale:	vetro, silicio, metallo									
<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		PUGLIA-BA-ALTAMURA-JESCE								
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio				
1	40° 44' 24.0" N	16° 39' 22.0" E	390.0 m	4.6 m	394.6 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)										

Tabella 2 – Report interferenze Enac

4.1 ASSEVERAZIONE/ATTESTAZIONE ESCLUSIONE ENAC/ENAV

Il sottoscritto progettista **Ing. Antonio Alfredo Avallone**, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Matera al n. 924, nella qualità di tecnico incaricato dell'impianto solare fotovoltaico e delle opere di connessione alla Stazione a SE-380/150 kV TERNA di Matera, da realizzare nel Comune di Altamura in Località "Jesce", di potenza nominale pari a 38,6074 MW in DC e di potenza in immissione pari a 34,684 MW in AC,

ASSEVERA


sotto la propria responsabilità, consapevole delle pene stabilite dalla legge per false attestazioni e mendaci dichiarazioni (artt. 75 e 76 D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000) ed ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale

- **Che l'impianto in progetto non rientra nei settori 1, 2, 3;**
- **Pur rientrando nel settore 4 le strutture non penetrano superficie orizzontale posta ad una altezza di 30 m sulla quota della soglia pista più bassa (THR) dell'aeroporto militare di Gioia del Colle;**
- **All'interno dello specifico settore 5 non sono presenti settori 5a.**

Bernalda li 25/10/2023

IL PROGETTISTA

Ing. Antonio Alfredo Avallone



5 VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI

Con l'emissione delle Linee Guida 2022/002-APT Ed. n.1 del 26.04.2022 l'ENAC ha ritenuto necessario affrontare e chiarire quali siano gli studi da intraprendere per la realizzazione di un impianto fotovoltaico in presenza di aree aeroportuali nei dintorni. In ambito nazionale il compito di ENAC è quello di rimuovere o escludere il costituirsi di fattori ambientali che possano indurre fenomeni di abbagliamento ai piloti o agli operatori di torre. L'ambito territoriale interessato dalla Superficie Orizzontale Interna e Conica (6km dalla soglia pista per aeroporti di categoria 3 e 4) è soggetto alle prescrizioni del "Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti" cap. 4.12.2, ove si pone la necessità di valutare l'eventuale pericolo alla navigazione aerea rappresentato dalla presenza di ampie superfici riflettenti, potenzialmente abbaglianti, che possano comportare una riduzione o distorsione della visione per piloti ed operatori di controllo del traffico aereo.

Le aree oggetto dell'intervento ricadono nei territori comunali di Altamura, Santeramo e Matera al confine con la Regione Basilicata, presenta un'altitudine media slm di circa 389 m e risultano accessibili da strade provinciali.

All'interno dell'area, verranno posizionati i pannelli fotovoltaici, che saranno collocati ad una altezza minima dal suolo pari a 0,40 m, orientati verso l'asse maggiore, e presenteranno dunque un'altezza complessiva, intesa come ingombro visivo, di circa 4,80 m.

Gli altri manufatti presenti, quali cabina di trasformazione o inverter, presenteranno un'altezza massima fuori terra, di 3 m. Per quanto esposto l'altezza massima fuori terra sarà pari a 4,80 m.

5.1 IL FOTOVOLTAICO E L'ABBAGLIAMENTO

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 si 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.

I moduli fotovoltaici, che convertono la luce del sole direttamente in energie elettrica, sono costituiti da un numero determinato di celle fotovoltaiche, disposte tra una lastra di vetro superiore ed uno strato metallico inferiore. Poiché la capacità di un modulo fotovoltaico di convertire la luce in energia elettrica è direttamente proporzionale all'irraggiamento captato, nel corso degli anni la ricerca ha sviluppato materiali in grado, da una parte, di assorbire la maggior quantità di luce e, dall'altra, di limitarne la quantità riflessa.

Soffermandoci sulla superficie frontale di un modulo, gli strati che sono esposti alla radiazione solare sono:

- *la lastra vetrata, la cornice del modulo e la cella fotovoltaica.*

La lastra vetrata, quasi sempre realizzata con vetro temprato, assolve l'ovvia funzione di permettere il passaggio della luce e proteggere la parte attiva del modulo, ovvero la cella. Le caratteristiche meccaniche e chimiche del vetro non sono da paragonare ai normali vetri che si trovano in commercio, infatti la resistenza meccanica è tale da assicurare a volte la calpestabilità del modulo, sopportando il peso di una persona senza deformarsi, mentre le caratteristiche chimiche rendono il vetro ancora più pregiato. La sua trasmittanza luminosa, cioè la capacità di essere attraversato dalla luce solare, è molto superiore rispetto ai normali vetri, in modo da non pregiudicare il rendimento complessivo del modulo (per raggiungere un ottimo risultato, i costruttori ricorrono a particolari composizioni con basso contenuto di ferro). Dunque tutta la radiazione che colpisce il modulo, attraversa il cristallo, e viene assorbita dal modulo stesso, limitando a pochi punti percentuali la quota riflessa. La cornice del modulo, quasi sempre realizzata in alluminio, racchiude in se proprietà di resistenza e durabilità. Con le moderne lavorazioni, poi, si può realizzare un trattamento superficiale tale da rendere la cornice opaca e quindi per nulla riflettente. Infine il cuore del modulo fotovoltaico, ovvero la cella. Non esiste un unico materiale utilizzato per realizzare una cella, ma il più comune è certamente il silicio, nella forma monocristallina o policristallina. Perché una fetta di silicio possa diventare una vera e propria cella fotovoltaica occorre una lavorazione superficiale importante e cioè un trattamento antiriflettente. Tale trattamento è impiegato allo scopo di ridurre quanto più possibile la frazione di radiazione solare riflessa. A seguito di questo trattamento cambia il colore della cella, da grigia diventa blu, tendente al nero a seconda del tipo di silicio. È comunque possibile variare ulteriormente il colore delle celle: attualmente si trovano in produzione delle celle di colore verde, dorate, marroni, viola.

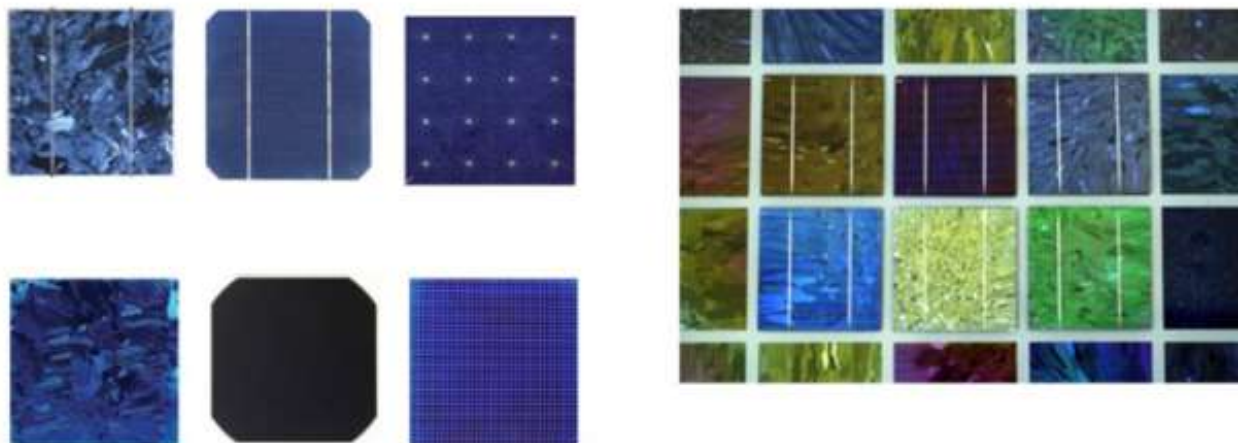


Figura 3 – Tipologia di trattamenti superficiali delle celle fotovoltaiche

Senza questa lavorazione le perdite per riflessione possono raggiungere anche il 33% della radiazione incidente, provocando perciò un fastidioso abbagliamento. Il risultato di questo trattamento, mediante la deposizione di uno strato di ossido di titanio, abbassa il coefficiente di riflessione fino all'1%. Come si può notare dal grafico la riflettanza di un modulo FV è molto bassa nel range di frequenze 400-800 [nm].

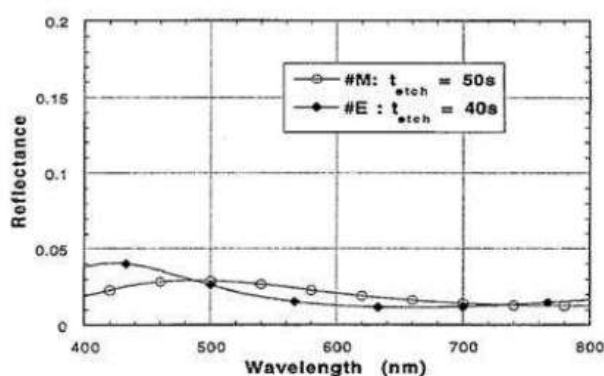


Figura 4 - Riflettanza di un modulo FV in funzione della lunghezza d'onda

Le prestazioni ottiche che caratterizzano il modulo sono state studiate tenendo conto della radiazione solare che giunge direttamente sulla cella: sono stati messi a punto alcuni processi che modificano le condizioni ottiche all'interno e all'esterno del modulo tenendo in considerazione parametri quali:

radiazione diretta e diffusa, riflessione e assorbimento. La parte di radiazione persa da un modulo FV è stata valutata in funzione dell'angolo di incidenza, dello stato di polarizzazione, della radiazione spettrale e di proprietà ottiche del materiale di incapsulamento.

E' importante minimizzare la parte di radiazione riflessa dalla superficie di una cella poiché influisce molto sulla sua efficienza. Degli ottimi risultati sono stati raggiunti inserendo uno strato anti-riflessione (= ARC) che

aumenta la possibilità dei fotoni di entrare in collisione con la cella: questo si traduce in un incremento delle riflessioni tra ARC e cella e quindi in una minore riflessione di radiazione verso l'esterno.

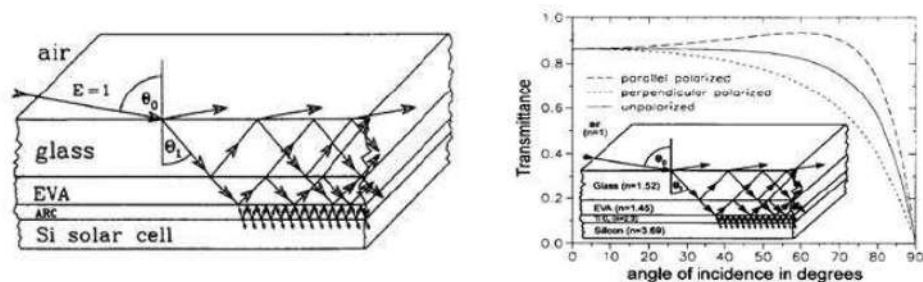


Figura 5 – percorso della luce all'interno dei vari strati componenti un modulo FV

Si possono realizzare singoli o più strati di ARC costituiti da un certo numero di composti chimici, quali: Ta₂O₅, TiO₂, ZnS, SiO₂, Si₃N₄, Al₂O₃. Per avere un adeguato indice di rifrazione tali materiali permettono una trasmissione quasi completa della radiazione e una bassa o nulla componente assorbita (nel visibile e nel vicino IR). Per ottenere un'alta efficienza della cella uno strato ARC non deve solo garantire delle ottime proprietà anti-riflessione ma anche una buona superficie passiva. È altresì possibile notare l'andamento del coefficiente di trasmissione in funzione dell'angolo di incidenza e della polarizzazione della luce: ad usuali inclinazioni del pannello la quantità di radiazione riflessa verso l'esterno è minima, quindi trascurabile. Questo è possibile grazie alla presenza dello strato di anti-riflessione.

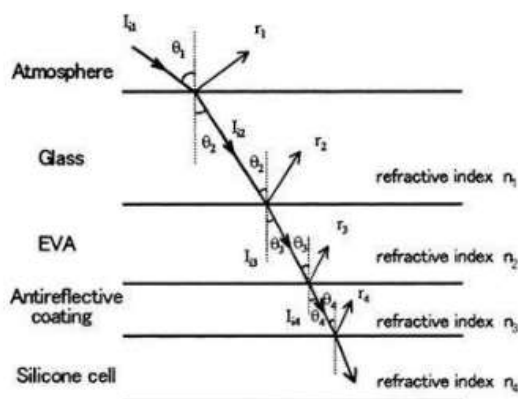


Figura 6 – Indici di rifrazione della luce solare all'interno dei vari strati componenti un modulo FV

La radiazione solare passando da uno strato all'altro interagisce con materiali aventi un diverso indice di rifrazione (più alto rispetto a quello dell'aria), quindi la radiazione entrante attraversa i vari strati subendo minime riflessioni e assorbimenti fino alla cella FV.

5.2 ANALISI GRAFICA DELLE POSSIBILI RIFLESSIONI 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. 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.

Trattandosi di una superficie piana, il lato superiore del pannello dà luogo a una diffusione angolare dei raggi trascurabile rispetto alla componente di riflessione diretta. La radiazione riflessa procede quindi con raggi paralleli e con le stesse caratteristiche di direzionalità della radiazione che incide dal sole. Nelle condizioni peggiori (raggi paralleli e riflessione completa, al 100%) la persona abbagliata, che guarda in direzione dell’impianto, sarebbe raggiunta dalla stessa radiazione che produce il sole. La sensazione di abbagliamento corrisponderebbe perciò a quella di chi rivolge lo sguardo direttamente in direzione del disco solare. Trovandoci in condizioni di raggi paralleli e superficie riflettente piana, la radiazione non viene concentrata in zone particolari: un aumento della superficie dei pannelli non aggrava quindi la sensazione di abbagliamento; in altre parole 10 pannelli abbagliano tanto quanto 200 pannelli.

L’abbagliamento nei confronti di una persona o di un oggetto (automobile, aeroplano, ecc.) si verifica dunque quando l’immagine del sole, riflessa dai pannelli, si trova a cadere nella direzione in cui si trova l’oggetto stesso: il problema si risolve graficamente tracciando tutti i raggi riflessi dal pannello e sovrapponendo ad essi le posizioni dell’abbagliato, descritte nel riferimento dell’impianto.

5.3 VERIFICA SULL’ASSENZA DI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell’osservatore a seguito dell’improvvisa esposizione diretta ad una 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: Moto apparente del sole.

Come è ben noto, 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).

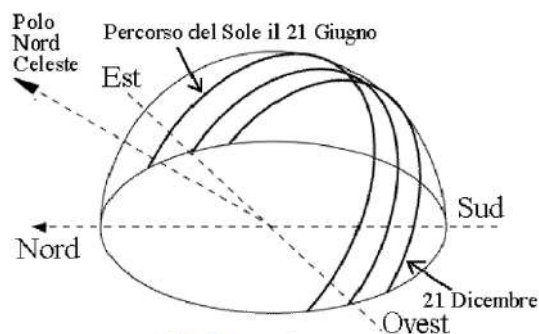


Figura 6: Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord attorno ai 45°. Per tutte le località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord Geografico il disco solare non raggiunge mai lo zenit.

In considerazione quindi dell'altezza massima dal suolo dei moduli fotovoltaici sarà di m 4,50 e del loro angolo di inclinazione verso sud pari a 20° circa 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.

Rivestimento anti – riflettente.

Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica. Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari. L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestate. Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare. Al fine di massimizzare il rendimento del campo, inteso come energia prodotta, sono stati individuati dei pannelli di ultima generazione del tipo **JOLYWOOD**, modello **JW-HD156N**, da **620W bifacciali** così da sfruttare al massimo l'irraggiamento

posteriore del modulo dovuto alla riflessione delle radiazioni solari sul suolo. **Nel riquadro Blu è evidenziato il guadagno ricavato in base a diverse condizioni di riflessione.** Qui di seguito si riporta la scheda tecnica.

JW-HD156N

N-type Bifacial High Efficiency Mono Silicon Half-Cell Double Glass Module

595-620W

Cell Type 1BB

620W

Maximum Power Output

22.18%

Maximum Module Efficiency

0~+5W

Power Output Guarantee

Additional Power Generation Gain
At least 30-year product life, more than 10%-30% additional power gain comparing with conventional module

ZERO LID (Light Induced Degradation)
N-type solar cell has no LID naturally, can increase power generation

Lower LCOE
High power and 1500V system voltage, saving BOS cost

Jolywood Delivers Reliable Performance Over Time

- Leader of n-type bifacial technology
- Fully automatic facility and world-class technology
- Long term reliability tests
- 100% EL inspection ensuring defect-free modules

Additional Insurance Backed by Munich Re

Better Weak Illumination Response
Wide spectral response, higher power output even under low-light settings like smog or cloudy days

Better Temperature Coefficient
Higher power generation under working conditions, thanks to passivating contact cell technology

Wider Applicability
BP/vertical installation, snowfield, high-humid area, windy and dusty area

Linear Performance Warranty

1.7 Years Product Return & Refund, 30 Years Linear Performance Warranty

JW-HD156N Series | N-type Bifacial High Efficiency Mono Silicon Half-Cell Double Glass Module

Electrical Properties		STC*					
Testing Condition		1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²
Module Power (P _{max}) (W)	595	600	605	610	615	620	625
MPP Voltage (V _{MPP}) (V)	45.3	45.3	45.7	45.3	46.1	46.2	46.2
MPP Current (I _{MPP}) (A)	13.14	13.18	13.24	13.28	13.36	13.42	13.42
Open-Circuit Voltage (V _{OC}) (V)	58.9	58.9	59.7	58.9	59.7	59.7	59.7
Short-Circuit Current (I _{SC}) (A)	13.06	13.12	13.08	13.04	13.10	13.09	13.09
Module Efficiency (%)	21.08	21.48	21.68	21.82	22.02	22.18	22.38

Electrical Properties		NOCT*					
Testing Condition		1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²	1000 W/m ²
Module Power (P _{max}) (W)	458	464	468	471	474	477	480
MPP Voltage (V _{MPP}) (V)	42.3	42.7	42.8	43.1	43.2	43.3	43.3
MPP Current (I _{MPP}) (A)	10.79	10.85	10.87	10.72	10.76	10.81	10.81
Open-Circuit Voltage (V _{OC}) (V)	57.9	58.1	58.3	58.1	58.1	58.1	58.1
Short-Circuit Current (I _{SC}) (A)	13.17	13.22	13.27	13.22	13.27	13.27	13.27

Operating Properties	
Operating Temperature (T _{cell})	-4°C ~ 61°C
Maximum System Voltage (V)	1500V (MCC)
Maximum Series Fuse Rating (A)	25
Reverse Polarity	0 ~ 150V
Reverse Polarity (V) Protection (V)	150V

Temperature Coefficient	
Temperature Coefficient of Power†	-0.220%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.240%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.340%/°C
Normal Operating Cell Temperature (NOCT)	46.1°C

Mechanical Properties	
Cell Type	182mmx182mm
Number of Cells	144 (6x6)
Dimension	1660mmx1130mm (5'6" x 3'8")
Weight	34.5kg
Front Glass†	2.0mm (0.0787")
Frame	Anodized Aluminum
Junction Box	IP67 (3-in-1)
Length of Cable*	4.0m (13.12ft)
Cable Type	MC4 Compatible

With Different Power Generation Gain (regarding 600W as an example)						
Power Gain (%)	Real Power (kW)	MPP Voltage (V)	MPP Current (A)	Open-Circuit Voltage (V)	Short-Circuit Current (A)	Power (W)
10%	660	46.7	14.29	59.7	13.48	7140
20%	720	46.8	15.39	58.8	14.14	7812
30%	780	46.9	16.49	58.9	14.80	8484
40%	840	47.0	17.59	59.0	15.46	9156
50%	900	47.1	18.69	59.1	16.12	9828

Packaging Configuration			
Package Type	JCQP	40GP	80 HQ
Package/Tray	25	25	18
Package/Container	4	3	18
Package/Container	180	911	430

* The performance and power generation data shown in this document are based on the standard test conditions (STC) and are for reference only. The actual performance of the solar module may vary due to the differences in the test conditions and the actual conditions of the solar module. The performance of the solar module is subject to change without notice. The performance of the solar module is subject to change without notice.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente verifica di insussistenza di fenomeni di abbagliamento è localizzato a circa oltre 23 km dal punto più vicino della pista di atterraggio dell'aeroporto militare di Antonio Ramirez, considerato che le strutture dell'impianto hanno caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti e verificato che la distanza minima affinché un impianto sia sottoposto alla verifica di sussistenza risulta pari a 5 km non risulta necessario sottoporlo alla verifica dei potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea, al fine di escludere che i pannelli fotovoltaici possano dare luogo a fenomeni di riflessione e/o di abbagliamento per piloti e operatori del traffico aereo.

Tale verifica è stata condotta attraverso gli strumenti del portale www.forgesolar.com, approvati dalla FAA statunitense dal cui successivo report cui si evince che l'impianto nel complesso non dà luogo a fenomeni di riflessione e/o di abbagliamento per piloti e operatori del traffico aereo.

REPORT VERIFICA ABBAGLIAMENTO

Created Oct 25, 2023
 Updated Oct 25, 2023
 Time-step 10 minute(s)
 Timezone offset UTC+1
 Minimum sun altitude 0.0 deg
 Site ID 103924.18092

Project type **Demo**
 Project status: active ?



Glare Analysis Summary

PV Array Results

Summary of Results Glare with potential for temporary after-image predicted

PV Name	Tilt deg	Orientation deg	"Green" Glare min	"Yellow" Glare min	Energy Produced kWh
PV array 1	0.0	180.0	112	362	-



Vertex	Latitude deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total elevation m
1	40.743718	16.654662	377.72	0.00	377.72
2	40.742661	16.657323	381.83	0.00	381.83
3	40.741952	16.657177	383.82	0.00	383.82
4	40.741741	16.656812	386.35	0.00	386.35
5	40.741846	16.656308	389.08	0.00	389.08
6	40.742163	16.655492	389.14	0.00	389.14
7	40.742456	16.654698	388.09	0.00	388.09
8	40.742903	16.653990	387.72	0.00	387.72

2-Mile Flight Path Receptor(s)

Point	Latitude deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total elevation m
Threshold	40.744246	16.651838	377.84	15.00	392.84
2-mile point	40.770618	16.636177	402.92	158.61	561.53

Name: FP 1
Description:
Threshold height: 15 m
Direction: 155.8 deg
Glide slope: 3.0 deg
Pilot view restricted? Yes
Vertical view restriction: 30.0 deg
Azimuthal view restriction: 50.0 deg



Misc. Analysis Settings

DNI: varies (1,000.0 W/m² peak)
 Ocular transmission coefficient: 0.5
 Pupil diameter: 0.002 m
 Eye focal length: 0.017 m
 Sun subtended angle: 9.3 mrad

PV Analysis Methodology: Version 2
 Enhanced subtended angle calculation: On

CONCLUSIONI

In virtù dei parametri precedentemente descritti, l'impianto di progetto non necessita di autorizzazione ENAC in quanto **non comporta ostacolo alla navigazione aerea**, poiché l'area d'impianto dista 23 km dall'aeroporto più vicino ("Antonio Ramirez" di Gioia del Colle), **non rientrando nella superficie conica dell'area aeroportuale**. In figura seguente sono rappresentate le distanze dagli aeroporti più vicini l'impianto.

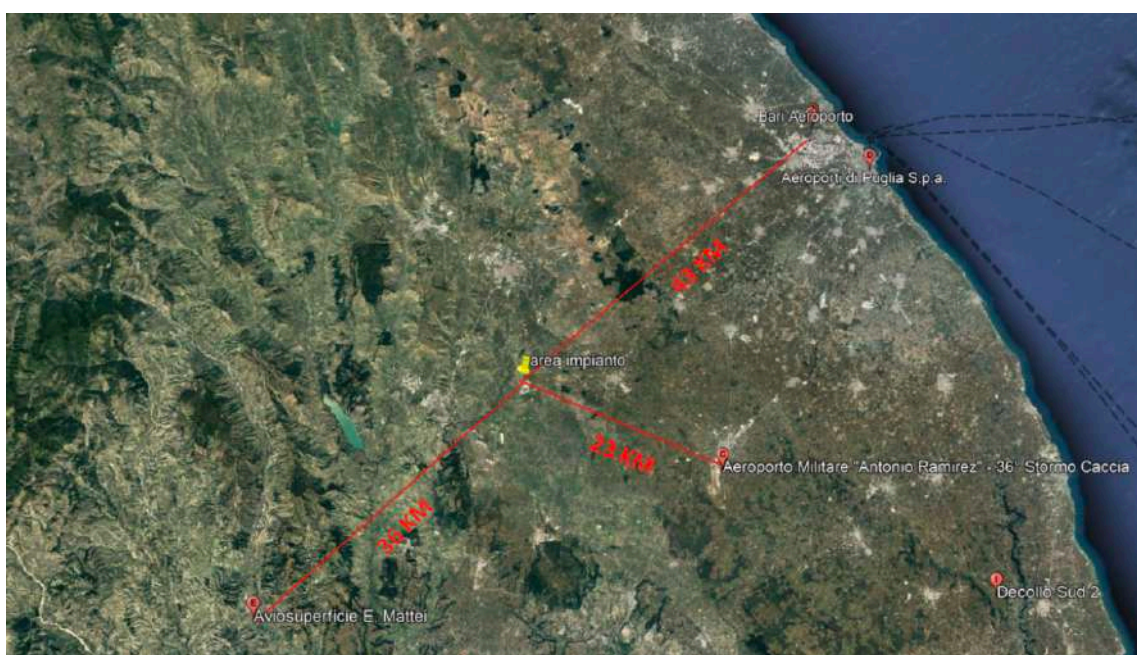


Figura 4 - Distanze dagli aeroporti

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI CERTIFICAZIONE

(artt. 46-47 DPR 28 dicembre 2000 n. 445)

Il sottoscritto progettista **Ing. Antonio Alfredo Avallone** nato a Bernalda (MT) il 19/11/1974, residente in Bernalda (MT) C.da Lama n.18, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Matera al n° 924, consapevole delle sanzioni penali previste per il caso di dichiarazione mendace, così come stabilito dall'art. 47 del DPR 28 dicembre 2000, n. 445, con riferimento al progetto in oggetto di proprietà della Ditta Friel Solar S.r.l ai sensi dell'art. 20 del D.P.R. 06.06.2001, n. 380 e successive modifiche ed integrazioni

ATTESTA

l'impianto nel complesso non dà luogo a fenomeni di riflessione e/o di abbagliamento per piloti e operatori del traffico aereo essendo il sito oltre le 2 miglia di verifica del fenomeno di abbagliamento dall'aeroporto militare di Gioia del colle "Antonio Ramirez".

Bernalda li 25/10/2023

IL PROGETTISTA

Ing. Antonio Alfredo Avallone

