

IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 32,67 MW_p (28 MW IN IMMISSIONE) DENOMINATO "AGV CUDDIA" RICADENTE NEL COMUNE DI TRAPANI E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RICADENTI NEI COMUNI DI TRAPANI E MARSALA (LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI).



Proponente

ECOSICILY 3 S.r.l.

VIA ALESSANDRO MANZONI, 30 - 20121 MILANO
P. IVA: 11119020961

Progettazione



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



Titolo Elaborato

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi
14 - Ostacoli alla navigazione aerea

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	PD-R.14	ECON792PDRrgn014R0	A4	

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	08/2023	PRIMA EMISSIONE	CB	EG	MG

REGIONE SICILIA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNE DI TRAPANI

Ecosicily 3 S.r.l.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	09/2023	Prima emissione	CB	EG	MG

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	3

INDICE

1. PREMESSA	4
2. ITER VALUTATIVO	5
3. ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO DELLE OPERE	7
4. ALLEGATO 2 - DATI GENERALI IMPIANTO	11
5. ALLEGATO 3 – ELENCO AEROPORTI PRIVI DI PROCEDURE STRUMENTALI	14
6. ALLEGATO 4 – ELENCO AEROPORTI DOTATI DI MISURE STRUMENTALI	16
7. ALLEGATO 5 – ELENCO AVIO, ELI ED IDROSUPERFICI	18
8. ALLEGATO 6 – VERIFICHE DI ABBAGLIAMENTO	23
8.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	23
8.2. ANALISI DELLO SPAZIO AEREO	24
8.3. PENETRAZIONE DELLO SPAZIO AEREO	24
8.4. RIFLETTIVITÀ	24
8.5. COMPLETAMENTO ANALISI SULL'ABBAGLIAMENTO	25
8.5.1. <i>Valutazione delle condizioni di riflettività</i>	26
8.5.2. <i>Prove in sito</i>	26
8.5.3. <i>Valutazioni geometriche</i>	26
8.6. ALGORITMO SGHAT (SOLAR GLARE HAZARD ANALYSIS TOOL)	27
8.6.1. <i>Determinazione del fenomeno di abbagliamento</i>	27
8.6.2. <i>Posizione del Sole</i>	27
8.6.3. <i>Vettore del raggio solare riflesso</i>	28
8.6.4. <i>Dispersione e angolo sotteso al cono ottico</i>	28
8.6.5. <i>Proiezione del fascio di luce sul piano del vettore</i>	28
8.6.6. <i>Impianti fotovoltaici ad inseguimento mono-assiale</i>	29
8.6.7. <i>Determinazione dell'impatto visivo</i>	30
8.7. DATI RELATIVI AL SITO E ALL'IMPIANTO.....	30
8.7.1. <i>Aeroporto Trapani Birgi "Vincenzo Florio"</i>	30
8.7.2. <i>Impianto fotovoltaico</i>	30
8.8. METODOLOGIA DI SIMULAZIONE.....	33
8.8.1. <i>Strumento di simulazione</i>	33
8.8.2. <i>Ipotesi di calcolo e limiti di applicabilità</i>	34
8.9. DATI DI INPUT PER LA SIMULAZIONE.....	37
8.9.1. <i>Impianto Fotovoltaico</i>	37
8.9.2. <i>Punti di osservazione</i>	38
9. ALLEGATO 7 – RISULTATI DI SIMULAZIONE	43
9.1.1. <i>Area 5 e rotta M215</i>	43
9.1.1. <i>Area 7 e rotta M215</i>	44
9.1.1. <i>Area 8 e rotta M215</i>	44
10. ALLEGATO 8 – VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI	46
11. ALLEGATO 9 - OUTPUT SIMULAZIONI DI ABBAGLIAMENTO	98
12. ALLEGATO 10 - DOCUMENTAZIONE ENAC RELATIVA ALLA VERIFICA PRELIMINARE DI POTENZIALI OSTACOLI	122

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	4

1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, la società ECOSICILY 3 S.r.l., ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato "AGV Cuddia" di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo agrovoltaiico. L'impianto ricade interamente nel territorio del Comune di Trapani (Libero Consorzio comunale di Trapani) mentre le opere di connessione alla rete ricadono sia nel territorio del comune di Trapani che nel territorio del comune di Marsala (Libero Consorzio comunale di Trapani). Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto agrovoltaiico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, composto da n. 5 aree di potenza variabile da 6,69 MWp a 6,3 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 32,67 MWp (potenza in immissione pari a 28,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione (30kV). Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power station), la Control Room, la Cabina principale di impianto (Main Technical Room) MTR e due container ad uso magazzino. Dalla MTR si diparte la linea di media tensione per il collegamento alla rete nazionale di distribuzione: il progetto prevede la connessione condivisa con altri cinque operatori che saranno collegati, tramite due Sottostazioni utente, denominate rispettivamente SSE Guarini e SSHUB, alla Sottostazione utente Edison e da questa connessi alla stazione elettrica Terna a 220 kV "Partanna 2.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la verifica preliminare di potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea, resa sotto forma di asseverazione da parte del tecnico incaricato.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	5

2. ITER VALUTATIVO

Il sottoscritto progettista delle opere, Ing. Mariano Galbo, nato a Trapani il 09/01/1962, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trapani al n. 724, in qualità di amministratore della Società Hydro Engineering ss di Damiano e Mariano Galbo, con sede legale in Alcamo (TP), Via Rossotti 39, incaricata della redazione del progetto dell'impianto agrovoltaiico AGV "Cuddia" e relative opere di connessione alla RTN da parte del committente **Ecosicily 3 s.R.L.**

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

CERTIFICA CHE

1. Constatata l'ubicazione delle opere in progetto, di cui si riporta sintesi nell'**Allegato 1** alla presente asseverazione;
2. Constatati i dati tecnici delle opere contenuti nel progetto generale dell'opera, di cui si riporta sintesi nell'**Allegato 2** alla presente asseverazione;
3. Consultate le disposizioni ENAC/ENAV, pubblicate sul sito dell'Ente, relative alla "Verifica Preliminare – Verifica potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea" (doc "Verifica_preliminare_Rev0_Febbraio_2015.pdf");
4. Verificata l'assenza di Aeroporti privi di procedure strumentali di competenza ENAV s.p.a. nell'ambito della fascia di 4,5 km, come dall'elenco risultante sul sito dell'ENAV (vedasi **Allegato 3**);
5. **Verificata l'interferenza dell'opera in progetto con l'Aeroporto con procedura strumentale (vedasi Allegato 4) di Trapani – Birgi "Vincenzo Florio", rientrando a 14 km circa dal settore 4;**
6. Verificata l'assenza di Avio, Eli ed Idrosuperfici nell'ambito delle fasce di rispetto identificate dal documento ENAC/ENAV "Verifica Potenziali Ostacoli e pericoli per la navigazione aerea", come dall'elenco risultante sul sito dell'ENAV (vedasi **Allegato 5**);
7. Considerato che per le opere in progetto non si prevede la realizzazione di impianti, manufatti o strutture di altezza sul suolo (AGL) uguale o superiore a 100 metri sul terreno e/o 45 metri sull'acqua;
8. Considerato che l'altezza massima delle opere in progetto rispetto al suolo è pari al più a 5 metri, e risulta tale da essere schermati dalla naturale orografia dei siti, non costituendo così possibile interferenza con gli con gli apparati CNR;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	6

9. **Considerato che** le opere in progetto rientrano fra le “opere speciali”, come definite dalle citate linee guida ENAC/ENAV, trattandosi di impianti fotovoltaici e relative opere di connessione alla rete RTN, ma che, secondo le sopra riportate analisi, **sussistono le condizioni che rendano necessaria la preventiva istruttoria autorizzativa, risultando a meno di 15 km dal più vicino aeroporto strumentale (Trapani Birgi);**
10. Alla luce di quanto sinora esposto, **il caso in esame rientra fra quelli per i quali deve essere condotto l'iter valutativo ENAC/ENAV per impianti fotovoltaici nei dintorni aeroportuali.**

Da quanto sopra riportato, risulta necessario uno studio preventivo che dimostri, ai sensi di quanto richiesto nella documentazione tecnica riportata in allegato 8 “Valutazione degli impianti fotovoltaici nei dintorni aeroportuali” alla presente relazione specialistica, l'assenza di abbagliamento indotto dall'impianto AGV in progetto.

Tale studio è riportato in allegato 6 alla presente relazione specialistica.

In ogni caso, il **Committente Econergy Sicily Srl** dovrà procedere con la richiesta dei pareri/autorizzazioni da parte dell'Aeronautica Militare, per quanto di competenza.

Alcamo, 20/08/2023

In fede

Ing. Mariano Galbo




CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	7

3. ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO DELLE OPERE

L'impianto agrovoltaiico in oggetto è ubicato nel territorio del Comune di Trapani (Libero consorzio comunale di Trapani) e si sviluppa su un'area di circa 49,9 ha.

Le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del distributore ricadono invece in parte nel territorio dello stesso Comune di Trapani ed in parte nel territorio del comune di Marsala (Libero Consorzio Comunale di Trapani). Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

1) Impianto Agrovoltaiico "AGV CUDDIA":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_IV_SE-Borgo Fazio;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, foglio n° 605120;
- Foglio di mappa catastale n. 285 del comune di Trapani p.lle 5, 6, 7, 8, 11, 17, 18, 19, 16, 20, 4 e 21;
- Foglio di mappa catastale n. 286 comune di Trapani p.lle 6, 71, 74, 75, 78, 79, 82, 83, 50, 72, 73, 76, 77,80, 81, 84, 1, 3, 4, 5, 7 e 53.
- Foglio di mappa catastale n. 287 del comune di Trapani p.lle 9, 10 e 11.

2) Area SSE: SSE Guarini e SSE Hub ed SSE condivisa Edison

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_III_NE-Baglio Chitarra;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, foglio n° 606130;
- Foglio di mappa catastale n. 138 del comune di Marsala p.lla 212 (SSE Guarini e SSE hub);
- Foglio di mappa catastale n. 138 del comune di Marsala p.lla 217 (SSE Edison);

3) Cavidotto di collegamento MT 30 kV tra area di impianto ed SSE Guarini:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_III_NE-Baglio Chitarra e 257_IV_SE-Borgo Fazio;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, fogli n° 605120, 606130;
Fogli di mappa catastale del Comune di Trapani e Marsala. Foglio di mappa del Comune di Marsala n.138 p.lla 212. La restante parte del tracciato del cavidotto si sviluppa su viabilità pubblica SP08 e Regia Trazzera Castelvetro con Biforcazione per Corleone.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	8

4) Cavidotto di collegamento AT tra SSE Guarini e SE Terna “Partanna 2”:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_III_NE-Baglio Chitarra;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, foglio n° 606130;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Marsala. Il tracciato del cavidotto si sviluppa su viabilità pubblica Regia Trazzera Castelvetrano con Biforcazione per Corleone e sulle particelle Foglio 138 Marsala p.lle 212 (ingresso in SSE hub) e 212 (Ingresso in SSE Edison). L’ingresso in SE TERNA “Partanna 2” avviene tramite cavidotto interrato sulla viabilità di accesso alla stessa SE, dopo aver attraversato la Strada Provinciale SP69.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 del sito:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E [m]	N [m]	H
Parco agrovoltaico “AGV Cuddia”	293964	4193190	H _{variabile} = 127/110 m s.l.m.
Area SSE Guarini	294779	4188495	H _{media} = 208 m s.l.m.
Area SSE Hub	294967	4188413	H _{media} = 198 m s.l.m.
Area SSE Edison	295039	4188340	H _{media} = 195 m s.l.m.
Area SE Partanna 2	295094	4188197	H _{media} = 201 m s.l.m.

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco AGV e del punto di consegna



Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	9

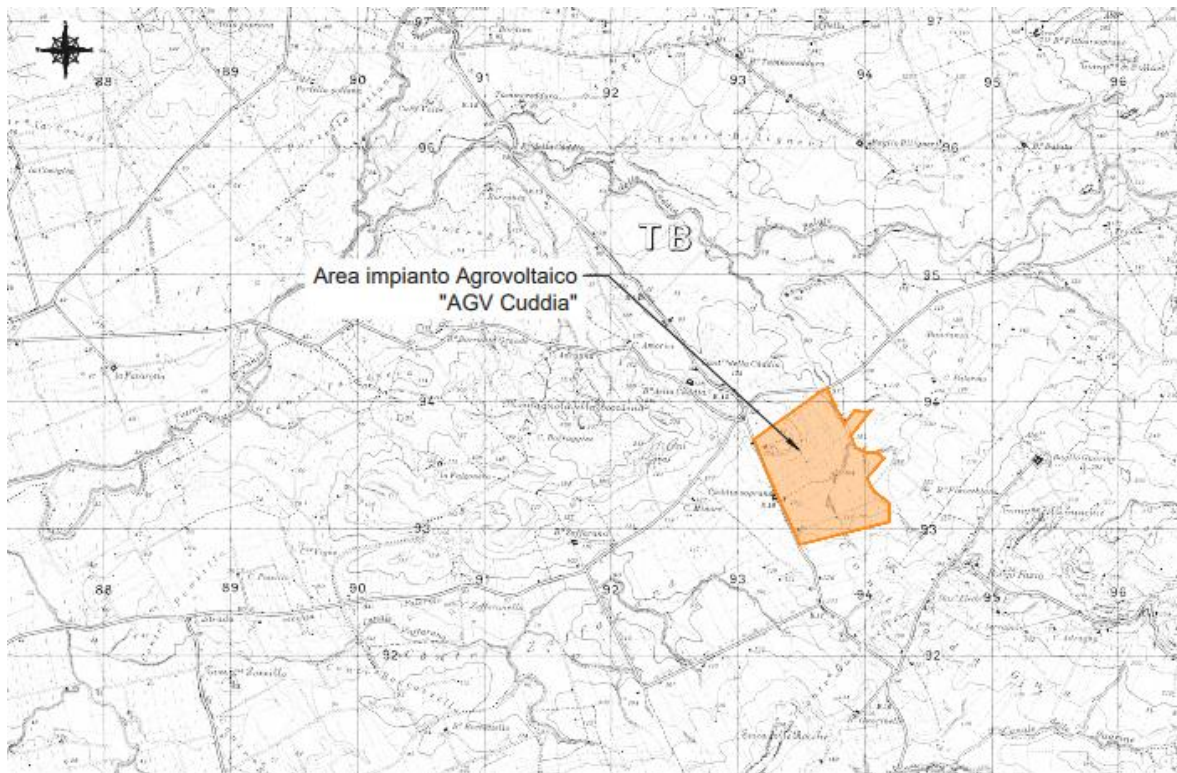


Figura 2 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su IGM

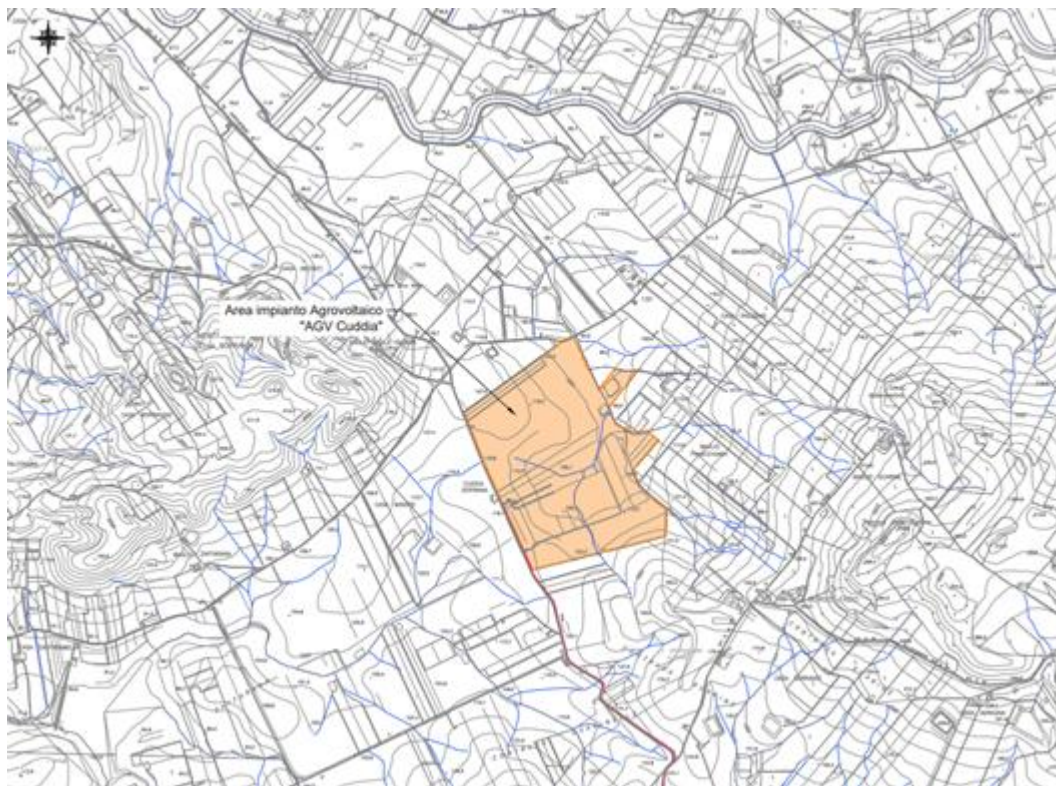


Figura 3 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su CTR

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	10



Figura 4 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su ortofoto



Figura 5 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su catastale

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	11

4. ALLEGATO 2 - DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto agrovoltaico, nel suo complesso sarà costituito dalle seguenti componenti:

- moduli fotovoltaici JA SOLAR JAM72D42-625/LB in numero pari a 52.272 raggruppati in stringhe da 24 moduli: saranno installati su apposite strutture metalliche (ad inseguimento monoassiale) fissate nel terreno attraverso pali metallici infissi o trivellati;
- n.93 Inverter di stringa, del tipo SUN2000-330KTL-H1, che hanno lo scopo di ricevere i cavi solari provenienti dalle stringhe di progetto e di trasformare la corrente da continua (CC) ad alternata (AC);
- n. 5 Power Station (PS) o cabine di campo del tipo JUPITER-6000K-H1 che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a media (BT/MT – 0.8/30 kV); esse saranno collegate tra loro ove possibile in entra-esce o direttamente alla cabina principale di impianto. Ogni PS raccoglie l'energia prodotta da ciascun campo di cui si compone l'impianto, con potenze variabili da 6,30 MWp a 6,69 MWp;
- una rete di cavi solari di collegamento tra pannelli/stringhe ed inverter;
- una linea interrata BT di collegamento fra Inverter di stringa e PS di progetto;
- una linea interrata MT interna al parco – 30 kV - di collegamento fra le Power Station dell'impianto agrovoltaico “AGV Cuddia” e la MTR di impianto;
- n.1 Cabina Elettrica MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione; in essa verranno convogliate le linee MT relative ai sottocampi (sono presenti 3 sottocampi: A, B e C) di cui si compone l'impianto, ci sarà il parallelo, le misure e la partenza verso la SSE utente;
- una linea di connessione a 30 kV tra le MTR di impianto e la SSE utente;
- n. 1 Control Room destinata ad ospitare uffici e relativi servizi: monitoraggio della strumentazione di sicurezza e gestione dell'impianto;
- due container da 40 ft (lunghezza 12,192m e larghezza 2,438m) ciascuno da usare come magazzini e stoccaggio di componentistica di impianto;

Il progetto prevede la connessione condivisa con altri cinque operatori che saranno collegati, tramite due Sottostazioni utente, denominate rispettivamente SE Guarini e SSHUB, alla Sottostazione utente Edison, già collegata alla stazione elettrica Terna a 220 kV “Partanna 2”.

Il collegamento elettrico dell'impianto alla rete di trasmissione di alta tensione, tramite la SSE utente dell'operatore elettrico Edison Rinnovabili S.p.A., prevede nell'ambito di altre iniziative la realizzazione di una nuova sottostazione di utente sita nelle vicinanze della stazione Terna. a 220 kV“ Partanna 2. Il progetto prevede il prolungamento delle sbarre nella stazione Edison fino al confine di proprietà e il collegamento diretto all'Hub a 220 kV; quest'ultimo è di proprietà della società Eenergy. Tale Stazione sarà costituita da un sistema di sbarre a 220 kV da cui

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	12

verranno ricavati 2 stalli in cavo, uno per collegare il Progetto ALLEANS con potenza 35 MW, e una per il collegamento alla Stazione di Trasformazione Elettrica denominata SE Guarini di proprietà di Econergy.

La Sottostazione SE Guarini sarà composta da cinque stalli di trasformazione 220/30 kV per l'allacciamento dei cinque operatori. Ed in particolare:

- Stalli Guarini 1 e 2 di potenza nominale pari a 88 MW;
- Impianto di Misiliscemi di potenza nominale pari a 34 MW;
- Impianto Contrada Rinazzo di potenza nominale pari a di 23 MW;
- Impianto in progetto “AGV Cuddia” di potenza nominale paria a 28 MW.
- Impianto X-Elio PV SITE di potenza nominale paria a di 50 MW.

La SSE Guarini è dotata di uno stallo condiviso di uscita a partire dal quale si svilupperà il cavidotto AT a 220 kV interrato di collegamento con la SSHUB.

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 49,84 ha.

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m ²]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	498435,0	49,84	100,00%
Superficie viabilità	7890,0	0,79	1,58%
Area cabine totale	285,3	0,03	0,09%
Area a verde di mitigazione perimetrale	31372,5	3,14	6,29%
Area a verde di compensazione ambientale	104005,0	10,40	20,87%
Area Pannellata (inseguitori)	151858,9	15,19	30,47%
Corridoi tra pannelli/muretti a secco	203023,3	20,30	40,73%

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	13

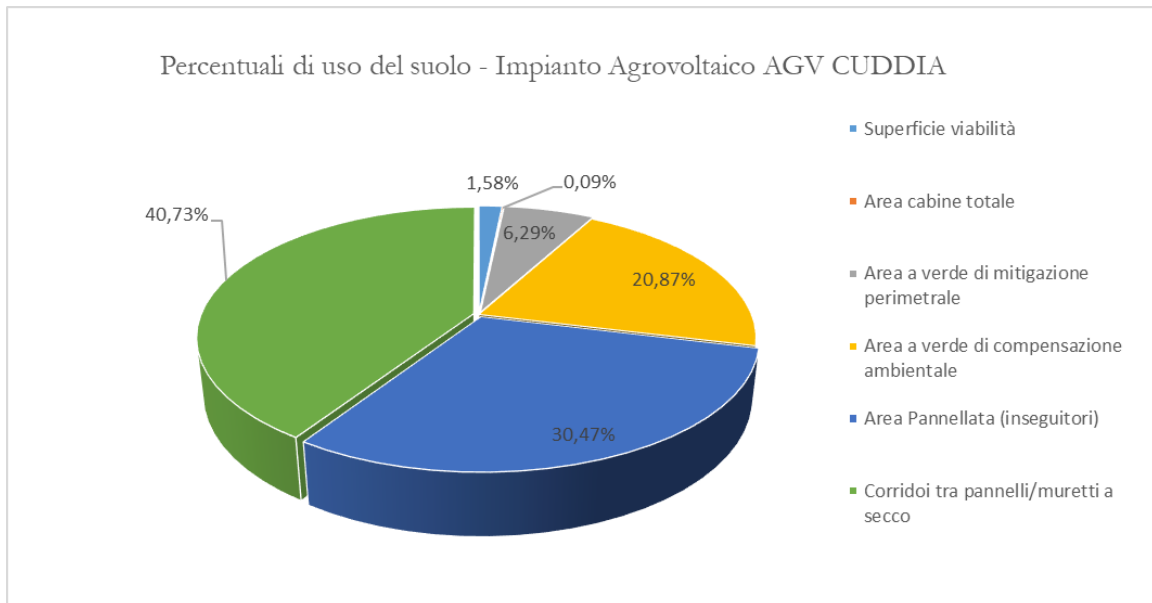


Figura 6 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto agrovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 06020124, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete sopra.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto AGV venga collegata in antenna a 220 kV con una nuova Stazione elettrica di smistamento (SE Partanna 2) a 220 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore-Partanna".

Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di Pubblica Utilità**. Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis. L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	14

5. ALLEGATO 3 – ELENCO AEROPORTI PRIVI DI PROCEDURE STRUMENTALI

Elenco degli aeroporti privi di procedure strumentali, per i quali ENAV fornisce i servizi del traffico aereo:



Rieti - LIQN (345.8 KB)



Roma Urbe - LIRU (1013.29 KB)



Torino Aeritalia - LIMA (431.36 KB)



Venezia S. Nicolò - LIPV (372.89 KB)

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	15

AEROPORTI PRIVI DI PROCEDURE STRUMENTALI DI VOLO				
N. Progressivo	AEROPORTO	COORDINATE ARP		CODICE ICAO
		NORD	EST	
1	ALESSANDRIA	44°55'30"	8°37'31"	1
2	ALZATE BRIANZA	45°46'12"	9°09'39"	1
3	AQUINO	41°29'10"	13°43'07"	2
4	AREZZO	43°27'21"	11°50'49"	1
5	ASIAGO	45°53'16"	11°31'00"	2
6	BELLUNO	46°10'02"	12°14'52"	1
7	BIELLA / Cerrione	45°29'45"	8°06'09"	2
8	CALCINATE DEL PESCE	45°48'35"	8°46'05"	1
9	CAPUA	41°06'57"	14°10'41"	2
10	CARPI / Budrione	44°50'06"	10°52'18"	1
11	CASALE MONFERRATO	45°06'40"	8°27'22"	2
12	CREMONA / Migliaro	45°10'02"	10°00'07"	1
13	FANO	43°49'33"	13°01'39"	3
14	FERRARA	44°48'57"	11°36'48"	2
15	FOLIGNO	42°55'58"	12°42'36"	3
16	GORIZIA	45°54'24"	13°35'57"	2
17	LECCE / Lepore	40°21'27"	18°17'38"	1
18	LEGNAGO	45°07'59"	11°17'32"	1
19	LUCCA / Tassignano	43°49'47"	10°34'44"	2
20	LUGO DI ROMAGNA	44°23'53"	11°51'17"	1
21	MASSA / Cinquale	43°59'09"	10°08'34"	1
22	MILANO / Bresso	45°32'29"	9°12'08"	2
23	MODENA / Marzaglia	44°38'05"	10°48'37"	1
24	NOVI LIGURE	44°46'48"	8°47'11"	2
25	PALERMO / Bocca di Falco	38°06'39"	13°18'48"	2
26	PAVULLO	44°19'20"	10°49'54"	2
27	PRATI VECCHI DI AGUSCELLO	44°47'25"	11°40'09"	1
28	RAVENNA	44°21'52"	12°13'29"	2
29	REGGIO EMILIA	44°41'56"	10°39'45"	2
30	THIENE	45°40'32"	11°29'47"	2
31	UDINE / Campofornido	46°01'55"	13°11'12"	2
32	VALBREMBO	45°43'14"	9°35'37"	1
33	VERCELLI	45°18'40"	8°25'03"	1
34	VERGIATE	45°42'52"	8°41'59"	1
35	VERONA / Boscomantico	45°28'23"	10°55'37"	2
36	VOGHERA / Rivanazzano (1)	44°57'37"	9°00'35"	2

(1) per questo aeroporto il centro del cerchio di raggio pari a 4.300 m coincide con il centro pista

37	TRENTO / Mattarello (2)	46°01'24"	11°07'30"	2
----	-------------------------	-----------	-----------	---

(2) per questo aeroporto l'area circolare ha un raggio pari a 4700 m e centro in corrispondenza del centro pista

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	16

6. ALLEGATO 4 – ELENCO AEROPORTI DOTATI DI MISURE STRUMENTALI

Albenga - LIMG (100.2 KB)	Catania - LICC (100.52 KB)
Alghero - LIEA (105.62 KB)	Comiso - LICB (195.26 KB)
Ancona - LIPY (192.93 KB)	Crotone - LIBC (99.74 KB)
Aosta - LIMW (192.19 KB)	Cuneo - LIMZ (195.64 KB)
Bari - LIBD (184.98 KB)	Firenze - LIRQ (100.07 KB)
Bergamo - LIME (198.76 KB)	Foggia - LIBF (101.61 KB)
Biella - LILE (191.23 KB)	Forlì - LIPK (198.9 KB)
Bologna - LIPE (100.85 KB)	Genova - LIMJ (194.51 KB)
Bolzano - LIPB (194.64 KB)	Lamezia Terme - LICA (195.43 KB)
Brescia - LIPO (100.26 KB)	Lampedusa - LICD (100.82 KB)
Brindisi - LIBR (125.76 KB)	Marina di Campo - LIRJ (187.77 KB)
Cagliari - LIEE (100.42 KB)	Milano Linate - LIML (101.92 KB)
	Milano Malpensa - LIMC (199.31 KB)

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	17

Napoli - LIRN (99.96 KB)

Taranto - LIBG (191.47 KB)

Olbia - LIEO (199.36 KB)

Torino - LIMF (195.72 KB)

Padova - LIPU (99.5 KB)

Treviso - LIPH (194.7 KB)

Palermo - LICJ (193.92 KB)

Trieste - LIPQ (194.13 KB)

Pantelleria - LICG (203.47 KB)

Venezia - LIPZ (103.04 KB)

Parma LIMP (99.69 KB)

Verona - LIPX (194.27 KB)

Perugia - LIRZ (200.96 KB)

Pescara - LIBP (100.23 KB)

Reggio Calabria - LICR (196.79 KB)

Rimini - LIPR (185.94 KB)

Roma Ciampino - LIRA (192.93 KB)

Roma Fiumicino - LIRF (194.45 KB)

Salerno - LIRI (200.35 KB)

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering



















CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	18

7. ALLEGATO 5 – ELENCO AVIO, ELI ED IDROSUPERFICI






















Tabella contenente i dati delle Avio-Eli-Idrosuperfici selezionate

Dettaglio	Tipologia ↓	Denominazione ↓	Città ↓	Indirizzo	Gestore/i ↓
Sicilia					
	Aviosuperficie	Agrigento Airfiel	Favara	Contrada Burraiti	Sciabetta Pasquale
	Aviosuperficie	AQUILA SOLITARIA	Caltanissetta	Contrada Prestianni	UBBRIACO Luigi
	Aviosuperficie	ARETUSA FLY	Canicattini Bagni (SR)	Contrada Bagni	MESSINA Rosario
	Aviosuperficie	Avola	Avola	Contrada Gallina	Palmeri Renato
	Aviosuperficie	BOVARELLA	Salemi (TP)	Contrada Bovarella	CALISTRO Angelo
	Aviosuperficie	CALATABIANO	Calatabiano (CT)	Contrada San Biagio	Coco Giuseppe
	Aviosuperficie	Fly Team Paceco	Paceco	Strada Provinciale 29 s.n.	Trapani Alessandro
	Aviosuperficie	GIUBILIANA	Ragusa	Contrada Giubiliana	MANCINI Salvatore
	Aviosuperficie	MALETTO FLY	Maletto (CT)	Contrada Roccaro	BERNARDIS Eros
	Aviosuperficie	Marano	Pietraperzia	Contrada Marano	Milazzo Salvatore
	Aviosuperficie	MARINA DI MODICA	Modica (RG)	Via Granada 2	VISCOVO Raffaele
	Aviosuperficie	MASSAROTTI	Caltagirone (CT)	Contrada Caudarella	CARUSO Renato
	Aviosuperficie	MINOTAURUS E MEDUSA	Caronia (ME)	Contrada Rinella	DI GIORGIO Gaetano
	Aviosuperficie	PATERNO'	Paternò (CT)	Contrada Regalizia	GIORDANO Martino
	Aviosuperficie	RAMACCA MARGHERITO	Ramacca (CT)	Contrada Margherito	PLACENTI Arcangelo
	Aviosuperficie	RINAURA	Siracusa	Contrada Rinaura	QUERCIOLI Antonmaria

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	19

	Aviosuperficie	TENUTA LA FENICE	Caltanissetta	contrada Cusatino Paradiso	FONTI Augusto Alessio
	Aviosuperficie	TERRANOVA	Menfi (AG)		PALMINTERI Antonino
	Elisuperficie	AGIP PANTANELLI	Siracusa (SR)	Contrada Pantanelli	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	AIR PANAREA	Panarea (ME)	Via Iditella	VIELMO Lorenzo
	Elisuperficie	Attardi	Santo Stefano Quisquina	Via Nazionale n. 16	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Aviatore Giuseppe De Marco	Corleone	Strada Provinciale Casale - C. da Giaconia Sant'Elena	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Catenanuova	Catenanuova	C.da Piano Mulino	
	Elisuperficie	Danilo Bonarrigo	Troina	Contrada Camatrone - Zona Industriale	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	DON PINO PUGLISI	Mazara del Vallo (TP)	Contrada Affacciata - Via Rosario Ballatore	D'AGATI Mario
	Elisuperficie	ENIMED	Gela (CL)	Centro Direzione ENIMED -Contrada Ponte Olivo- Gela - CL	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Filicudi	Filicudi (Lipari)		MANZO Ciro
	Elisuperficie	FRATERNITA DI MISERICORDIA	Valledolmo (PA)	Contrada Crete	CALABRESE Concetta
	Elisuperficie	Furiana	Caltanissetta	Contrada Furiana Frazione Torretta	Gianluca Mannino Gueli
	Elisuperficie	Gagliano C.to	Gagliano Castelferrato	Contrada Bosco	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Gaspere Rodoligo	Catania	Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Giarratana	Ragusa	Contrada Piano Conte S.P. 57 Km 0,800	
	Elisuperficie	Ginostra	Isola Stromboli - Lipari	Ginostra isola Stromboli	MANZO Ciro
	Elisuperficie	GIORGIO LA PIRA	Pozzallo (RG)	Contrada Raganzino	MALLIA Salvatore



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	20

	Elisuperficie	Giovanni Paolo II	Sambuca di Sicilia		Guasto Francesco
	Elisuperficie	ISOLA DI FAVIGNANA	Favignana (TP)		Pagoto Giuseppe
	Elisuperficie	ISOLA DI LEVANZO	Levanzo (TP)		Pagoto Giuseppe
	Elisuperficie	Isola di Linosa	Isola Linosa	Via Pozzolana Ponente	MANZO Ciro
	Elisuperficie	ISOLA DI MARETTIMO	Marettimo (TP)		Pagoto Giuseppe
	Elisuperficie	Leonforte	Leonforte	Contrada San Giovanni	MALLIA Salvatore
	 Elisuperficie	Lercara Friddi	Lercara Friddi	Via S. Francesco snc	Giuseppe Pasquale Ferrara
	Elisuperficie	Lipari	Lipari		MANZO Ciro
	Elisuperficie	Madonna dall'Alto	Petralia Sottana	Via Esterna Sant'Elia presso Ospedale Madonna dall'Alto	Di Pietro Nicola
	Elisuperficie	Magg. Paar. Ciardelli Nicola Medaglia d'onore della Repubblica Italiana	Favignana (TP)	Contrada Torretta snc Favignana	Trapani Alessandro
	 Elisuperficie	malvagna	Malvagna	Contrada Cuba	Di Pietro Nicola
	Elisuperficie	MISTRETTA	Mistretta (ME)	Via Anna Salomone	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Nicosia	Nicosia		MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Nido di Falco Pellegrino	Niscemi (CL)	Via Giovanni Falcone snc	Gentile Filippo
	Elisuperficie	OSPEDALE BARONE ROMEO	Patti		MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE CANNIZZARO	Catania	Contrada Cannizzaro	MANZO Ciro
	Elisuperficie	OSPEDALE CHIELLO	Piazza Armerina (EN)	Piazza Armerina - Contrada Bellia	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE CIVICO E BENEFRATELLI	Palermo		MANZO Ciro
	Elisuperficie	Ospedale di Avola	Avola	S.S. 115	MALLIA Salvatore

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	21

	Elisuperficie	OSPEDALE DI CANICATTI	Canicatti (AG)	Ospedale di Canicatti	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE DI RIBERA	Ribera (AG)		MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE DI SCIACCA	Sciacca (AG)	Contrada Semiazza	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE GIUSEPPE FOGLIANI	Milazzo	via Madonna delle Grazie 1 - villaggio Grazia	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE GRAVINA	Caltagirone (CT)	Via Porto Salvo	GENTILE Giuseppe
	Elisuperficie	OSPEDALE MAGGIORE DI MODICA	Modica (RG)	Ospedale Maggiore di Modica	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE PAPARDO	Messina	Località Ganzirri	MANZO Ciro
	Elisuperficie	OSPEDALE POLICLINICO UNIVERSITARIO	Messina	Via Consolare Valeria	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE REGINA MARGHERITA	Comiso (RG)	Via Canicarao	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE SAN GIOVANNI DI DIO	Agrigento	Contrada Consolida	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	OSPEDALE SANT'ELIA	Caltanissetta	Ospedale Civile Sant'Elia	MANZO Ciro
	Elisuperficie	OSPEDALE VITTORIO EMANUELE II	Castelvetrano (TP)	Via Marinella	Cannizzo Giovanni
	Elisuperficie	P.O. Trigona	Noto	contrada San Giovanni	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Pace del Mela	Pace del Mela	Via Torre incrocio via Malapezza	GENTILE Giuseppe
	Elisuperficie	Panarea	Panarea (Lipari)		MANZO Ciro
	Elisuperficie	Pasquale Giorgio	San Pier Niceto	zona industriale ASI San Biagio	VIELMO Lorenzo
	Elisuperficie	Presidio Ospedaliero Umberto I di Enna	Enna	Contrada Ferrante Enna bassa	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	PROVINCIA REGIONALE DI CALTANISSETTA	Mussomeli (CL)	Località Valle del Lupo	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Randazzo	Randazzo	Via Filippo Turati - Parco Sciarone - C.da Bocca D'Orzo	MALLIA Salvatore

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	22

	Elisuperficie	Roccalumera	Roccalumera	C.da Carrubbara - Roccalumera	
	Elisuperficie	Salina	Salina (Lipari)		MANZO Ciro
	Elisuperficie	SAN GIOVANNI GEMINI	San Giovanni Gemini (AG)		MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Stromboli	Stromboli (Lipari)		MANZO Ciro
	Elisuperficie	Tenente Pilota Nicolò De Pasquali	Licata		Ortega Vincenzo
	Elisuperficie	Tortorici	Tortorici	Contrada Sciara	MALLIA Salvatore
	Elisuperficie	Vizzini	Vizzini	C.da Albanicchi	
	Elisuperficie	Vulcanello	Isola Vulcano - Lipari	Isola Vulcano	MANZO Ciro
	Elisuperficie	Vulcano	Vulcano (Lipari)		MANZO Ciro

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	23

8. ALLEGATO 6 – VERIFICHE DI ABBAGLIAMENTO

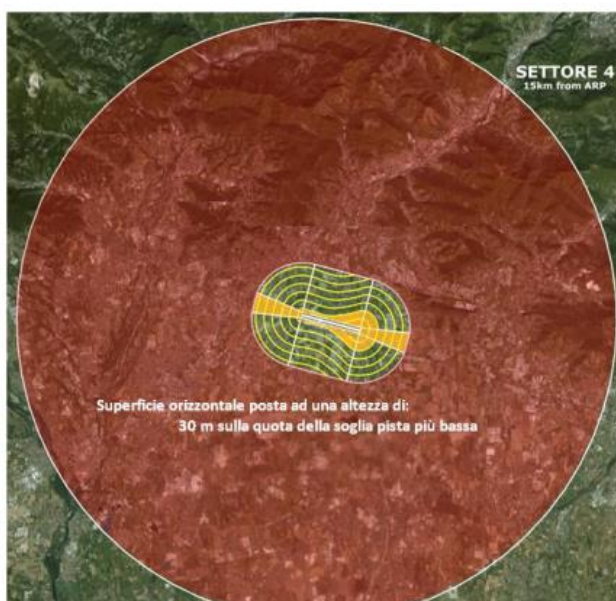
8.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio viene sviluppato al fine di verificare la compatibilità delle opere in progetto con le infrastrutture di volo esistenti, secondo le disposizioni ENAC/ENAV, pubblicate sul sito dell'Ente, ed in particolare al documento:

- ***“Verifica Preliminare – Verifica potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea” (doc “Verifica_preliminare_Rev0_Febbraio_2015.pdf”);***

In particolare, al cap.2 lett. a.4), si dispone che venga effettuata istruttoria per l'autorizzazione da parte dell'ENAC qualora gli impianti fotovoltaici si trovino nel 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 3.



Ricadendo in tale casistica, si è reso necessario condurre uno studio circa la valutazione dei fenomeni di abbagliamento.

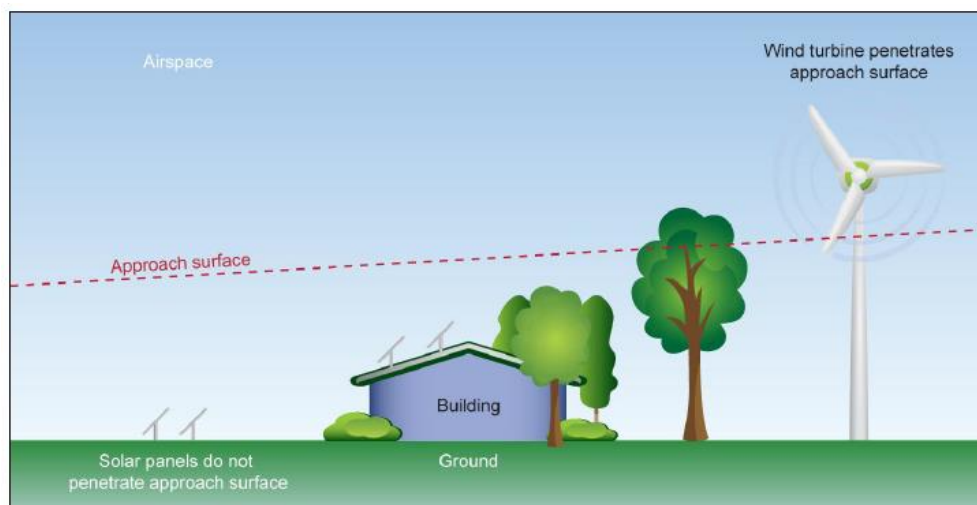
Per quanto concerne lo studio dell'abbagliamento indotto in ambito aeroportuale per effetto di impianti fotovoltaici, in Italia non esiste alcuna normativa vigente. Pertanto, il presente studio specialistico farà riferimento alle **linee guida Americane FAA** (Federal Aviation Administration) di cui si riporta a seguire un estratto, nei punti di maggiore interesse per il presente studio.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	24

8.2. ANALISI DELLO SPAZIO AEREO

Il primo obiettivo della Federation Aviation Administration è quello di assicurare la sicurezza nazionale del sistema aeroportuale. Gli studi condotti riguardano le possibili interferenze nello “spazio aereo” indotte da alcune strutture schematizzate nella immagine a seguire.

Si tratta di tutte potenziali interferenze che possano impattare negativamente il traffico aereo. Le linee guida forniscono direttive per la conduzione di uno studio che valuti la non interferenza dell’impianto con le attività aeroportuali. Secondo tali direttive, il progetto non deve in alcun modo penetrare “la superficie immaginaria” attorno l’aeroporto. Anche in assenza di ostacoli alla navigazione aerea, l’impianto dovrà essere sottoposto a verifica in quanto l’effetto di “bagliore” indotto potrebbe essere ugualmente dannoso. A tal proposito dovrà essere condotto uno studio aeronautico sul progetto per determinare la presenza o l’assenza di un reale pericolo.



8.3. PENETRAZIONE DELLO SPAZIO AEREO

Le superfici immaginarie (come da immagine precedente) si estendono al di fuori della pista in modo da ripercorrere le più probabili traiettorie aeree cercando di includere anche potenziali manovre non previste o di emergenza. L’altezza al di sopra della pista di tale superficie è minore in corrispondenza della pista, e aumenta con l’allontanarsi da essa (fasi di atterraggio e decollo).

8.4. RIFLETTIVITÀ

Con il termine riflessione si intende la riflessione della luce su una qualunque e generica superficie. Gli effetti potenziali di questo fenomeno sono:

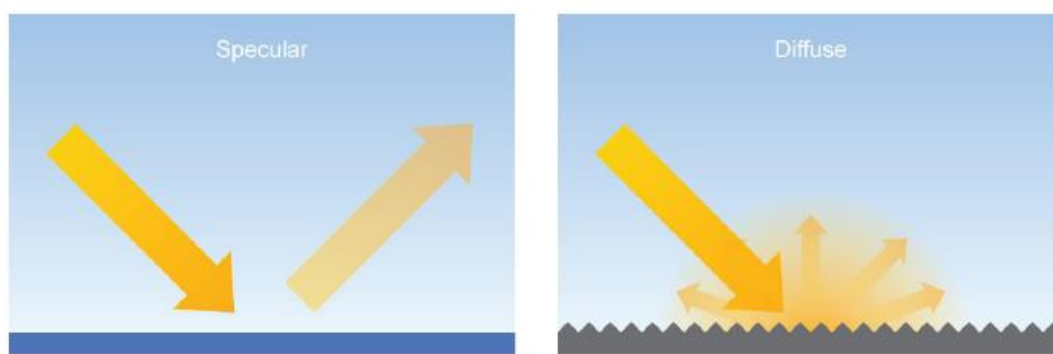
- Glint – flash momentaneo dovuto a una luce molto intensa;
- Glare – trasmissione continuativa di una luce forte ed intensa.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	25

Questi due effetti sono più comunemente chiamati “glare”, ossia un fenomeno in grado di indurre una breve perdita di nitidezza della vista, anche chiamata “flash blindness”.

Con specifico riferimento agli impianti fotovoltaici, l'aliquota riflessa dai pannelli solari dipende principalmente dall'entità dell'irraggiamento solare incidente sulla superficie dei pannelli, dalla riflettività del materiale dei quali gli stessi pannelli sono composti, dall'esposizione geografica, dal periodo dell'anno, dal grado di nuvolosità presente e dall'orientamento dei pannelli solari.

Come evidenziato nell'immagine che segue, superfici lisce riflettono un quantitativo di luce solare più alto verso un possibile recettore posto in posizione speculare. Inoltre, quanto più la superficie è lucida, maggiore è la sua capacità di brillare. Superfici meno regolari creano un fenomeno di riflettività che è invece maggiormente diffuso e pertanto la luce viene percepita meno “brillante”.



La determinazione del fenomeno presuppone la conoscenza dei seguenti aspetti:

- Posizione del sole;
- Posizione dell'osservatore;
- Caratteristiche dei moduli fotovoltaici: tilt – orientamento – locazione – estensione – proprietà ottiche

8.5. COMPLETAMENTO ANALISI SULL'ABBAGLIAMENTO

L'analisi di abbagliamento per uno specifico progetto risulta essere un processo iterativo che volge lo sguardo a più di una singola metodologia. Sicuramente un ottimo punto di partenza è il confronto sia con altre realtà che hanno avuto modo di sperimentare applicazioni similari, sia una valutazione relativa alle fonti di riflettività attualmente esistenti nella stessa area sulla quale dovrebbe sorgere l'impianto fotovoltaico in oggetto.

Vista l'assenza di una normativa rigida in tal senso, le possibili metodologie potranno tener conto di una o più delle seguenti analisi:

- Analisi qualitativa del potenziale impatto in relazione alla Torre di Controllo del traffico aereo, piloti e ufficiali di aeroporto;
- Test da realizzarsi in sito, con i pannelli solari di progetto valutando effettivamente quale sia il grado di riflettività indotto;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	26

- Analisi geometrica per determinare i giorni e l'orario preciso durante i quali potrà avvenire tale impatto visivo.

8.5.1. Valutazione delle condizioni di riflettività

Il fenomeno della riflessione o “glare” interferisce in svariate operazioni aeronautiche. Per ridurre al massimo l'effetto indotto, le superfici vetrate della torre di controllo dell'aeroporto (o degli aeroporti più in generale), il vetro della cabina di pilotaggio degli aeroplani ed eventuali sistemi di protezione dei piloti come i caschi, sono caratterizzate da un trattamento antiriflesso. Inoltre, la citata direttiva prevede che gli operatori siano muniti di occhiali antiriflesso.

In tale contesto va inserito il contributo del realizzando impianto fotovoltaico, per la valutazione dei potenziali fenomeni di abbagliamento.

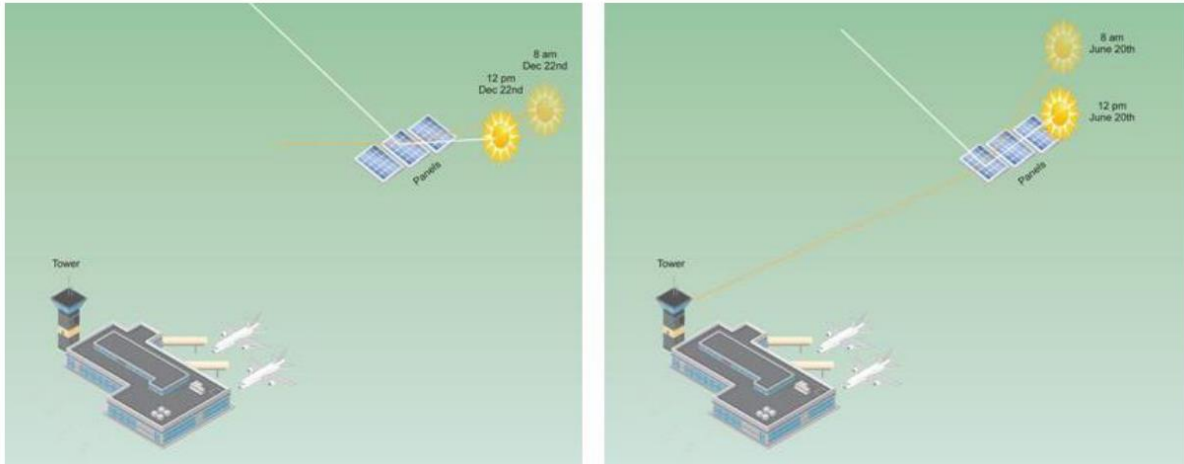
8.5.2. Prove in sito

La citata normativa prevede altresì che il potenziale abbagliamento indotto dai pannelli solari possa essere valutato mediante alcune prove di campo. Il test è una prova di come un pannello solare, del tipo previsto in progetto, possa creare disturbi (valutando al meglio tutte le interferenze in tutte le condizioni in cui il pannello possa realmente essere posizionato e inclinato in sito) e avere impatti non trascurabili sulla Torre di controllo e sulle manovre degli aeroplani.

8.5.3. Valutazioni geometriche

Gli studi geometrici condotti sono l'approccio più tecnico per la valutazione degli scopi di progetto. È uno dei metodi più utilizzati e viene generalmente utilizzato quando è difficile fare valutazioni sull'abbagliamento mediante altri metodi precedentemente descritti. Gli studi, in tal senso, includono una valutazione prettamente geometrica in uno con una dettagliata analisi del percorso giornaliero della propagazione dei raggi solari e del fenomeno di riflessione indotto da una specifica superficie. Alla fine della simulazione si andrà a valutare cosa effettivamente risulta colpito dalle riflessioni risultanti dai pannelli solari. La figura a seguire illustra la valutazione sull'impatto descritto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	27



Per lo studio oggetto della presente relazione, si farà uso delle valutazioni geometriche suggerite dalla direttiva FAA (Federal Aviation Administration), con riferimento all'algoritmo SGHAT (Solar Glare Hazard Analysis Tool).

8.6. ALGORITMO SGHAT (SOLAR GLARE HAZARD ANALYSIS TOOL)

8.6.1. Determinazione del fenomeno di abbagliamento

La determinazione del fenomeno di abbagliamento richiede la conoscenza di alcuni parametri fondamentali di seguito elencati:

- Posizione del sole per ogni giorno dell'anno (Diagramma solare);
- Posizione dell'osservatore, nella fattispecie l'operatore in torre di controllo ed il pilota nelle varie fasi di volo;
- Tilt – orientamento – locazione – estensione e proprietà ottiche del modulo fotovoltaico.

L'algoritmo SGHAT, partendo da questi parametri, viene usato per determinare se il fenomeno dell'abbagliamento risulti visibile da una data prescritta posizione.

8.6.2. Posizione del Sole

La posizione del sole è valutata in due differenti forme:

- grandezza vettoriale estesa dal centro di un sistema di assi cartesiani fino al sole
- attraverso angoli zenitale e azimutale. L'algoritmo si basa su latitudine, longitudine e fuso orario da UTC al fine di determinare la posizione del sole in ogni momento scelto dell'anno.

Il primo passo è determinare il tempo solare:

$$t_{solar} = 4(L_{st} - L_{loc}) + E + t_{standard}$$

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	28

In cui:

- L_{st} è il meridiano locale standard;
- L_{loc} è la longitudine data;
- E è l'equazione del tempo espressa in minuti.

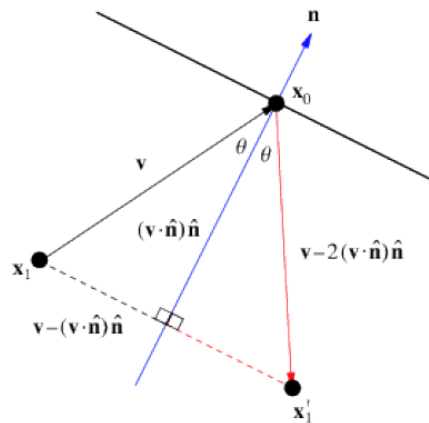
$$E = 229.2(0.000075 + 0.001868 \cos B - 0.0320077 \sin B - 0.014615 \cos 2B - 0.04089 \sin 2B)$$

8.6.3. Vettore del raggio solare riflesso

Una volta che la posizione del sole è univocamente definita per ogni intervallo di tempo, il vettore che indica la posizione del raggio riflesso viene rappresentata seguendo la seguente equazione che è basata sul vettore normale alla fila di pannelli solari disposti in opera.

$$x'_1 - x_0 = v - 2(v \cdot \hat{n})\hat{n}$$

La figura a seguire illustra graficamente quanto espresso:



8.6.4. Dispersione e angolo sotteso al cono ottico

Il vettore riflesso, indice del raggio solare, definisce l'asse del cono ottico che rappresenta l'effettivo fascio solare. Il raggio di sole viene a questo punto traslato dal punto OP (cone apex) in direzione del vettore indice del pannello solare. L'apertura del cono creato dal raggio solare è equivalente a β , (angolo sotteso al raggio solare) che è la somma delle forme incidenti del sole e della dispersione causate da un errore di inclinazione.

$$\beta = 2 * \left(\frac{\theta_{sun\ angle}}{2} + 2 * 3 * \theta_{slope\ error} \right)$$

8.6.5. Proiezione del fascio di luce sul piano del vettore

Il fascio luminoso è proiettato sul vettore PV in diversi step.

Primo, sono calcolati i punti che giacciono sul bordo del fascio in una sezione conica ortogonale all'asse. Questa sezione conica è definita arbitrariamente ad una distanza di 1 metro

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	29

dal “cone apex” (OP). Questi punti sono calcolati generando in modo casuale 2 coordinate e determinando la terza attraverso la seguente equazione

$$v_{axis} * v_{radius} = 0$$

L'equazione stabilisce che l'asse del cono è ortogonale ai vettori radiali della sezione conica sulla quale giacciono i punti stessi in analisi.

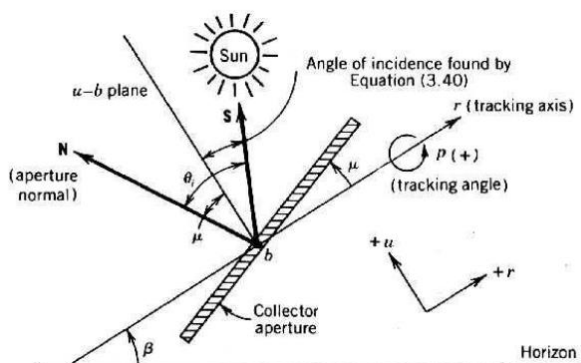
Successivamente, i vettori che definiscono il bordo della superficie conica sono definiti sottraendo l'OP ai punti del cono. Questi vettori così determinati si estendono fino al piano del vettore PV. Questi vettori definiscono il fascio della proiezione solare. Al loro centro, lungo l'asse del cono, c'è il vettore del raggio solare calcolato al paragrafo 8.6.3.

Questi vettori conici sono poi intersecati con il piano del vettore PV. Questa intersezione sarà una sezione ellittica definita dagli stessi n punti complanari. Gli n punti di intersezione definiscono la superficie ellittica che descrive come il fascio solare intercetti il piano del vettore PV.

8.6.6. Impianti fotovoltaici ad inseguimento mono-assiale

Gli impianti fotovoltaici ad inseguimento mono-assiale consentono ai pannelli di ruotare lungo una direzione al fine di seguire l'apparente spostamento del sole nel tempo. Questa rotazione lungo una sola direzione è modellata utilizzando il vettore normale, \vec{n} . Le componenti di tale vettore sono calcolate come segue:

- B_t – Tilt del pannello, dove 0° è parallelo con il terreno piano e 90° è perpendicolare al terreno, fronte orizzonte;
- μ - offset del pannello dall'asse di tracciamento;
- ϱ – Angolo che rappresenta la rotazione del pannello in ogni istante (in senso orario e in senso antiorario lungo l'asse);
- γ – Orientamento dell'asse di tracciamento



Le componenti del vettore \vec{n} sono prima calcolate in un sistema di coordinate cartesiane (b, r, u) dove r è allineato con l'asse di tracciamento, b è perpendicolare rispetto a r e si estende fino all'orizzonte, e u è perpendicolare a r verticalmente.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	30

8.6.7. Determinazione dell'impatto visivo

L'impatto visivo del fenomeno di abbagliamento può essere classificato in tre livelli basati su **Irradianza della retina** e **Angolo sotteso utente-sorgente**. Da tale classificazione emergono tre livelli di potenziale danno. Le caratteristiche e i grafici di riferimento sono più ampiamente analizzati nel paragrafo 6.1.

8.7. DATI RELATIVI AL SITO E ALL'IMPIANTO

8.7.1. Aeroporto Trapani Birgi "Vincenzo Florio"

L'aeroporto di Trapani Birgi "Vincenzo Florio" (TP), è una infrastruttura della Sicilia situata in provincia di Trapani. L'aeroporto è dotato di pista strumentale, in particolare la pista 31L è strumentale di precisione in CAT I. Le coordinate geografiche dell'ARP sono N 37° 54' 43.80" / E 12° 29' 36.80", a circa 15 km da Trapani. L'aeroporto si trova ad un'altitudine di circa 7,62 m.s.l.m. La lunghezza della pista è 2695 m, mentre la larghezza è pari a 45 m. I dati caratteristici dell'aeroporto di Trapani - Birgi, di cui alcuni sopra citati, sono stati riportati in una tabella

Aeroporto di Trapani – Birgi "Vincenzo Florio"	
Caratteristiche tecniche	
Tipologia	Aeroporto militare aperto al traffico civile
Certificato di aeroporto	N.I – 039/APT
Coordinate geografiche ARP	N 37°54'43.80" / E 12°29'36.80"
Codice riferimento ICAO	4C
Altitudine	7,62 m.s.l.m. (22,9656 ft)
Pista 13	Strumentale non di precisione
Pista 31	Strumentale di precisione Cat.I
Lunghezza pista	2695 m
Larghezza pista	45 m

8.7.2. Impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione è previsto nel comune di Trapani, area sita a Est dell'aeroporto di Trapani - Birgi ad una distanza circa di 14,0 km.

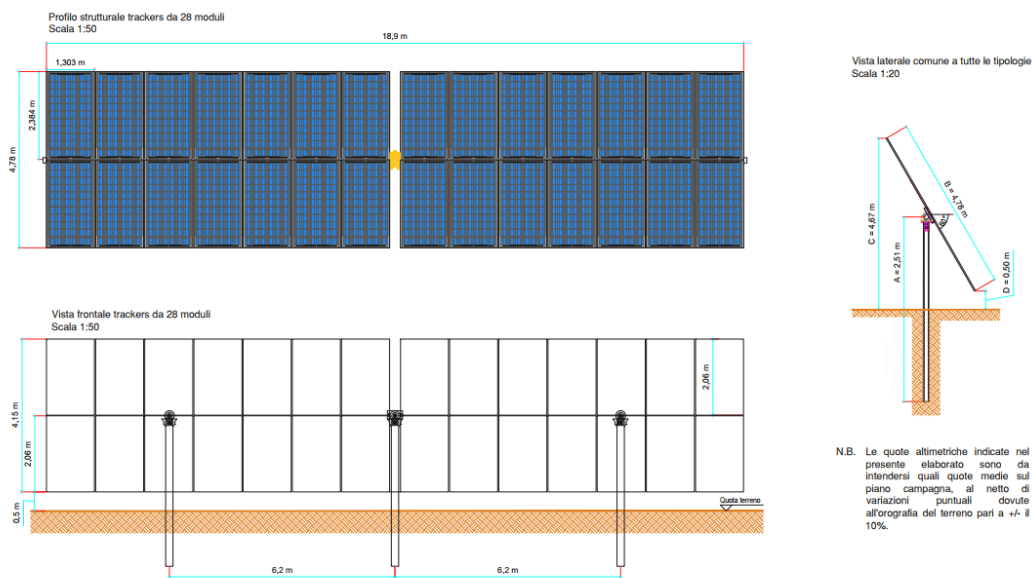
L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 52.272 moduli in silicio monocristallino tipo Ja Solar, modello JAM72D42-625/LB, di potenza pari a 625 Wp, per una potenza totale pari a 32,67 MWp, da installare su tracker mono-assiali, con una altezza dell'asse di rotazione pari a circa 1,8 m al di sopra del piano campagna.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	31

Il campo viene suddiviso in cinque sottocampi:

- Sottocampo PS1: Potenza 6,69 MW_p;
- Sottocampo PS2: Potenza 6,69 MW_p;
- Sottocampo PS3: Potenza 6,69 MW_p;
- Sottocampo PS4: Potenza 6,30 MW_p;
- Sottocampo PS1: Potenza 6,30 MW_p;

Nella loro rotazione, la superficie dei moduli segue l'inclinazione del sole, con una variazione dell'angolo di inclinazione da -55° a $+55^\circ$ rispetto all'orizzonte, mentre durante i periodi di riposo (assenza di sole o fermo macchina) la struttura viene fermata nella posizione -55° .



Struttura del Tracker di Progetto

Il mantenimento, in fase di realizzazione, dei requisiti geometrici e relativi alle caratteristiche del singolo modulo fotovoltaico di cui sopra è essenziale per garantire la validità dell'esito della presente valutazione. Di seguito vengono riportate le immagini relative all'area di installazione, così come individuata negli elaborati progettuali, ed il dettaglio della disposizione dei moduli presso l'impianto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	32



Layout impianto e punti di osservazione



Layout di impianto e inquadramento su ortofoto

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	33

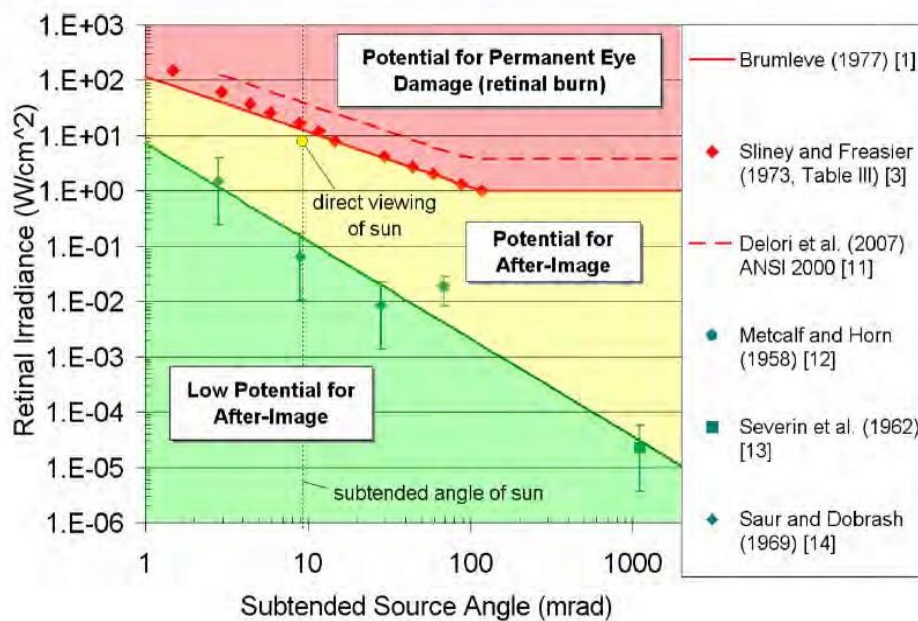
8.8. METODOLOGIA DI SIMULAZIONE

8.8.1. Strumento di simulazione

La simulazione è stata effettuata con il tool Forge Solar Glare Hazard Analysis v. 3.0, sviluppato dal Sandia National Laboratory, che consente la valutazione completa dell'abbagliamento. Il tool permette quindi di determinare l'intero potenziale di abbagliamento per elicotteri in avvicinamento/allontanamento alla pista.

Il potenziale di impatto oculare viene valutato in base all'irradianza retinica e all'angolo sotteso della fonte della riflessione, basandosi sull'adattamento di alcuni dati di letteratura riguardanti gli impatti oculari, come desumibile dal grafico di seguito riportato, dove per l'appunto sono individuabili i sopracitati dati di letteratura (Brumleve 1977, Sliney and Freasier 1973, ecc.) e i tre livelli di abbagliamento differenziati in base all'effetto prodotto sulla retina dell'osservatore, e precisamente:

- Verde: basso potenziale di formazione dell'immagine residua
- Giallo: potenziale per causare un'immagine residua temporanea
- Rosso: potenziale causa di ustioni della retina (danni permanenti agli occhi)¹



In ascissa "Subtended Source Angle" rappresenta la misura del fenomeno di abbagliamento per come esso è percepito dall'osservatore, mentre in ordinata "Retinal Irradiance" definisce il quantitativo di energia che effettivamente impatta la retina dell'osservatore. Se il "Subtended

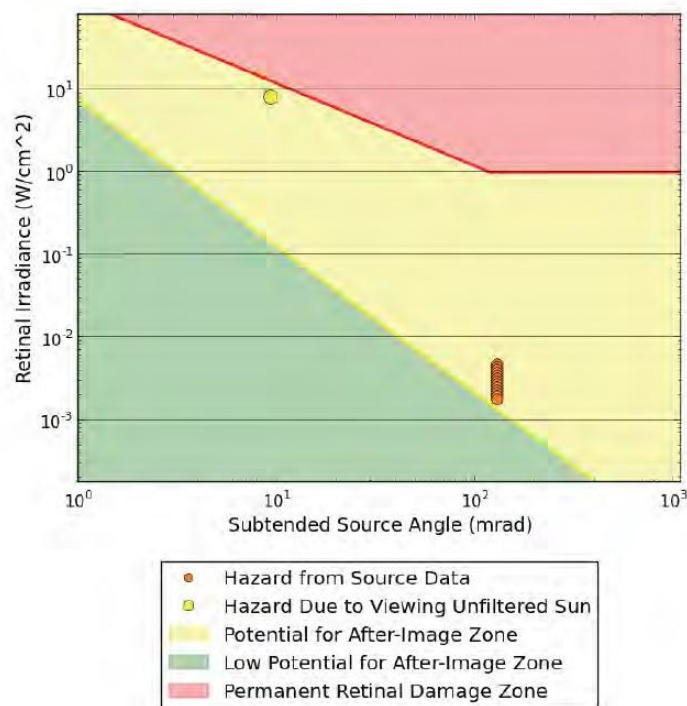
¹ La bruciatura della retina in genere non è possibile per l'abbagliamento dovuto alla presenza di un impianto fotovoltaico poiché i moduli FV non focalizzano la luce solare riflessa.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	34

Source Angle” è ampio, il fenomeno di abbagliamento potrà essere molto elevato anche con un “Retinal Irradiance” basso.

Il confine tra la porzione gialla e quella rossa è quello che determina il passaggio di un fenomeno che da potenzialmente dannoso diviene dannoso.

Al termine della simulazione, ogni minuto di abbagliamento dovuto alla sorgente di emissione analizzata, verrà rappresentato sul grafico con dei piccoli cerchi. Tali cerchi potranno ricadere in una delle tre aree precedentemente menzionate in relazione alla gravità del rischio. Nel grafico di seguito riportato è rappresentato anche un cerchio giallo, indice del rischio causato dalla osservazione delle radiazioni solari in assenza di filtro.



Entrambi i grafici sono relativi al periodo di osservazione di una giornata.

In riferimento ai punti di osservazione riportati nel calcolo, l’analisi viene effettuata simulando il percorso rettilineo nella direzione a 124° con un range di 92 m, sia in avvicinamento che in allontanamento dell’elicottero. Il campo visivo è ristretto (angolo di visuale a 50°) per simulare la posizione del pilota all’interno dell’elicottero.

Inoltre, viene simulato l’abbagliamento potenziale di un osservatore posto nell’elisuperficie. Tale simulazione, a scopo cautelativo, non tiene conto di eventuali ostacoli fisici interposti tra l’osservatore e la superficie riflettente che ne mitigherebbero l’effetto.

8.8.2. Ipotesi di calcolo e limiti di applicabilità

Si riportano di seguito le condizioni poste alla base della metodologia di analisi SGHAT-ForgeSolar.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	35

1. I tempi associati all'abbagliamento sono indicati nel tempo standard. Per l'ora legale, aggiungere un'ora;
2. L'algoritmo non è in grado di simulare alla perfezione il campo fotovoltaico che verrà realizzato; tuttavia, i risultati sono stati oggetto di approfondite analisi anche empiriche come, ad esempio, gli effetti prodotti dall'installazione dell'impianto fotovoltaico presso l'aeroporto regionale di Manchester-Boston, o di altri siti ad Albuquerque, che causavano abbagliamento alla torre di controllo del traffico aereo;
3. Diversi calcoli utilizzano il centroide del campo fotovoltaico, piuttosto che l'effettiva posizione dello spot di abbagliamento, a causa delle limitazioni dell'algoritmo. Ciò potrebbe influenzare i risultati per impianti fotovoltaici di grandi dimensioni. Ulteriori analisi delle sottosezioni del campo possono fornire ulteriori informazioni sul bagliore atteso. Ciò riguarda principalmente l'analisi dei recettori del percorso.
4. I calcoli numerici casuali sono utilizzati da varie fasi dell'algoritmo di analisi del rischio annuale. Di conseguenza, i minuti previsti di abbagliamento possono variare. Questa limitazione influenza principalmente le analisi dei recettori del punto di osservazione, inclusi gli ATCT. Si noti che la metodologia SGHAT / ForgeSolar si è sempre basata su un approccio analitico e qualitativo per determinare con precisione il rischio complessivo (ad esempio verde e giallo) dell'abbagliamento atteso su base annuale.
5. L'angolo della sorgente sotteso (dimensione dello spot di abbagliamento) è vincolato dalla dimensione dell'impronta del campo fotovoltaico. Partizionare campi di grandi dimensioni in sezioni più piccole ridurrà il potenziale massimo di angolo sotteso, influenzando potenzialmente i risultati se gli effettivi punti di abbagliamento sono più grandi della dimensione del campo secondario. Ulteriori analisi dell'area combinata dei sottocampi adiacenti possono fornire maggiori informazioni sui potenziali rischi di abbagliamento. (Vedere il punto precedente sulle limitazioni correlate.)
6. L'algoritmo presuppone che il campo fotovoltaico sia allineato con un piano definito dalle altezze totali delle coordinate delineate nella mappa di Google. L'utente può comunque variare i dati geometrici per ottenere una maggiore precisione.
7. L'algoritmo non considera gli ostacoli (artificiali o naturali) tra i punti di osservazione e l'impianto solare prescritto che possono ostacolare l'abbagliamento osservato, come alberi, colline, edifici, ecc.
8. La funzione di irraggiamento diretto normale variabile (DNI) (se selezionata) consente di scalare il DNI di picco prescritto dall'utente utilizzando un tipico profilo di irradianza di un giorno con cielo limpido. Questo profilo ha un DNI inferiore al mattino e alla sera e un massimo al mezzogiorno solare. Il ridimensionamento utilizza un profilo di irradianza in base a un tempo normalizzato relativo all'alba, al mezzogiorno solare e al tramonto, che sono prescritti da un algoritmo di posizione del sole e dalla latitudine e longitudine ottenute dalle mappe di Google. Il DNI effettivo in un dato giorno può essere influenzato dalla copertura nuvolosa,

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	36

dall'attenuazione atmosferica e da altri fattori ambientali.

9. Il rischio oculare previsto dal software dipende da un numero di fattori ambientali, ottici e umani, che possono essere incerti. Per l'utente è possibile variare questi parametri per vedere se hanno un impatto sui risultati.
10. I confini delle zone di pericolo mostrati nella griglia "Hazard-Hazard" sono un'approssimazione e un aiuto visivo. I risultati effettivi dell'urto oculare comprendono uno spettro continuo, non discreto.
11. Le posizioni di abbagliamento visualizzate sui grafici dei recettori sono approssimative. Le posizioni effettive dei bagliori possono variare.
12. I grafici vettoriali di abbagliamento sono rappresentazioni semplificate dei dati di analisi. Emanazioni e risultati di abbagliamento reali possono differire.
13. Il tracking del campo fotovoltaico presuppone che i moduli si muovano istantaneamente quando inseguono il sole e quando ritornano nella posizione di riposo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	37

8.9. DATI DI INPUT PER LA SIMULAZIONE

8.9.1. Impianto Fotovoltaico

La simulazione è stata effettuata con i seguenti dati di input:

Dati impianto fotovoltaico	
Tipologia Modulo fotovoltaico	Smooth glass without ARC
Potenza nominale modulo	625 Wp
Numero di moduli	52.272
Inseguimento dell'asse	Ad asse singolo
Tilt moduli	SA Tracking
Orientamento dell'asse di tracciamento	180°
Potenza totale nominale Impianto	32,67 MWp

Parametri di Analisi	
Variabilità e Picco DNI	1.000,0 W/m ²
Intervallo di campionamento [min]	1
Coefficiente di trasmissione oculare	0,5
Diametro della pupilla [m]	0,002
Lunghezza focale dell'occhio [m]	0,017
Angolo sotteso dal Sole [mrad]	9,3

L'intero impianto è progettato in un'area compresa tra i punti geografici riportati nel report di calcolo.

Vista l'estensione dell'area di progetto, come suggerito dall'algoritmo di calcolo, l'impianto fotovoltaico è stato graficamente suddiviso in 8 aree, al fine di simulare nel migliore dei modi il potenziale disturbo indotto sulle attività aeronautiche dell'aeroporto di Trapani - Birgi.

L'immagine che segue mostra una suddivisione in tali sottocampi.

Si specifica che tale suddivisione è stata effettuata solamente ai fini del calcolo di abbagliamento, e non ha alcuna correlazione con l'effettiva suddivisione in sottocampi elettrici dell'impianto, la cui determinazione non ha influenze sui fenomeni di abbagliamento.

Per quanto riguarda le rotte ne saranno analizzate tre:

- M622;
- M215;
- L869;

Le tre rotte sono prese in considerazione solo per i tratti più vicini all'impianto.

Inoltre sarà analizzato l'abbagliamento anche sulle piste di decollo/atterraggio, ovvero le piste 13/31 e, e sulla torre di controllo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	38

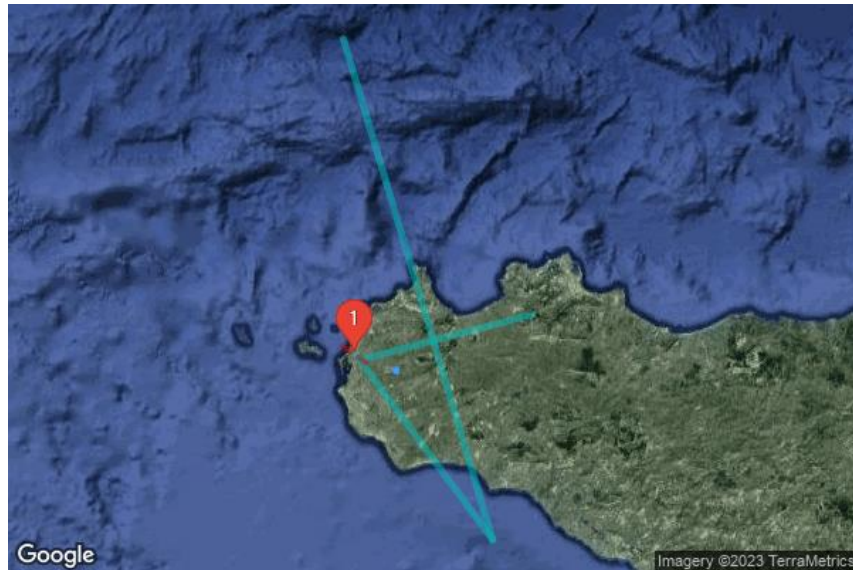


Suddivisione in “Sottocampi” dell’impianto fotovoltaico

8.9.2. Punti di osservazione

I punti di osservazione (come si può osservare nel layout impianto e punti di osservazione) presi in considerazione all’interno del presente studio specialistico sono:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	39




Layout impianto e punti di osservazione

- Recettore del percorso di volo di 2 miglia (13):

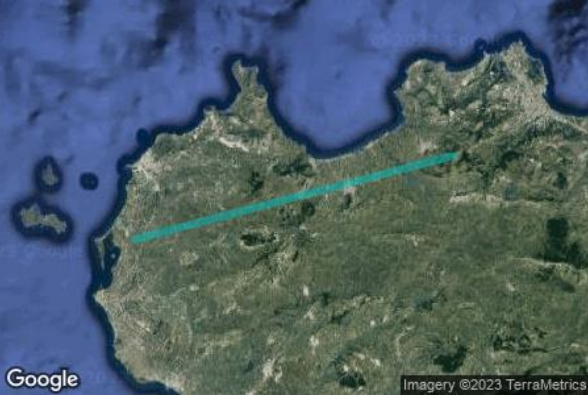
Recettore di percorso di volo – 13		
	Direzione: 123,0°	
	Altezza soglia: 15 m	
	Pendenza di planata: 3,0°	
	Restrizione della vista verticale: 30,0°	
	Restrizione della vista azimutale: 50,0°	
	Soglia	Punto di 2 miglia
Latitudine [°]	37,920779	37,936526
Latitudine [°]	12,476778	12,446003
Elevazione del suolo [m]	2,54	-10,48
Altezza fuori terra [m]	15,24	196,94
Elevazione totale [m]	17,78	186,46

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	40

- Recettore del percorso di volo di 2 miglia (31):


Recettore di percorso di volo – 31		
	Direzione: 306,0°	
	Altezza soglia: 15 m	
	Pendenza di planata: 3,0°	
	Restrizione della vista verticale: 30,0°	
	Restrizione della vista azimutale: 50,0°	
	Soglia	Punto di 2 miglia
Latitudine [°]	37,904266	37,887271
Latitudine [°]	12,503813	12,533492
Elevazione del suolo [m]	10,89	58,79
Altezza fuori terra [m]	15,24	136,02
Elevazione totale [m]	26,13	194,82

- Recettore di percorso (L869)

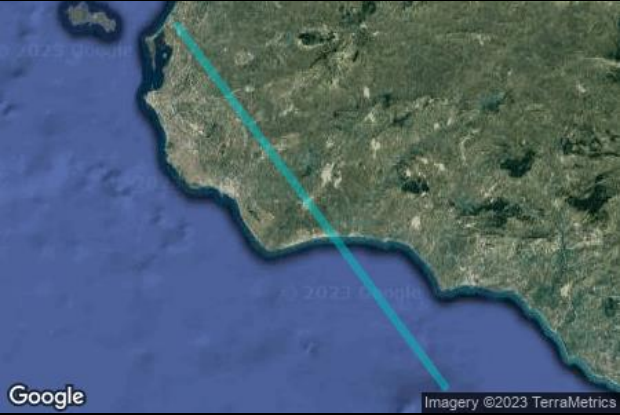
Recettore di percorso L869		
	Direzione: 073° / 252°	
	Lower Vertical limit: FL95	
	Tipo di percorso: Bidirezionale	
	Angolo di visione: 50,0°	
	Vertice 1	Vertice 2
Latitudine [°]	37,895830	38,033610
Latitudine [°]	12,513060	13,177500
Elevazione del suolo [m]	10,85	55,20
Altezza fuori terra [m]	2500,00	2500,00
Elevazione totale [m]	2510,85	2555,20

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	41

- Recettore di percorso (M215)


Recettore di percorso L869		
	Direzione:	160° / 340°
	Lower Vertical limit:	FL195
	Tipo di percorso:	Bidirezionale
	Angolo di visione:	50,0°
	Vertice 1	Vertice 2
Latitudine [°]	38,869170	37,345560
Latitudine [°]	12,447500	13,025280
Elevazione del suolo [m]	-1259,61	-377,31
Altezza fuori terra [m]	5900,00	5900,00
Elevazione totale [m]	4640,39	5522,69

- Recettore di percorso (M622)

Recettore di percorso L869		
	Direzione:	142° / 320°
	Lower Vertical limit:	FL165
	Tipo di percorso:	Bidirezionale
	Angolo di visione:	50,0°
	Vertice 1	Vertice 2
Latitudine [°]	37,345560	37,914440
Latitudine [°]	13,025280	12,493060
Elevazione del suolo [m]	-260,71	26,49
Altezza fuori terra [m]	5000,00	5000,00
Elevazione totale [m]	4739,29	5026,49

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	42

- Recettore di osservazione discreti (ATCT- Torre di controllo)

Recettore di osservazione discreti		
	Numero	1-ATT
	Latitudine [°]	37,916621
	Longitudine [°]	12,491026
	Elevazione del suolo [m]	3,53
	Altezza fuori terra [m]	30,00
	Elevazione totale [m]	33,53

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	43

9. ALLEGATO 7 – RISULTATI DI SIMULAZIONE

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva dei risultati della simulazione effettuata attraverso il tool Forge Solar.

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

PV Array	Tilt °	Orient °	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
Area 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	14,080,000.0
Area 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	15,530,000.0
Area 3	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	8,549,000.0
Area 4	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	9,160,000.0
Area 5	SA tracking	SA tracking	90	1.5	0	0.0	12,520,000.0
Area 6	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	11,260,000.0
Area 7	SA tracking	SA tracking	212	3.5	0	0.0	19,130,000.0
Area 8	SA tracking	SA tracking	1,105	18.4	0	0.0	12,520,000.0

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	1,407	23.4	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Come si può osservare dai risultati, il fenomeno di abbagliamento è presente solo per la rotta M215 a causa delle aree 5 – 7 – 8. L'abbagliamento è comunque accettabile.

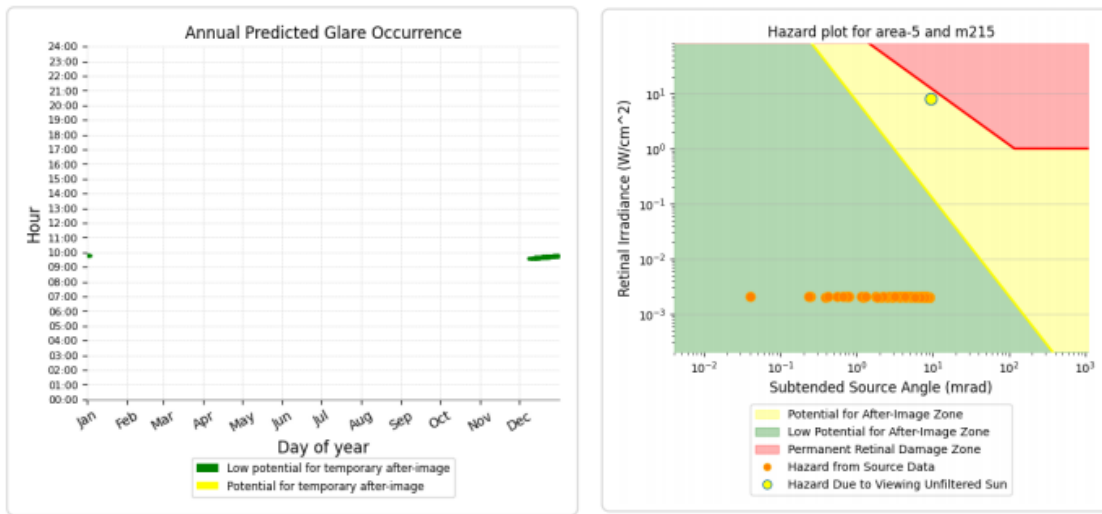
I risultati di queste aree verranno analizzati nel dettaglio nei paragrafi a seguire.

9.1.1. Area 5 e rotta M215

La simulazione condotta attraverso il software Forge Solar ha evidenziato che per la rotta M215 si ha la presenza di un basso potenziale dell'area 5 del campo PV di causare immagine residua temporanea (cecità da flash).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	44

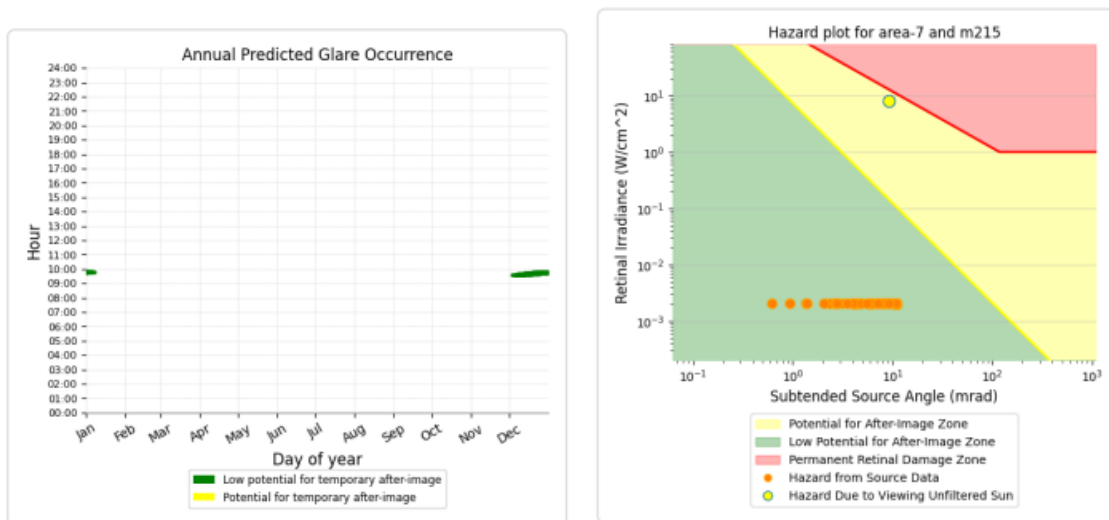
Le ore per cui si può avere un basso potenziale di causare immagine residua (Green Glare) sono 90 min all'anno, nei mesi tra dicembre e gennaio, tra le 9:00 e le 10:00 circa.



9.1.1. Area 7 e rotta M215

La simulazione condotta attraverso il software Forge Solar ha evidenziato che per la rotta M215 si ha la presenza di un basso potenziale dell'area 7 del campo PV di causare immagine residua temporanea (cecità da flash).

Le ore per cui si può avere un basso potenziale di causare immagine residua (Green Glare) sono 212 min all'anno, nei mesi tra dicembre e gennaio, tra le 9:00 e le 10:00 circa.



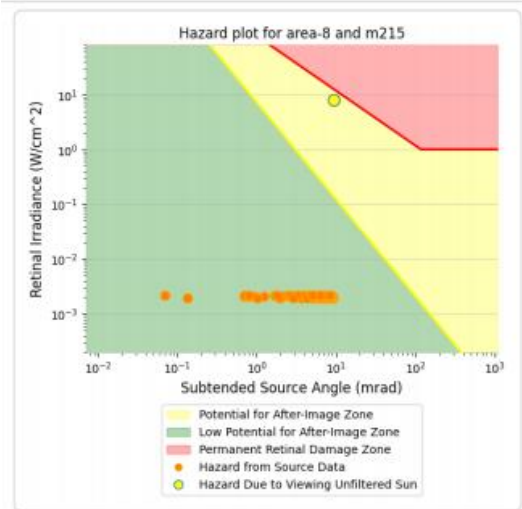
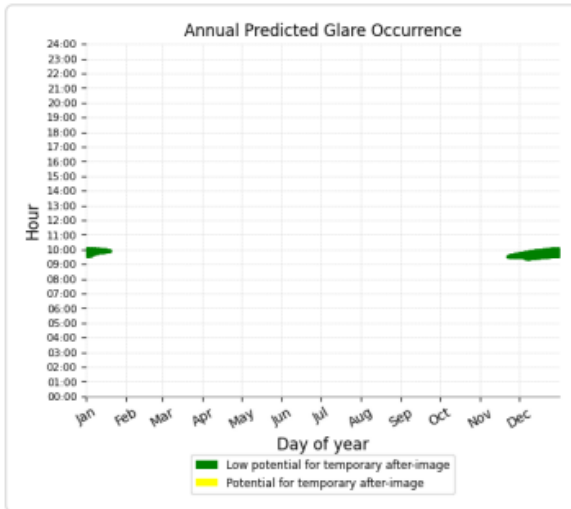
9.1.1. Area 8 e rotta M215

La simulazione condotta attraverso il software Forge Solar ha evidenziato che per la rotta M215 si ha la presenza di un basso potenziale dell'area 8 del campo PV di causare immagine

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	45

residua temporanea (cecità da flash).

Le ore per cui si può avere un basso potenziale di causare immagine residua (Green Glare) sono 1.105 min all'anno, nei mesi tra dicembre e gennaio, tra le 9:00 e le 10:00 circa.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	46

10. ALLEGATO 8 – VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI

Le Linee Guida contengono elementi di dettaglio di tipo interpretativo o procedurale per facilitare l'utente nella dimostrazione di rispondenza ai requisiti normativi. Sono generalmente associate a Circolari. Dato il loro carattere non regolamentare, i contenuti delle Linee Guida (LG) non possono essere ritenuti di per se obbligatori. Quando l'utente interessato sceglie di seguire le indicazioni fornite nelle LG, ne accetta esplicitamente le implicazioni sul proprio impianto organizzativo da esse come risultante ed esprime il proprio forte impegno a mantenersi aderente ad esse ai fini della continua rispondenza al requisito normativo interessato. I destinatari sono invitati ad assicurare che le presenti Linee Guida siano portate a conoscenza di tutto il personale interessato.

VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI

SVILUPPATA DA:

DIREZIONE SVILUPPO E APPROVAZIONE PROGETTI

Direttore: Ing. Marco TROMBETTI

PROFESSIONISTA INCARICATO

Ing. Giovanni Mazza

Com.te Giorgio Vanno Antonelli

Ing. Leonardo Maria Triaca

EMESSA DA:

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE ECONOMICA E SVILUPPO INFRASTRUTTURE

Direttore: Ing. Claudio EMINENTE

Indice

Riferimenti Regolamentari

Applicabilità

1. **PREMESSA E SCOPO**
2. **CONTESTO NORMATIVO ATTUALE**
 - 2.1. **I permessi e le autorizzazioni**
3. **PRINCIPALI TECNOLOGIE DI PRODUZIONE DA ENERGIA SOLARE**
 - 3.1. **Solare Fotovoltaico con pannelli in silicio**
 - 3.2. **Impianti a concentrazione solare**
 - 3.3. **Solare termico**
 - 3.4. **Vetri Fotovoltaici**
 - 3.5. **Installazioni tipiche nei dintorni aeroportuali e problematiche di compatibilità con l'aviazione civile**
4. **ANALISI DEL FENOMENO DELL'ABBAGLIAMENTO**
 - 4.1. **L'impatto visivo**
 - 4.2. **Analisi del fenomeno ottico dell'immagine residua**
5. **METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VISIVO**
 - 5.1. **Considerazioni preliminari**
 - 5.2. **Riflettività dei moduli fotovoltaici**
 - 5.3. **Analisi geometriche**
 - 5.4. **Valutazione del tipo di visione interessata e dell'intensità dell'abbagliamento**
 - 5.5. **Simulazione tramite software**
 - 5.6. **Criteri di accettabilità**
6. **MISURE DI MITIGAZIONE**
7. **IL PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO**
 - 7.1. **Presentazione delle istanze e rilascio del nulla osta**
 - 7.2. **Procedura di valutazione dell'interesse aeronautico**
 - 7.3. **Procedura di valutazione dell'impatto visivo**
8. **BIBLIOGRAFIA**
9. **APPENDICE – MODULO DI ASSEVERAZIONE**

Riferimenti Regolamentari

Regolamento (CE) n. 2018/1139

Regolamento (UE) n. 139/2014 e relative CS/GM e AMC/GM

ICAO Annex 14, Vol. I - Aerodrome design and operations - 8th Edition, July 2018

ICAO Doc 8168 - Procedures for Air Navigation Services (PANS) - Aircraft Operations - Volume I
Flight Procedures

APPLICABILITÀ

APT	Gestori Aeroportuali
ATM	ENAV S.p.A. A.M.
EAL	N.A.
LIC	N.A.
MED	N.A.
NAV	N.A.
OPV	N.A.
SEC	N.A.

1. PREMESSA E SCOPO

La crescita del mercato dell'energia solare e le linee di indirizzo contenute nel Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (2019), riprese dal successivo PNRR del 2021, ha comportato un aumento delle richieste di installazione di impianti fotovoltaici su tutto il territorio.

Tali iniziative coinvolgono sempre più spesso gli aeroporti ed il territorio limitrofo grazie alla disponibilità di spazi aperti ad elevato potenziale per la produzione di energia elettrica.

ENAC ha ritenuto necessario valutare le modalità con cui la generazione da energia solare possa essere pienamente compatibile con i vincoli dell'aviazione civile, in particolar modo per le problematiche di *safety* derivanti dal fenomeno dell'abbagliamento.

Lo scopo della presente linea guida è quello di analizzare ed individuare il processo valutativo legato all'abbagliamento quale potenziale disturbo alle operazioni aeronautiche e fornire una metodologia per la valutazione ed approvazione dei campi fotovoltaici su sedime aeroportuale e nei dintorni degli aeroporti nazionali.

L'esperienza condotta in ambito internazionale, in particolare da parte della FAA nel periodo dal 2012 al 2021, ha permesso di stabilire che i fenomeni da abbagliamento causati da impianti fotovoltaici negli aeroporti federali degli Stati Uniti possono essere ritenuti trascurabili per quanto riguarda gli effetti sui piloti (di fatto già istruiti rispetto a condizioni ambientali estreme), mentre assumono rilevanza nei confronti degli operatori della torre di controllo.

In Italia non si è ancora maturata un'esperienza significativa in materia, essendo limitato il numero di impianti di dimensioni notevoli nei dintorni aeroportuali. Le proiezioni mondiali di produzione da fonte rinnovabile, ed in particolare da tecnologia fotovoltaica, prevedono un incremento della produzione fino al raggiungimento di circa 2600 miliardi di kWh entro il 2030, pari al 14% circa della domanda globale di elettricità, grazie all'installazione di 1.800 GW di pannelli solari nel mondo.

Al fine di tener conto degli sviluppi della tecnologia e dell'impatto dei nuovi impianti sul territorio nazionale, si ritiene opportuno adottare un approccio graduale alla tematica dell'abbagliamento in ambito aviazione civile con l'obiettivo di valutare l'efficacia delle metodologie proposte nelle presenti linee guida.

Il presente documento, pertanto, rappresenta una prima stesura di linea guida sul tema dell'abbagliamento, con la finalità di fornire una standardizzazione delle metodologie di valutazione, prevedendo un successivo riesame della stessa dopo un periodo di analisi ed acquisizione di dati basati su casi concreti ritenuti esaurienti.

Per i progetti che prevedano l'installazione all'interno del sedime aeroportuale è richiesta la presentazione della documentazione ad ENAC (Direzione Sviluppo ed Approvazione Progetti) sin dalla fase di fattibilità tecnico-economica, al fine di valutare il potenziale impatto del progetto sui Piani di Sviluppo aeroportuali, oltre che le implicazioni sulla sicurezza della navigazione aerea.

2. CONTESTO NORMATIVO ATTUALE

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.

I principali riferimenti in materia sono:

- 1) Circolare ENAC Prot. n. 0146391/IOP del 14.11.2011, "Decreto Legislativo 387/2003 – Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili – Procedimenti autorizzativi ex art. 12.

Semplificazione delle procedure ENAC in materia di Valutazione dei progetti e rilascio nulla osta – Ostacoli e Pericoli per la navigazione aerea.

- 2) Circolare ENAC Prot. n. 0065532/IOP del 23.05.2012, "Nulla Osta impianti fotovoltaici di tipo domestico – Richiesta chiarimenti e semplificazioni procedurali – art. 707 del codice della Navigazione e Regolamento ENAC per la Costruzione e l'esercizio degli Aeroporti, Emd 8 del 20.10.2011"
- 3) Circolare ENAC Prot. n. 0070197/IOP del 11.06.2013, "Semplificazione delle procedure autorizzative da parte dei Comuni interessati dalla pubblicazione delle mappe di vincolo nelle more della definitiva conclusione delle procedure di approvazione delle stesse.

Per i grandi impianti, o laddove ne ricorrano i presupposti, è possibile prevedere un periodo di monitoraggio dell'opera da parte del Gestore Aeroportuale, con particolare attenzione ad eventuali *occurrence reports* da parte degli equipaggi di volo o segnalazioni provenienti dal personale in torre di controllo. Si suggerisce un periodo di monitoraggio pari a due cicli solari.

Qualora, a seguito del monitoraggio, dovessero registrarsi eventi aeronautici connessi a disturbi causati dall'abbagliamento, sarà cura del proponente/gestore dell'impianto implementare le necessarie misure di mitigazione per eliminare il disturbo.

In ambito internazionale la maturità dell'approccio normativo è strettamente legata al livello di sviluppo degli impianti a fonti rinnovabili.

Dall'esame della normativa prodotta dalle CAA (*Civil Aviation Authorities*) europee, quali ad esempio Regno Unito, Germania, Olanda e Francia, non risulta uno sviluppo di metodologie di calcolo prescrittive per valutare i fenomeni di abbagliamento, bensì l'emissione di raccomandazioni sotto forma di "*Interim Policy*", che rimandano ai proponenti l'onere di dimostrare la compatibilità delle installazioni con le operazioni aeronautiche.

In taluni casi, quali ad esempio in Germania, l'abbagliamento è considerato un'emissione non dissimile dal rumore, l'odore o la vibrazione. I livelli accettabili di abbagliamento vengono, infatti, semplicemente espressi come un disturbo che non debba eccedere i 30 minuti al giorno o le 30 ore all'anno, mentre in Inghilterra tale limite è di 50 ore all'anno.

Il principale riferimento a livello internazionale è pervenuto dalla FAA americana (*Federal Aviation Administration*), con l'emissione della recente policy "*Review of Solar Energy System Projects on Federally-Obligated Airports. Federal Register: 2021-09862 (2021)*", la quale viene considerata un documento "in evoluzione" sulla base degli esiti che proverranno da successivi riscontri sul campo.

La suddetta *Policy* raccomanda l'analisi degli effetti dell'abbagliamento per gli operatori della torre di controllo, ritenendo gli effetti sui piloti paragonabili a quelli causati da fonti naturali (quali ad esempio specchi d'acqua). Lo stesso documento raccomanda l'uso di un particolare strumento di analisi, il *Solar Glare Hazard Analysis Tool* (SGHAT), sviluppato dai laboratori di ricerca del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti ed il *Sandia National Laboratory*.

2.1. I permessi e le autorizzazioni

La Direttiva europea 2009/28/CE, al fine di favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, ha richiesto agli Stati Membri che le procedure autorizzative siano proporzionate e necessarie, nonché semplificate ed accelerate ad un livello amministrativo adeguato. Le Linee Guida nazionali per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (D.M. 10 Settembre 2010, Pubblicato nella Gazz. Uff. 18 settembre 2010, n. 219) ed il Decreto Legislativo n. 28/2011 di recepimento della Direttiva europea n. 28, nel rispondere a tale intento, hanno ridefinito l'intero quadro delle autorizzazioni per gli impianti da fonti rinnovabili in Italia.

Le Linee Guida approvate con il D.M. del 10 settembre 2010, pur nel rispetto delle autonomie e delle competenze delle amministrazioni locali, sono state emanate allo scopo di armonizzare gli iter procedurali regionali per l'autorizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti energetiche rinnovabili (FER).

Il Decreto Legislativo n. 28 del 3 marzo 2011 ha introdotto misure di semplificazione e razionalizzazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, sia per la produzione di energia elettrica che per la produzione di energia termica.

Gli iter procedurali previsti dalla normativa vigente per la realizzazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili sono i seguenti:

Autorizzazione Unica (AU) - è il provvedimento introdotto dall'articolo 12 del D.Lgs. 387/2003 per l'autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER, al di sopra di prefissate soglie di potenza. L'AU, rilasciata al termine di un procedimento unico svolto nell'ambito della Conferenza dei Servizi con tutte le amministrazioni interessate, costituisce titolo a costruire e a esercire l'impianto e, ove necessario, diventa variante allo strumento urbanistico. Il procedimento unico ha durata massima pari a 90 giorni al netto dei tempi previsti per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), laddove necessaria. La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica è in capo alle Regioni o alle Province delegate.

Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) - è la procedura introdotta dal D.Lgs. 28/2011 in sostituzione della Denuncia di Inizio Attività (DIA). La PAS è utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER al di sotto di prefissate soglie di potenza (oltre le quali si ricorre alla AU) e per alcune tipologie di impianti di produzione di caldo e freddo da FER. La PAS deve essere presentata al Comune almeno 30 giorni prima dell'inizio lavori, accompagnata da una dettagliata relazione, a firma di un progettista abilitato, e dai necessari elaborati progettuali, attestanti anche la compatibilità del progetto con gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi vigenti, nonché il rispetto delle norme di sicurezza e di quelle igienico-sanitarie. Per la PAS vale il meccanismo del silenzio assenso: trascorso il termine di 30 giorni dalla presentazione della PAS senza riscontri o notifiche da parte del Comune è possibile iniziare i lavori.

Comunicazione al Comune - è l'adempimento previsto per semplificare l'iter autorizzativo di alcune tipologie di piccoli impianti per la produzione di energia elettrica, calore e freddo da FER, assimilabili ad attività edilizia libera. La comunicazione di inizio lavori deve essere accompagnata da una dettagliata relazione a firma di un progettista abilitato. Non è necessario attendere 30 giorni prima di iniziare i lavori.

Elementi di semplificazione sono stati recentemente introdotti dal decreto-legge n.17/2022 "Bollette ed Energia", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 1° marzo 2022 (misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali).

Le recenti misure dispongono che l'installazione, con qualunque modalità, di impianti solari fotovoltaici e termici sugli edifici, come definiti alla voce 32 dell'allegato A al regolamento edilizio-tipo, adottato con intesa sancita in sede di Conferenza unificata 20 ottobre 2016, n. 125/CU, o su strutture e manufatti fuori terra diversi dagli edifici e la realizzazione delle opere funzionali alla connessione alla rete elettrica nei predetti edifici o strutture e manufatti, nonché nelle relative pertinenze, è considerata intervento di manutenzione ordinaria e non è subordinata all'acquisizione di permessi, autorizzazioni o atti amministrativi di assenso comunque denominati, ivi inclusi quelli previsti dal d.lgs. 42/2004, a eccezione degli impianti che ricadono in aree o immobili di cui all'art.136, comma 1, lettere b) e c), dello stesso d.lgs. 42/2004, individuati ai sensi degli artt. da 138 a 141 del medesimo Codice.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda a quanto riportato sul sito ufficiale del G.S.E. (Gestore Servizi Energetici).

Ai fini del rilascio del nulla osta da parte di ENAC, il proponente dovrà verificare se l'impianto risulta di interesse aeronautico, come descritto in dettaglio al Capitolo 7, ed eventualmente inviare istanza di valutazione all'Ente per l'istruttoria di competenza.

3. PRINCIPALI TECNOLOGIE DI PRODUZIONE DA ENERGIA SOLARE

3.1. Solare Fotovoltaico con pannelli in silicio

Le principali tipologie di tecnologie fotovoltaiche ad oggi applicabili agli aeroporti sono quelle associate ai pannelli in silicio cristallino.

Le celle solari assemblate in pannelli sono realizzate in silicio e rappresentano la tecnologia più efficiente per convertire l'energia luminosa in elettricità. I pannelli possono essere di tipo monocristallino, policristallino o a film sottile.



Figura 1 - Tecnologie di pannelli fotovoltaici

(Fonte immagine sito <https://www.studiomadera.it/news/157-impianto-fotovoltaico>)

I pannelli monocristallini sono costituiti da grandi cristalli di silicio che sono meno comuni e quindi più costosi, ma funzionano anche in modo più efficiente. I pannelli policristallini sono realizzati con tanti piccoli cristalli di silicio e rappresentando ad oggi il tipo più comune di pannello solare. Il silicio cristallino viene tagliato in dischi, lucidato e collegato tra loro con conduttori metallici e assemblato su un pannello. I pannelli sono ricoperti da un sottile strato di vetro protettivo e il pannello è fissato ad un substrato di cemento termicamente conduttivo che trattiene il calore disperso prodotto dal pannello e ne impedisce il surriscaldamento.

Altri tipi di tecnologie fotovoltaiche includono versioni a film sottile e multi-giunzione. Il solare a film sottile è costituito da silicio amorfo o altri materiali come il tellururo di cadmio. Sebbene meno efficiente delle celle solari tradizionali, il film sottile risulta meno costoso e può essere utilizzato su superfici piane come tetti e facciate di edifici per generare elettricità. I sistemi multi-giunzione sono costituiti da più strati di film sottile che aumentano l'efficienza.

3.2. Impianti a concentrazione solare

I sistemi di energia solare concentrata (CSP, *Concentrating Solar Power*) utilizzano grandi superfici riflettenti in massicci array per concentrare l'energia del sole su un punto fisso per produrre calore intenso, che viene poi convertito in elettricità.

Il mezzo più comune per produrre elettricità in questi sistemi è il riscaldamento di un fluido (tipicamente acqua) e la conseguente produzione di vapore in pressione, utilizzato per azionare una turbina. Tra le tecnologie CSP più comuni si richiamano i canali parabolici e le torri di potenza mostrati nelle figure seguenti.



Figura 2 - Impianti a concentrazione solare

(Fonte immagini sito www.rinnovabili.it)

Mentre i canali parabolici concentrano la luce solare sui ricevitori situati su ogni singola unità, le torri di potenza concentrano tutta la luce solare della struttura su un singolo ricevitore.

In tal caso la centrale è composta da singoli eliostati (specchi) disposti in modo circolare e che seguono il percorso del sole. Ogni eliostato riflette la luce solare sul ricevitore centrale in cima a una torre. Proprio come il canale parabolico, un fluido riscaldante trasferisce il calore per creare vapore per azionare una turbina e produrre elettricità.

Uno dei vantaggi di entrambe le forme di CSP rispetto al fotovoltaico con pannelli è che i fluidi riscaldati possono essere utilizzati per immagazzinare energia e fornire elettricità anche quando il sole non è presente.

3.3. Solare termico

Il solare termico si riferisce ai sistemi convenzionali utilizzati per produrre acqua calda esponendo l'acqua all'energia del sole direttamente o riscaldando un fluido in un circuito chiuso che riscalda l'acqua, come illustrato nella Figura 7. I sistemi solari termici convenzionali vengono realizzati con pannelli che contengono serpentine riempite con un fluido (tipicamente acqua). Questi sistemi possono essere utilizzati per servire una singola abitazione o in applicazioni residenziali, commerciali o aeroportuali. Il loro più grande vantaggio per le aree già servite dalla rete elettrica è quello di ridurre al minimo la domanda di elettricità sugli scaldacqua domestici o commerciali per mantenere l'acqua costantemente calda.

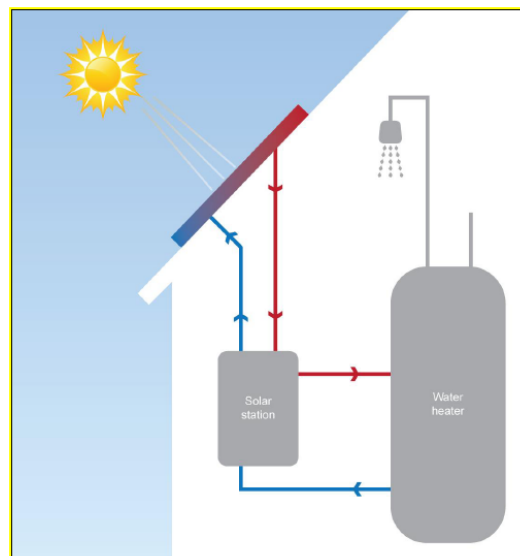


Figura 3 - Impianto solare termico
(Fonte immagini sito www.rinnovabili.it)

3.4. Vetri Fotovoltaici

I vetri fotovoltaici rappresentano una tecnologia che permette di produrre elettricità attraverso le pareti vetrate di un edificio. I vetri fotovoltaici sono in grado di assorbire la luce grazie ad una speciale vernice trattata con gel di silicio amorfo che trasforma i pannelli in semiconduttori. La tecnologia oggi ha consentito di rendere i vetri di una trasparenza tale da poter essere utilizzabili anche nelle abitazioni. Il gel può essere applicato sia in uno strato interno ai doppi vetri che superficialmente e funziona come ottimizzatore per l'assorbimento dei raggi, così da mantenere un grado di trasparenza del vetro del 30% e favorire così l'illuminamento naturale.

Occorre prestare particolare attenzione all'uso di tale tecnologia nei pressi degli aeroporti, in quanto le ampie superfici vetrate/riflettenti possono rappresentare un pericolo per la navigazione aerea.



Figura 4 - Vetri fotovoltaici

(Fonte immagine sito www.rinnovabilandia.it)

3.5. Installazioni tipiche nei dintorni aeroportuali e problematiche di compatibilità con l'aviazione civile

Tra le varie tipologie illustrate il solare fotovoltaico con pannelli in silicio è di gran lunga la tecnologia maggiormente impiegata in ambito aeroportuale ed in ambienti limitrofi. È infatti una tecnologia che può essere facilmente integrata in un contesto esistente senza necessità di apportare grandi modifiche all'ambiente, grazie alla sua costruzione relativamente semplice e modulare.

Per l'ambiente aeroportuale ciò significa che il fotovoltaico può essere collocato in luoghi non utilizzati normalmente per attività aeronautiche e quindi di scarso valore per l'aeroporto o per sviluppi alternativi.

Le principali tipologie di installazioni fotovoltaiche in ambito aeroportuale possono essere riassunte in:

- **Installazioni su tetto:** I tetti rappresentano una soluzione ottimale per i pannelli solari perché di solito ricevono un'esposizione al sole senza ostacoli. I tetti possono anche fornire una struttura di supporto già pronta, ovviando alla necessità di installare strutture complesse. Gli edifici aeroportuali hanno spesso sia tetti piani (ad es. terminal) che richiedono una struttura di supporto generica, sia tetti inclinati (ad es. hangar) che possono richiedere soluzioni minimali in termini di supporti meccanici.
- **Installazione a terra:** L'installazione di pannelli solari a livello del suolo richiede un terreno pianeggiante o leggermente ondulato con vista libera tipicamente verso sud. I sistemi montati a terra richiedono un'analisi geotecnica per confermare la stabilità a lungo termine dei terreni che li supportano. Generalmente gli impianti sono realizzati con strutture metalliche portanti alle quali sono fissati meccanicamente i moduli fotovoltaici. Esse sono direttamente ancorate al terreno per mezzo di sistemi di fondazione a secco o per mezzo di zavorre in calcestruzzo prefabbricato.
- **Sistemi ad inseguimento:** I sistemi ad inseguimento solare utilizzano meccanismi idraulici o motorizzati per spostare i pannelli in modo che siano continuamente perpendicolari al sole, massimizzando il loro potenziale di generazione elettrica. I pannelli possono muoversi in due direzioni per ottimizzare il contatto con il sole. Una direzione si adatta verticalmente alla posizione stagionale del sole nel cielo, per cui l'angolo del pannello rispetto al suolo aumenta o diminuisce. La seconda direzione è un movimento orizzontale che segue il percorso quotidiano del sole dall'alba al tramonto. Se il sistema utilizza uno di questi sistemi di tracciamento, viene indicato come un sistema "ad asse singolo". Se utilizza entrambi, utilizza il tracciamento "doppio asse".
- **Edifici con pareti vetrate:** Le facciate fotovoltaiche hanno il vantaggio di sfruttare le pareti esterne dell'edificio per produrre energia pulita, formando in genere una sorta di "controparete esterna" dell'edificio. Si pensi, per esempio, ai "palazzi di vetro". Le pareti fotovoltaiche, anche se hanno orientamento e inclinazione dei moduli non ottimali, riescono ad avere buoni rendimenti grazie alle loro estensioni.

Dati i vincoli di alcuni sistemi di energia solare, il solare fotovoltaico con pannelli in silicio tende ad essere la tecnologia che offre ad oggi le migliori opportunità per gli aeroporti.

In generale, rispetto ai sistemi a concentrazione solare, il solare fotovoltaico è più compatibile con l'uso del suolo aeroportuale per i seguenti vantaggi:

1. è più conveniente quando occorre una domanda di elettricità in loco più piccola rispetto alla generazione su larga scala per la rete elettrica;
2. ha un profilo basso e un design modulare, compatibile con le superfici di limitazione degli ostacoli e con il sedime aeroportuale, consentendo di sfruttare tetti e spazi a terra negli aeroporti e nei dintorni;
3. è progettato per assorbire la luce solare (piuttosto che rifletterla), riducendo al minimo i potenziali impatti dell'abbagliamento;
4. non attira la fauna selvatica, che rappresenta un pericolo critico per la *safety* in ambito aviazione.

Relativamente ai sistemi a concentrazione solare e ad inseguimento, questi richiedono più spazio di quello normalmente disponibile nel sedime di un aeroporto, ed hanno sollevato in ambito internazionale preoccupazioni sui rischi per la navigazione aerea a causa di:

- a. potenziale abbagliamento e scintillio causati da canali parabolici ed eliostati che potrebbero causare la perdita temporanea della vista ai piloti o al personale nella torre di controllo;
- b. interferenza elettromagnetica con sistemi radar interni ed esterni all'aeroporto che possono captare un falso segnale dai componenti metallici degli specchi con impatti che possono variare in base all'attività di inseguimento solare;
- c. penetrazioni fisiche dello spazio aereo navigabile da torri elettriche che si estendono oltre le superfici di limitazione ostacoli;
- d. getti termici (*plume*) emessi dalla torre elettrica a concentrazione che producono colonne d'aria in movimento inaspettate verso l'alto nello spazio aereo navigabile.

Infine, circa gli impianti solari termici (collettori solari per acqua calda sanitaria), sebbene questi possano essere fisicamente compatibili con gli usi e le attività di un aeroporto ed il loro design risulti simile a quello dei pannelli solari fotovoltaici, tale soluzione risulta ad oggi impiegata al meglio come fonte supplementare per usi domestici, a causa dell'efficienza dipendente strettamente dalla bassa frequenza di utilizzo dell'acqua calda e dal limitato livello di domanda nell'arco della giornata.

4. ANALISI DEL FENOMENO DELL'ABBAGLIAMENTO

4.1. L'impatto visivo

L'abbagliamento è la sensazione negativa percepita da chi guarda, generata dalla presenza di una zona significativamente più luminosa con valori eccessivi di luminanza nel contesto del campo visivo.

La risposta dell'occhio alle variazioni di intensità luminosa dell'ambiente, tramite i riflessi pupillari e meccanismi fotochimici retinici, può portare alla riduzione delle prestazioni visive (acuità visiva, percezione del contrasto, velocità di percezione) e disturbi astenopeici (affaticamento, stanchezza, disagio).

In medicina, l'abbagliamento è considerato un disturbo transitorio della vista, percepibile come una sensazione eccessiva di luce, causato da un'alterazione delle vie oculari o nervose ovvero un turbamento o una soppressione momentanea della vista per l'azione di un corpo luminoso sugli occhi. La radiazione luminosa ha la potenzialità di consumare il pigmento presente nei bastoncelli della retina, e se l'organismo non fa in tempo a risintetizzarlo, l'occhio perde la capacità di vedere nitidamente.

L'abbagliamento si può classificare a seconda dell'incidenza del raggio proveniente dalla fonte luminosa:

- **diretto**, raggio luminoso che colpisce direttamente la fovea;
- **indiretto**, che incide su zone più periferiche.

La stessa terminologia si usa a seconda se il fascio colpisce l'osservatore direttamente o indirettamente, quindi riflesso da una superficie, come nel caso di grandi superfici complanari riflettenti quali i campi fotovoltaici o le facciate specchio degli edifici.

La conseguenza dell'abbagliamento, in termini fisiologici, può essere:

- **debilitante**, quando vi è un peggioramento istantaneo, temporaneo, ma reversibile delle funzioni visive (quello notturno deriva dal fatto che la rodopsina dei bastoncelli, una volta inattivata dalla luce, richiede tempo per la riattivazione).
- **infastidente**, quando provoca un senso di disagio che non determina inabilità visiva, ma disturbi astenopeici e difficoltà di concentrazione, riduzione della capacità di attenzione, aumento delle probabilità di errore, riduzione del rendimento.

Per evitare affaticamento, errori, ma soprattutto incidenti, è importante eliminare, o almeno ridurre ad un livello accettabile, questi fenomeni.

Per descrivere le conseguenze della riflessione solare sulle superfici riflettenti, la letteratura americana, ripresa dalle linee guida FAA, introduce i concetti di "Bagliore" e di "Luccichio", definendoli come segue:

- **glint** (luccichio): momentaneo lampo di luce
- **glare** (bagliore): sorgente continua di luminosità eccessiva

Il “luccichio” (*glint*) è un improvviso ed intenso lampo di luce che può derivare da un riflesso diretto del sole nel pannello solare.

Lo scintillio improvviso potrebbe causare disturbo ad un osservatore che dovesse passare nei pressi di un pannello solare/campo fotovoltaico ad una certa velocità.

Gli effetti del luccichio improvviso non sono limitati ai soli pannelli solari ma possono verificarsi da qualsiasi superficie riflettente, comprese le facciate degli edifici.

L'abbagliamento continuativo (*glare*) è invece una fonte continua di eccessiva luminosità. Potrebbe essere sperimentato ad esempio da un osservatore stazionario situato nel percorso della luce solare riflessa dalla faccia del pannello.



Figura 5 - Esempi tipici di abbagliamento causato da ampie superfici riflettenti
(Fonte immagine sito <https://www.pagerpower.com/news/glint-glare-definition>, autore Micha Jost)



Figura 6 - Esempi tipici di abbagliamento causato da ampie superfici riflettenti
(Fonte immagine sito <https://www.pagerpower.com/news/glint-glare-definition>, autore Lori Branham)

L'impatto dell'abbagliamento è legato all'interazione tra la posizione del sole, la posizione e l'elevazione dei moduli solari, la riflettività della superficie dei moduli, le dimensioni dell'installazione nonché la posizione dell'osservatore e qualsiasi potenziale barriera tra essi interposta.

È importante sottolineare che l'impatto dell'abbagliamento sulla persona è ancora poco compreso a livello scientifico e dipende anche dalla percezione soggettiva dell'osservatore.

Alcuni fattori di influenza sono:

- la posizione della fonte di abbagliamento nel campo visivo dell'osservatore
- la complessità del compito visivo richiesto all'osservatore
- l'età dell'osservatore ed il suo stato di salute generale
- la stagionalità (tipicamente più sensibile durante l'autunno rispetto all'estate)
- la luminosità dell'ambiente circostante

Il modo in cui tali fattori si influenzano a vicenda è ancora poco noto, cosa che rende spesso necessari dei test in campo per valutare situazioni e configurazioni particolarmente complesse.

4.2. Analisi del fenomeno ottico dell'immagine residua

Gli effetti dell'abbagliamento si possono quantificare attraverso il concetto di "immagine residua". L'*after-image*, o immagine residua, è un'illusione ottica che crea un'immagine che continua a comparire nella visione anche quando l'esposizione dell'immagine originale è cessata.

Chiamata anche immagine fantasma, un'immagine residua è in genere il risultato dell'esposizione visiva a luci intense o a un'immagine creata per fungere da illusione ottica. Quando qualcuno fissa una luce intensa, come una lampadina accesa o il sole, e poi distoglie lo sguardo da quella fonte di luce, in genere continuerà a vedere la luce. L'esposizione visiva diretta alla luce intensa, come il sole o gli effetti di una superficie riflettente, può causare danni permanenti agli occhi o cecità temporanea. La persistenza dell'immagine residua è direttamente proporzionale al tempo di esposizione alla sorgente.

Per la valutazione degli effetti di un'immagine residua sull'impatto visivo possono essere considerati i riferimenti reperibili in letteratura in materia di metriche di sicurezza oculare, tenendo conto dei seguenti parametri:

- posizione dell'osservatore e tipo di visione interessata;
- intensità e collocazione della sorgente luminosa riflettente;
- valutazione globale del contesto visivo in cui la fonte è collocata;
- valutazione dell'irraggiamento retinale;
- analisi del potenziale di impatto dei differenti irraggiamenti retinali in funzione degli angoli sottesi delle sorgenti.

Due variabili sono necessarie per la valutazione dell'impatto oculare: l'irraggiamento retinale e la misura dell'angolo sotteso della sorgente di abbagliamento.

L'irraggiamento retinale viene calcolato utilizzando l'area totale dell'immagine retinica e la potenza che entra nella pupilla. Può essere quantificato calcolando la potenza totale in ingresso nella pupilla e dall'area dell'immagine retinale. Il diametro, d_r , dell'immagine proiettata sulla retina (supponendo delle immagini circolari) può essere determinato dall'angolo sotteso della sorgente (ω), che può essere calcolato dalla sorgente di grandezza (d_s), dalla distanza radiale (r) tra l'occhio e la sorgente, e la lunghezza focale dell'occhio ($f \cong 0.017$ m), da quanto segue:

$$d_r = f\omega \quad \text{dove} \quad \omega = d_s / r \quad (1)$$

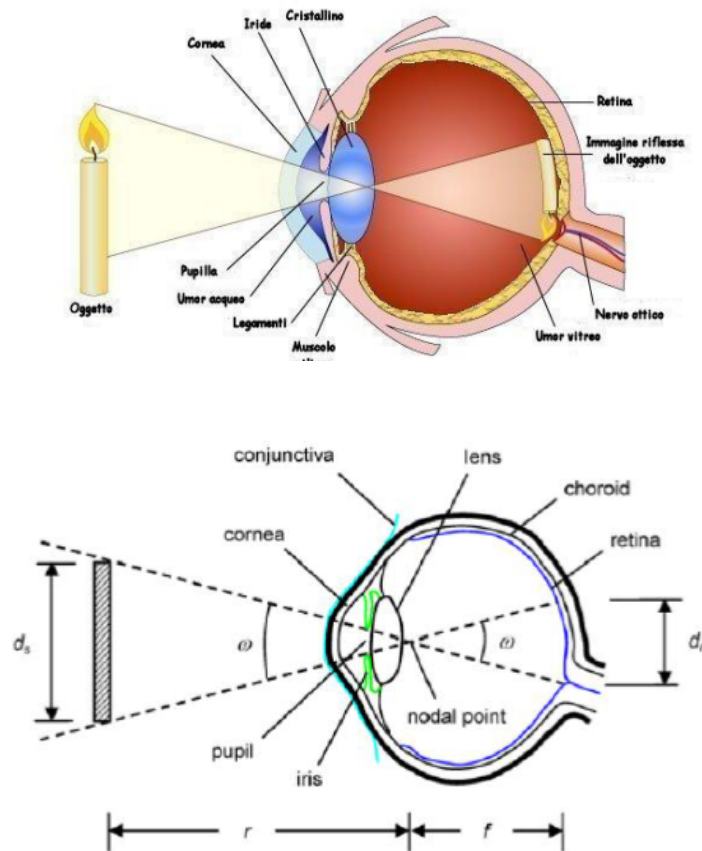


Figura 7 - Immagine proiettata sulla retina dell'occhio

Se si conosce l'irraggiamento sul piano di fronte alla cornea, E_c (W/m^2), la potenza in ingresso nella pupilla può essere calcolata come il prodotto dell'irraggiamento corneale con l'area della pupilla (il diametro modificato per la luce diurna, d_p , è ~ 2 mm). La potenza è quindi divisa per l'area retinale e moltiplicata per un coefficiente di trasmissione, τ (~ 0.5), del mezzo oculare (in cui si tiene conto dell'assorbimento della radiazione all'interno dell'occhio prima che essa raggiunga la retina) e fornisce la seguente espressione dell'irraggiamento retinale:

$$E_r = E_c \left(\frac{d_p^2}{d_r^2} \right) \tau \quad (2)$$

Come esempio, l'irraggiamento retinale causato dalla visione diretta della luce solare può essere calcolato usando le equazioni (1) e (2) con $E_c = 0.1$ W/cm^2 , $d_p = 0.002$ m, $f = 0.017$ m, $\omega = 0.0094$ rad e $\tau = 0.5$, ciò fornisce un irraggiamento retinale, E_r , pari a ~ 8 W/cm^2 .

Nella figura seguente è possibile vedere il rapporto tra il **potenziale di impatto** dei differenti irraggiamenti retinali in funzione degli angoli sottesi delle sorgenti per esposizioni di breve durata. Il

diagramma è stato ricavato dai principali riferimenti presenti in letteratura reperibili in bibliografia.

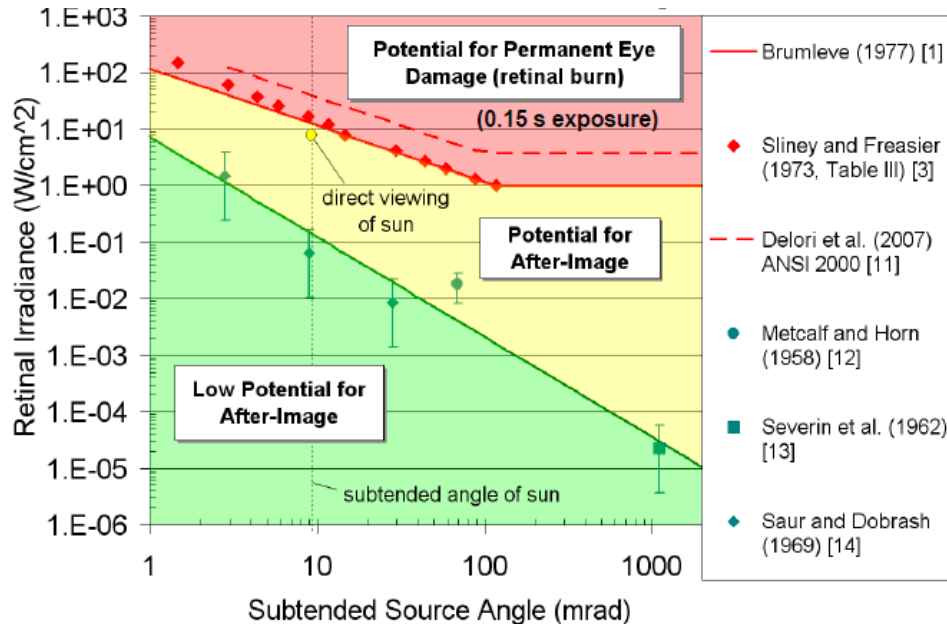


Figura 8 - Impatto potenziale dell'irraggiamento retinale in funzione dell'angolo sotteso della fonte

(Fonte immagine sito <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01648733>)

Si notano tre regioni:

- regione rossa: potenziale di danno oculare permanente (ustione retinale)
- regione gialla: potenziale per immagine residua temporanea (cecità da flash)
- regione verde: basso potenziale di immagine residua temporanea

La grandezza e l'impatto dell'immagine residua sul campo visivo dipendono dalla dimensione dell'angolo sotteso della sorgente. Per un dato irraggiamento retinale un angolo minore della sorgente produce un'immagine residua minore ed anche un impatto potenziale più basso.

Se l'irraggiamento retinale è abbastanza forte per un dato angolo sotteso della sorgente, si potrebbe produrre un danno oculare permanente da ustione retinale.

Si noti che, mentre l'angolo sotteso della sorgente aumenta, la soglia dell'irraggiamento retinale sicura diminuisce.

Per un dato irraggiamento, un angolo sotteso maggiore comporta pertanto un'immagine retinale maggiore e fornisce una potenza maggiore alla retina che non può essere facilmente dissipata dal perimetro dell'immagine retinale "calda" come invece accadrebbe nel caso di un'area retinale minore.

Al di sotto della soglia di ustione retinale, esiste una regione dove un irraggiamento abbastanza

elevato può causare un'immagine residua o cecità da flash temporanei, questa regione è generata dallo sbiancamento (sovrasaturazione) dei pigmenti visivi della retina. Quando ciò accade, un'immagine residua temporanea si produce nel campo visivo (es. lo stesso effetto prodotto dopo l'esposizione ad un flash fotografico in una stanza con bassa luminosità).

Gli effetti dell'impatto potenziale dell'irraggiamento dipendono infine dal tempo di esposizione. I dati sui danni oculari permanenti sono considerati convenzionalmente per un tempo di esposizione pari a 0.15s (tempo di risposta di chiusura della palpebra dell'occhio).

Si noti, come rappresentato in figura 3 (*direct viewing of sun*), che un breve sguardo diretto verso il sole (0.15 s) ha un alto potenziale di produrre degli effetti di immagine residua.



Figura 9 - Abbagliamento causato dall'esposizione diretta al sole
(Fonte immagine Quaderno Io Roma n.4. 2016 Ordine Ingegneri di Roma)

Ai fini delle valutazioni in ambito aeronautico è necessario che ogni fenomeno di abbagliamento nelle direzioni di interesse (traiettorie di avvicinamento e personale in torre di controllo) abbia un basso potenziale di causare un'immagine residua e che, quindi, l'irraggiamento retinale si mantenga nella zona verde del diagramma.

5. METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VISIVO

5.1. Considerazioni preliminari

Per gli impianti che risultano di interesse aeronautico occorre procedere alla valutazione dell'impatto visivo.

Sulla base dei dati disponibili in letteratura e dall'analisi delle pratiche inviate all'Ente negli ultimi anni, è possibile fare le seguenti assunzioni in merito alla valutazione dell'impatto visivo causato dalle installazioni fotovoltaiche:

- l'intensità di una riflessione causata dai pannelli solari può variare dal 2% al 50% della luce incidente a seconda dell'angolo di incidenza, e, di conseguenza, a seconda del periodo dell'anno nel quale si svolge l'analisi;
- le linee guida pubblicate da altri Paesi mostrano che l'intensità dei riflessi dei pannelli solari è uguale se non inferiore a quella di uno specchio d'acqua e simile a quella causata del vetro. Inoltre gli effetti di riflessione sui pannelli solari sono significativamente meno intensi di molte altre superfici riflettenti comunemente presenti in un ambiente esterno.

La valutazione di impatto visivo, elaborata da un professionista abilitato, deve fare riferimento ai seguenti punti di collocazione dell'osservatore:

- **Operatori in Torre di Controllo:** posizione della Torre di Controllo negli orari operativi del personale di torre;
- **I segmenti "Visual"** (rif. Doc. 8168 ICAO) delle traiettorie nominali delle procedure di volo strumentali pubblicate su AIP;
- **Aeromobili durante la fase di circuitazione:** I circuiti di volo "a vista", con particolare riguardo al segmento di impostazione della virata di base.

Come visto ai paragrafi precedenti, l'abbagliamento dipende da molti fattori, ivi compresi quelli umani. Il processo di valutazione potrebbe pertanto richiedere un'analisi secondo uno dei criteri esposti o essere realizzato attraverso un processo iterativo che coinvolga più metodologie.

5.2. Riflettività dei moduli fotovoltaici

La conoscenza della riflettività dei moduli fotovoltaici è un importante parametro per la valutazione dei potenziali effetti delle riflessioni sulle operazioni aeronautiche.

Un'analisi accettabile deve basarsi sulla conoscenza approfondita dei parametri di riflettività della superficie ove l'installazione avrà luogo (ad esempio, tetti di edifici, pensiline metalliche, ecc.) rispetto alle caratteristiche dei pannelli solari impiegati.

La riflettività si riferisce alla luce che viene riflessa dalle superfici. I potenziali effetti della riflettività sono luccichio (un lampo momentaneo di luce intensa) e abbagliamento (una fonte continua di luce intensa). Entrambi gli effetti possono causare abbagliamento e conseguente breve perdita della vista, nota anche come "cecità da flash".

La quantità di luce riflessa dalla superficie di un pannello solare dipende dalla quantità di luce solare che colpisce la superficie, dalla sua riflettività superficiale, dalla posizione geografica, dal periodo dell'anno, dalla copertura nuvolosa e dall'orientamento del pannello solare.

I pannelli solari sono costruiti con materiali scuri che assorbono la luce e ricoperti da un rivestimento antiriflesso progettato per massimizzare l'assorbimento e ridurre al minimo la riflessione. Tuttavia, le superfici in vetro dei sistemi solari fotovoltaici e collettori solari (ACS) riflettono anche la luce solare in misura diversa durante il giorno e l'anno.

La quantità di luce solare riflessa si basa sull'angolo di incidenza del sole rispetto al recettore sensibile alla luce (ad esempio, un pilota o un controllore di una torre del traffico aereo). La quantità di riflessione aumenta con angoli di incidenza inferiori.

Come mostrato in Figura 11, l'angolo di incidenza del raggio solare determina la quantità di luce che viene riflessa da un modulo solare.

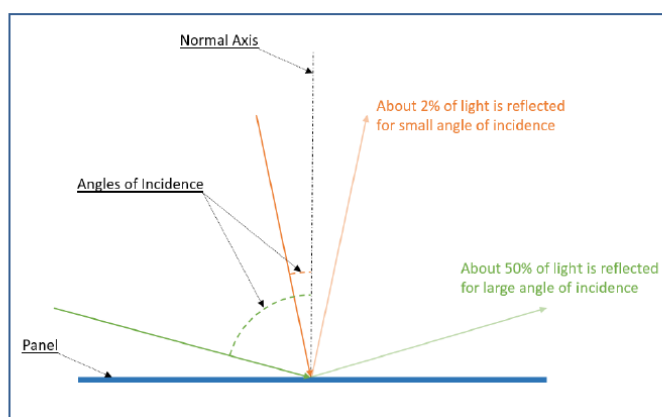


Figura 10 - Impatto dell'angolo di incidenza sui raggi riflessi da un modulo fotovoltaico

(Fonte immagine Solas, Colton, 2014)

Esistono due tipi di riflessione che possono verificarsi su una superficie; speculare e diffusa. La riflessione speculare è una riflessione diretta che produce un tipo di luce più "concentrato". Si

verifica quando la luce riflette su una superficie liscia o lucida come il vetro o l'acqua naturale. La riflessione diffusa, invece, produce un tipo di luce meno "focalizzata". La riflessione diffusa si verifica a causa della luce che si riflette su una superficie ruvida come vegetazione, cemento o acqua ondulata.

Il principale tipo di riflettanza dei pannelli solari fotovoltaici è speculare a causa della trama simile al vetro dello strato esterno dei pannelli. Tuttavia, in realtà, come tutte le superfici, ci sarà una combinazione di riflessione sia speculare che diffusa.

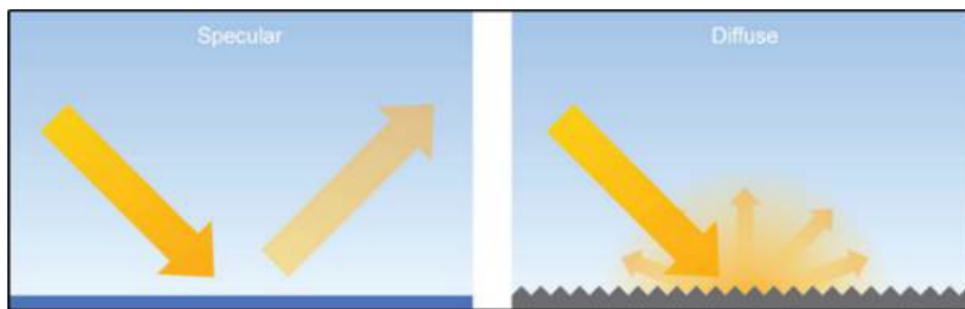


Figura 11 - Tipi di riflessione dei raggi su una superficie
(Fonte immagine FAA)

L'analisi di riflettività necessaria per valutare i potenziali impatti dipenderà pertanto dal sito del progetto specifico e dall'attenta valutazione delle condizioni di riflettività di base.

La riflessione sotto forma di abbagliamento è già presente nelle attuali operazioni aeronautiche. Le fonti di abbagliamento esistenti provengono infatti da edifici con finestre di vetro, parcheggi di superficie per auto, tetti di edifici o hangar, bacini idrici, ecc.

Un'analisi efficace dovrebbe riguardare pertanto un confronto tra le caratteristiche geometriche dell'installazione e le caratteristiche di riflettività dei materiali costituenti la superficie sulla quale l'installazione avrà luogo. Tale analisi non è eseguibile se la superficie è costituita da terreno e/o vegetazione a causa della disomogeneità degli stessi e variabilità stagionale.

I moduli fotovoltaici di ultima generazione riflettono in media il 4- 5 % della luce incidente.

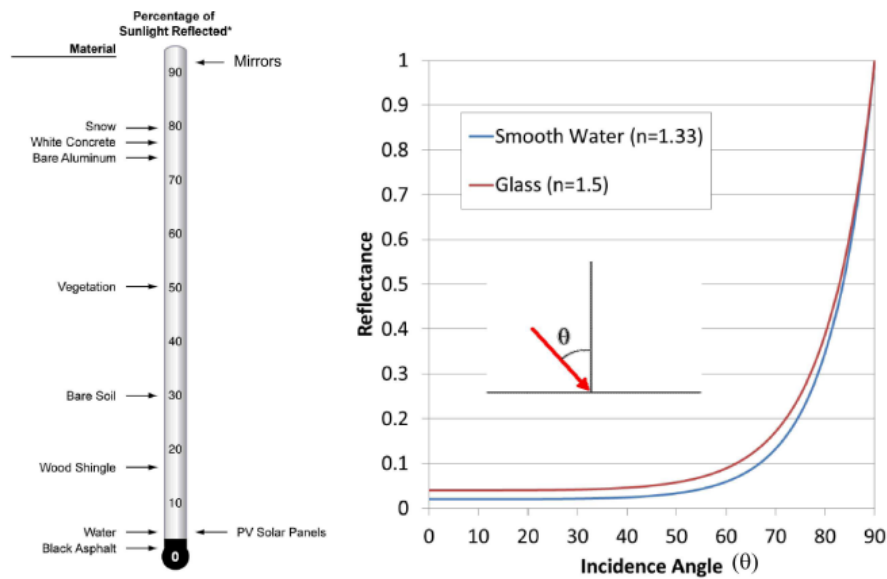


Figura 12 - Riflettività dei moduli fotovoltaici rispetto agli altri materiali

(Fonte immagine ACRP Synthesis 28 "Investigating Safety Impacts of Energy Technologies on Airports and Aviation")

5.3. Analisi geometriche

Un'analisi di abbagliamento può essere eseguita impiegando la geometria ed il percorso noto del sole per prevedere quando la luce solare si rifletterà su una superficie fissa (come ad esempio il pannello solare) ed entrerà in contatto con un recettore fisso (ad esempio, torre di controllo o pilota).

In qualsiasi luogo, il sole si muove nel cielo ogni giorno e il suo percorso nel cielo cambia durante l'anno. Ciò a sua volta altera la destinazione delle riflessioni risultanti poiché l'angolo di riflessione per i pannelli solari sarà lo stesso dell'angolo con cui il sole colpisce i pannelli. Maggiore è la superficie riflettente, maggiore sarà la probabilità di impatti abbaglianti.

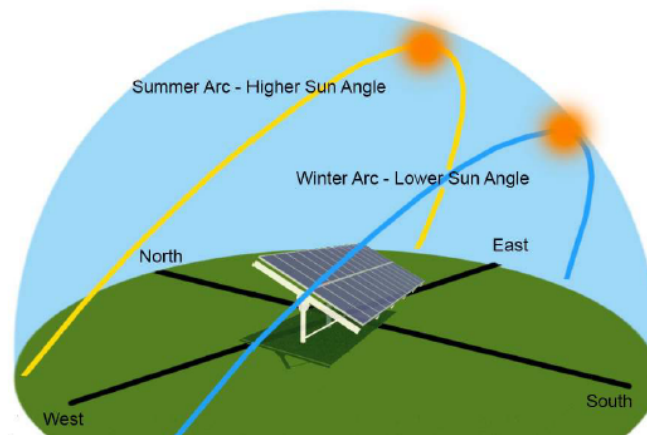


Figura 13 - Percorso del sole sulla volta celeste

(Fonte immagine Innovision, Solar Photovoltaic Glint & Glare Study Aviation Specific, October 2019)

Poiché l'intensità della luce riflessa dal pannello solare diminuisce con l'aumentare della distanza, una domanda appropriata è quanto sia necessario essere lontani da una superficie riflessa dal sole per evitare la cecità da flash. A livello scientifico è noto che tale distanza è direttamente proporzionale alla dimensione dell'*array* in questione, ma in letteratura ancora non risulta presente un metodo consolidato di valutazione. L'analisi geometrica è pertanto considerabile quale metodo di valutazione "qualitativo", da integrare se possibile con un'analisi di riflettività, un test in campo o una valutazione logico-analitica.

Il potenziale fenomeno di abbagliamento del pilota/osservatore investito dai raggi riflessi deve essere valutato attraverso una sequenza di fasi logico-analitiche che preveda i seguenti passi:

- a) il reperimento del diagramma solare relativo alla località in oggetto (involuppo della posizione del sole per ogni giorno dell'anno); il dato è reperibile ad esempio dal portale ufficiale ENEA;
- b) la costruzione del diagramma solare dei raggi riflessi, tramite applicazione della legge di Fresnel;
- c) la determinazione dei punti rappresentativi delle varie fasi di volo (FAF, intersezione delle traiettorie di discesa con MDH, DH, etc.);
- d) la collocazione di tali punti nel diagramma solare dei raggi riflessi;
- e) la valutazione relativa al tipo di visione interessata.

a) Diagramma Solare

Il diagramma solare è un grafico in cui è rappresentato il moto apparente del sole nella sfera celeste, proiettato sul piano orizzontale (diagramma polare) o verticale (diagramma cilindrico). La posizione del sole viene identificata tramite l'altezza solare e l'angolo azimutale solare Y , ossia l'angolo formato tra la proiezione sul piano orizzontale dei raggi solari e la direzione sud, considerato positivo se la proiezione cade verso est.

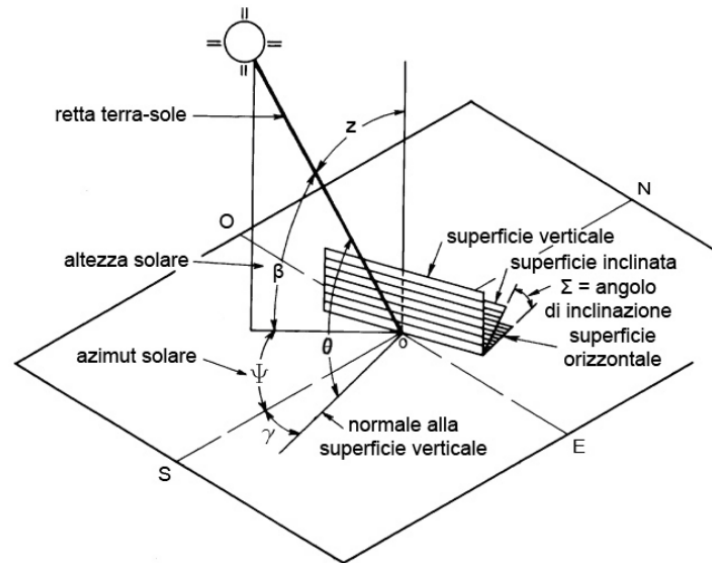


Figura 14 - Coordinate spaziali

(Fonte immagine <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/solar-incidence-angle>)

Sui diagrammi solari, per ogni latitudine si possono tracciare delle curve che uniscono i punti rappresentativi della posizione del sole in diverse ore dello stesso giorno, generalmente il ventunesimo di ogni mese, insieme con altre curve, perpendicolari a queste ultime, che uniscono punti relativi alla stessa ora del giorno, in giorni differenti dell'anno.

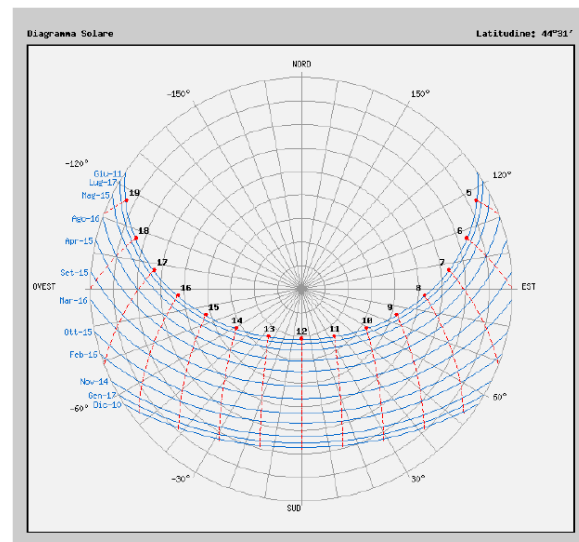
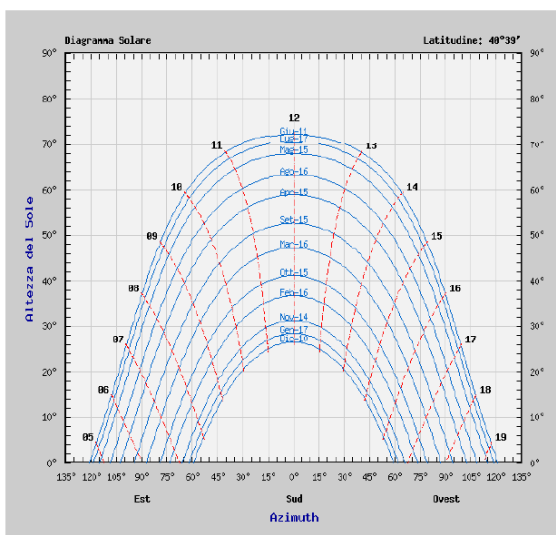


Figura 15 - Diagramma solare

(Fonte immagini sito <http://www.solaritaly.enea.it>)

b) Costruzione del diagramma solare dei raggi riflessi

L'eventualità che il pilota/osservatore sia investito dai raggi riflessi rientra nel campo applicativo dell'ottica geometrica ed è valutabile attraverso l'applicazione del principio di Fresnel.

I riflessi solari di un pannello solare sono speculari, il che significa che un'alta percentuale di luce in entrata viene riflessa in una particolare direzione. La direzione di una riflessione solare speculare da un riflettore piatto viene calcolata considerando la normale. La normale è una linea immaginaria perpendicolare alla superficie riflettente e si origina dal punto in cui la luce entrante intercetta la faccia del pannello solare. Le figure seguenti possono essere utilizzate per aiutare la comprensione del processo di calcolo della riflessione.

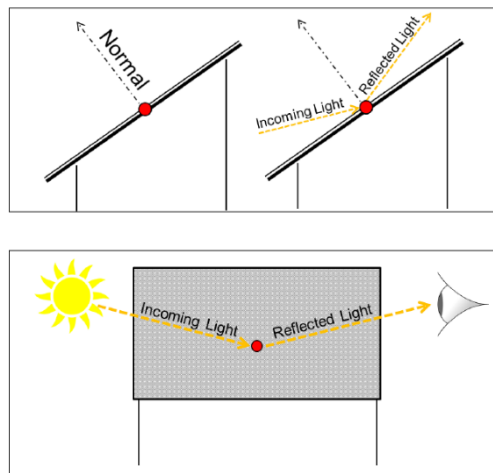


Figura 16 - Riflessione dei raggi solari

(Fonte immagine <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/solar-incidence-angle>)

La costruzione del diagramma solare dei raggi riflessi avviene proiettando le coordinate azimutali e zenitali sul diagramma solare, come indicato nelle figure seguenti:

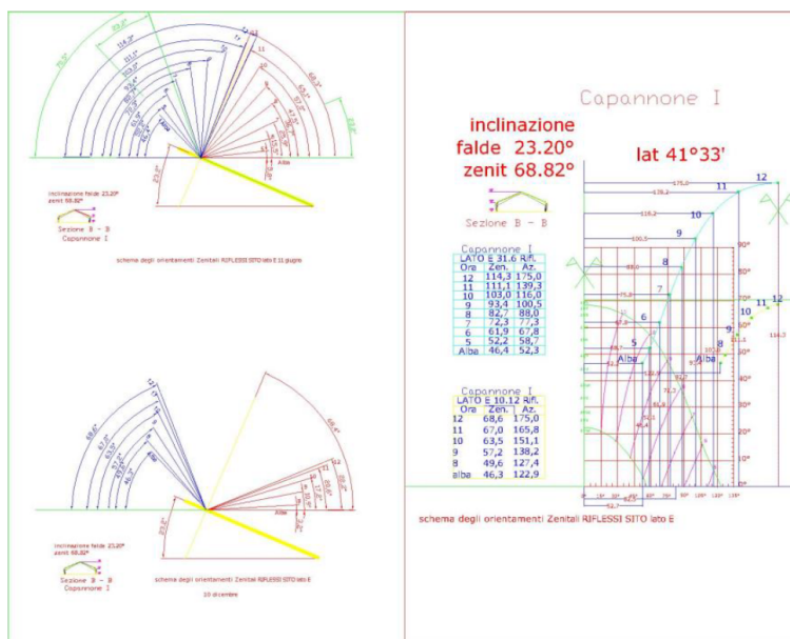


Figura 17 – Costruzione del diagramma dei raggi solari riflessi

(Fonte immagine Quaderno Io Roma n.4. 2016 Ordine Ingegneri di Roma)

c) Determinazione dei punti significativi di analisi

Per la determinazione dei punti ove effettuare la verifica sulla riflessione si richiama il Doc 8168 ICAO e la consultazione delle pubblicazioni aeronautiche AIP.

I punti ove operare tale verifica sono quindi legati alla collocazione dell'osservatore, nella fattispecie l'operatore in torre di controllo ed il pilota nelle varie fasi di volo, ovvero i punti individuati nell'ambito dei segmenti "Visual" delle traiettorie nominali delle operazioni strumentali, e dei circuiti a vista quali l'impostazione della virata di base, per la determinazione dei quali si richiamano in generale le regole del volo a vista.

In particolare dovranno essere individuate le coordinate (az, ze) dei seguenti punti significativi:

- FAF (Final Approach Fix)
- MDH (Minimum Descent Altitude)
- DH (Decision Height)
- Percorso di volo dalla soglia fino ad una distanza di 3km (in analogia allo standard FAA)
- Posizione della torre di controllo

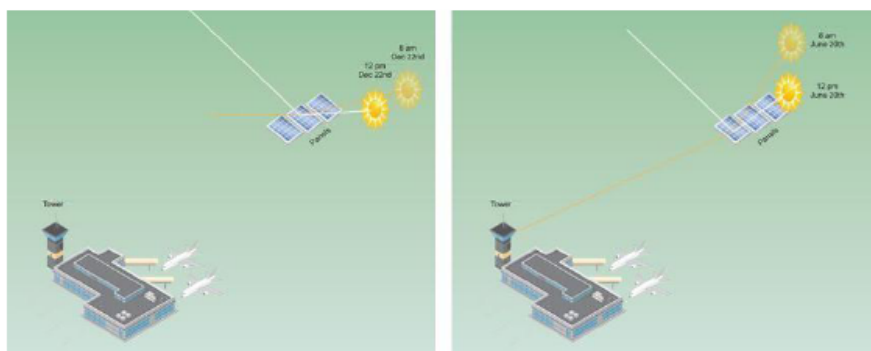


Figura 18 - Esempio analisi geometrica

(Fonte immagine FAA)

d) Collocazione dei punti significativi sul diagramma solare

Il diagramma solare, unito ad analisi di tipo geometriche e qualitative, può essere utilizzato per valutare gli effetti del *Glint* (luccichio) o del *Glare* (bagliore).

L'abbagliamento a carattere debilitante che espone il pilota ad un bagliore improvviso (Glint) viene scongiurato verificando l'impatto del fenomeno sui punti rappresentativi delle traiettorie di volo e rispetto alla posizione della Torre di controllo del traffico aereo.

Il fenomeno del *Glint* (luccichio) può assumere carattere peggiorativo rispetto ad un bagliore diffuso in quanto risulta prevalente il carattere di imprevedibilità associato alla presenza improvvisa e temporanea del disturbo nel campo visivo. Tale caratteristica di imprevedibilità potrebbe non permettere ad un pilota delle azioni correttive tempestive.

I punti ove operare tale verifica sono quindi legati alla collocazione dell'osservatore, nella fattispecie l'operatore in torre di controllo ed ovviamente il pilota nelle varie fasi di volo ovvero i punti individuati nell'ambito dei segmenti "visua" delle traiettorie nominali delle operazioni strumentali (per la determinazione dei quali si richiama il doc 8168 ICAO e che sono ricavabili dalle

pubblicazioni ufficiali AIP) e dei circuiti a vista quali l'impostazione della virata di base, per la determinazione dei quali si richiamano in generale le regole del volo a vista.

Qualora i punti rappresentativi rientrino nella campana dei raggi riflessi (costruita sul sito di installazione) allora sarà presente un potenziale fenomeno di abbagliamento.

L'Abbagliamento a carattere infastidite che espone il pilota a fonti luminose persistenti nel proprio campo visivo (Glare) può essere escluso verificando se, in termini di azimuth e zenit, esistano raggi riflessi paralleli ed opposti alle direttrici di avvicinamento.

Assumendo che la fonte di disturbo sia persistente nel campo visivo, la conoscenza del fenomeno del *Glare* rende lo stesso meno gravoso rispetto al *Glint*, permettendo al pilota di porre in essere delle azioni correttive tempestive.

Occorrerà pertanto verificare se esistano riflessioni (in termini di azimuth e zenit) parallele alle direttrici di avvicinamento alla pista, rappresentate dagli orientamenti azimuthali QFU (+ 15°) e zenitali GP (+ 1,5°), e che esse siano esterne al diagramma solare locale (inteso come ambito di spazio aereo interessato dalla presenza della fonte luminosa solare).

Si riporta nella figura seguente un esempio di analisi dei punti significativi sul diagramma solare dei raggi riflessi:

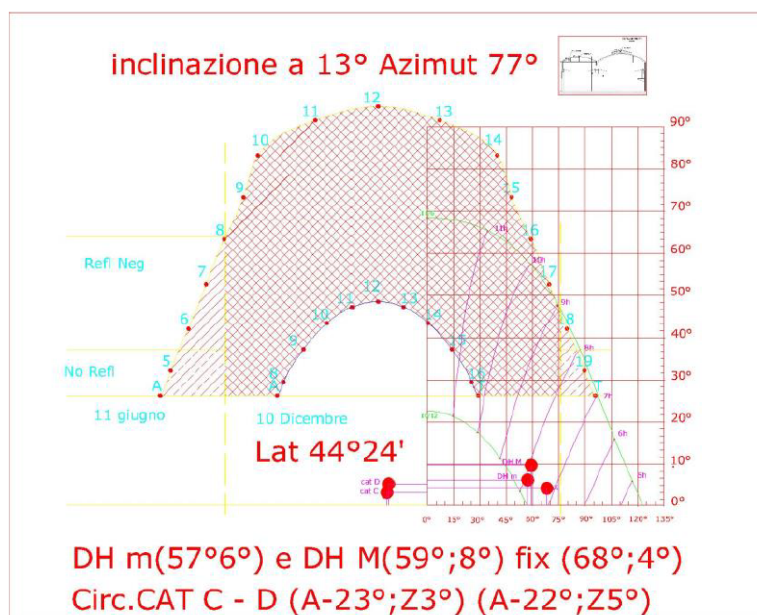


Figura 19 - Analisi dei punti significativi sul diagramma solare dei raggi riflessi

(Fonte immagine Quaderno Io Roma n.4. 2016 Ordine Ingegneri di Roma)

Al fine di valutare le effettive conseguenze del fenomeno, l'analisi geometrica può essere corredata con disamine di tipo qualitativo, quali ad esempio:

1. coordinamento con i piloti e gli operatori di torre sulla base delle caratteristiche geografiche della località in esame, assumendo che l'intensità della riflessione prodotta dai pannelli non possa mai superare quella del sole diretto;

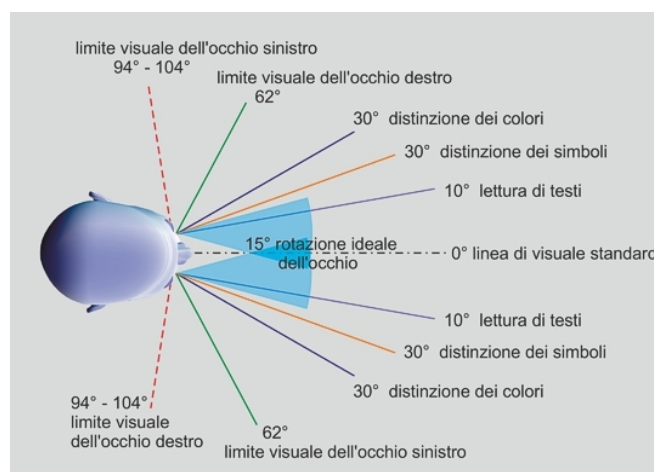
2. in merito agli avvicinamenti per RWYs a vista, la presenza della fonte riflettente nel campo visivo del pilota potrebbe garantire lo stesso nel ricorrere ad accorgimenti o manovre tempestive con dovuto anticipo rispetto alle fasi critiche dell'atterraggio;
3. il sorvolo dell'impianto, e quindi la perdita di visibilità diretta della fonte di disturbo, dovrebbe essere realizzato ad una quota che garantisca ampio margine per operare liberi da ostacoli rispetto ai valori di *circling* pubblicati in AIP;
4. analisi della traiettoria di atterraggio: dovrebbe essere garantito, considerando anche gli aeromobili più veloci (classificazione Doc 8168 ICAO), ampio margine temporale prima della soglia pista per permettere al pilota di prendere una decisione in merito ad un eventuale aborto della manovra di atterraggio;

5.4. Valutazione del tipo di visione interessata e dell'intensità dell'abbagliamento

Le analisi geometriche esposte ai punti precedenti forniscono il potenziale impatto di raggi riflessi a carattere infastidente rispetto alle coordinate spaziali della Torre di Controllo e/o della cabina di pilotaggio.

Al fine di rendere l'analisi consistente è necessario caratterizzare la posizione dell'osservatore ed il tipo di visione interessata, distinguendo le aree di visione, da quelle più "nobili" a quelle più marginali (visione primaria, riconoscimento dei simboli, distinzione dei colori dei colori, visione monoculare).

Tali indicazioni sono sintetizzate secondo schemi diagrammatici (azimutali, zenitali) del tipo sotto riportato.



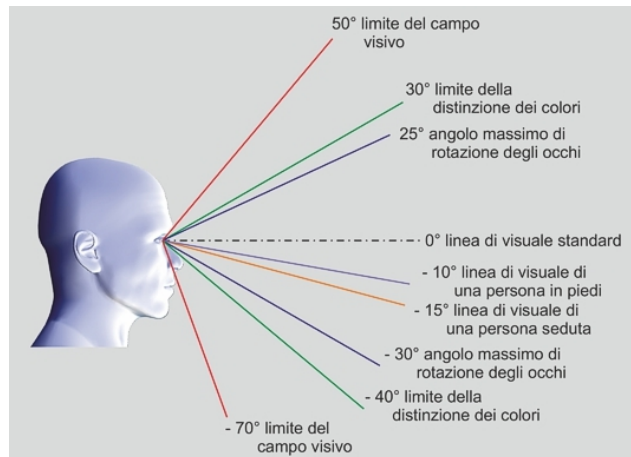


Figura 20 - Tipi di visione

(Fonte immagini sito <http://www.archeryweb.eu/archeryweb%20-%20occhio%20vista%20percezione.html>)

La collocazione della sorgente luminosa nell'ambito di una rappresentazione prospettica da parte dell'osservatore fornisce una indicazione qualificata del tipo di visione coinvolta.

Da considerare che, secondo gli standard reperibili in letteratura in materia di metriche di sicurezza oculare, l'abbagliamento oltre i 50-60 gradi dalla linea di vista del pilota, come mostrato nella Figura 3, non è considerato un pericolo per la sicurezza (Ho et al., 2015) in quanto posto al di fuori del cosiddetto "campo visivo utile".

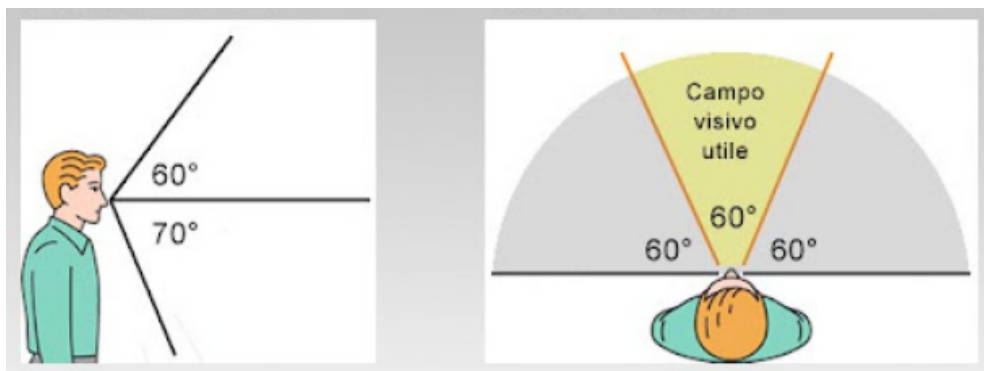


Figura 21 - Campo visivo utile

(Fonte immagini sito <http://www.archeryweb.eu/archeryweb%20-%20occhio%20vista%20percezione.html>)

Qualora dall'analisi geometrica dovessero risultare possibili fenomeni di abbagliamento nel campo visivo utile, è necessario procedere alla valutazione del potenziale abbagliante e dell'irraggiamento retinico.

Il potenziale abbagliante è misurato in funzione della distanza e delle caratteristiche della sorgente. Numerosi studi precedenti si sono occupati di investigare l'impatto dei riflessi speculari, usando il danno oculare permanente come riferimento.

I metodi analitici sono basati sulle metriche di sicurezza oculare per brevi periodi di esposizione a luce intensa.

Due variabili sono necessarie per la valutazione dell’impatto oculare: l’irraggiamento retinale e la misura dell’angolo sotteso della sorgente di abbagliamento.

Per i metodi analitici di analisi si rimanda agli articoli di letteratura presenti in bibliografia, riferimento [15].

5.5. Simulazione tramite software

Le valutazioni analitico-geometriche illustrate ai paragrafi precedenti possono essere svolte anche mediante l’ausilio di software specifici presenti sul mercato.

Uno degli applicativi, riconosciuto dall’Autorità degli Stati Uniti FAA, è ad esempio il software *GlareGauge/ForgeSolar* basato sull’algoritmo SGHAT v.3 (*Solar Glare Hazard Analysis Tool*) e sviluppato dal *Sandia National Laboratory*.

Esistono diversi software/tool di analisi con licenza a pagamento sul mercato. ENAC non richiede l’uso di uno strumento specifico per la valutazione dell’impatto oculare ma dovrà essere fornita evidenza delle metodologie di calcolo implementate.

Le simulazioni, effettuate nella configurazione di installazione, dovranno evidenziare l’assenza di fenomeni di abbagliamento persistente sia per i piloti in avvicinamento, sia per gli aeromobili in fase di decollo/rullaggio e la totale assenza di riflessione in direzione degli operatori della torre di controllo in ragione della inclinazione (tilt) e dell’orientamento di cui i pannelli sono dotati.

L’analisi si basa su una serie di dati di input relativi alla località, alle caratteristiche dell’installazione, alle operazioni aeronautiche previste ed alla posizione degli osservatori in torre di controllo:

Feature	Model Inputs	Options
Project	Time Zone	
	Height Above Ground	
PV Array	Module Tilt	
	Module Orientation (Azimuth)	
	Module Surface Material	
	Tracking	Single, Dual or None
	Vertical Surface (VS)	Top Height
Vertical Surface (VS)	Bottom Height	
	Double-sided	Yes or No
	Direction	
Flight Path (FP)	Glide Slope	
	Threshold Crossing Height	
	Latitude	
Observation Point (OP)	Longitude	
	Height Above Ground	
	Is OP an Air Traffic Control Tower (ATCT)	Yes or No

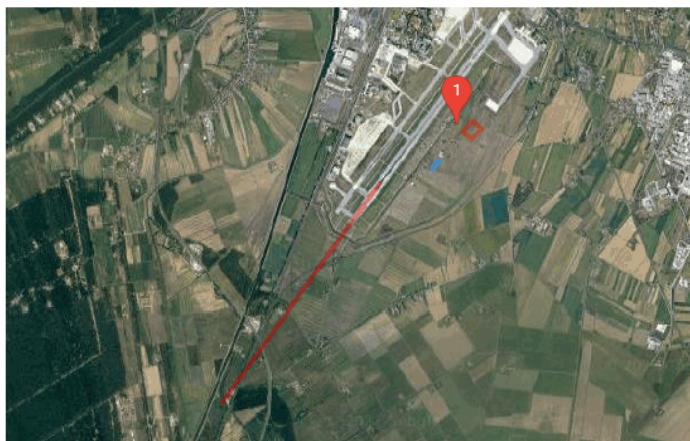


Figura 22 - Parametri di input del software e caratterizzazione del sito

(Fonte immagini sito <https://www.forgesolar.com/>)

Per ogni punto di osservazione, il software deve essere in grado di determinare:

- Ora del giorno in cui si verifica l'abbagliamento;
- Durata giornaliera dell'abbagliamento;
- Variazione stagionale dell'abbagliamento;
- Posizione dell'abbagliamento sul diagramma di irraggiamento retinale.

L'abbagliamento sperimentato in tutti i punti di osservazione identificati (OP: *Observation Points*) viene quindi classificato, in base al livello di rischio oculare, in una delle tre categorie di impatto potenziale di immagine residua, secondo il diagramma di irraggiamento retinale (zona verde, gialla o rossa).

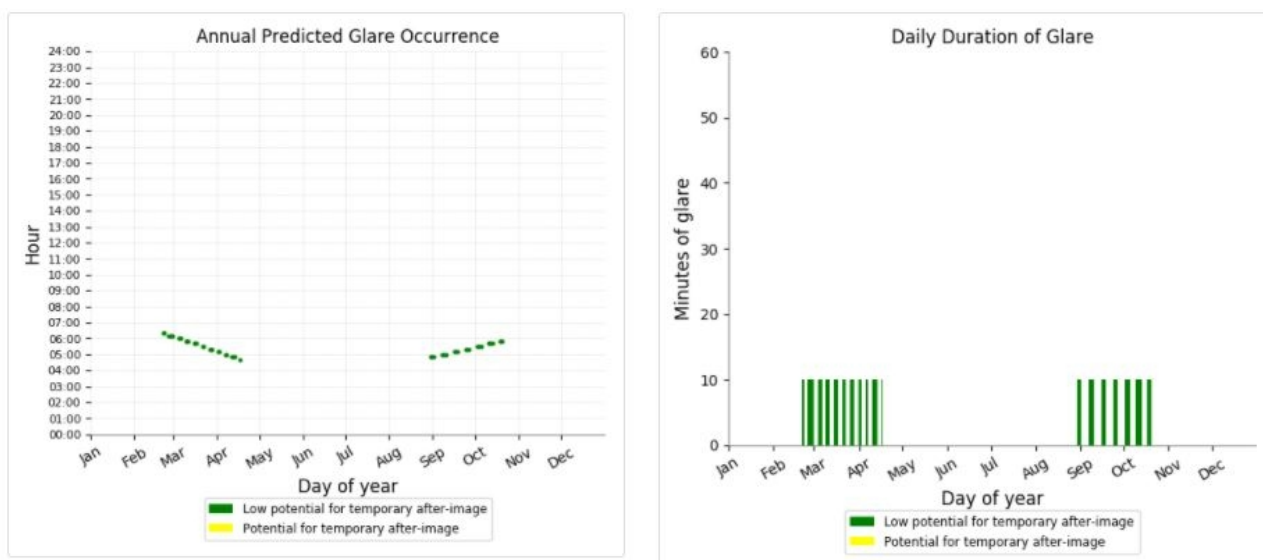


Figura 23 - Frequenza e durata del fenomeno di abbagliamento

(Fonte immagini sito <https://www.forgesolar.com/>)

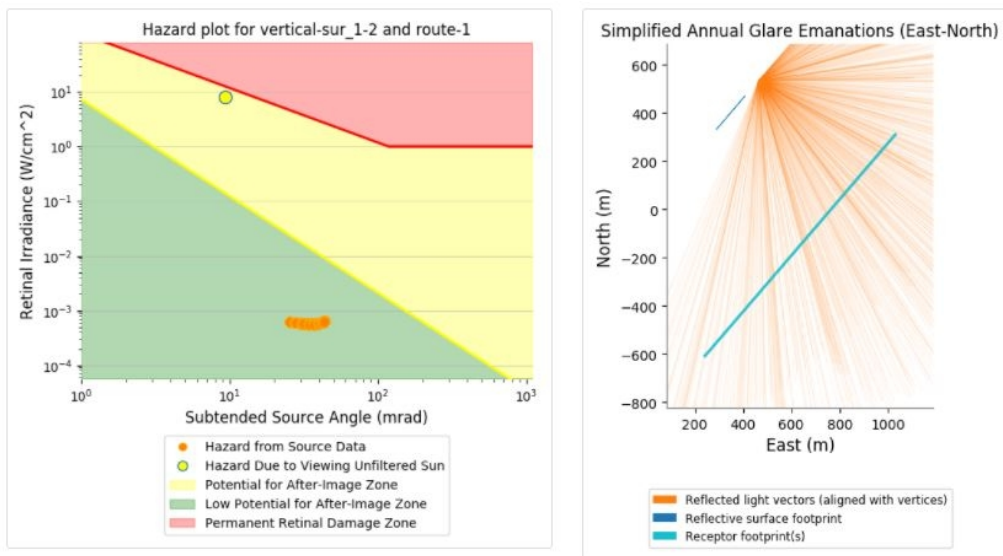


Figura 24 - Output del software - impatto dell'abbagliamento sull'osservatore
(Fonte immagini sito <https://www.forgesolar.com/>)

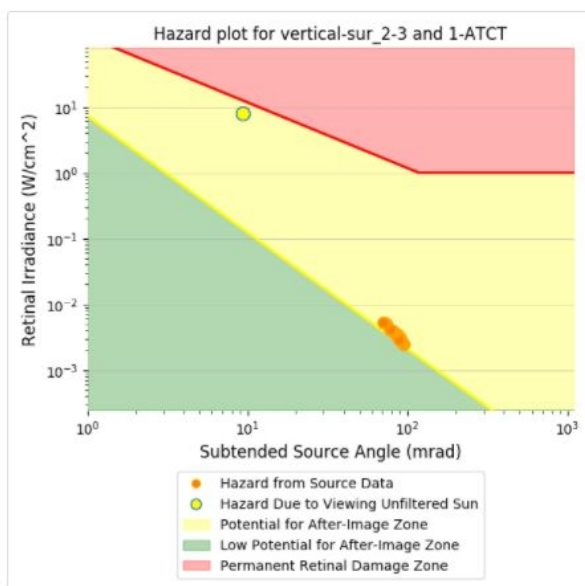


Figura 25 - Esempio di abbagliamento con potenziale di immagine residua
(Fonte immagini sito <https://www.forgesolar.com/>)

L'installazione è ritenuta accettabile quando i risultati della simulazione restituiscono fenomeni di potenziale abbagliamento ricadenti nella zona verde del diagramma.

Qualora l'esito della simulazione dovesse restituire la presenza di fenomeni di abbagliamento ricadenti nella zona rossa (danno retinico permanente), non sarà possibile accettare il rischio e si renderà necessario rivedere la progettazione del sistema.

Qualora invece dovessero verificarsi probabili fenomeni di abbagliamento in zona gialla, occorrerà approfondire l'analisi e valutare attentamente i tempi di esposizione effettiva e l'implementazione di eventuali misure di mitigazione.

Nell'analisi mediante ausilio di software occorre tenere in considerazione le seguenti indicazioni/limitazioni:

- gli attuali software sul mercato forniscono risultati accurati per superficie piane e non risultano ancora sviluppati per dischi parabolici o superfici curve in genere;
- i software presumono che l'installazione avvenga su una superficie complanare al terreno e che l'inclinazione dei pannelli sia la medesima per tutti i componenti dell'impianto. Qualora ci si trovi in condizioni di installazione di pannelli a quote diverse, è necessario eseguire una simulazione che tenga conto delle differenti posizioni dei pannelli ed analizzi il caso peggiorativo;
- gli attuali software permettono di modellare configurazioni semplici non prevedendo l'interposizione di strutture, elementi naturali o altro tipo di ostacolo tra l'osservatore ed il campo fotovoltaico;
- per i calcoli geometrici i software si basano su un unico punto di riflessione sulla superficie del pannello. In taluni software è possibile ottenere una maggiore precisione aumentando il numero di altezze valutate (punti di incidenza dei raggi solari);
- i software utilizzano le immagini e la mappatura satellitare del territorio, basando le analisi su immagini satellitari ottenute dal telerilevamento terrestre, fotografie aeree e dati topografici memorizzati in una piattaforma GIS (quale ad esempio Google Earth). Si raccomanda di verificare la correttezza delle informazioni satellitari/cartografiche rispetto alla reale condizione dell'ambiente in esame.
- il diametro della pupilla è assunto pari a 0.002 m, valore tipico in condizioni diurne;
- la lunghezza focale dell'occhio (utilizzata per determinare la dimensione dell'immagine proiettata sulla retina) è assunta pari a 0,017 m;
- angolo di inclinazione del sole: 9,3 milliradiani;
- la simulazione viene eseguita in condizioni di cielo limpido in quanto i software non dispongono di dati meteorologici storici della località in esame;

Qualora il caso in esame, con le dovute approssimazioni e semplificazioni, non sia riconducibile ad un caso "standard", dovrà essere prodotta una modellazione apposita ed i risultati validati in modo congiunto con ENAC.

5.6. Criteri di accettabilità

Sulla base della disamina delle diverse metodologie di valutazione dell'impatto visivo, è possibile determinare i seguenti criteri di accettabilità:

➤ Metodo qualitativo

Il metodo qualitativo può essere adottato per dimostrare l'assenza di condizioni peggiorative di abbagliamento rispetto alle condizioni ambientali preesistenti con riferimento all'installazione proposta.

La valutazione qualitativa può basarsi sull'analisi dei coefficienti di riflettività dei moduli fotovoltaici rispetto alle caratteristiche dei materiali su cui l'installazione andrà a sovrapporsi, o su una semplice analisi geometrica che escluda la possibilità di raggi riflessi a carattere infastidente.

A corredo del metodo qualitativo possono essere inoltre impiegati:

- esiti positivi di report dal personale di torre/piloti per installazioni analoghe sul medesimo scalo;
- prove dimostrative su campo con campioni di pannelli fotovoltaici ed esito delle valutazioni svolte con il personale di torre, piloti e funzionari aeroportuali.
- il certificato del produttore dei moduli fotovoltaici scelti per il progetto, attestante le caratteristiche di riflettività dei materiali in funzione degli angoli di incidenza delle radiazioni solari.

➤ Metodo quantitativo

Il metodo quantitativo prevede la dimostrazione analitica dell'assenza di fenomeni dannosi da abbagliamento mediante analisi geometrica o simulazione con software.

I punti ove operare tale verifica sono legati alla collocazione dell'osservatore, nella fattispecie l'operatore in torre di controllo ed ovviamente il pilota nelle varie fasi di volo ritenute significative.

Il metodo quantitativo può prevedere modellazioni basate su metodologie analitiche (quali ad esempio le analisi geometriche combinate con la valutazione del tipo di visione coinvolta) o simulazione mediante software.

Qualora l'esito della valutazione quantitativa dovesse evidenziare la presenza di un potenziale per immagine residua temporanea, occorrerà modificare il layout dell'installazione o corredare l'analisi con un *risk assessment* contenente la valutazione dei rischi in relazione alla tipologia di operazioni aeronautiche previste, in particolare:

- un'analisi dell'efficacia delle misure esistenti, se presenti, per mitigare tale abbagliamento (quali ad esempio vetri antiriflesso e tende parasole presso la torre di controllo);
- adozione di eventuali ulteriori misure di mitigazione dell'impatto;
- adozione di misure di monitoraggio.

Gli esiti delle valutazioni del *risk assessment* devono garantire il rispetto dei seguenti requisiti:

- Nessun abbagliamento che comporti un potenziale di immagine residua, per qualsiasi percorso di volo dalla soglia pista fino ad una distanza di 3 km (rif. standard FAA e Doc ICAO 8168).

- Nessun abbagliamento per le torri di controllo del traffico aereo ("ATCT") all'altezza della cabina.
- Nessun abbagliamento che comporti un potenziale di immagine residua, per qualsiasi percorso di volo dalla soglia ai punti individuati lungo la traiettoria nominale al disotto della DH (così come definita nel Doc ICAO 8168).
- Nessun abbagliamento che comporti un potenziale di immagine residua, per qualsiasi percorso di volo dalla soglia ai punti individuati lungo la traiettoria nominale al disotto della MDH (così come definita nel Doc ICAO 8168), a meno che non sia dimostrata la disponibilità per il pilota di un adeguato tempo di risposta per abortire l'atterraggio.
- Nessun abbagliamento che comporti un potenziale di immagine residua, per qualsiasi percorso di volo dalla soglia ai punti individuati lungo la traiettoria nominale al disotto della MDH (così come definita nel Doc ICAO 8168), a meno che non sia dimostrata la disponibilità per il pilota di un adeguato tempo di risposta per abortire l'atterraggio.
- Nessun abbagliamento che comporti un potenziale di immagine residua, per qualsiasi percorso di volo dalla soglia ai punti individuati lungo la traiettoria nominale al disopra della MDH (così come definita nel Doc ICAO 8168), a meno che non sia dimostrata la disponibilità per il pilota di un adeguato tempo di risposta per abortire l'atterraggio.

6. MISURE DI MITIGAZIONE

Qualora le analisi dei potenziali fenomeni di abbagliamento dovessero fornire esito negativo, è possibile valutare il ricorso ad alcune misure di mitigazione che rendano comunque l'opera realizzabile.

In particolare è possibile agire sui seguenti parametri:

- **Caratteristiche tecniche dei pannelli:**

La maggior parte dei pannelli moderni è prodotta con un rivestimento antiriflesso che riduce la porzione di luce riflessa. Ciò riduce intrinsecamente l'impatto risultante da riflessi. È possibile provare a modificare i risultati delle analisi cambiando il tipo di pannello solare, agendo sia sulla tecnologia dello stesso che sugli indici di riflettività dichiarati dai costruttori.

- **Interposizione di schermi:**

Il verificarsi di fenomeni di scintillio ed abbagliamento ai danni di un osservatore è strettamente legato alla linea visiva verso i pannelli. Una misura di mitigazione efficace è rappresentata dall'interposizione di oggetti schermanti tra l'osservatore e la fonte di disturbo, laddove sia praticabile e tale da non influire in maniera negativa sull'efficienza globale dell'impianto. A tal fine è utile segnalare che luccichii e riflessi causati da un campo fotovoltaico possono talvolta essere riconducibili ad un numero limitato di stringhe e/o pannelli solari nell'ambito dell'intera installazione.

Pertanto, un'analisi completa può identificare con precisione la provenienza dei disturbi e valutare il livello di schermatura necessario. Ciò sarà influenzato dall'altezza relativa dell'osservatore e del pannello riflettente, nonché dall'elevazione del terreno nel punto di proiezione. Per esempio, nella figura sottostante, lo schermo sarebbe sufficiente per il pannello inferiore ma non per il pannello superiore.

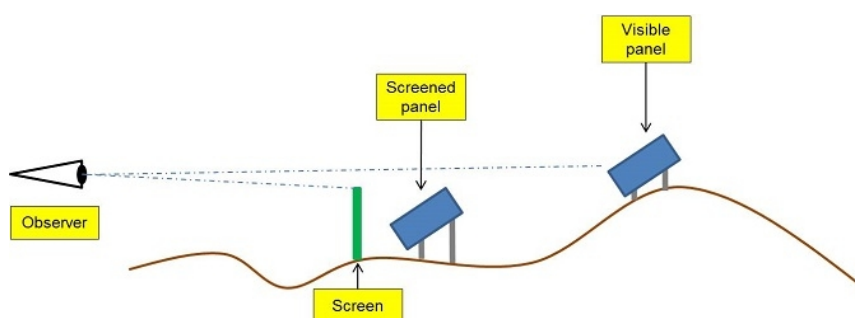


Figura 26 - Interposizione di schermi

(Fonte immagine sito <https://www.pagerpower.com>)

- **Modifica degli angoli di inclinazione**

La modifica delle angolazioni di tilt ed azimuth del riflettore (pannello) può influenzare il percorso dei raggi riflessi. Nella pratica, è improbabile che la modifica dell'angolo di inclinazione di un pannello solare all'interno dell'intervallo di massima producibilità di energia elettrica possa rimuovere del tutto un potenziale impatto. Tuttavia, in casi marginali,

ciò potrebbe contribuire ad una strategia di mitigazione cercando di ottimizzare effetti di abbagliamento ed efficienza.

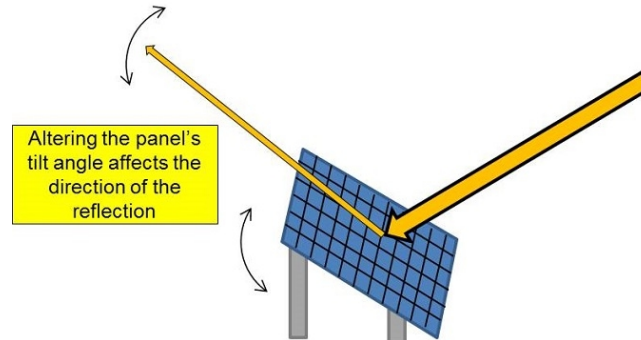


Figura 27 - Modifica degli angoli di inclinazione

(Fonte immagine sito <https://www.pagerpower.com>)

Vale la pena ricordare che le riflessioni possono essere causate da una particolare porzione di una installazione, quindi gli aggiustamenti richiesti potrebbero essere relativamente piccoli.

Si riporta a titolo di esempio un grafico che rappresenta la variazione della percentuale di luce riflessa in funzione dell'angolo di tilt del pannello:

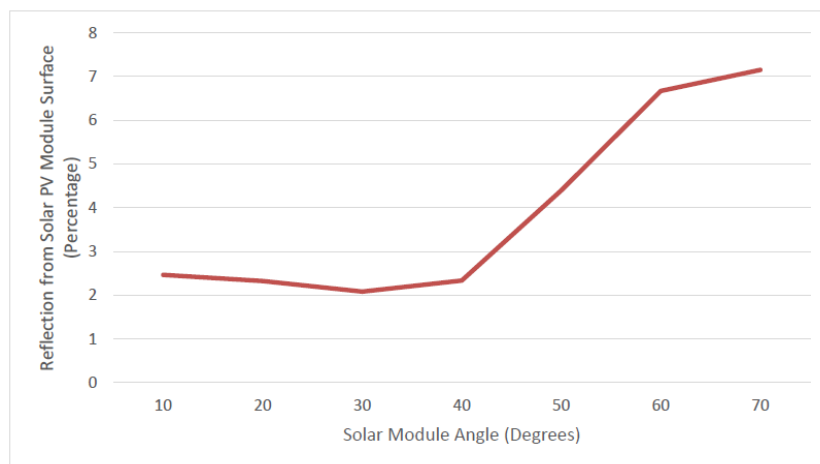


Figura 28- Percentuale di luce riflessa in funzione dell'angolo di tilt

(Fonte immagine Anurag et al., 2017)

7. IL PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO

7.1. Presentazione delle istanze e rilascio del nulla osta

In relazione alla struttura organizzativa dell'ENAC, le istanze autorizzative dovranno essere indirizzate all'attenzione di:

- *Direzione Sviluppo e Approvazione Progetti (EAP)* per progetti riguardanti installazioni all'interno del sedime aeroportuale;
- *Direzione Operazioni territoriale di competenza* per progetti ricadenti all'esterno del sedime aeroportuale e costituenti pericolo alla navigazione aerea ai sensi di quanto previsto al Cap.4 del Regolamento per la Costruzione ed Esercizio degli Aeroporti. (<https://www.enac.gov.it/direzioni-uffici-operazioni>).

La presentazione di un'istanza ad ENAC dovrà contenere relazioni e/o elaborati grafici che mettano in evidenza il rispetto dei seguenti requisiti:

1. la verifica di sussistenza dell'interesse aeronautico dell'installazione e, se previsto, una valutazione di impatto visivo per dimostrare che l'abbagliamento non comporti pericoli per la sicurezza delle operazioni aeronautiche (come descritto ai successivi paragrafi 7.2 e 7.3);

Al fine di semplificare l'iter autorizzativo, i proponenti possono utilizzare il "Modulo di Asseverazione" riportato in Appendice alle presenti linee guida.

2. il progetto non può costituire ostacolo alla navigazione aerea e penetrare le Superfici di limitazione Ostacoli, così come definite dagli standard ICAO (*Annex 14*), EASA (*Aerodromes*) e 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);
3. il progetto, se classificato come ostacolo o pericolo alla navigazione aerea 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), deve contenere la valutazione positiva di ENAV S.p.A. relativamente agli aspetti di compatibilità con le radioassistenze e con le procedure di volo;
4. il progetto dovrà contenere tutti gli elaborati minimi previsti dal Codice dei Contratti Pubblici e relativi strumenti attuativi;
5. il progetto deve utilizzare aree disponibili aeroportuali non destinate ad attività aeronautiche o funzionali ad esse (quali, ad esempio, la strip);
6. il progetto deve considerare gli impatti del periodo di costruzione e dei mezzi impiegati sull'operatività dello scalo;
7. particolare attenzione dovrà essere posta ad eventuali impatti sull'occupazione di aree funzionali all'attuazione dei Piani di Emergenza Aeroportuali;
8. nel caso di installazioni all'interno del sedime, il progetto dovrà contenere il dettaglio dell'interconnessione della fonte di energia alle infrastrutture esistenti e le modalità di gestione dei flussi di potenza.

La presenza della documentazione giustificativa permetterà di ottenere il rilascio del Nulla osta alla realizzazione dell'impianto, salvo chiarimenti o integrazioni che dovessero rendersi necessari nel corso dell'istruttoria.

Il nulla osta da parte di ENAC attesta che il progetto tiene conto degli applicabili standard di sicurezza e del rispetto delle norme aeronautiche vigenti, certifica inoltre che il progetto, sotto il profilo delle competenze dell'Ente, è ammissibile alla successiva fase di realizzazione.

Essa non trasferisce in capo all'organo approvante alcuna delle responsabilità che la legge attribuisce al progettista o che i regolamenti attribuiscono alle figure responsabili del Gestore Aeroportuale.

Si rammenta che il Gestore Aeroportuale, tramite le proprie figure professionali preposte, è tenuto a verificare l'impatto delle nuove opere sulle procedure operative presenti nel Manuale di Aeroporto e quindi ad accertare l'introduzione degli eventuali aggiornamenti.

In particolare, per gli impianti fotovoltaici, si raccomanda il monitoraggio dell'opera e di eventuali segnalazioni ad essa connesse per un adeguato numero di cicli solari (da stabilirsi sulla base della località e delle relative condizioni climatiche attese).

Qualora, a seguito della realizzazione dell'impianto, dovessero emergere segnalazioni di eventi aeronautici connessi a disturbi causati dall'abbagliamento, sarà cura del proponente/gestore dell'impianto implementare le necessarie misure di mitigazione per eliminare il disturbo.

7.2. Procedura di valutazione dell'interesse aeronautico

L'iter di valutazione dell'interesse aeronautico di un impianto fotovoltaico può essere schematizzato secondo il seguente diagramma a blocchi:

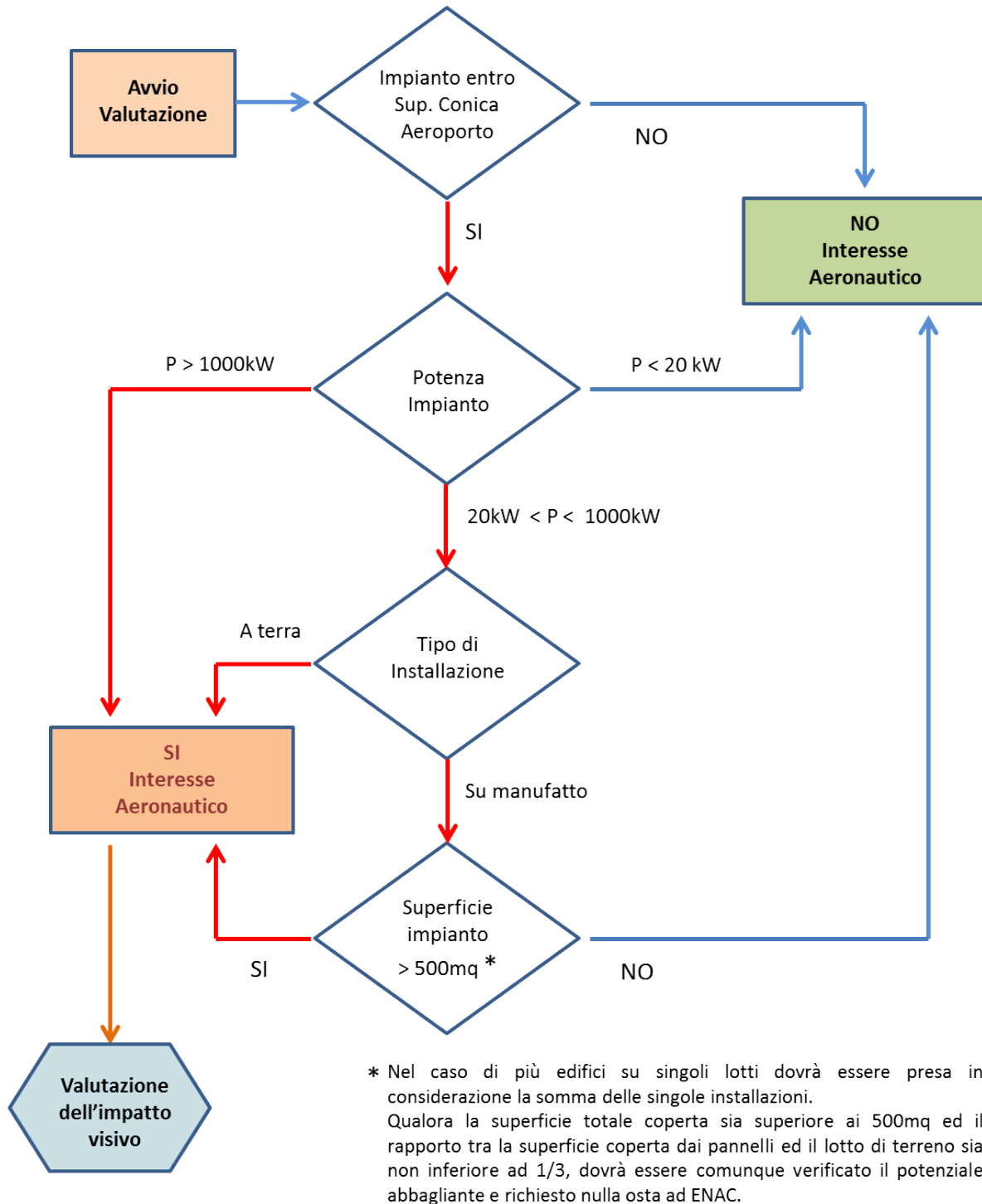


Figura 29 - Procedura di valutazione di interesse dell'impianto ai fini aeronautici

In particolare, con riferimento alle note circolari ENAC, sono da considerarsi di interesse aeronautico i seguenti parametri:

- **Distanza dall'aeroporto:** per i parchi fotovoltaici è richiesta istruttoria e parere/nulla osta di ENAC se collocati entro la Superficie Conica dall'ARP (*Aerodrome Reference Point*) dell'aeroporto più vicino;
N.B. Il valore della proiezione a terra della superficie Conica di limitazione ostacoli è correlato al codice di aeroporto ove è praticata la circuitazione. Le distanze da considerare sono pertanto pari a:
 - 6km per Aeroporti di codice 3 o 4;
 - 3,6km per Aeroporti di codice 2
 - 2,7km per Aeroporti di codice 1
- **Tipo di installazione:** su tetto o a terra;
- **Estensione impianti fotovoltaici su tetto (edificio singolo):** sono esclusi dalla valutazione di ENAC gli impianti con previsione di installazione su tetto di abitazioni/costruzioni che, a prescindere dalla distanza dall'aeroporto, abbiano superficie non superiore a 500mq;
- **Estensione impianti fotovoltaici su tetto (più edifici su singoli lotti):** sono esclusi dalla valutazione di ENAC gli impianti con previsione di installazione su tetto di abitazioni/costruzioni che, a prescindere dalla distanza dall'aeroporto, abbiano superficie non superiore a 500mq. Ai fini della valutazione della superficie complessiva dovrà essere presa in considerazione la somma delle singole installazioni.
Qualora la superficie totale coperta non sia inferiore ai 500mq ed il rapporto tra la superficie coperta dai pannelli ed il lotto di terreno sia non inferiore ad 1/3, dovrà essere comunque verificato il potenziale abbagliante e richiesto nulla osta ad ENAC;
- **Potenza dell'impianto:** Al fine di armonizzare la classificazione normativa delle taglie degli impianti fotovoltaici con i criteri di valutazione aeronautici, si ritiene che possa essere considerata la seguente parametrizzazione in considerazione del rapporto tra superficie riflettente e potenza nominale dell'impianto:
 - *Piccolo impianto:* impianto di potenza fino a 20kW destinato ad uso domestico (in linea con quanto definito nel "Piano Nazionale Integrato per l'energia e il clima", Dicembre 2019);
 - *Medio impianto:* impianto compreso tra i 20kW ed i 1000kW. All'interno di questa famiglia è possibile individuare due ulteriori livelli di complessità:
 - *Impianti tra i 20kW ed i 100kW:* Il limite superiore di 100kW è individuato considerando che, grazie alle attuali tecnologie di pannelli solari, una potenza di 100kW può essere ottenuta con una superficie complessiva di circa 500mq di pannellature; il valore di 100kW risulta inoltre l'attuale limite di potenza per contratti di fornitura di energia elettrica in bassa tensione.
 - *Impianti tra i 100kW ed i 1000kW*
 - *Grande impianto:* impianto oltre i 1000kW, di uso industriale.

Alla luce della predetta classificazione e delle circolari ENAC in materia (CIA prot. 0146391/2011, IOP prott. 065532/2012 e 070197/2013), si può assumere quanto segue:

- i “piccoli impianti” non risultano di interesse aeronautico e pertanto possono ritenersi esclusi dalla valutazione di ENAC;
- i “grandi impianti” necessitano sempre di parere/nulla osta di ENAC indipendentemente dal tipo di installazione;
- i “medi impianti” necessitano di una valutazione coordinata con ENAC. Per gli impianti tra i 20kW ed i 100kW (o 500mq di estensione) è prevista una verifica preliminare della sussistenza delle condizioni di semplificazione delle procedure autorizzative, come esposto in **Figura 29**.

In particolare, per gli impianti dai 50kW e fino ai 200kW occorrerà verificare la possibilità di rientrare nelle misure di semplificazione introdotte dal Decreto 3 marzo 2011, n. 28.

Per i grandi impianti, per gli impianti di media dimensione oltre i 100kW, o per i progetti che prevedano installazioni all'interno del sedime aeroportuale è richiesta la presentazione della documentazione ad ENAC sin dalla prima fase di progettazione (fattibilità tecnico-economica) al fine di valutare in modo compiuto il potenziale impatto del progetto sulla navigazione aerea.

In particolare per i progetti che prevedano l'installazione all'interno del sedime aeroportuale è richiesta la presentazione della documentazione ad ENAC (Direzione Sviluppo ed Approvazione Progetti) al fine di valutare il potenziale impatto del progetto sui Piani di Sviluppo aeroportuali.

N.B. La potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni standard (temperatura pari a 25 °C e radiazione pari a 1.000 W/m²). *Fonte GSE*

Ne consegue che nei dintorni aeroportuali, e sul sedime, non è consentito installare parchi fotovoltaici o impianti solari termodinamici a concentrazione dotati di ampie superfici specchiate riflettenti, a meno che uno studio specialistico di valutazione dell'impatto visivo non ne provi la compatibilità aeronautica, dimostrando che i fenomeni di abbagliamento potenzialmente causati dalla fonte riflettente non pregiudichino la sicurezza della navigazione aerea.

Analogamente, non risultano di interesse aeronautico i seguenti impianti:

- Impianti di piccola potenza (<20kW);
- Impianti di media potenza (<100kW) e con superficie complessiva inferiore a 500mq;
- Ampliamenti di impianti su costruzioni esistenti che non alterino le valutazioni di impatto visivo eventualmente già autorizzate.

7.3. Procedura di valutazione dell'impatto visivo

L'iter di valutazione dell'impatto visivo dell'impianto (e la conseguente realizzabilità dell'opera vincolata al rilascio del Nulla Osta da parte di ENAC) può essere schematizzato secondo il diagramma di flusso riportato in **Figura 30**.

A seconda delle specifiche del sito e con riferimento alle metodologie illustrate al paragrafo 5, una valutazione accettabile può essere eseguita implementando le seguenti analisi:

- 1) Un'**analisi qualitativa** del potenziale impatto in base alle caratteristiche di riflettività del pannello solare ed un confronto con eventuali fonti di abbagliamento esistenti (rif. paragrafo 5.2). Tale analisi qualitativa può essere integrata con:
 - a. la disamina di eventuali report negativi e situazioni già segnalate legate ad ampie superfici riflettenti in prossimità dello scalo;
 - b. un test dimostrativo sul campo con pannelli solari nel sito proposto in coordinamento con il personale della torre di controllo del traffico aereo, qualora ritenuto necessario;
 - c. il certificato del produttore dei moduli fotovoltaici scelti per il progetto attestante le caratteristiche di riflettività dei materiali in funzione degli angoli di incidenza delle radiazioni solari.

- 2) Un'**analisi quantitativa** (geometrica e/o analitica) per determinare i giorni e gli orari in cui potrebbe esserci un impatto oculare e per valutare l'entità del fenomeno dell'immagine residua, in relazione alle operazioni aeronautiche previste sullo scalo.
L'analisi quantitativa può essere realizzata mediante applicazione dei principi di ottica geometrica o con l'ausilio di software, come illustrato ai precedenti paragrafi 5.3, 5.4 e 5.5.
L'analisi geometrica dovrà evidenziare se esistono possibili direzioni dei raggi riflessi che possano interessare gli operatori di torre o i piloti, quantificando e valutando l'impatto degli stessi sul tipo di visione interessata.
Qualora l'esito della valutazione quantitativa dovesse evidenziare la presenza di un potenziale per immagine residua temporanea, occorrerà modificare il layout dell'installazione o corredare l'analisi con un risk assessment.

- 3) Un **risk assessment aeronautico** contenente la valutazione dei rischi in relazione alla tipologia di operazioni aeronautiche previste e, in particolare:
 - a. un'analisi dell'efficacia delle misure esistenti, se presenti, per mitigare l'abbagliamento (quali ad esempio vetri antiriflesso e tende parasole presso la torre di controllo);
 - b. adozione di eventuali ulteriori misure di mitigazione dell'impatto;
 - c. adozione di misure di monitoraggio.

L'implementazione di misure di mitigazione dovrà essere valutata dal Proponente, intervenendo se necessario sulle soluzioni tecniche della soluzione proposta (modifiche progettuali). Esempi di misure di mitigazione sono descritte al paragrafo 6.

Una volta nota ed analizzata l'entità del fenomeno di abbagliamento a carattere infastidente (intesa come periodo dell'anno e/o durata giornaliera stimata del fenomeno), può essere inoltre valutata la possibilità di introdurre eventuali azioni informative per gli operatori (ad es. Notam permanenti, pubblicazione in AIP, ecc.) in coordinamento con il SMS aeroportuale che dovrà prevedere periodi di monitoraggio del fenomeno di durata minima di 2 cicli solari (24 mesi) o fino a verifiche avvenute.

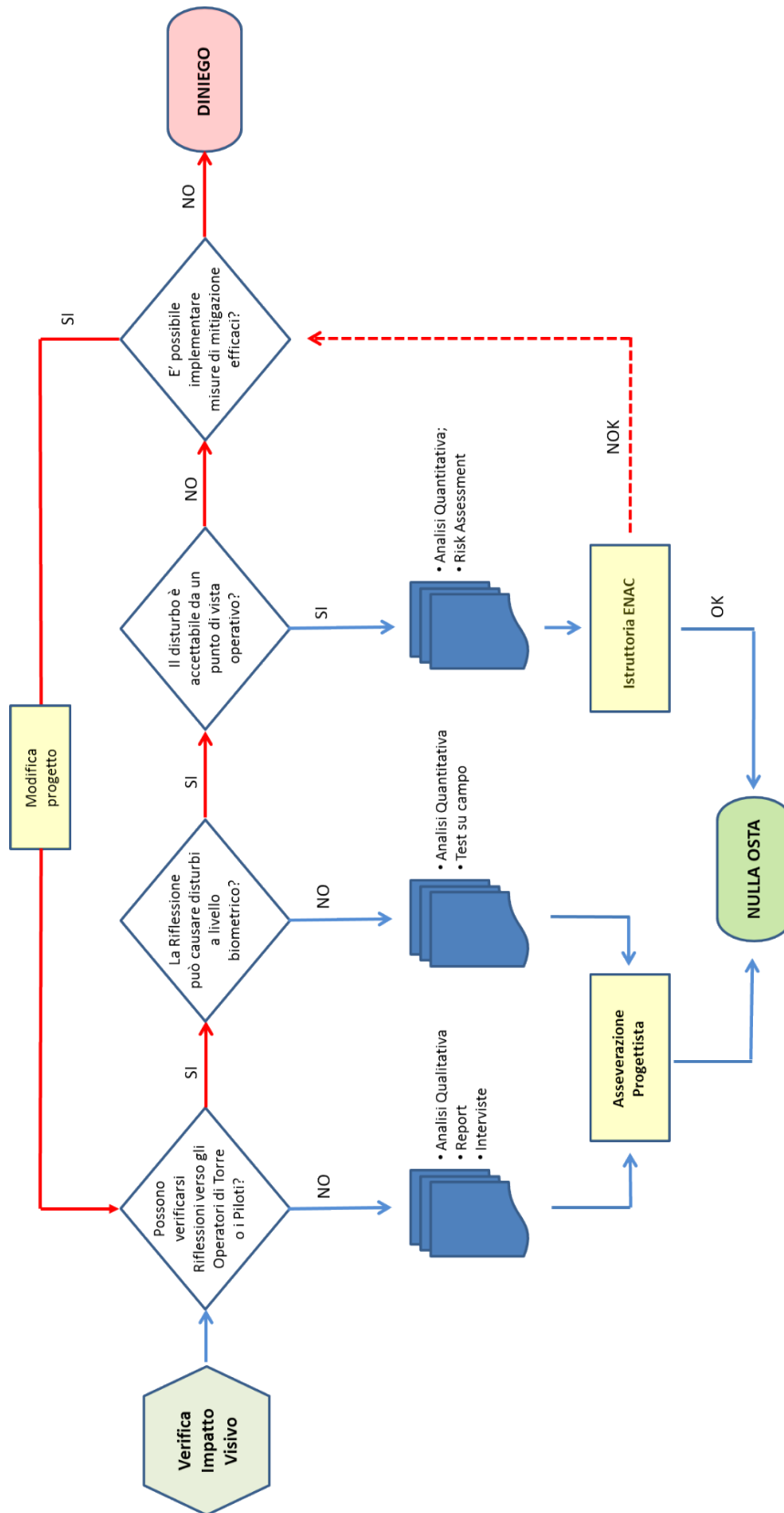


Figura 30 - Diagramma di flusso metodologie di valutazione della realizzabilità dell'impianto

8. BIBLIOGRAFIA

- 1) Circolare ENAC Prot. n. 0146391/IOP del 14.11.2011, “Decreto Legislativo 387/2003 – Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili – Procedimenti autorizzativi ex art. 12.
Semplificazione delle procedure ENAC in materia di Valutazione dei progetti e rilascio nulla osta – Ostacoli e Pericoli per la navigazione aerea.
- 2) Circolare ENAC Prot. n. 0065532/IOP del 23.05.2012, “Nulla Osta impianti fotovoltaici di tipo domestico – Richiesta chiarimenti e semplificazioni procedurali – art. 707 del codice della Navigazione e Regolamento ENAC per la Costruzione e l’esercizio degli Aeroporti, Emd 8 del 20.10.2011”
- 3) Circolare ENAC Prot. n. 0070197/IOP del 11.06.2013, “Semplificazione delle procedure autorizzative da parte dei Comuni interessati dalla pubblicazione delle mappe di vincolo nelle more della definitiva conclusione delle procedure di approvazione delle stesse.
- 4) Federal Aviation Administration (2021). Review of Solar Energy System Projects on Federally-Obligated Airports. Federal Register: 2021-09862
- 5) Federal Aviation Administration (FAA), “Technical Guidance for Evaluating Selected Solar Technologies on Airports”, Version 1.1 April 2018
- 6) Overview presentation of the Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT)
- 7) Slana, J. (2018). Solar Glare Catalogue Development For Solar Photovoltaic Project Proposals (Unpublished report). University of Calgary, Calgary, AB.
- 8) Brumleve, T. D., 1977, “Eye Hazard and Glint Evaluation for the 5-MWt Solar Thermal Test Facility,” Sandia National Laboratories, Report No. SAND76-8022.
- 9) Brumleve, T. D., 1984, “10 MWe Solar Thermal Central Receiver Pilot Plant: Beam Safety Tests and Analyses,” Sandia National Laboratories, Report No. SAND83-8035.
- 10) Sliney, D. H., and Freasier, B. C., 1973, “Evaluation of Optical Radiation Hazards,” Appl. Opt., 12(1), pp. 1–24.
- 11) Carrier, J., 2008, “Beam Safety Design Parameters,” Data Response Attachment DR89-1, Appendix A, Data Response Set 1A. Dated on Jan. 14, 2008, CH2MHILL, Ivanpah Solar Electric Generating System, Application for Certification (07-AFC-5), Submitted to California Energy Commission, http://www.energy.ca.gov/sitingcases/ivanpah/documents/applicant/DR_1a/2008-01-14_ISEGS_DR_SET_1A.PDF
- 12) Carrizo Energy, LLC, 2008, “Responses to CEC Data Requests (#1–78),” Application for Certification (07-AFC-8), Carrizo Energy Solar Farm, Submitted to California Energy Commission, http://www.energy.ca.gov/sitingcases/carrizo/documents/applicant/2008-02-27_DATA_RESPONSES_1-78.PDF
- 13) City of Victorville, 2008, “Victorville 2 Hybrid Power Project,” Application for Certification (07-AFC-1), submitted to California Energy Commission, www.energy.ca.gov/sitingcases/victorville2/documents/
- 14) San Joaquin Solar 1, 2 – Application for Certification Volume 2, Appendix L, “Glint and Glare Study,” http://www.energy.ca.gov/sitingcases/sjsolar/documents/applicant/afc/AFC_volume_02/
- 15) Quaderno Io Roma n.4. 2016 Ordine Ingegneri di Roma: Mazza, Mazzaracchio.

9. APPENDICE – MODULO DI ASSEVERAZIONE

A

ENAC Direzione Operazioni

(oppure, vedasi note in calce) ENAC Direzione Sviluppo e Approvazione Progetti

Oggetto: Asseverazione di valutazione dell'abbagliamento nei confronti delle operazioni aeronautiche

Rif. Impianto fotovoltaico:

Rif. Aeroporto:

In relazione all'istanza presentata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, il sottoscritto

in qualità di.....

iscritto all'Ordine Professionalen° iscrizione.....,

consapevole che le dichiarazioni false, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi comportano l'applicazione delle sanzioni penali previste dagli artt.75 e 76 del D.P.R. n. 445/2000,

DICHIARA

sotto la propria responsabilità, che:

- l'installazione si configura di "interesse aeronautico" in base alle seguenti caratteristiche:
(barrare con una "X" la casistica in esame e riportare il dato relativo)
 - Distanza dall'aeroporto:
 - Tipo di installazione:
 - Estensione impianto:
 - Potenza impianto:

- è stata condotta la valutazione di impatto visivo con verifica della non sussistenza di fenomeni di abbagliamento per i piloti e per gli operatori in torre di controllo secondo le seguenti modalità:
(barrare con una "X" la modalità di valutazione e riportare le risultanze dell'analisi)

Analisi qualitativa:

.....
.....
.....

Analisi quantitativa:

- Assenza di fenomeni di abbagliamento nelle direzioni di interesse aeronautico
- Basso potenziale di immagine residua (*Green glare*),
con tempo di esposizione pari a minuti
- Potenziale di immagine residua (*Yellow glare*),
con tempo di esposizione pari a minuti

Si allega alla presente asseverazione la seguente documentazione giustificativa:

- Relazione tecnica di analisi del fenomeno dell'abbagliamento
- Risk assessment

Data _____

TIMBRO E FIRMA

Nota:

Le istanze autorizzative dovranno essere indirizzate all'attenzione di:

- *Direzione Operazioni territoriale di competenza* per progetti ricadenti all'esterno del sedime aeroportuale e costituenti pericolo alla navigazione aerea ai sensi di quanto previsto al Cap.4 del Regolamento per la Costruzione ed Esercizio degli Aeroporti (<https://www.enac.gov.it/direzioni-uffici-operazioni>)
- *Direzione Sviluppo e Approvazione Progetti (EAP)* per progetti riguardanti installazioni all'interno del sedime aeroportuale;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	98

11. ALLEGATO 9 - OUTPUT SIMULAZIONI DI ABBAGLIAMENTO

FORGESOLAR GLARE ANALYSIS

Project: **AGV Cuddia**

Impianto agrolvoltaico con potenza di picco pari a 32,67 MW a circa 14 km di distanza dall'aeroporto di Birgi - Trapani

Site configuration: **AGV Cuddia**

Client: Ecosicily 3 S.r.l.

Created 27 Jul, 2023

Updated 31 Jul, 2023

Time-step 1 minute

Timezone offset UTC1

Minimum sun altitude 0.0 deg

DNI peaks at 1,000.0 W/m²

Category 10 MW to 100 MW

Site ID 96279.16867

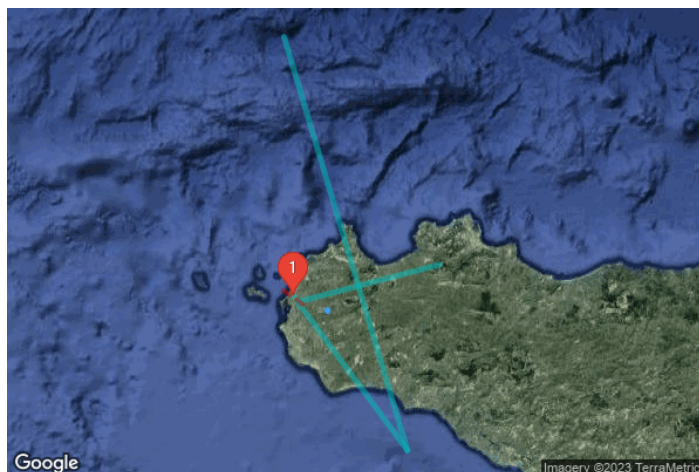
Ocular transmission coefficient 0.5

Pupil diameter 0.002 m

Eye focal length 0.017 m

Sun subtended angle 9.3 mrad

PV analysis methodology V2



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

PV Array	Tilt °	Orient °	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
Area 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	14,080,000.0
Area 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	15,530,000.0
Area 3	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	8,549,000.0
Area 4	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	9,160,000.0
Area 5	SA tracking	SA tracking	90	1.5	0	0.0	12,520,000.0
Area 6	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	11,260,000.0
Area 7	SA tracking	SA tracking	212	3.5	0	0.0	19,130,000.0
Area 8	SA tracking	SA tracking	1,105	18.4	0	0.0	12,520,000.0

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	1,407	23.4	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Component Data

PV Arrays

Name: Area 1
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: Interval
Tracking axis orientation: 180.0°
Max tracking angle: 60.0°
Resting angle: 60.0°
Rated power: 4502.0 kW
Panel material: Smooth glass without AR coating
Reflectivity: Vary with sun
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.865579	12.647562	123.85	0.00	123.85
2	37.867061	12.650045	116.21	0.00	116.21
3	37.865470	12.651101	115.25	0.00	115.25
4	37.864008	12.648473	119.30	0.00	119.30

Name: Area 2
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: Interval
Tracking axis orientation: 180.0°
Max tracking angle: 60.0°
Resting angle: 60.0°
Rated power: 4924.0 kW
Panel material: Smooth glass without AR coating
Reflectivity: Vary with sun
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.867061	12.650045	102.47	0.00	102.47
2	37.865470	12.651101	103.65	0.00	103.65
3	37.866894	12.653761	124.48	0.00	124.48
4	37.868629	12.652689	123.08	0.00	123.08

Name: Area 3

Axis tracking: Single-axis rotation

Backtracking: Interval

Tracking axis orientation: 180.0°

Max tracking angle: 60.0°

Resting angle: 60.0°

Rated power: 2680.0 kW

Panel material: Smooth glass without AR coating

Reflectivity: Vary with sun

Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.864008	12.648473	119.55	0.00	119.55
2	37.865470	12.651101	124.57	0.00	124.57
3	37.864520	12.651699	112.00	0.00	112.00
4	37.863110	12.648990	118.43	0.00	118.43

Name: Area 4

Axis tracking: Single-axis rotation

Backtracking: Interval

Tracking axis orientation: 180.0°

Max tracking angle: 60.0°

Resting angle: 60.0°

Rated power: 2822.0 kW

Panel material: Smooth glass without AR coating

Reflectivity: Vary with sun

Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.865470	12.651101	114.43	0.00	114.43
2	37.866894	12.653761	124.45	0.00	124.45
3	37.865886	12.654360	102.75	0.00	102.75
4	37.864520	12.651699	104.18	0.00	104.18

Name: Area 5

Axis tracking: Single-axis rotation

Backtracking: Interval

Tracking axis orientation: 180.0°

Max tracking angle: 60.0°

Resting angle: 60.0°

Rated power: 4019.0 kW

Panel material: Smooth glass without AR coating

Reflectivity: Vary with sun

Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.863110	12.648990	118.40	0.00	118.40
2	37.863912	12.650535	115.90	0.00	115.90
3	37.863235	12.653195	106.87	0.00	106.87
4	37.861563	12.649880	120.25	0.00	120.25

Name: Area 6

Axis tracking: Single-axis rotation

Backtracking: Interval

Tracking axis orientation: 180.0°

Max tracking angle: 60.0°

Resting angle: 60.0°

Rated power: 3518.0 kW

Panel material: Smooth glass without AR coating

Reflectivity: Vary with sun

Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.863910	12.650540	106.91	0.00	106.91
2	37.863235	12.653195	109.01	0.00	109.01
3	37.863786	12.653380	108.74	0.00	108.74
4	37.864158	12.653983	104.53	0.00	104.53
5	37.865886	12.654360	115.85	0.00	115.85

Name: Area 7

Axis tracking: Single-axis rotation

Backtracking: Interval

Tracking axis orientation: 180.0°

Max tracking angle: 60.0°

Resting angle: 60.0°

Rated power: 6150.0 kW

Panel material: Smooth glass without AR coating

Reflectivity: Vary with sun

Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.861563	12.649880	120.22	0.00	120.22
2	37.863235	12.653195	106.90	0.00	106.90
3	37.860655	12.653623	110.15	0.00	110.15
4	37.859773	12.650957	119.08	0.00	119.08

Name: Area 8

Axis tracking: Single-axis rotation

Backtracking: Interval

Tracking axis orientation: 180.0°

Max tracking angle: 60.0°

Resting angle: 60.0°

Rated power: 4056.0 kW

Panel material: Smooth glass without AR coating

Reflectivity: Vary with sun

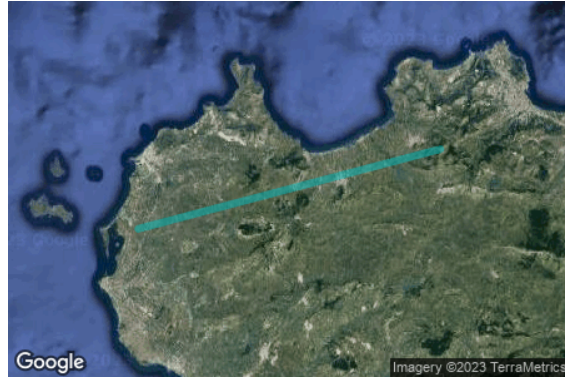
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.859773	12.650957	118.99	0.00	118.99
2	37.860655	12.653623	113.19	0.00	113.19
3	37.858692	12.654182	122.45	0.00	122.45
4	37.858173	12.651882	121.91	0.00	121.91

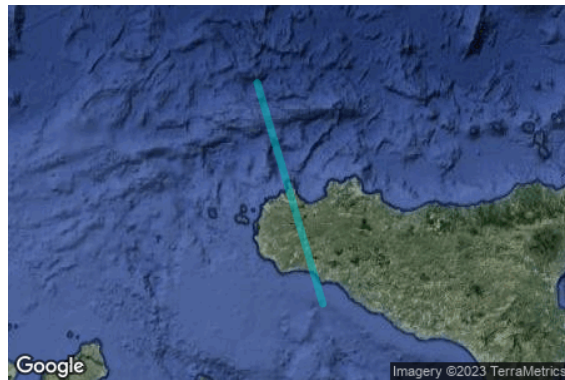
Route Receptors

Name: L869
Path type: Two-way
Observer view angle: 50.0°



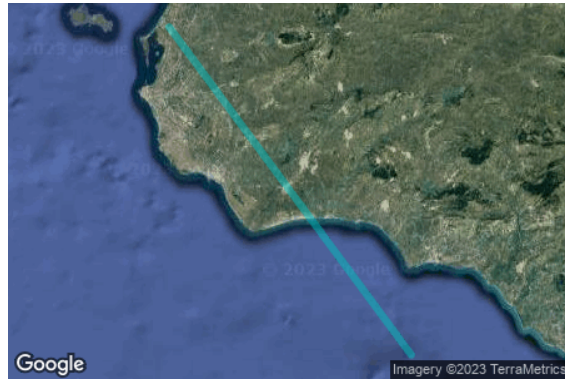
Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.895830	12.513060	10.85	2500.00	2510.85
2	38.033610	13.177500	55.20	2500.00	2555.20

Name: M215
Path type: Two-way
Observer view angle: 50.0°



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	38.869170	12.447500	-1259.61	5900.00	4640.39
2	37.345560	13.025280	-377.31	5900.00	5522.69

Name: M622
Path type: Two-way
Observer view angle: 50.0°



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	37.345560	13.025280	-260.71	5000.00	4739.29
2	37.914440	12.493060	26.49	5000.00	5026.49

Flight Path Receptors

Name: 13
Description:
Threshold height: 15 m
Direction: 123.0°
Glide slope: 3.0°
Pilot view restricted? Yes
Vertical view: 30.0°
Azimuthal view: 50.0°



Point	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
Threshold	37.920779	12.476778	2.54	15.24	17.78
Two-mile	37.936526	12.446003	-10.48	196.94	186.46

Name: 31
Description:
Threshold height: 15 m
Direction: 306.0°
Glide slope: 3.0°
Pilot view restricted? Yes
Vertical view: 30.0°
Azimuthal view: 50.0°



Point	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
Threshold	37.904266	12.503813	10.89	15.24	26.13
Two-mile	37.887271	12.533492	58.79	136.02	194.82

Discrete Observation Point Receptors

Name	ID	Latitude (°)	Longitude (°)	Elevation (m)	Height (m)
1-ATCT	1	37.916621	12.491026	3.53	30.00

Map image of 1-ATCT



Glare Analysis Results

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

PV Array	Tilt °	Orient °	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
Area 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	14,080,000.0
Area 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	15,530,000.0
Area 3	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	8,549,000.0
Area 4	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	9,160,000.0
Area 5	SA tracking	SA tracking	90	1.5	0	0.0	12,520,000.0
Area 6	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	11,260,000.0
Area 7	SA tracking	SA tracking	212	3.5	0	0.0	19,130,000.0
Area 8	SA tracking	SA tracking	1,105	18.4	0	0.0	12,520,000.0

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	1,407	23.4	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

PV: Area 1 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 1 and Route: L869

No glare found

Area 1 and Route: M215

No glare found

Area 1 and Route: M622

No glare found

Area 1 and FP: 13

No glare found

Area 1 and FP: 31

No glare found

Area 1 and 1-ATCT

No glare found

PV: Area 2 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 2 and Route: L869

No glare found

Area 2 and Route: M215

No glare found

Area 2 and Route: M622

No glare found

Area 2 and FP: 13

No glare found

Area 2 and FP: 31

No glare found

Area 2 and 1-ATCT

No glare found

PV: Area 3 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 3 and Route: L869

No glare found

Area 3 and Route: M215

No glare found

Area 3 and Route: M622

No glare found

Area 3 and FP: 13

No glare found

Area 3 and FP: 31

No glare found

Area 3 and 1-ATCT

No glare found

PV: Area 4 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 4 and Route: L869

No glare found

Area 4 and Route: M215

No glare found

Area 4 and Route: M622

No glare found

Area 4 and FP: 13

No glare found

Area 4 and FP: 31

No glare found

Area 4 and 1-ATCT

No glare found

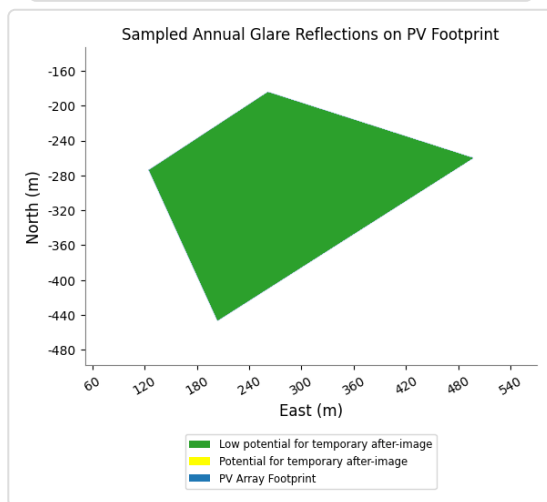
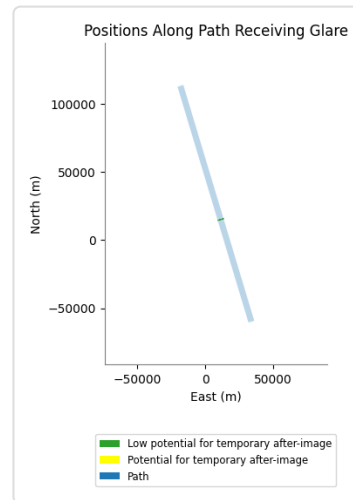
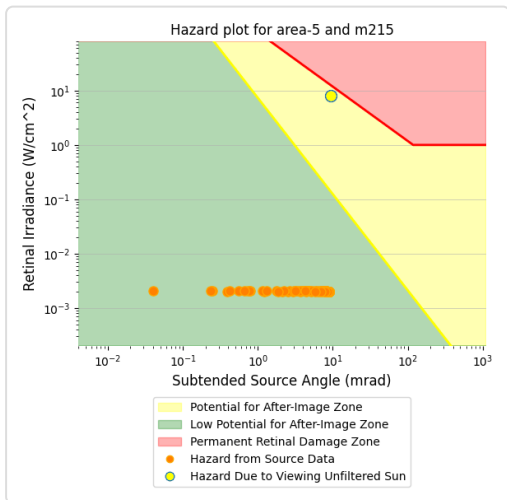
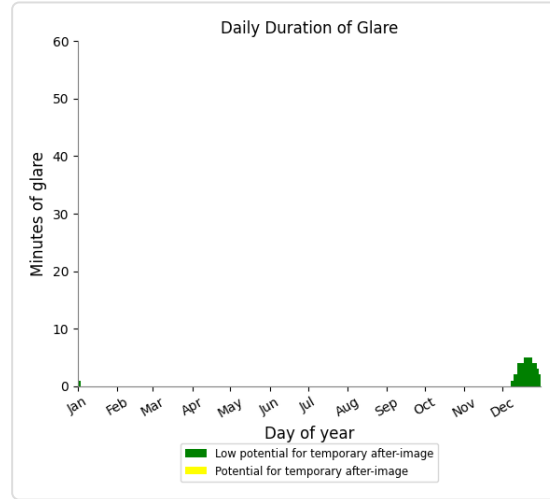
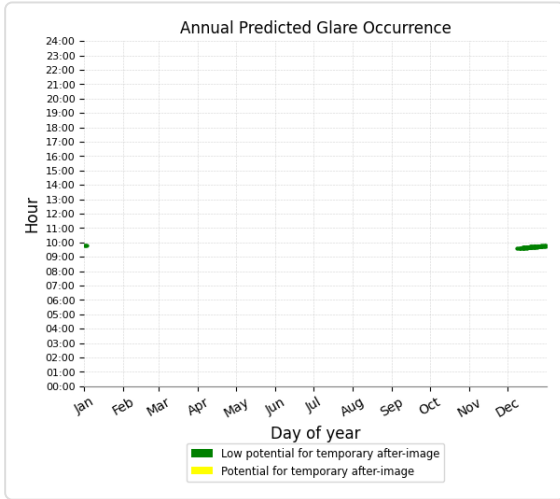
PV: Area 5 low potential for temporary after-image

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M215	90	1.5	0	0.0
L869	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 5 and Route: M215

Yellow glare: none
Green glare: 90 min.



Area 5 and Route: L869

No glare found

Area 5 and Route: M622

No glare found

Area 5 and FP: 13

No glare found

Area 5 and FP: 31

No glare found

Area 5 and 1-ATCT

No glare found

PV: Area 6 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
L869	0	0.0	0	0.0
M215	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 6 and Route: L869

No glare found

Area 6 and Route: M215

No glare found

Area 6 and Route: M622

No glare found

Area 6 and FP: 13

No glare found

Area 6 and FP: 31

No glare found

Area 6 and 1-ATCT

No glare found

PV: Area 7 low potential for temporary after-image

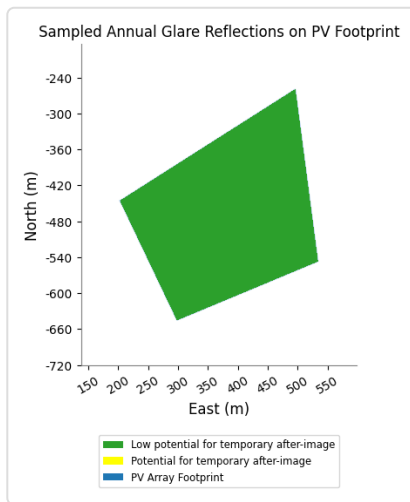
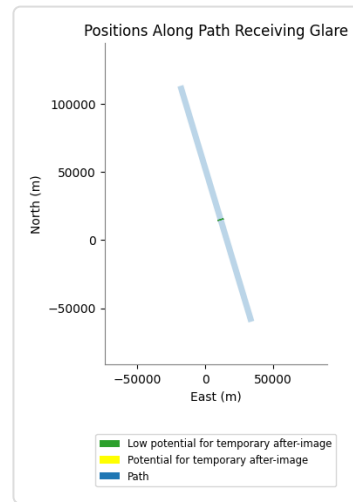
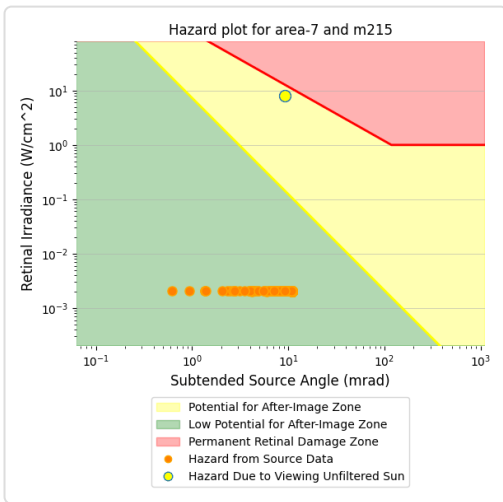
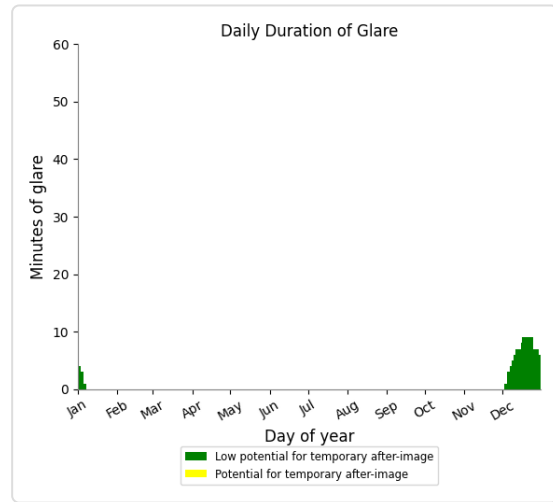
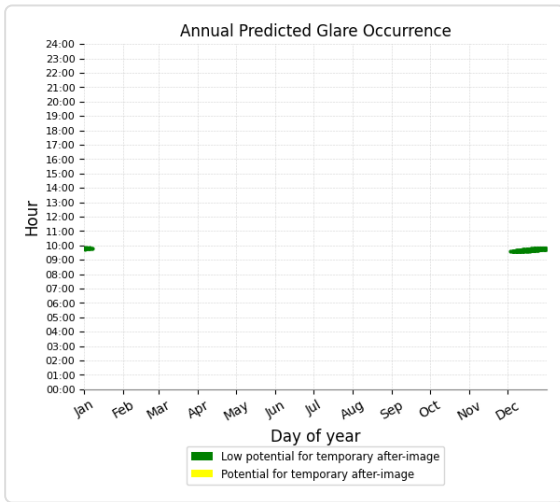
Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M215	212	3.5	0	0.0
L869	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 7 and Route: M215

Yellow glare: none

Green glare: 212 min.



Area 7 and Route: L869

No glare found

Area 7 and Route: M622

No glare found

Area 7 and FP: 13

No glare found

Area 7 and FP: 31

No glare found

Area 7 and 1-ATCT

No glare found

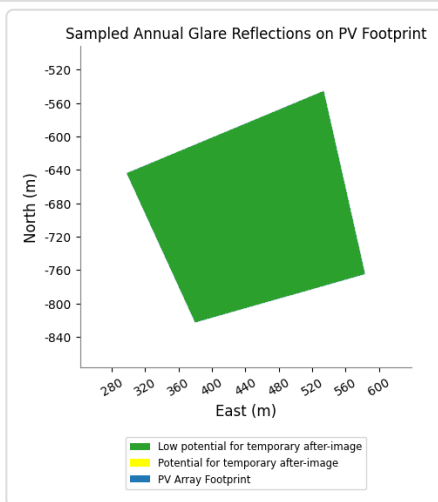
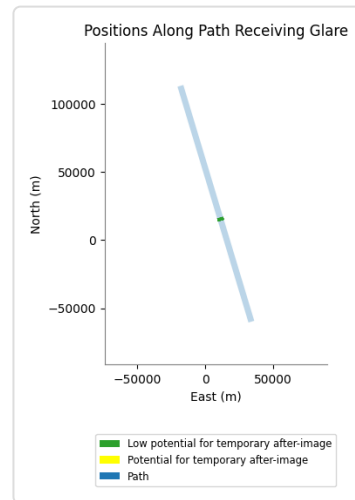
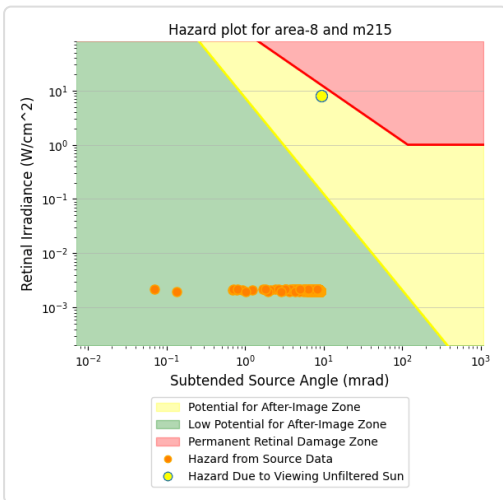
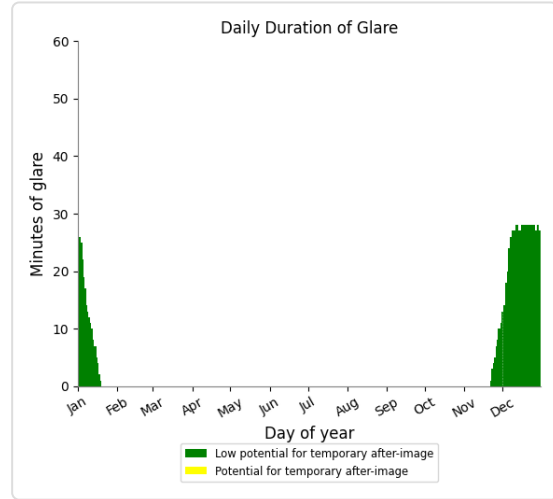
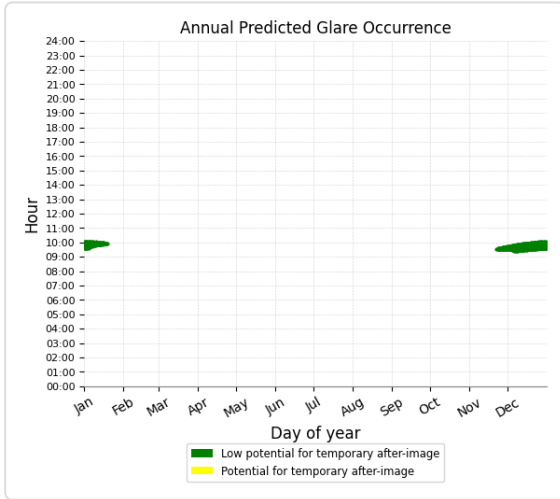
PV: Area 8 low potential for temporary after-image

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M215	1,105	18.4	0	0.0
L869	0	0.0	0	0.0
M622	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0
1-ATCT	0	0.0	0	0.0

Area 8 and Route: M215

Yellow glare: none
Green glare: 1,105 min.



Area 8 and Route: L869

No glare found

Area 8 and Route: M622

No glare found

Area 8 and FP: 13

No glare found

Area 8 and FP: 31

No glare found

Area 8 and 1-ATCT

No glare found

Assumptions

"Green" glare is glare with low potential to cause an after-image (flash blindness) when observed prior to a typical blink response time.

"Yellow" glare is glare with potential to cause an after-image (flash blindness) when observed prior to a typical blink response time.

Times associated with glare are denoted in Standard time. For Daylight Savings, add one hour.

The algorithm does not rigorously represent the detailed geometry of a system; detailed features such as gaps between modules, variable height of the PV array, and support structures may impact actual glare results. However, we have validated our models against several systems, including a PV array causing glare to the air-traffic control tower at Manchester-Boston Regional Airport and several sites in Albuquerque, and the tool accurately predicted the occurrence and intensity of glare at different times and days of the year.

Several V1 calculations utilize the PV array centroid, rather than the actual glare spot location, due to algorithm limitations. This may affect results for large PV footprints. Additional analyses of array sub-sections can provide additional information on expected glare. This primarily affects V1 analyses of path receptors.

Random number computations are utilized by various steps of the annual hazard analysis algorithm. Predicted minutes of glare can vary between runs as a result. This limitation primarily affects analyses of Observation Point receptors, including ATCTs. Note that the SGHAT/ ForgeSolar methodology has always relied on an analytical, qualitative approach to accurately determine the overall hazard (i.e. green vs. yellow) of expected glare on an annual basis.

The analysis does not automatically consider obstacles (either man-made or natural) between the observation points and the prescribed solar installation that may obstruct observed glare, such as trees, hills, buildings, etc.

The subtended source angle (glare spot size) is constrained by the PV array footprint size. Partitioning large arrays into smaller sections will reduce the maximum potential subtended angle, potentially impacting results if actual glare spots are larger than the sub-array size. Additional analyses of the combined area of adjacent sub-arrays can provide more information on potential glare hazards. (See previous point on related limitations.)

The variable direct normal irradiance (DNI) feature (if selected) scales the user-prescribed peak DNI using a typical clear-day irradiance profile. This profile has a lower DNI in the mornings and evenings and a maximum at solar noon. The scaling uses a clear-day irradiance profile based on a normalized time relative to sunrise, solar noon, and sunset, which are prescribed by a sun-position algorithm and the latitude and longitude obtained from Google maps. The actual DNI on any given day can be affected by cloud cover, atmospheric attenuation, and other environmental factors.

The ocular hazard predicted by the tool depends on a number of environmental, optical, and human factors, which can be uncertain. We provide input fields and typical ranges of values for these factors so that the user can vary these parameters to see if they have an impact on the results. The speed of SGHAT allows expedited sensitivity and parametric analyses.

The system output calculation is a DNI-based approximation that assumes clear, sunny skies year-round. It should not be used in place of more rigorous modeling methods.

Hazard zone boundaries shown in the Glare Hazard plot are an approximation and visual aid based on aggregated research data. Actual ocular impact outcomes encompass a continuous, not discrete, spectrum.

Glare locations displayed on receptor plots are approximate. Actual glare-spot locations may differ.

Refer to the Help page at www.forgesolar.com/help/ for assumptions and limitations not listed here.

Default glare analysis parameters and observer eye characteristics (for reference only):

- Analysis time interval: 1 minute
- Ocular transmission coefficient: 0.5
- Pupil diameter: 0.002 meters
- Eye focal length: 0.017 meters
- Sun subtended angle: 9.3 milliradians

© Sims Industries d/b/a ForgeSolar, All Rights Reserved.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.14 – ECON792PDRrgn014R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE AEREA	122

12. ALLEGATO 10 - DOCUMENTAZIONE ENAC RELATIVA ALLA VERIFICA PRELIMINARE DI POTENZIALI OSTACOLI

VERIFICA PRELIMINARE

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, 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).

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.

Inoltre, nei documenti [Lista dei dati di progetto](#) e [Procedura](#) vengono forniti rispettivamente l'elenco dei dati progettuali richiesti per l'attività di verifica e la procedura da seguire per l'inoltro delle istanze di valutazione.

Nel caso in cui il nuovo impianto o manufatto si trovi all'interno di un territorio comunale ove siano state già pubblicate le "mappe di vincolo" ex art. 707 co. 3 del Cod.della Navigazione si deve – prima di ogni altro approfondimento – contattare l'Ufficio Tecnico del Comune aeroportuale in questione.

In tutti gli altri casi, si può seguire sin dall'inizio la procedura di verifica di seguito riportata.

1. CONDIZIONI PER L'AVVIO DELL'ITER VALUTATIVO

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 forniti i criteri di carattere selettivo da applicare a decorrere dal 16 febbraio 2015.

2. ASSOGGETTABILITA' ALL'ITER VALUTATIVO - CRITERI SELETTIVI

a. AEROPORTI CON PROCEDURE STRUMENTALI

Devono essere sottoposti **all'iter valutativo** i nuovi impianti/manufatti e le strutture in genere che risultano interessare i **Settori** di seguito descritti.

- (1) **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.



Figura 1

- (2) **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%.



Figura 2

- (3) **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%.

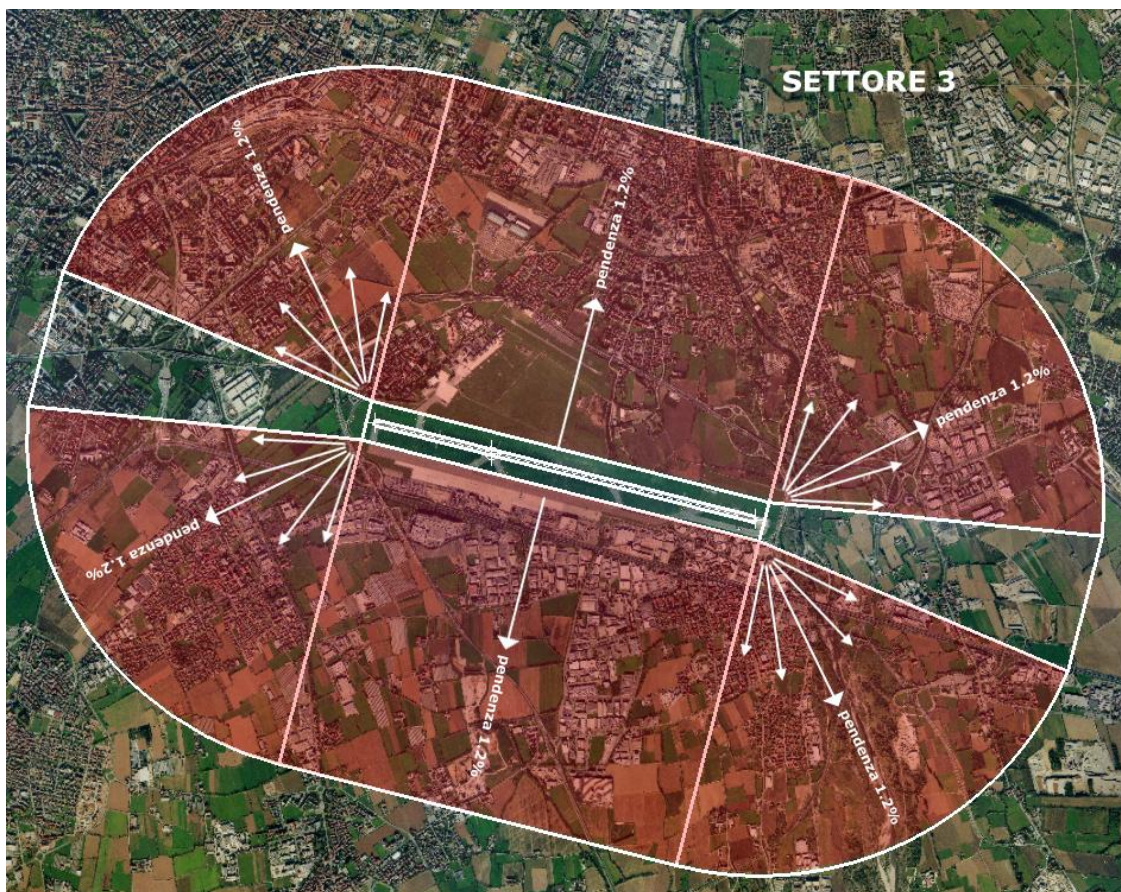


Figura 3

- (4) **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.

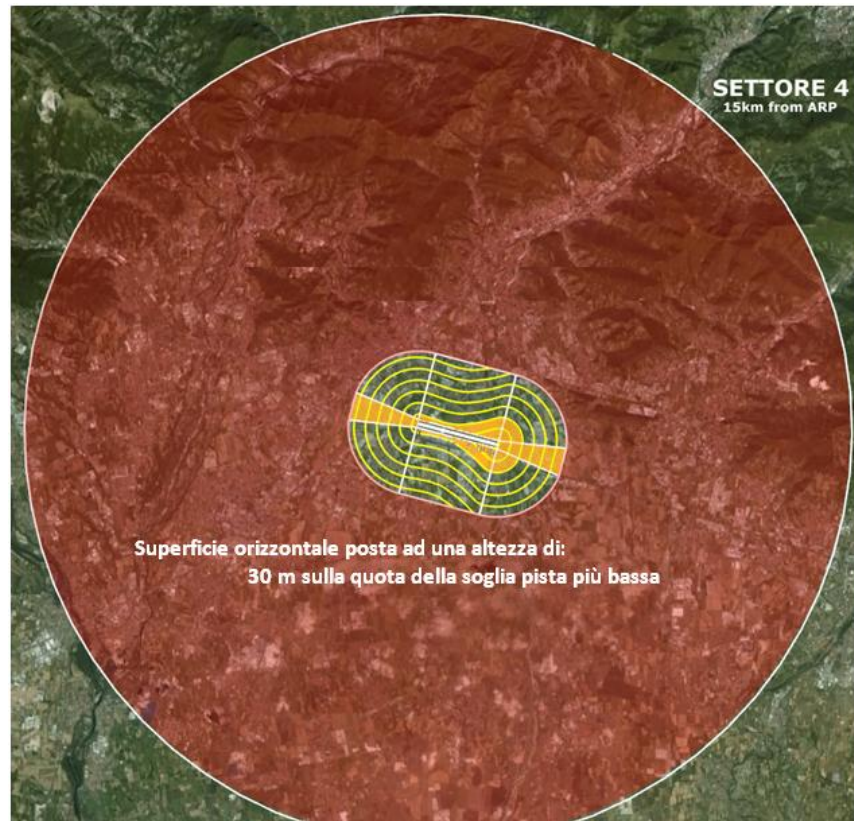


Figura 4

- (5) **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»

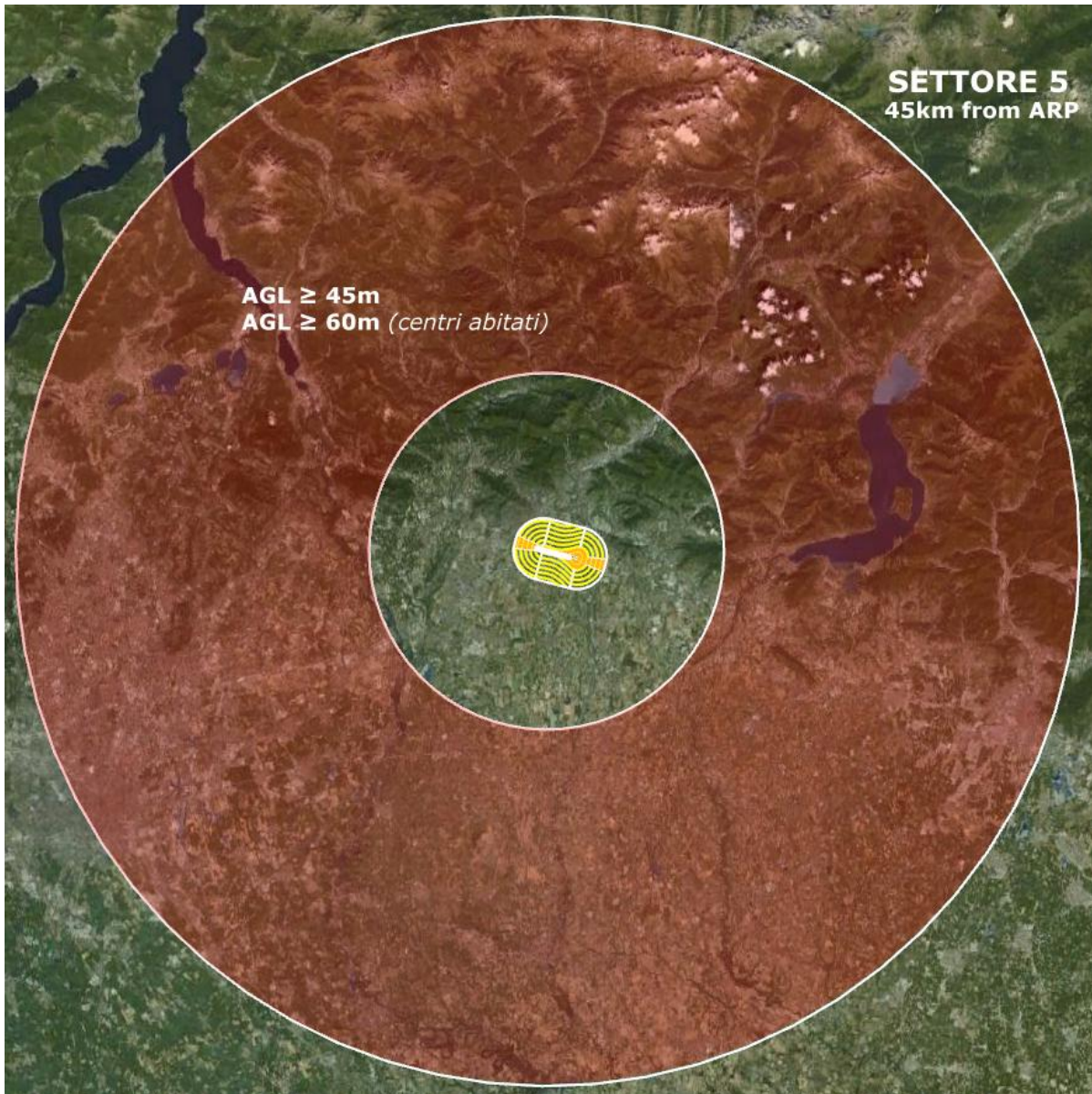


Figura 5

- (6) **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**.

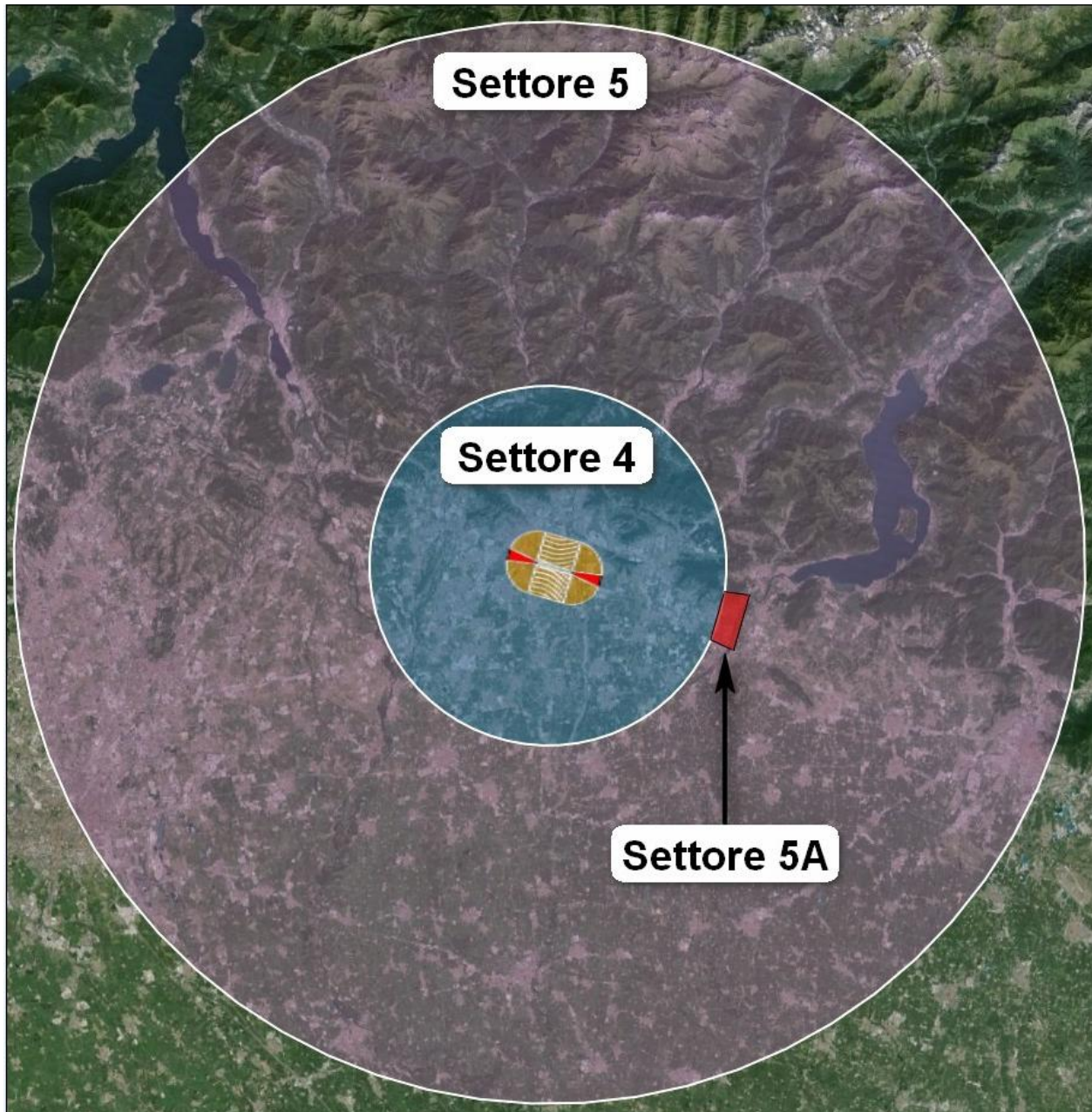


Figura 6

b. **AEROPORTI PRIVI DI PROCEDURE STRUMENTALI**

Nel caso di [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.

c. **AVIO ED ELISUPERFICI DI PUBBLICO INTERESSE.**

Nel caso di **aviosuperfici** destinate ad attività di pubblico interesse devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture che interessano le superfici di cui al D.M. Infrastrutture e Trasporti 01/02/2006 "**Norme di attuazione della L. 2 aprile 1968, n.518, concernente la liberalizzazione delle aree di atterraggio**".

Nel caso di **elisuperfici** destinate ad attività di pubblico interesse devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture che risultano collocati in un'area rettangolare avente le seguenti caratteristiche:

- (1) origine dal centro dell'elisuperficie;
- (2) estensione simmetrica rispetto alla/e traiettoria/e di approdo/decollo, avente origine dal centro dell'elisuperficie;
- (3) lunghezza pari a 4000 m;
- (4) larghezza totale pari a 300 m.

I dati caratteristici delle avio ed elisuperfici sono consultabili nella sezione [Mappe delle avio-Eli – idrosuperfici](#).

d. **NUOVI IMPIANTI, MANUFATTI E STRUTTURE DI ALTEZZA (AGL) UGUALE O SUPERIORE A 100 M DAL SUOLO O 45 M SULL'ACQUA.**

Indipendentemente dai casi descritti nei precedenti paragrafi, devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti, manufatti/strutture in genere che presentano un'altezza uguale o superiore a:

(1) 100 m sul terreno;

(2) 45 m sull'acqua.

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).

e. AREE DI PROTEZIONE DEGLI APPARATI AERONAUTICI DI COMUNICAZIONE/NAVIGAZIONE/RADAR (CNR).

Al fine di tutelare la propagazione del segnale radioelettrico emesso dagli apparati CNR, installati all'interno e/o all'esterno degli aeroporti, dalla presenza di nuovi impianti/manufatti e strutture (ivi comprese quelle di cantiere), l'ICAO ha definito, per ciascuna tipologia di apparato, delle aree di protezione denominate **Building Restricted Areas (BRA - EUR DOC ICAO 015)** la cui sintetica descrizione è contenuta nel documento [Elementi base per la costruzione delle BRA](#).

L'eventuale interessamento di dette aree comporta l'avvio dell'iter valutativo, nel corso del quale verrà effettuata una verifica volta ad appurare l'eventuale grado di interferenza del nuovo manufatto/impianto, **esclusivamente per posizione e/o dimensione/ingombro**, con la propagazione delle onde elettromagnetiche degli apparati CNR. Qualora ritenuto necessario, l'ENAC potrà richiedere all'utenza la presentazione di uno studio di compatibilità elettromagnetica per il successivo rilascio della propria determinazione finale.

Di contro, nessun iter valutativo dovrà essere avviato, per l'aspetto in questione, quando tra gli apparati CNR ed il manufatto in esame siano presenti **ostacoli artificiali inamovibili** o **orografici** aventi un ingombro (altezza - larghezza) tale da **schermare il manufatto stesso**.

In quest'ultimo caso dovrà essere resa all'ENAC un'apposita **asseverazione**, redatta da un professionista e/o da un tecnico abilitato, che attesti l'esclusione dall'iter valutativo.

*NB.: Ogni determinazione riguardante la compatibilità elettromagnetica tra le **emissioni** dei sistemi aeronautici in argomento e le **emissioni** di **impianti trasmettenti di altra natura e/o di telefonia mobile**, viene demandata al **Dipartimento per le Comunicazioni del Ministero dello Sviluppo Economico**, competente in materia. Ugualmente rientrano nelle competenze del citato Ministero gli aggiornamenti tecnologici che non comportano una modifica plano altimetrica delle strutture che sostengono le antenne.*

f. OPERE SPECIALI - PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA (aerogeneratori impianti fotovoltaici, impianti a biomassa, etc.)

(1) AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori, costituiti spesso da manufatti di dimensioni ragguardevoli, specie in altezza, con elementi mobili e distribuiti su aree di territorio estese (differenziandosi così dalla tipologia degli ostacoli puntuali), sono una categoria atipica di ostacoli alla navigazione aerea che, ove ricadenti in prossimità di aeroporti o di sistemi di comunicazione/navigazione/radar (CNR), possono costituire elementi di disturbo per i piloti che li sorvolano e/o generare effetti di interferenza sul segnale radioelettrico dei sistemi aeronautici CNR, tali da degradarne le prestazioni e comprometterne l'operatività.

Per tale motivo questa tipologia di struttura dovrà essere **sempre** sottoposta all'iter valutativo di ENAC se:

- (a) posizionata **entro 45 Km** dal centro dell'ARP di un qualsiasi aeroporto;
- (b) posizionata **entro 16 km** da apparati **radar** e in visibilità ottica degli stessi;
- (c) interferente con le BRA (**Building Restricted Areas**) degli apparati di **comunicazione/navigazione** ed in visibilità ottica degli stessi.

In relazione ai punti b. e c. si evidenzia che nessun iter valutativo dovrà essere avviato, quando tra gli apparati CNR ed il manufatto in esame siano presenti **ostacoli artificiali inamovibili** o **orografici** aventi un ingombro (altezza - larghezza) tale da **schermare il manufatto stesso**. In questo caso dovrà essere resa all'ENAC un'apposita **asseverazione**, redatta da un professionista e/o da un tecnico abilitato, che attesti l'esclusione dall'iter valutativo.

Al di fuori delle condizioni di cui ai punti a., b. e c., dovranno essere sottoposti all'iter valutativo solo le strutture di altezza dal suolo (AGL), al top della pala, **uguale o superiore a 100 m (45 m se sull'acqua)**.

(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;

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.

NB: 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.

(3) IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOMASSE

In conformità al documento [Linee guida relative alla valutazione delle fonti attrattive di fauna selvatica in zone limitrofe agli aeroporti](#), a cui si fa espresso rimando, gli impianti a biomasse, che possono dare luogo a fenomeni di attrazione della fauna selvatica, dovranno essere sottoposti all'iter valutativo di ENAC qualora:

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

oppure:

- (b) ubicati ad una distanza inferiore a 13 Km dalla recinzione del più vicino aeroporto.

Per tutte le tipologie di impianti oggetto del presente paragrafo **f.** dovranno essere fornite le informazioni inerenti le linee elettriche ad essi associate quando, per queste, sussista una delle condizioni descritte nei precedenti paragrafi che renda necessario l'avvio dell'iter valutativo.

(4) **OPERE SPECIALI - PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA**

Tutte le nuove attività non citate in questo capitolo che si configurano come **pericoli per la navigazione aerea** (par. 12 - cap 4 del [Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti](#)) e che ricadono entro i 15 Km dall'ARP dell'aeroporto più prossimo, devono essere assoggettati dell'iter valutativo di ENAC anche quando **non** sussistano le condizioni, già descritte nei paragrafi precedenti, per l'avvio di detto iter.

Impianti e manufatti con caratteristiche diverse da quelle descritte nei punti precedenti **non sono soggetti** a preventiva istruttoria autorizzativa da parte dell'ENAC.

3. IMPIANTI E MANUFATTI SOGGETTI A RILASCIO DI PARERE/NULLA OSTA DA PARTE DELL'AMMINISTRAZIONE 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).

4. AVVIO DELL'ITER VALUTATIVO A SALVAGUARDIA DELLE OPERAZIONI AEREE CIVILI

a. Modalità d'inoltro delle istanze di valutazione.

Il richiedente dovrà accertare tramite un **tecnico abilitato** se, sulla base dei contenuti del presente documento, vi siano le condizioni per procedere all'inoltro 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**.

*NB: 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)).*

Sarà cura dell'ENAC, per gli aeroporti di competenza, riassumere i termini dell'istruttoria e comunicare le proprie determinazioni agli interessati ai fini della salvaguardia delle operazioni aeree civili.

I Comuni nel cui territorio ricade il manufatto o l'impianto, *prima del rilascio delle determinazioni di competenza*, dovranno acquisire, ove previsto, l'autorizzazione rilasciata dall'appropriata autorità aeronautica (ENAC o Aeronautica Militare).

Qualora dalle verifiche non dovesse emergere alcun interesse aeronautico, l'utente dovrà predisporre e presentare al Comune competente per territorio e alle eventuali Amministrazioni statali o locali interessate (come ad esempio nel caso di Conferenze di Servizi) un'apposita asseverazione redatta da un tecnico abilitato, che ne attesti l'esclusione dall'iter valutativo.

b. Dati progettuali richiesti per le verifiche di competenza.

Insieme all'istanza di valutazione, dovranno essere trasmesse le informazioni riepilogate nel documento [Lista dei dati di progetto](#) e gli elaborati progettuali. Quest'ultimi **dovranno** essere validati attraverso il timbro e la firma, possibilmente digitale, di un **tecnico abilitato**.

Le istanze contenenti documenti progettuali privi della certificazione di cui sopra non verranno prese in considerazione.

Eventuali successive modifiche progettuali dovranno anch'esse essere sottoposte all'iter valutativo.

Spetta al responsabile del progetto l'onere della verifica della corrispondenza tra i dati progettuali ed i dati costruttivi finali. **Omissioni e dichiarazioni non veritiere sono sanzionabili a termine di legge.**

c. Durata dell'autorizzazione dell'ENAC

Le autorizzazioni emesse dall'ENAC si basano su valutazioni operative relative allo stato di fatto delle infrastrutture aeronautiche e, quindi, hanno una validità limitata nel tempo.

Pertanto, qualora non pervenga **all'ENAC** la comunicazione di inizio lavori **entro 3 anni dalla data del rilascio dell'autorizzazione di competenza** o, in presenza di dati progettuali invariati, **una richiesta di estensione della sua validità per ulteriori 2 anni, da presentare prima dello scadere del primo periodo**, l'autorizzazione rilasciata dovrà ritenersi decaduta ed occorrerà presentare una nuova istanza.

d. Comunicazione inizio/fine lavori e attivazione della segnaletica luminosa degli ostacoli.

Salvo diversa disposizione dell'ENAC, il responsabile/proprietario del progetto deve comunicare, con congruo anticipo (almeno 90 gg. per gli impianti eolici – almeno 30 gg. per le altre tipologie di manufatti/impianti), la data d'inizio lavori all'ENAC, all'ENAV e all'Aeronautica Militare.

Contestualmente deve trasmettere: copia dell'autorizzazione rilasciata dall'ENAC, i dati definitivi di progetto e quelli inerenti la tipologia di segnaletica ostacoli cromatica/luminosa adottata sia per l'impianto sia per gli eventuali mezzi di cantiere utilizzati, in accordo alle disposizioni dell'ENAC.

Ai soggetti aeronautici di cui sopra deve altresì essere tempestivamente comunicata:

- (1) **l'avvenuta accensione** della segnaletica luminosa, ove prevista;
- (2) l'avvenuta rimozione, a fine lavori, di eventuali strutture temporanee (es.: gru, autogrù, ecc.).

Qualunque variazione **temporanea o permanente** inerente la segnaletica luminosa, che dovesse verificarsi **dopo la prima attivazione**, dovrà essere prontamente comunicata ai seguenti soggetti per le azioni di competenza (aggiornamento delle informazioni aeronautiche):

- (1) entro 15 km dall'ARP di un aeroporto: alla Direzione/Ufficio dell'ENAC competente, **oppure** all'Aeronautica Militare nel caso di aeroporto militare;
- (2) oltre 15 km dall'ARP di un aeroporto: alla Direzione/Ufficio dell'ENAC competente sul territorio interessato e all'Aeronautica Militare.

Unitamente alla comunicazione di cui sopra, dovranno essere forniti gli elementi necessari per l'identificazione certa del manufatto/impianto indicando le informazioni riportate nel documento [Lista dei dati di progetto](#) ai punti 2 – 3 – 5 – 6 (8. nel caso di gru o autogrù - 9. nel caso di cavi aerei).