

REGIONE TOSCANA

Provincia di Grosseto (GR)

COMUNE DI GROSSETO

PROGETTO DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 44,00 MW E POTENZA DI PICCO DI 45,78 MWp

ARCA.LAB.



ARCA.LAB S.R.L.
Largo della Fiera 21 - Venturina Terme (LI)
tel. 0565 855314
mail: info@bernardinieiacovazzi.com
www.bernardinieiacovazzi.com

D.R.E.A.M. ITALIA Soc. Coop. Agr. For.
Via Garibaldi, 3 - Pratovecchio Stia (AR)
tel. 0575 529514
mail: ar@dream-italia.it
www.dream-italia.it

Tuscany Engineering
Via Aldo Rossi 31 - Montecatini Terme (PT)
tel. 0572 74912
mail: info@tsng.it
http://www.tuscanyengineering.com

FIRMA/Signature:

FIRMA/Signature:

FIRMA/Signature:

		28/06/2024	DATA/Date	COMMITTENTE/Purchaser:	LOCALITA'/Place:	COMMESSA/P.o.:		
				SOLEROSELLE S.R.L.	LOCALITA' POGGIONE (GR)	24-AV-001		
		Eseguita	ESECUITA/Carried out	TITOLO/Title: Relazione sui fenomeni da abbagliamento				
				NOME/Name	DATA/Date	DISEGNO NUMERO/Drawing number		
				DISEGNATO/Drawn	GM	28/06/2024		
				VERIFICATO/Designed	LP	28/06/2024		
				CONTROLLATO/Checked	LP	28/06/2024		
				SCALA/Scale	-			
				Anno	Commessa	Gruppo		
						Tavola		
3	2	1	0	Prima emissione			24-AV-001-E04	0
				MODIFICA/Modified				
				N°				
This document is property of ARCA.LAB srl. Reproduction and divulgation forbidden without written permission.								REV

Sommario

1	PREMESSA	2
2	FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO	2
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO	3
5	VALUTAZIONE ABBAGLIAMENTO	3
5.1	Indicazioni generali.....	3
5.2	Riflessione moduli fotovoltaici.....	4
5.3	Situazione di progetto.....	5
6	INDIVIDUAZIONE AEREOPORTI NELLE VICINANZE	6
7	PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI	8
8	PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELL'INTERESSE AERONAUTICO	8
9	ANALISI QUALITATIVA.....	12
9.1	Data sheet Moduli fotovoltaici.....	12
9.2	Dettaglio analisi	13
10	CONCLUSIONI	15
11	ALLEGATO REPORT ENAV	16

1 PREMESSA

Questa relazione si concentra sulla verifica e l'approfondimento dei possibili fenomeni di abbagliamento generati dalla rifrazione della luce solare sui moduli fotovoltaici progettati. Tale analisi ha lo scopo di valutare se tali fenomeni possano comportare rischi per la circolazione stradale o la navigazione aerea, oltre a potenziali disturbi per i residenti nelle vicinanze dell'impianto.

La finalità della presente relazione è inoltre quella di fornire una valutazione sulla conformità alla vigente normativa relativa agli ostacoli e pericoli per la navigazione aerea, in relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agri-fotovoltaico per la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

2 FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

L'abbagliamento visivo è una condizione visiva che si manifesta come disagio o riduzione della capacità di percepire dettagli o oggetti interi. Questa condizione è causata da una distribuzione inadeguata delle luminanze o da variazioni estreme delle luminanze nel tempo e nello spazio, spesso dovute alla presenza nel campo visivo di sorgenti luminose intense (abbagliamento diretto) o di superfici riflettenti (abbagliamento indiretto).

Si possono distinguere due categorie di abbagliamento:

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

Nel contesto dell'abbagliamento visivo, ci riferiamo alla compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a causa dell'esposizione improvvisa a una fonte luminosa intensa.

L'irraggiamento globale rappresenta la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso. Quest'ultimo è l'irraggiamento che non raggiunge il punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto dal sole, ma viene riflesso o disperso in precedenza.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella valutazione del progetto, ci siamo riferiti al Decreto emanato dal Ministero della Difesa il 19 dicembre 2012, n. 258, che disciplina le attività di competenza del Ministero della Difesa in relazione alla sicurezza della navigazione aerea e all'imposizione di restrizioni sulla proprietà privata nelle aree limitrofe agli aeroporti militari e ad altre installazioni aeronautiche militari.

Di particolare rilevanza è l'articolo 3, comma 5 di questo Decreto, che stabilisce quanto segue: "Nelle zone adiacenti alle installazioni aeronautiche militari, è richiesta l'autorizzazione del Ministero della Difesa per la realizzazione di impianti fotovoltaici in aree situate a meno di un chilometro dalla recinzione perimetrale." Questo requisito enfatizza l'importanza dell'approvazione da parte del Ministero della Difesa per la realizzazione di impianti fotovoltaici in queste specifiche aree.

4 INDIVIDUAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

L'area di interesse è situata nel Comune di Grosseto (GR), in località Poggione. Le coordinate geografiche del sito di progetto risultano 42°47'04.5"N 11°08'19.7"E. Dal punto di vista catastale, l'area è individuata al Catasto Terreni del Comune di Grosseto (GR) come riportato nella tabella di seguito:

Provincia	Comune	Foglio	Particella	Qualità	Classe	Superficie particella	Superficie impianto
GR	Grosseto			Seminativo Irriguo	U	mq	mq

5 VALUTAZIONE ABBAGLIAMENTO

5.1 Indicazioni generali

L'abbagliamento visivo si verifica quando l'osservatore è temporaneamente "accecato" a causa dell'esposizione diretta a una fonte di luce intensa. L'irraggiamento globale rappresenta la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ovvero la luce che arriva all'osservatore non in modo diretto, ma dopo essere stata riflessa o dispersa precedentemente.

Per comprendere il fenomeno dell'abbagliamento generato dai moduli fotovoltaici durante le ore diurne, è necessario considerare vari aspetti legati alla tecnologia, alla struttura e all'orientazione dei moduli, nonché al movimento apparente del sole nel cielo e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

La rotazione della Terra intorno al proprio asse e il suo moto di rivoluzione attorno al sole determinano il movimento apparente del disco solare nel cielo nel corso della giornata. In generale, il sole sorge a est e

tramonta a ovest, ma questa descrizione è accurata solo nei giorni degli equinozi. Durante il movimento apparente, il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato rispetto alla linea dell'orizzonte. Questa inclinazione varia a seconda della latitudine e della stagione: è più inclinato verso sud quanto più ci avviciniamo al solstizio d'inverno (21 dicembre) e più inclinato verso nord quanto più ci avviciniamo al solstizio d'estate (21 giugno).

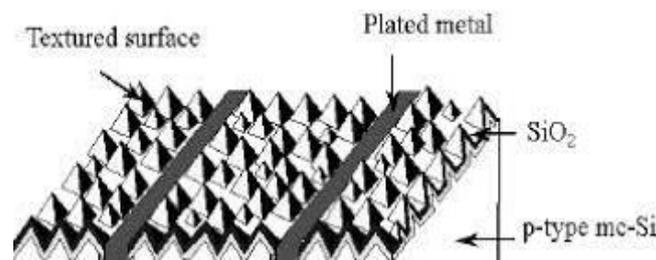
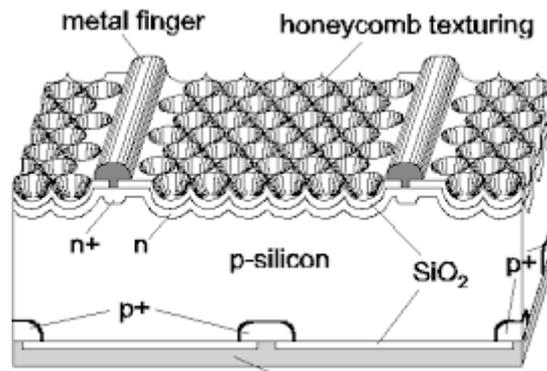
5.2 Riflessione moduli fotovoltaici

La riflessione della luce da parte dei moduli fotovoltaici è un aspetto importante da considerare in quanto può influire sull'efficienza complessiva del sistema. La riflessione indica la quantità di raggi luminosi che viene respinta dalla superficie del vetro del modulo.

In accordo con la legge della riflessione, l'angolo del raggio solare incidente, riferito alla normale della superficie del modulo, è uguale all'angolo del raggio solare riflesso. Quando si ha a che fare con luce diffusa o superfici strutturate dei moduli, questa regola vale per ciascun raggio luminoso, il che rende la riflessione diffusa. Questo fenomeno contribuisce a diffondere la luce in varie direzioni invece di crearne un forte riflesso puntiforme.

I moduli fotovoltaici di alta qualità sono progettati per minimizzare la riflessione o il bagliore significativo. Sono realizzati con vetro studiato appositamente per ridurre l'effetto di riflessione e permettere alla luce di passare attraverso di esso fino alle celle fotovoltaiche. Questo è essenziale perché l'efficienza di conversione di una cella fotovoltaica dipende dalla sua capacità di assorbire la radiazione solare incidente. Una cella appare scura perché è in grado di assorbire più luce, e questo è essenziale per massimizzare la produzione di energia elettrica.

Per ridurre al minimo la riflessione della luce incidente, vengono utilizzate diverse tecnologie che riducono la riflettanza superficiale delle celle solari a livelli prossimi all'1%. Ci sono principalmente due tecniche utilizzate: la deposizione sulla superficie frontale della cella di film sottili di ossido di titanio, che creano un effetto interferenziale, e il trattamento della morfologia della superficie stessa, noto come testurizzazione.



La testurizzazione comporta la creazione di microstrutture sulla superficie del silicio, il che riduce la riflessione aumentando le probabilità che la luce riflessa venga rinvia verso il wafer anziché disperdersi nell'aria. Questo approccio consente alla luce di essere riflessa verso il basso e di subire almeno due riflessioni, noto come "double bounce effect", con una maggiore probabilità di assorbimento da parte delle celle fotovoltaiche.

In sintesi, i moduli fotovoltaici sono progettati per ridurre la riflessione della luce incidente grazie a soluzioni costruttive mirate che migliorano l'efficienza complessiva del sistema fotovoltaico. Queste soluzioni contribuiscono a massimizzare l'assorbimento della radiazione solare e, di conseguenza, l'energia elettrica prodotta dai moduli.

5.3 Situazione di progetto

In considerazione delle altezze dei moduli fotovoltaici che vanno da 2,1 a 6,1 metri e dell'angolo di inclinazione con cui ruotano i pannelli (variabile da -55° a +55° con asse di rotazione Nord-sud) i fenomeni di riflessione della radiazione luminosa a livello umano alla latitudine dell'impianto fotovoltaico in questione sono praticamente trascurabili. Inoltre, la radiazione riflessa viene deviata verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale che evita qualsiasi impatto negativo sulle abitazioni, che comunque si trovano a distanze consistenti. Allo stesso modo, un osservatore situato a livello del suolo nelle immediate vicinanze della recinzione perimetrale dell'impianto non risente in alcun modo di questi fenomeni di riflessione.

6 INDIVIDUAZIONE AEREOPORTI NELLE VICINANZE

Da notare che in relazione alle distanze dagli aeroporti La 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;

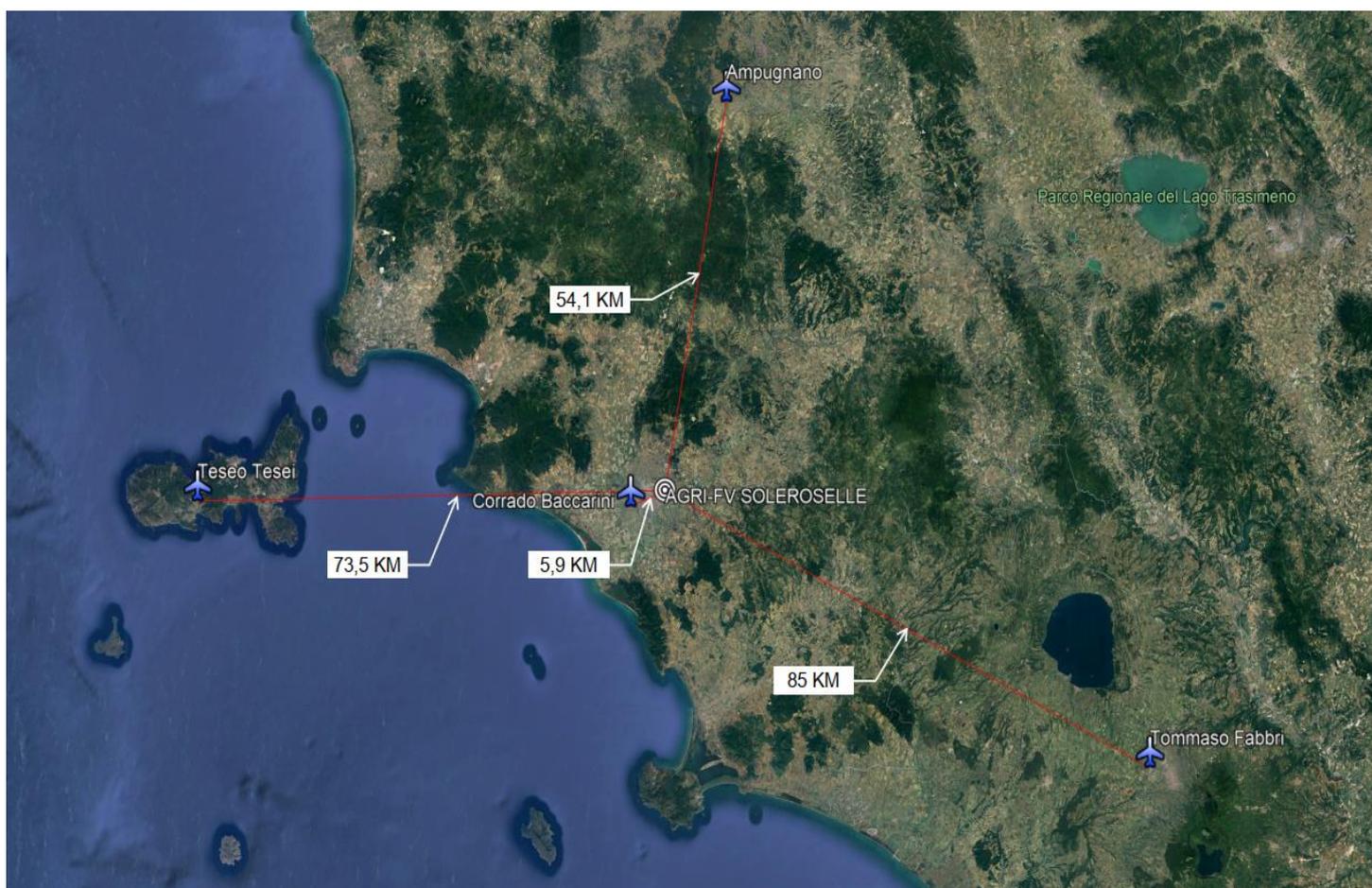
N.B. Il valore della proiezione a terra della superficie Conica di limitazione ostacoli è correlato al codice di aeroporto ove è praticata la circuitazione. Le distanze da considerare sono pertanto pari a:

- 6km per Aeroporti di codice 3 o 4;
- 3,6km per Aeroporti di codice 2
- 2,7km per Aeroporti di codice 1

Di seguito i principali aeroporti individuati nelle vicinanze:

- Aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze Peretola provincia di Firenze (FI), Toscana, codice ICAO: LIRQ; coordinate lat: 43°48'35"N; coordinate lon: 11°12'14"E; pista: 05/23 L=1.750 m; codice IATA: FLR; tipologia: Civile; altitudine: 42 m s.l.m.; posizione: 4Km da Firenze;
- Aeroporto Internazionale Galileo Galilei di Pisa San Giusto provincia di Pisa (PI), Toscana codice ICAO: LIRP; coordinate lat: 43°40'58"N; coordinate lon: 10°23'44"E; pista: 04R/22 L=3.002m; codice IATA: PSA; pista: 04L/22R L=2.792m; tipologia: Civile e Militare; altitudine: 2 m s.l.m.; posizione: Pisa periferia sud;
- Aeroporto della Maremma Corrado Baccharini di Grosseto provincia di Grosseto (GR), Toscana codice ICAO: LIRA; coordinate lat: 42°45'35"N; coordinate lon: 11°04'19"E; pista: 03L/21R L=2994 m; codice IATA: GRS; tipologia: Civile e Militare; altitudine: 5 m s.l.m.; posizione: 2Km da Grosseto;
- Aeroporto Teseo Tesei di Marina di Campo - Isola d'Elba provincia di Livorno (LI), Toscana codice ICAO: LIRJ; coordinate lat: 42°45'46"N; coordinate lon: 10°14'26"E; pista: 16/34 L=1.175 m; codice IATA: EBA; tipologia: Civile; altitudine: 1 m s.l.m.; posizione: frazione La Pila;
- Aeroporto di Lucca Tassignano provincia di Lucca (LU), Toscana codice ICAO: LIQL; coordinate lat: 43°49'45"N; coordinate lon: 10°34'45"E; pista: 10/28 L=910 m; codice IATA: LCV; tipologia: Civile; altitudine: 12 m s.l.m.; posizione: 5Km da Lucca;
- Aeroporto di Massa Cinquale provincia di Massa-Carrara (MS), Toscana codice ICAO: LILQ; coordinate lat: 43°59'08"N; coordinate lon: 10°08'35"E; pista: 05/23 L=720 m; codice IATA: -; tipologia: Civile; altitudine: 12 m s.l.m.; posizione: 8,5Km da Massa;
- Aeroporto di Siena Ampugnano provincia di Siena (SI), Toscana codice ICAO: LIQS; coordinate lat: 43°15'35"N; coordinate lon: 11°15'21"E; pista: 18/36 L=1.393 m; codice IATA: SAY; tipologia: Civile; altitudine: 194 m s.l.m.; posizione: 15Km da Siena.
- Aeroporto Tommaso Fabbri di Viterbo provincia di Viterbo (VT), Lazio codice ICAO LIRV, coordinate lat. 42°26'03"N, coordinate lon. 12°03'44"E, pista 04C/22C, codice IATA: nessuno, tipologia militare, altitudine 303m, 3 km a nord-ovest di Viterbo, 107 km a nord-ovest di Roma

Mappa con indicazione della posizione degli aeroporti più vicini con indicazione delle relative distanze dell'impianto fotovoltaico:



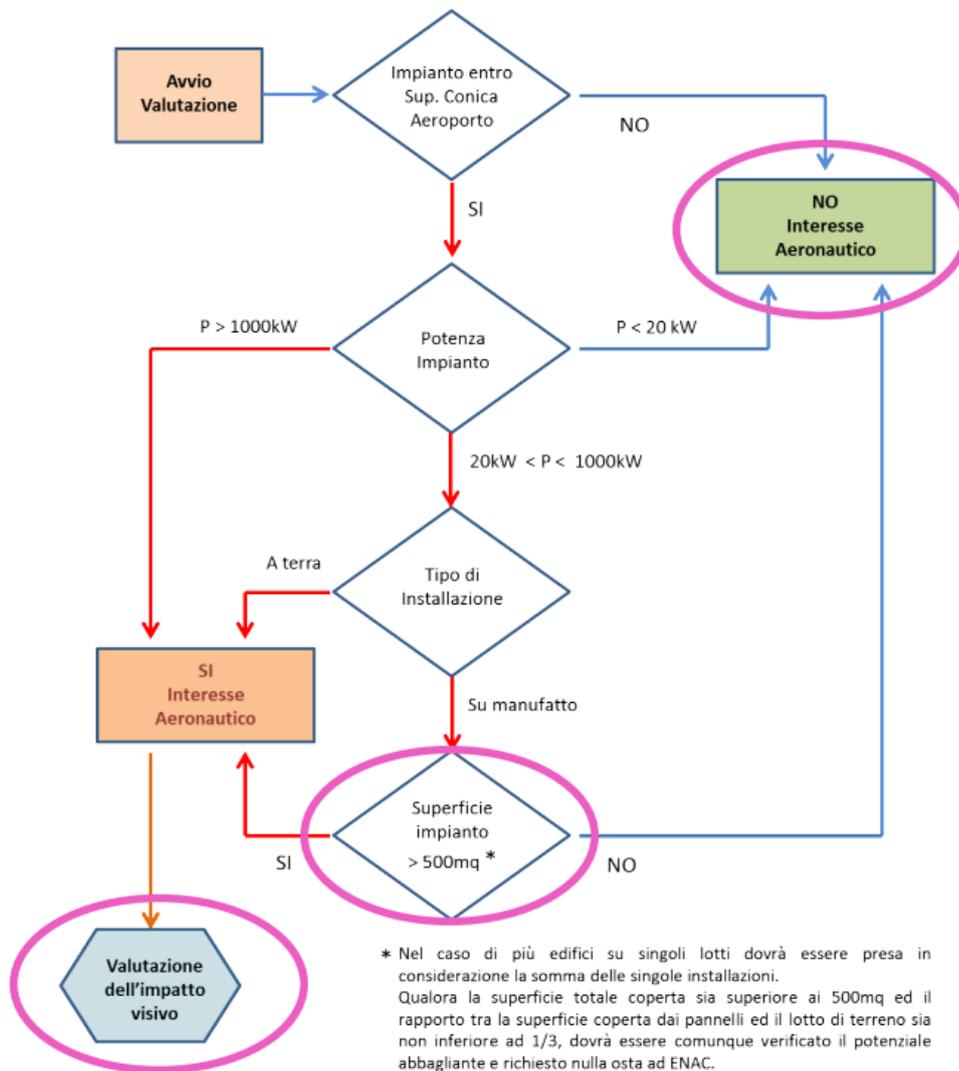
7 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

- Linee Guida LG 2022/01-APT Ed.1 del 26/04/2022 - Sostenibilità e resilienza nelle infrastrutture aeroportuali;
- Linee Guida LG 2022/02 APT Ed.1 del 26/04/2022 - Valutazione degli impianti fotovoltaici nei dintorni aeroportuali;
- 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;
- 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”;
- 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.

8 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELL’INTERESSE AERONAUTICO

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 non possono essere ritenuti di per sé obbligatori. Quando l’utente interessato sceglie di seguire le indicazioni fornite nelle linee guida, 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. Nel nostro caso, nell’ambito della presente procedura, tali linee guida, pubblicate a valle dell’avvio del procedimento in essere, vengono consultate esclusivamente al fine di verificarne gli aspetti tecnici, mentre per gli aspetti procedurali, non rientrando nei conii aeroportuali definiti da ENAC, non si è proceduto all’analisi preliminare quantitativa dei riflessi provocati dall’impianto, ma si è proceduto ad un’analisi qualitativa conseguente all’unico interesse aeronautico dovuto alla potenza dell’impianto.

Di seguito il dettaglio dello schema autorizzativo:



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. o 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:

- a. I "piccoli impianti" non risultano di interesse aeronautico e pertanto possono ritenersi esclusi dalla valutazione di ENAC;
- b. I "grandi impianti" necessitano sempre di parere/nulla osta di ENAC indipendentemente dal tipo di installazione;
- c. 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 sotto riportata. 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.

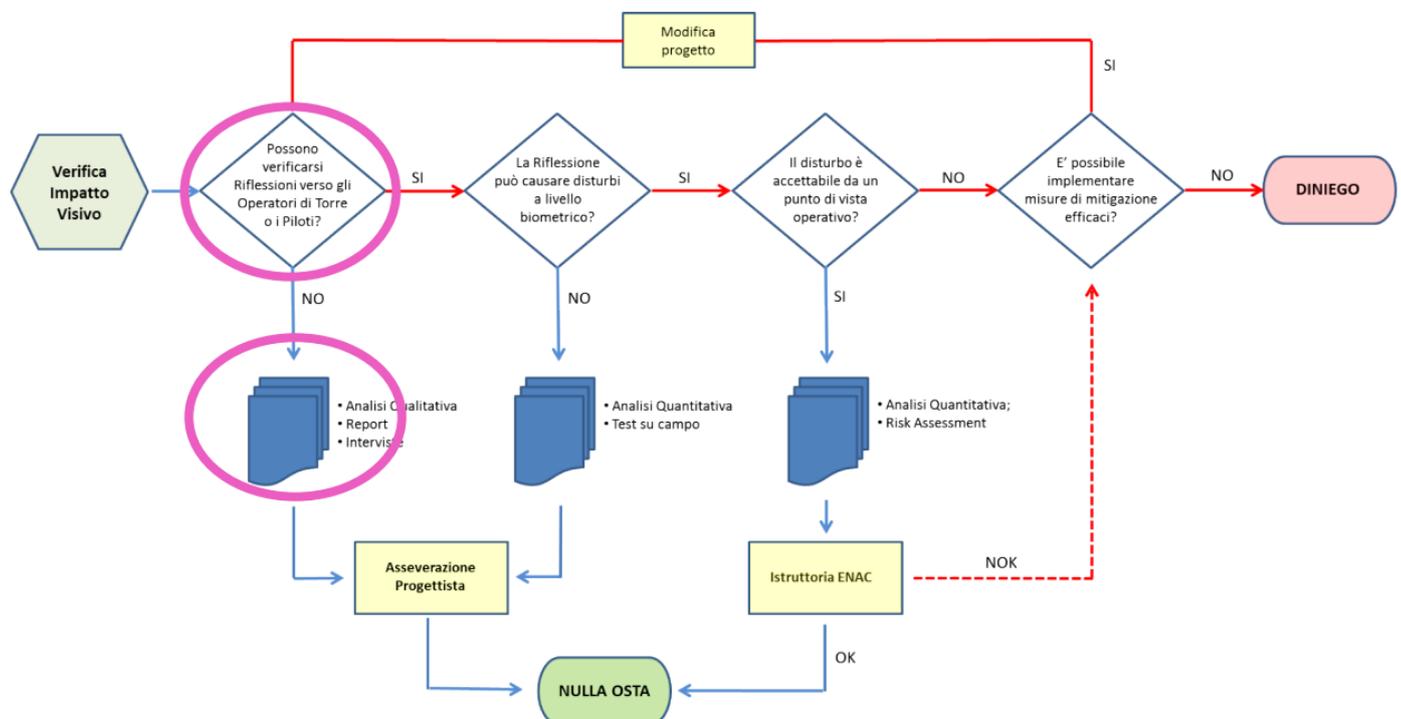
In particolare per i progetti che prevedano l'installazione all'interno del sedime aeroportuale è richiesta la presentazione della documentazione ad ENAC (Direzione Sviluppo ed approvazione Progetti) al fine di valutare il potenziale impatto del progetto sui Piani di Sviluppo aeroportuali.

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.

In relazione a quanto sopra riportiamo la figura 30 della linea guida con l'indicazione del diagramma di flusso della procedura semplificata:



9 ANALISI QUALITATIVA

9.1 Data sheet Moduli fotovoltaici

SPECIFICATIONS (STC*)

Module Type	MS700N-HJTGB	MS705N-HJTGB	MS710N-HJTGB	MS715N-HJTGB	MS720N-HJTGB
	STC	STC	STC	STC	STC
Maximum Power(P _{max})	700Wp	705Wp	710Wp	715Wp	720Wp
Maximum Power Voltage (V _{mp})	42.10V	42.25V	42.40V	42.55V	42.70V
Maximum Power Current(I _{mp})	16.63A	16.69A	16.75A	16.81A	16.87A
Open-circuit Voltage (V _{oc})	50.13V	50.29V	50.44V	50.60V	50.75V
Short-circuit Current (I _{sc})	17.43A	17.49A	17.55A	17.61A	17.67A
Module Efficiency STC(%)	22.53%	22.69%	22.86%	23.01%	23.17%
Operating Temperature(°C)			-40°C~+85°C		
Maximum System Voltage			1500VDC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating			30A		
Power Tolerance			0~+6W		
Temperature Coefficients of P _{max}			-0.260%/°C		
Temperature Coefficients of V _{oc}			-0.240%/°C		
Temperature Coefficients of I _{sc}			0.040%/°C		
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)			42.30±2°C		

REAR SIDE POWER GAIN (BIFACIAL OUTPUT, FOR 720W)

Power Gain	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power(P _{max})	756Wp	792Wp	828Wp	864Wp	900Wp	936Wp
Maximum Power Voltage (V _{mp})	42.70V	42.70V	42.70V	42.70V	42.70V	42.70V
Maximum Power Current (I _{mp})	17.71A	18.55A	19.40A	20.24A	21.08A	21.93A
Open-circuit Voltage (V _{oc})	50.75V	50.75V	50.75V	50.75V	50.75V	50.75V
Short-circuit Current (I _{sc})	18.55A	19.44A	20.32A	21.21A	22.09A	22.97A

NMOT* (Nominal Module Operating Temperature):
Irradiance 800W/sqm, Ambient Temperature 20°C, AM 1.5, Wind Speed 1m/s

*Power measurement tolerance: -/+3%

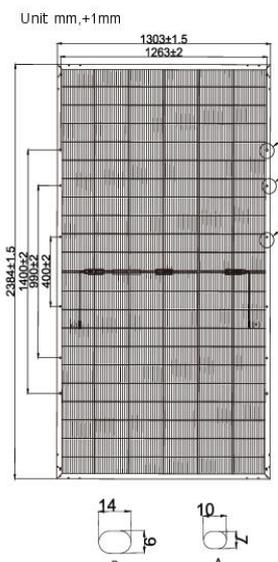
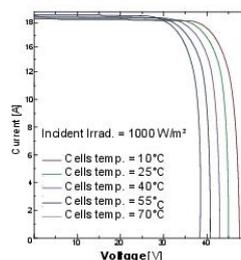
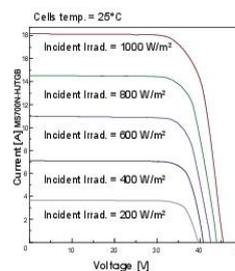
Mechanical Characteristics

Cell Type	N-type HJT 210×210mm
No. of cells	132 (6*22)
Dimensions	2384×1303×35mm (±1mm)
Weight	38.80KG ±2%
Glass	2.0mm Anti-Reflection Coating, High Transmission, Tempered Glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 Rated, 3 diodes
Cable & Connector	4mm ² cable: +1.4m/-1.4m or +0.3m/-0.3m or Customized, MC4 compatible

Packaging Info

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallet, 558pcs/40' HQ Container



9.2 Dettaglio analisi

I pannelli fotovoltaici, come meglio specificato precedentemente, risultano trattati in superficie in modo da minimizzare la quantità di radiazione riflessa, e presentano valori dell'albedo piuttosto bassi, con valore che in laboratorio possono scendere fino all'1%.

Considerando che il sistema fotovoltaico previsto nel presente progetto, è un sistema ad inseguimento solare, per cui il sole è, per la maggior parte del tempo e sicuramente nelle ore di maggior radiazione solare, perpendicolare al modulo fotovoltaico, l'effetto della riflessione della luce, sul modulo fotovoltaico, risulta minima e considerando che i moduli fotovoltaici sono ricoperti da vetro ad alta trasmittanza, e con "coating" antiriflesso si assume un coefficiente di albedo, in via cautelativa, pari a 0,04.

Valori tipici di albedo (norma Uni 8477):

Tipo di superficie	Coeff. di albedo
Neve (caduta di fresco o con un film di ghiaccio)	0,75
Superfici acquose	0,07
Suolo (creta, marne)	0,14
Strade sterrate	0,04
Bosco di conifere d'inverno	0,07
Bosco in autunno	0,26
Asfalto	0,10
Calcestruzzo	0,22
Foglie morte	0,30
Erba verde	0,26
Tetti e terrazze in bitume	0,13
Superfici scure di edifici	0,27
Superfici chiare di edifici	0,60
Pietrisco	0,20

Per la radiazione riflessa vale la relazione:

$$R_r = S_i K_{sup}$$

Dove:

S_i = rappresenta la superficie incidente

K_{sup} = coefficiente di albedo superficiale

La superficie totale dell'area interessata dall'intervento in esame è pari a 116.200 m², la superficie dei moduli fotovoltaici è pari a 31.970 m² e quella delle cabine è pari a 130 m². L'indice di occupazione è circa del 28%.

Considerando l'albedo allo stato di fatto pari a 0,26, l'albedo dei moduli pari a 0,05 e quello delle cabine pari a 0,22 di seguito si stima l'albedo dell'area post intervento (installazione impianto fotovoltaico):

k ter=	0,26	coefficiente riflessione terreno	Si ter=	83900	Superficie terreno
k fv=	0,05	coefficiente riflessione fotovoltaico	Si fv=	31970	Superficie fotovoltaico
k cab=	0,22	coefficiente riflessione cabine	Si cab=	130	Superficie cabine
			Stot=	116000	

$$K_{\text{post}} = (Si_{\text{ter}} * k_{\text{ter}} + Si_{\text{fv}} * k_{\text{fv}} + Si_{\text{cab}} * k_{\text{cab}}) / Stot = \boxed{0,20}$$

Albedo iniziale ante operam	0,2600
Albedo finale post operam	0,2021
Variazione in percentuale	22,3%

In conclusione, l'albedo della superficie dell'impianto passa da circa 0,26 allo stato di fatto a circa 0,202 allo stato di progetto comportando una riduzione media del 22,3%

Questa valutazione iniziale è stata condotta in maniera qualitativa e non prevede un'analisi dettagliata dei potenziali effetti aeronautici. Tale scelta deriva dal fatto che la questione degli effetti derivanti da una possibile concentrazione di riflessioni solari diventerebbe rilevante solo se i moduli fotovoltaici, opportunamente orientati da est a ovest per massimizzare l'assorbimento di luce solare, potessero in qualche modo influenzare il lavoro degli operatori aeronautici situati a una certa distanza e altezza dal suolo, interferendo con i coni di atterraggio degli aeromobili. Tuttavia, nella situazione attuale, non vi sono evidenze che suggeriscano tale interferenza, e pertanto si può ragionevolmente concludere che la radiazione riflessa dalla superficie dei moduli fotovoltaici sia principalmente diffusa, senza una concentrazione significativa che possa costituire una minaccia per gli operatori aeronautici.

10 CONCLUSIONI

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

In Italia, negli ultimi anni, numerosi aeroporti hanno preso l'iniziativa di adottare impianti fotovoltaici su larga scala al fine di soddisfare il proprio fabbisogno energetico. Questa tendenza è evidente in diverse località, tra cui l'Aeroporto Karol Wojtyła di Bari Palese, l'Aeroporto Leonardo da Vinci a Roma e l'Aeroporto Dolomiti a Bolzano, solo per citarne alcuni. L'implementazione di tali impianti fotovoltaici rappresenta un passo significativo verso l'utilizzo di energie rinnovabili e sostenibili nell'ambito dell'infrastruttura aeroportuale italiana.

È interessante notare che, indipendentemente dalle specifiche scelte progettuali adottate in ciascun aeroporto, l'entità del riflesso generato dalla presenza dei moduli fotovoltaici installati a terra o integrati sopra i padiglioni aeroportuali e nelle zone circostanti è stata attentamente valutata e ritenuta accettabile. Questo dimostra una considerazione adeguata alla sicurezza e il comfort degli operatori aeroportuali, dei passeggeri e dei residenti nelle vicinanze. La progettazione oculata e l'orientamento dei pannelli fotovoltaici hanno contribuito a mitigare potenziali problemi di abbagliamento o disagio visivo.

Queste iniziative rappresentano un esempio positivo di come l'energia solare possa essere integrata con successo nelle infrastrutture esistenti, riducendo l'impatto ambientale e promuovendo un approccio più sostenibile alla gestione dell'energia. Sono un segnale positivo dell'impegno dell'Italia nella transizione verso fonti energetiche più pulite e nella promozione della generazione di energia rinnovabile.

Montecatini Terme, giugno 2024

Committente¹

Tecnico Relatore

¹Responsabile dei dati forniti e per presa visione ed accettazione del presente documento

11 ALLEGATO REPORT ENAV

REPORT

Richiedente

Nome/Società:	SOLEROSELLE	Cognome/Rag.	SRL
C.F./P.IVA:	01749940530	Comune	Grosseto
Provincia	GR	CAP:	58100
Indirizzo:	Via Uni	N° Civico:	4
Mail:		PEC:	
Telefono:		Cellulare:	
Fax :			

Tecnico

Nome:	Leandro	Cognome:	Ponziani
Matricola:	1322	Albo:	Ingegneri di Pistoia

Ostacolo: Impianto fotovoltaico

Materiale:	Vetro	
<input type="checkbox"/>	Ostacolo posizionato nel Centro Abitato	
<input type="checkbox"/>	Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m	

Gruppo Geografico

TOSCANA-GR-Grosseto-Poggione

Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	42° 47' 4.5" N	11° 8' 19.7" E	20.0 m	4.5 m	24.5 m	0.0 m

Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A.
Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)