





Regione Emilia Romagna Comune di Ravenna (RA) Località Campiano




Impianto Agrivoltaico Avanzato Campiano

Progetto per la realizzazione dell' impianto agrivoltaico avanzato di tipo zootecnico della potenza complessiva di 60 MWp, sito nel Comune di Ravenna, Località Campiano e relative opere connesse.

| | | | | | | |
|--|---|------------|-------------|------------|------------|---------------|
| Progettista  consulenza & ingegneria esperienza per l'ambiente | Ambiente S.p.A. Via C.Colombo 149, 00147 Roma (RM) Italia P.IVA e C.F. 00262540453 Tel. +39 06 45678751 Web: www.ambientesca.it | | | | | |
| | 0 | 08-04-2025 | Emissione | G. Papadla | L. Nigro | M.I. Gianviti |
| | Revisione | Data | Descrizione | Preparato | Verificato | Approvato |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------|------------|-------------|-------------|-----------|--|
| Proponente  Campiano Solar S.r.l. Via Brigata Ebraica 50, 48123 Mezzano (RA) Italia P.IVA e C.F. 02754580393 Tel. +39 0544 525311 Fax. +39 0544 525319 PEC: campianosolar@legalmail.it Web: www.tozzigreen.com | | | | | | |
| | 0 | 08-04-2025 | Emissione | C. Cicchiti | C. Vitali | |
| | Revisione | Data | Descrizione | Verificato | Approvato | |
| | | | | | | |

| | | | | |
|--|---|---------------------------|------------|---------|
| EMESSO PER | TITOLO | SCALA | COMMESSA | |
| <input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIVO | Relazione sui possibili fenomeni di abbagliamento | - | IT020BD046 | |
| <input type="checkbox"/> COSTRUZIONE | | FILE | FOGLIO | FORMATO |
| <input type="checkbox"/> AS BUILT | | TGR-02-REL-016 | 1/1 | A4 |
| <input type="checkbox"/> INFORMAZIONE | | DOCUMENTO N. ° | | |
| | <div>FIRMA PROGETTISTA</div> <div>FIRMA PROPONENTE</div> <div><div>Campiaro Solar S.r.l. Amministratore Unico Andrea Tassi</div></div> | IT020BD046-TGR-02-REL-016 | | |

Campiano Solar S.r.l.
Amministratore Unico
Andrea Totzi



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE..... | 5 |
| 4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO | 6 |
| 5. DEFINIZIONE POTENZIALI RICETTORI DELL'ABBAGLIAMENTO | 12 |
| 6. MODELLAZIONE E SIMULAZIONE CON SOFTWARE..... | 14 |
| 7. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 23 |
| 8. CONCLUSIONI | 26 |
| 9. ALLEGATI | 27 |

Figure:

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1 - Ubicazione sito rispetto all'Aeroporto di Ravenna</i> | <i>5</i> |
| <i>Figura 2 – Layout impianto su ortofoto</i> | <i>7</i> |
| <i>Figura 3 – Strutture moduli</i> | <i>8</i> |
| <i>Figura 4 – Caratteristiche tecniche Tracker</i> | <i>8</i> |
| <i>Figura 5 - Caratteristiche pannello fotovoltaico</i> | <i>10</i> |
| <i>Figura 6 – Dettaglio caratteristiche anti-riflesso pannello fotovoltaico</i> | <i>11</i> |
| <i>Figura 7 – Coordinate vertici footprint del PV ARRAY</i> | <i>15</i> |
| <i>Figura 8 – Rappresentazione grafica PV Array.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 9 – Dati percorso rullaggio</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 10 – Dati percorso Taxiway</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 11 – Dati Torre di controllo</i> | <i>18</i> |
| <i>Figura 12 – Dati Circuito volo VFR RWY08</i> | <i>19</i> |
| <i>Figura 13 – Dati Circuito volo VFR RWY26</i> | <i>20</i> |
| <i>Figura 14 – Dati Flight Path RWY08.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Figura 15 – Dati Flight Path RWY26.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Figura 16 – Risultati PV Array.....</i> | <i>24</i> |

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 17 – Risultati diagramma “Impatto potenziale dell’irraggiamento retinale in funzione dell’angolo sotteso della fonte”</i> | <i>25</i> |
|---|-----------|

Tabelle:

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabella 1 – CARATTERISTICHE PRINCIPALI IMPIANTO.....</i> | <i>6</i> |
| <i>Tabella 2 - Inclinazione e orientamento pannelli fotovoltaici</i> | <i>6</i> |
| <i>Tabella 3 – Caratteristiche Piste.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Tabella 4 – Dati PV Array.....</i> | <i>14</i> |



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

1. PREMESSA

Il presente elaborato ha l'obiettivo di definire l'idoneità dell'impianto fotovoltaico in progetto per quanto riguarda il potenziale fenomeno dell'abbagliamento per l'impianto fotovoltaico in progetto nei confronti delle operazioni aeronautiche dell'Aeroporto di Ravenna, valutato secondo analisi qualitativa e quantitativa, al fine di ottenere l'approvazione da parte dell'autorità aeronautica nazionale competente ENAC (Ente Nazionale per L'Aviazione Civile) integrata dal parere ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo).

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito, a titolo di promemoria informativo, un elenco dei documenti utili per la predisposizione della documentazione necessaria per la valutazione ENAC.

- ENAC-ENAV Verifica Preliminare - Verifica potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea (VERIFICA_PRELIMINARE_REV0_FEBBRAIO_2015)
- ENAC LG-2022/002 APT Ed.n.1 del 26/04/2022 - Valutazione degli impianti fotovoltaici nei dintorni aeroportuali
- ICAO Doc 8168 - Procedures for Air Navigation Services (PANS)
- ENAV AIP (Aeronautical Information Publication)

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Le opere in progetto prevedono l'installazione di moduli fotovoltaici su di un lotto di terreno che si estende per circa 887.000 m², in un contesto periferico residenziale, produttivo e rurale, insistente nei territori del comune di Ravenna (RA) nella località di Campiano.

L'area risulta attualmente coltivata ad una quota di c.a. 0 metri sul livello del mare e le coordinate baricentriche dell'area sono in WGS 84: 44°20'29.19" di latitudine Nord e 12°13'7.20" di longitudine Est.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione dell'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto rispetto all'Aeroporto di Ravenna.



Figura 1 - Ubicazione sito rispetto all'Aeroporto di Ravenna

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393 – **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il generatore fotovoltaico si estenderà su una superficie di terreno a destinazione agricola insistente nei territori del comune di Ravenna (RA) nella località di Campiano. Di seguito si riportano le caratteristiche principali dell'impianto:

TABELLA 1 – CARATTERISTICHE PRINCIPALI IMPIANTO

| | |
|---|---------|
| SUPERFICIE CATASTALE (mq) | 887.690 |
| POTENZA NOMINALE DC (MW_p) | 60 |
| POTENZA IN IMMISSIONE AC (MW_{ac}) | 60 |
| MODULI INSTALLATI | 82.264 |
| TOTALE STRINGHE INSTALLATE | 3164 |
| NUMERO MV STATION | 9 |

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 730 W, saranno del tipo bifacciali ed installati "a terra" su strutture ad inseguimento solare (tracker) con asse di rotazione Nord/Sud ed inclinazione massima di circa 55°.

TABELLA 2 - INCLINAZIONE E ORIENTAMENTO PANNELLI FOTOVOLTAICI

| DESCRIZIONE | INSTALLAZIONE | INCLINAZIONE MASSIMA | ASSE DI ROTAZIONE |
|-------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| Campo FV | A terra su tracker | -/+ 55° | Nord/Sud |

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393 – **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO



Figura 2 – Layout impianto su ortofoto

4.1 Layout impianto

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto in progetto sono di tipo bifacciale in grado cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, avranno dimensioni pari a (2384 H x 1303 L x 35 P) mm e sono composti da 132 celle per faccia [2x(11x6)] in silicio monocristallino tipo N. Essi saranno fissati su ciascuna struttura in modalità Portrait 2, ovvero in file composte da due moduli sovrapposti, le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di un tipo individuato in funzione della loro lunghezza.

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO



Figura 3 – Strutture moduli

La struttura sarà collegata a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente garantendo il ripristino dell'area a fine vita dell'impianto. I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 28 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva. I moduli, fissati sulle strutture di sostegno, avranno altezza massima di 5,35 metri e altezza minima di 1,30 metri dal piano campagna.

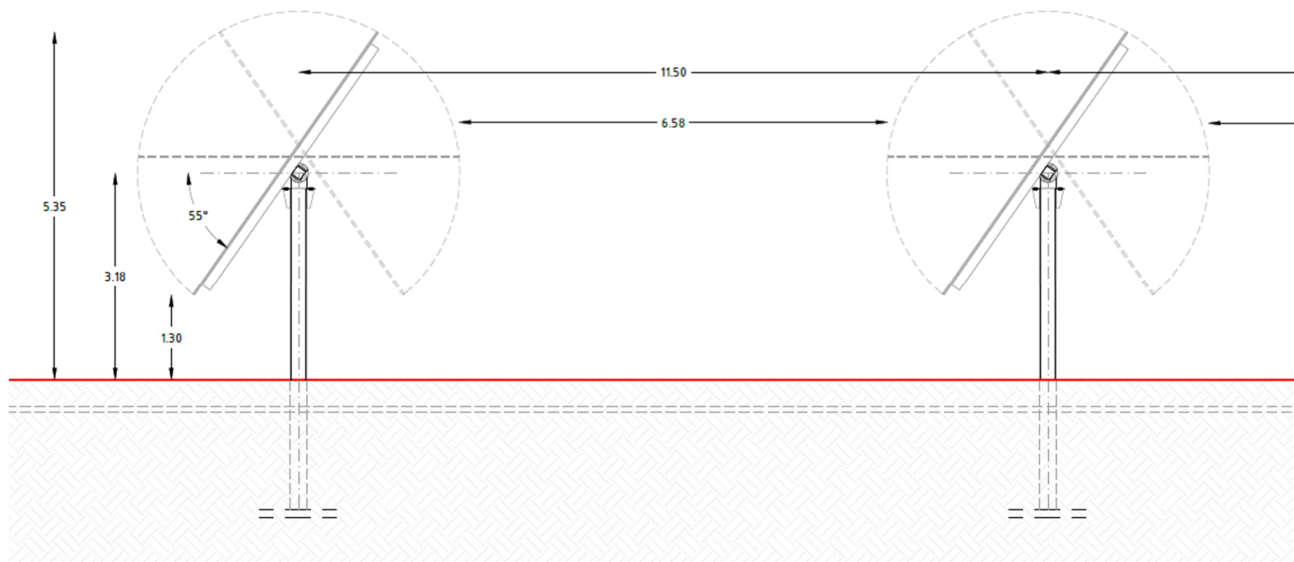


Figura 4 – Caratteristiche tecniche Tracker

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

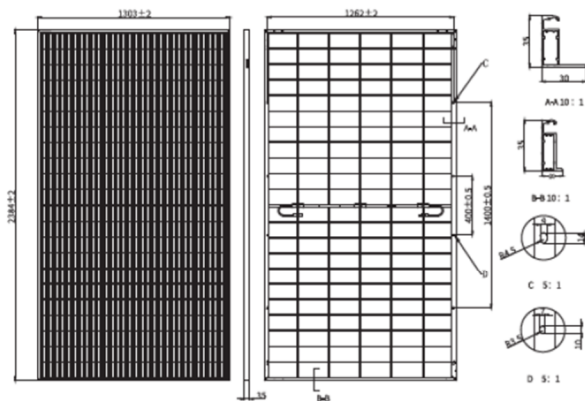
RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

4.2 Caratteristiche moduli fotovoltaici

Per il presente progetto si è scelto di utilizzare dei moduli di tipo bifacciale, in grado cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, con dimensioni pari a (2384 H x 1303 L x 35 P) mm, composti da 132 celle per faccia (22x6) con celle di nuova tecnologia HJT tipo N che consistono in una etero-giunzione di silicio amorfo e cristallino. Il modulo individuato è TW SOLAR modello TWMHF-66HD730.

Di seguito si riportano le principali proprietà valutate dal costruttore in condizioni standard di misura (Standard Test Condition).

DRAWINGS (Unit: mm)



MECHANICAL PARAMETERS

| | |
|------------------|--|
| Cells | THC (N type Heterojunction Cell) |
| Cell Orientation | 132[6X22] |
| Dimension | 2384±2 X1303±2X35mm |
| Weight | 38.7kg |
| Front Glass | 2.0mm high transmittance, AR semi-tempered glass |
| Rear Glass | 2.0mm high transmittance, semi-tempered glass |
| Frame | Anodized aluminum alloy frame |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Output Cable | 4.0mm ² |
| Cable Length | +400mm, -200mm, length can be customized |
| Wind/Snow Load | 2400Pa/5400Pa |
| Packaging | 31pcs per pallet, 558pcs per 40'HC |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (STC)

Module Type: TWMHF-66HDXXX

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power: Pmax [W] | 695 | 700 | 705 | 710 | 715 | 720 | 725 | 730 |
| Open Circuit Voltage: Voc [V] | 48.68 | 48.80 | 49.02 | 49.24 | 49.46 | 49.68 | 49.90 | 50.12 |
| Short Circuit Current: Isc [A] | 17.54 | 17.61 | 17.67 | 17.74 | 17.80 | 17.87 | 17.94 | 18.01 |
| Voltage at Maximum Power: Vmp [V] | 41.48 | 41.68 | 41.89 | 42.09 | 42.29 | 42.49 | 42.69 | 42.89 |
| Current at Maximum Power: Imp [A] | 16.76 | 16.80 | 16.84 | 16.88 | 16.91 | 16.95 | 16.99 | 17.03 |
| Module Efficiency: η [%] | 22.4 | 22.5 | 22.7 | 22.9 | 23.0 | 23.2 | 23.3 | 23.5 |

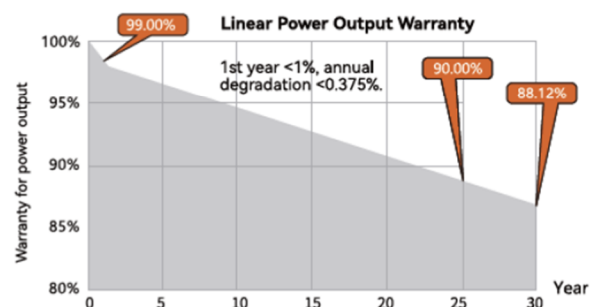
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (NMOT)

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power: Pmax [W] | 527 | 531 | 535 | 539 | 542 | 546 | 550 | 554 |
| Open Circuit Voltage: Voc [V] | 46.12 | 46.23 | 46.44 | 46.65 | 46.85 | 47.06 | 47.27 | 47.48 |
| Short Circuit Current: Isc [A] | 13.98 | 14.03 | 14.08 | 14.13 | 14.18 | 14.23 | 14.29 | 14.35 |
| Voltage at Maximum Power: Vmp [V] | 39.08 | 39.27 | 39.47 | 39.66 | 39.85 | 40.04 | 40.23 | 40.41 |
| Current at Maximum Power: Imp [A] | 13.49 | 13.52 | 13.55 | 13.58 | 13.61 | 13.64 | 13.67 | 13.71 |

* STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass1.5, Measuring Tolerance: ±3%

* NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Air Mass1.5, Wind Speed 1m/s

WARRANTY



I-V CURVE

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– MAIL: campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Rear Power Gain)

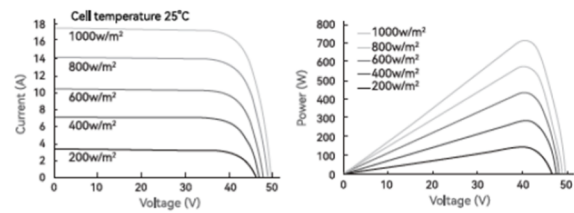
| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5% | Maximum Power: Pmax[W] | 730 | 735 | 740 | 746 | 751 | 756 | 761 | 767 |
| | Module Efficiency: η [%] | 23.5 | 23.7 | 23.8 | 24.0 | 24.2 | 24.3 | 24.5 | 24.7 |
| 15% | Maximum Power: Pmax[W] | 799 | 805 | 811 | 817 | 822 | 828 | 834 | 840 |
| | Module Efficiency: η [%] | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 26.7 | 26.8 | 27.0 |
| 25% | Maximum Power: Pmax[W] | 869 | 875 | 881 | 888 | 894 | 900 | 906 | 913 |
| | Module Efficiency: η [%] | 28.0 | 28.2 | 28.4 | 28.6 | 28.8 | 29.0 | 29.2 | 29.4 |

TEMPERATURE PARAMETERS

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.26%/°C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.24%/°C |
| Temperature Coefficient (Isc) | +0.04%/°C |
| NMOT | 44±2°C |

MAXIMUM RATINGS

| | |
|----------------------------|-------------|
| Operational Temperature | -40°C~+85°C |
| Maximum System Voltage | 1500V DC |
| Maximum Series Fuse Rating | 35A |
| Power Output Tolerance | 0~+5W |
| Maximum Bifaciality | 80±5% |



CERTIFICATIONS

Quality Management System and Product Certification

ISO 9001:2015 / quality management system
ISO 14001:2015 / environmental management system
ISO 45001:2018 / occupation health safety management system
ISO 50001:2011 / energy management system
IEC TS 62941—2016 / PV industry quality management system
IEC 61215/61730, IEC 62804(PID), IEC 61701(Salt),
IEC 62716 (Ammonia), IEC 60068-2-68(Sand)



Figura 5 - Caratteristiche pannello fotovoltaico

Il rivestimento frontale del modulo fotovoltaico è costituito da un vetro semi-temprato antiriflesso ad alta trasmittanza, grazie al quale il modulo fotovoltaico può assorbire una maggiore quantità di luce.

Viene riportato di seguito un dettaglio della scheda tecnica del modulo, attestante la caratteristica antiriflettente.



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

MECHANICAL PARAMETERS

| | |
|-------------------------|--|
| Cells | THC (N type Heterojunction Cell) |
| Cell Orientation | 132[6X22] |
| Dimension | 2384±2 X1303±2X35mm |
| Weight | 38.7kg |
| Front Glass | 2.0mm high transmittance, AR semi-tempered glass |
| Rear Glass | 2.0mm high transmittance, semi-tempered glass |
| Frame | Anodized aluminum alloy frame |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Output Cable | 4.0mm ² |
| Cable Length | +400mm, -200mm, length can be customized |
| Wind/Snow Load | 2400Pa/5400Pa |
| Packaging | 31pcs per pallet, 558pcs per 40'HC |

Figura 6 – Dettaglio caratteristiche anti-riflesso pannello fotovoltaico



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

5. DEFINIZIONE POTENZIALI RICETTORI DELL'ABBAGLIAMENTO

In seguito alla verifica preliminare effettuata per valutare la potenziale interferenza dei nuovi impianti con la navigazione aerea, è stato rilevato che l'impianto fotovoltaico in progetto ricade all'interno di un'area collocata a una distanza inferiore a 6 km dall'ARP del più vicino aeroporto (Aeroporto di Ravenna).

I potenziali ricettori del fenomeno di abbagliamento (individuati in base al documento LG-2022/002-APT Ed. n. 1 del 26 aprile 2022) sono:

- gli operatori della torre di controllo del traffico aereo
- i piloti degli aeromobili che percorrono i segmenti "Visual" delle traiettorie nominali delle procedure di volo strumentali
- i piloti degli aeromobili che percorrono circuiti di volo a vista.

5.1 Aeroporto

L'aeroporto di Ravenna "Gastone Novelli" (Codice ICAO: LIDR) è un aeroporto civile privo di procedure strumentali di volo (come riportato dall'ENAC nei dati tecnici per la verifica preliminare) il cui ARP (Airport Reference Point) è ubicato alle coordinate 44°21'52" N - 12°13'29" E.

Il gestore aeroportuale è ENAC DT Emilia-Romagna ed è sede dell'Aero Club di Ravenna.

Sono presenti una torre di controllo, una Taxiway ed una pista (08/26) di cui vengono riportate di seguito le caratteristiche fisiche delle relative Runway.



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

TABELLA 3 – CARATTERISTICHE PISTE

| DESIGNAZIONE RWY | DIMENSIONE RWY | COORDINATE THR | ELEVAZIONE THR |
|---------------------|-------------------|----------------------------------|----------------|
| 08 | 1200m x 30m | 44°21'48.54" N 12°13'03.33" E | 2 ft |
| 26 | 1200m x 30m | 44°21'54.65" N 12°13'56.91" E | 2 ft |

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

6. MODELLAZIONE E SIMULAZIONE CON SOFTWARE

La valutazione del rischio di abbagliamento è stata effettuata mediante il software di simulazione GlareGauge/ForgeSolar basato sull'algoritmo SGHAT (Solar Glare Hazard Analysis Tool) sviluppato dal Sandia National Laboratory.

Il software permette di effettuare un'analisi annuale del fenomeno dell'abbagliamento dovuto alla presenza di un campo fotovoltaico, configurato tramite la modellazione del sito e dei componenti impiegati, nei confronti dei ricettori individuati, come gli aerei in avvicinamento alla pista e le torri di controllo delle infrastrutture aeroportuali.

I risultati restituiti dall'analisi forniscono una valutazione dell'abbagliamento, come valore di irradianza retinica correlata all'angolo sotteso dal punto di abbagliamento visibile; vengono inoltre fornite una segnalazione dei punti dei percorsi di volo interessati dal fenomeno e una stima di abbagliamento distinto per array e per mesi.

6.1 Dati di input per la simulazione

La simulazione è stata effettuata inserendo i seguenti dati in input:

TABELLA 4 – DATI PV ARRAY

| PV ARRAY | |
|-------------------------------|--------------------|
| Impianto ad inseguimento | Si |
| Tipologia di inseguimento | Senza backtracking |
| Orientamento | 180° (Nord/Sud) |
| Tilt | 0° |
| Inclinazione massima | -/+ 55° |
| Angolo di riposo | 0° |
| Potenza nominale | 60 MWp |
| Variazione della riflettività | Si |
| Diametro pupilla | 0,002 m |

Campiano Solar S.R.L.**Sede legale:** Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)**P.IVA:** 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

| PV ARRAY | |
|--------------------------------------|---|
| Intervallo di simulazione | 1 minuto |
| Materiale superficie FV | Smooth glass with anti-reflective coating |
| Timezone | 1,0 |
| Angolo solare sotteso | 9,3 mrad |
| Radiazione di picco | 1000 W/m2 |
| Coefficiente di trasmissione oculare | 0,5 |
| Lunghezza focale oculare | 0,017 m |

L'impianto è installato in un'area compresa tra i seguenti punti geografici.

| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) | Height above ground (m) | Total elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 44.342030 | 12.215452 | 0.06 | 3.36 | 3.42 |
| 2 | 44.343091 | 12.215183 | -0.22 | 3.36 | 3.14 |
| 3 | 44.343602 | 12.215191 | -0.45 | 3.36 | 2.91 |
| 4 | 44.345769 | 12.231939 | -1.62 | 3.36 | 1.74 |
| 5 | 44.344120 | 12.232214 | -1.94 | 3.36 | 1.42 |
| 6 | 44.343771 | 12.229518 | -2.54 | 3.36 | 0.82 |
| 7 | 44.342103 | 12.229661 | -1.95 | 3.36 | 1.41 |
| 8 | 44.340757 | 12.229656 | -1.93 | 3.36 | 1.43 |
| 9 | 44.338868 | 12.220395 | -0.49 | 3.36 | 2.87 |
| 10 | 44.340155 | 12.218177 | -0.72 | 3.36 | 2.64 |
| 11 | 44.337882 | 12.216751 | -0.12 | 3.36 | 3.24 |
| 12 | 44.338470 | 12.214691 | -0.50 | 3.36 | 2.86 |
| 13 | 44.338871 | 12.213653 | -0.02 | 3.36 | 3.34 |
| 14 | 44.339048 | 12.213544 | -0.53 | 3.36 | 2.83 |
| 15 | 44.339419 | 12.212863 | -0.13 | 3.36 | 3.23 |
| 16 | 44.340895 | 12.213006 | -0.44 | 3.36 | 2.92 |
| 17 | 44.341162 | 12.214449 | 0.04 | 3.36 | 3.40 |

Figura 7 – Coordinate vertici footprint del PV ARRAY

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

I punti sopra riportati sono rappresentati nella seguente immagine:

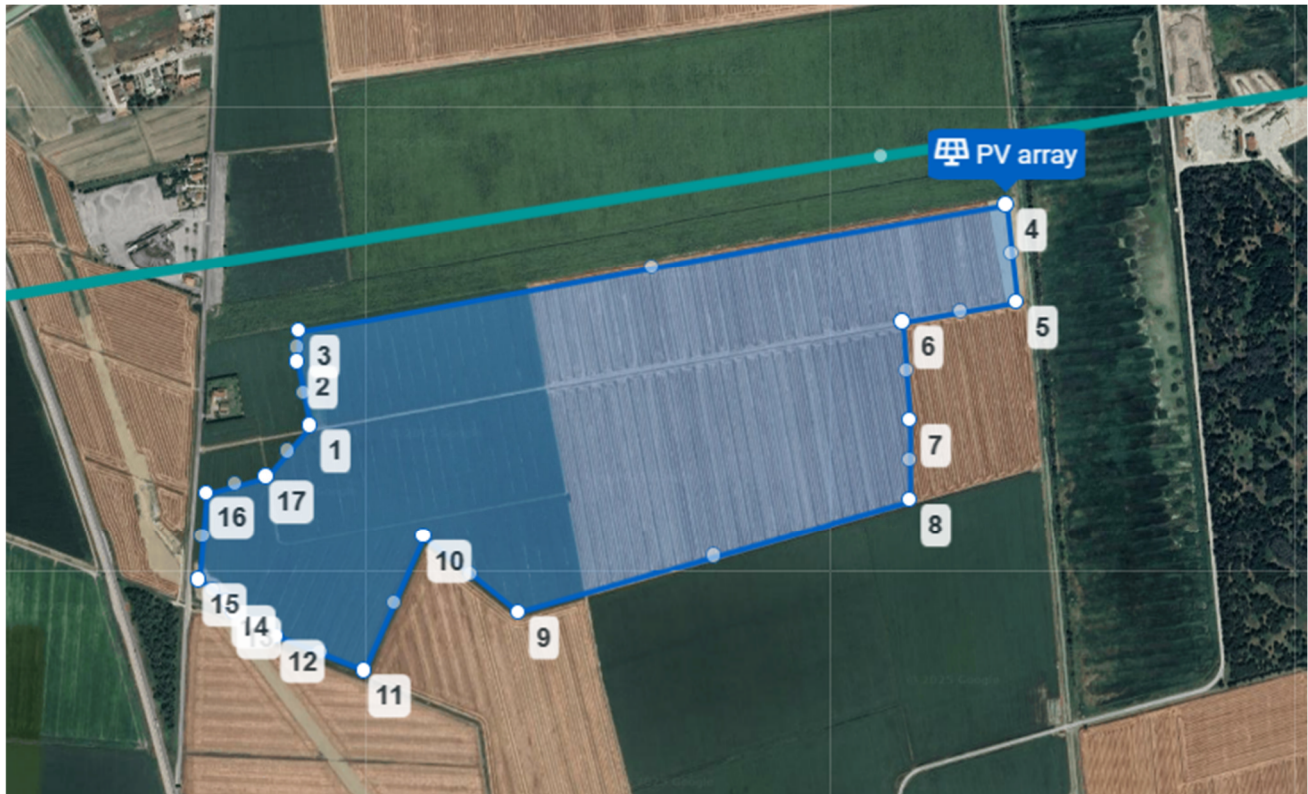


Figura 8 – Rappresentazione grafica PV Array

6.2 Punti di osservazione

I punti valutati sono l'intersezione dei due percorsi di avvicinamento alle piste (due miglia dalla soglia di fine pista), i circuiti di volo a vista per le due Runway presenti, la torre di controllo come singolo punto, i percorsi di rullaggio e la Taxiway.

Si riportano di seguito i relativi dati (per maggiori approfondimenti vedere il report di calcolo allegato):

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

| Vertex | Latitude deg | Longitude deg | Ground elevation m | Height above ground m | Total elevation m |
|--------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 44.363508 | 12.217618 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.365208 | 12.232503 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

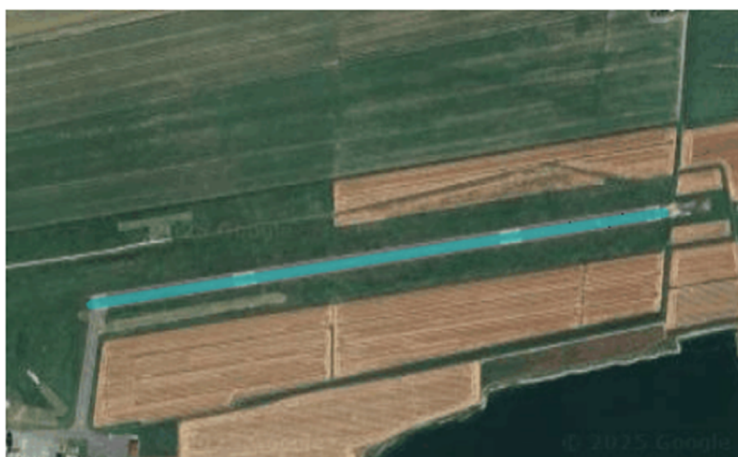


Figura 9 – Dati percorso rullaggio

| Vertex | Latitude deg | Longitude deg | Ground elevation m | Height above ground m | Total elevation m |
|--------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 44.361290 | 12.217374 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.363394 | 12.217790 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |



Figura 10 – Dati percorso Taxiway

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

Per quanto riguarda il percorso di rullaggio sulla pista e la Taxiway, il valore del “Height above ground” corrisponde all’altezza da terra della linea di mira del pilota ed è stata stimata in base ai modelli di velivoli presenti nella flotta dell’Aero Club di Ravenna.

| Number | Latitude | Longitude | Ground elevation | Height above ground | Total Elevation |
|--------|-----------|-----------|------------------|---------------------|-----------------|
| | deg | deg | m | m | m |
| 1-ATCT | 44.360604 | 12.217333 | 0.89 | 13.50 | 14.39 |



Figura 11 – Dati Torre di controllo

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

| Vertex | Latitude | Longitude | Ground elevation | Height above ground | Total elevation |
|--------|-----------|-----------|------------------|---------------------|-----------------|
| | deg | deg | m | m | m |
| 1 | 44.364753 | 12.228539 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.368028 | 12.257286 | 0.20 | 152.40 | 152.60 |
| 3 | 44.385800 | 12.253356 | 0.23 | 304.80 | 305.03 |
| 4 | 44.378447 | 12.188883 | -0.21 | 304.80 | 304.59 |
| 5 | 44.360678 | 12.192833 | 0.59 | 152.40 | 152.99 |
| 6 | 44.363967 | 12.221631 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 7 | 44.364750 | 12.228539 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

*Figura 12 – Dati Circuito volo VFR RWY08***Campiano Solar S.R.L.****Sede legale:** Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)**P.IVA:** 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

| Vertex | Latitude | Longitude | Ground elevation | Height above ground | Total elevation |
|--------|-----------|-----------|------------------|---------------------|-----------------|
| | deg | deg | m | m | m |
| 1 | 44.363967 | 12.221631 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.360678 | 12.192833 | 1.20 | 152.40 | 153.60 |
| 3 | 44.342908 | 12.196778 | -0.05 | 304.80 | 304.75 |
| 4 | 44.350253 | 12.261211 | -2.24 | 304.80 | 302.56 |
| 5 | 44.368028 | 12.257286 | -1.40 | 152.40 | 151.00 |
| 6 | 44.364753 | 12.228539 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 7 | 44.363967 | 12.221631 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

*Figura 13 – Dati Circuito volo VFR RWY26***Campiano Solar S.R.L.****Sede legale:** Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)**P.IVA:** 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

| Point | Latitude deg | Longitude deg | Ground elevation m | Height above ground m | Total elevation m |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| Threshold | 44.363483 | 12.217592 | 0.61 | 15.24 | 15.85 |
| 2-mile point | 44.358462 | 12.177718 | 2.71 | 875.59 | 878.30 |

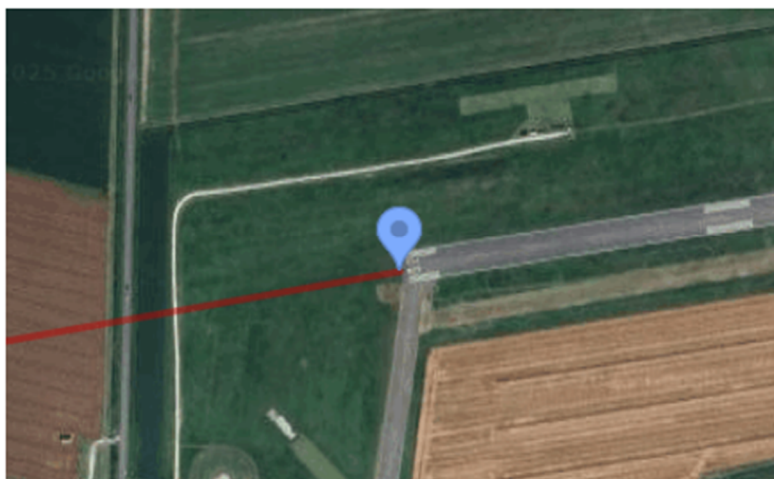


Figura 14 – Dati Flight Path RWY08

| Point | Latitude deg | Longitude deg | Ground elevation m | Height above ground m | Total elevation m |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| Threshold | 44.365181 | 12.232475 | 0.61 | 15.24 | 15.85 |
| 2-mile point | 44.370202 | 12.272350 | 1.03 | 877.27 | 878.30 |



Figura 15 – Dati Flight Path RWY26

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

I dati relativi all'altezza della torre di controllo, alle quote, alla distanza dal centro pista e al Glide Slope dei velivoli durante l'effettuazione dei circuiti di volo standard VFR sono stati gentilmente forniti dall'Aero Club di Ravenna.

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

7. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Si riporta di seguito l'esito della simulazione relativo al campo "PV Array" relativamente ai vari recettori.

7.1 Percorso rullaggio

La simulazione non ha evidenziato alcun fenomeno di abbagliamento causato dal PV Array nella direzione degli aerei in fase di rullaggio sulla pista.

7.2 Percorso Taxiway

La simulazione non ha evidenziato alcun fenomeno di abbagliamento causato dal PV Array nella direzione degli aerei in fase di rullaggio sulla Taxiway.

7.3 Torre di controllo (ATCT)

La simulazione non ha evidenziato alcun fenomeno di abbagliamento causato dal PV Array nella direzione della torre di controllo.

7.4 Circuito di volo VFR RWY08

La simulazione non ha evidenziato alcun fenomeno di abbagliamento causato dal PV Array nella direzione degli aerei percorrenti il circuito di volo VFR della RWY08.

7.5 Circuito di volo VFR RWY26

La simulazione ha stimato un **abbagliamento "verde"** annuale di 586.0 ore, causato dal PV Array nella direzione degli aerei percorrenti il circuito di volo VFR della RWY26.

7.6 Flight Path RWY08

La simulazione non ha evidenziato alcun fenomeno di abbagliamento causato dal PV Array

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

nella direzione degli aerei in fase di atterraggio sulla RWY08.

7.7 Flight Path RWY26

La simulazione non ha evidenziato alcun fenomeno di abbagliamento causato dal PV Array nella direzione degli aerei in fase di atterraggio sulla RWY26.

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

| PV Array | Tilt ° | Orient ° | Annual Green Glare | | Annual Yellow Glare | | Energy kWh | Peak Luminance cd/m ² |
|----------|----------------|----------------|--------------------|-------|---------------------|-----|---------------|--|
| | | | min | hr | min | hr | | |
| PV array | SA tracking | SA tracking | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 | 178,500,000.0 | 168,097 |

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 |
| Circuito volo VFR 08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Circuito volo VFR 26 | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 |
| Percorso rullaggio | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| TWY | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| FP RWY08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| FP RWY26 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 1-ATCT | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |

Figura 16 – Risultati PV Array

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it

RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

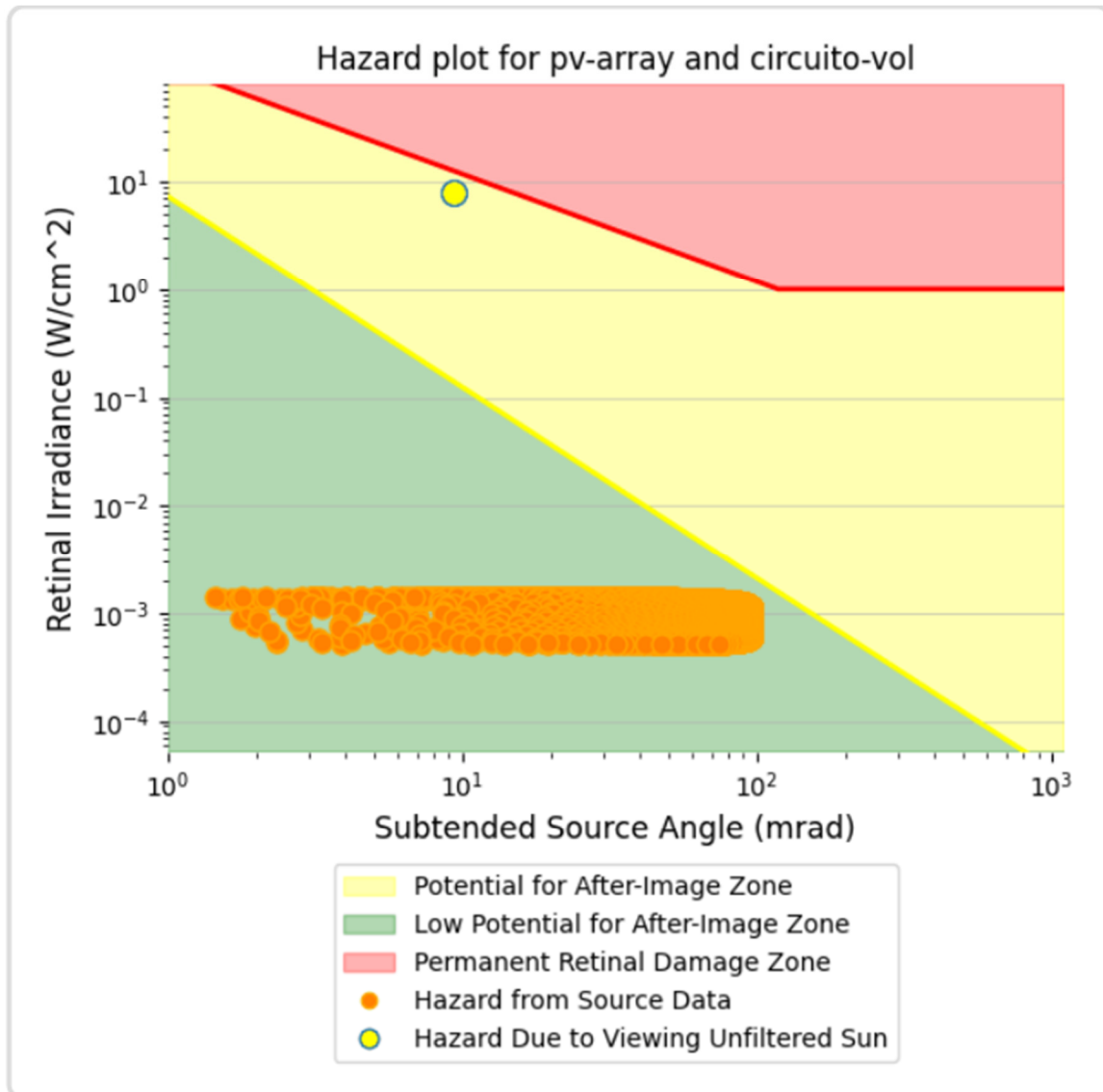


Figura 17 – Risultati diagramma “Impatto potenziale dell’irraggiamento retinale in funzione dell’angolo sotteso della fonte”.



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

8. CONCLUSIONI

In base ai risultati ottenuti dalla simulazione tramite software Forgesolar, ed in base ai criteri di accettabilità descritti nel documento “LG-2022/002 APT Ed.n.1 del 26/04/2022 - Valutazione degli impianti fotovoltaici nei dintorni aeroportuali”, è verificata la compatibilità dell'impianto fotovoltaico in progetto con il contesto aeroportuale dell'Aeroporto di Ravenna in quanto i fenomeni di abbagliamento in direzione dei recettori individuati (torre di controllo del traffico aereo e i piloti degli aeromobili che percorrono i circuiti di volo a vista standard) sono stati stimati avere un basso potenziale di causare un'immagine residua, mantenendosi nella regione verde del diagramma “Impatto potenziale dell'irraggiamento retinale in funzione dell'angolo sotteso della fonte”.



RELAZIONE SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

9. ALLEGATI

Si riportano di seguito la scheda tecnica del pannello fotovoltaico previsto in progetto ed il report dell'analisi eseguita tramite software FORGESOLAR.

Campiano Solar S.R.L.

Sede legale: Via Brigata Ebraica 50 – 48123 Mezzano (RA)

P.IVA: 02754580393– **MAIL:** campianosolar@legalmail.it



TWMHF

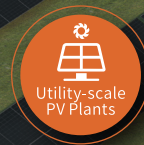
N-type Half-cell
Bifacial Module (66)

66HD695-730W

High Power Output
Low LCOE



Maximum Power
730W+



Utility-scale
PV Plants



12
YEAR
Materials
Warranty



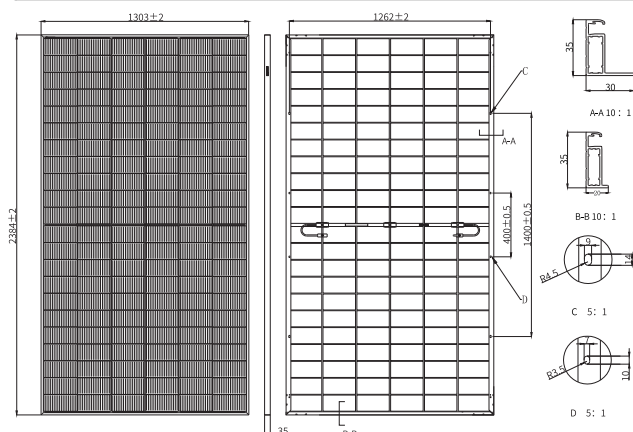
30
YEAR
Power
Warranty

www.tw-solar.com



Learn More

DRAWINGS (Unit: mm)



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (STC)

Module Type: TWMHF-66HDXXX

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power: Pmax [W] | 695 | 700 | 705 | 710 | 715 | 720 | 725 | 730 |
| Open Circuit Voltage: Voc [V] | 48.68 | 48.80 | 49.02 | 49.24 | 49.46 | 49.68 | 49.90 | 50.12 |
| Short Circuit Current: Isc [A] | 17.54 | 17.61 | 17.67 | 17.74 | 17.80 | 17.87 | 17.94 | 18.01 |
| Voltage at Maximum Power: Vmp [V] | 41.48 | 41.68 | 41.89 | 42.09 | 42.29 | 42.49 | 42.69 | 42.89 |
| Current at Maximum Power: Imp [A] | 16.76 | 16.80 | 16.84 | 16.88 | 16.91 | 16.95 | 16.99 | 17.03 |
| Module Efficiency: η [%] | 22.4 | 22.5 | 22.7 | 22.9 | 23.0 | 23.2 | 23.3 | 23.5 |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (NMOT)

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power: Pmax [W] | 527 | 531 | 535 | 539 | 542 | 546 | 550 | 554 |
| Open Circuit Voltage: Voc [V] | 46.12 | 46.23 | 46.44 | 46.65 | 46.85 | 47.06 | 47.27 | 47.48 |
| Short Circuit Current: Isc [A] | 13.98 | 14.03 | 14.08 | 14.13 | 14.18 | 14.23 | 14.29 | 14.35 |
| Voltage at Maximum Power: Vmp [V] | 39.08 | 39.27 | 39.47 | 39.66 | 39.85 | 40.04 | 40.23 | 40.41 |
| Current at Maximum Power: Imp [A] | 13.49 | 13.52 | 13.55 | 13.58 | 13.61 | 13.64 | 13.67 | 13.71 |

* STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass1.5, Measuring Tolerance: ±3%
* NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Air Mass1.5, Wind Speed 1m/s

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Rear Power Gain)

| | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5% | Maximum Power: Pmax[W] | 730 | 735 | 740 | 746 | 751 | 756 | 761 | 767 |
| | Module Efficiency: η [%] | 23.5 | 23.7 | 23.8 | 24.0 | 24.2 | 24.3 | 24.5 | 24.7 |
| 15% | Maximum Power: Pmax[W] | 799 | 805 | 811 | 817 | 822 | 828 | 834 | 840 |
| | Module Efficiency: η [%] | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 26.7 | 26.8 | 27.0 |
| 25% | Maximum Power: Pmax[W] | 869 | 875 | 881 | 888 | 894 | 900 | 906 | 913 |
| | Module Efficiency: η [%] | 28.0 | 28.2 | 28.4 | 28.6 | 28.8 | 29.0 | 29.2 | 29.4 |

TEMPERATURE PARAMETERS

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.26%/°C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.24%/°C |
| Temperature Coefficient (Isc) | +0.04%/°C |
| NMOT | 44±2°C |

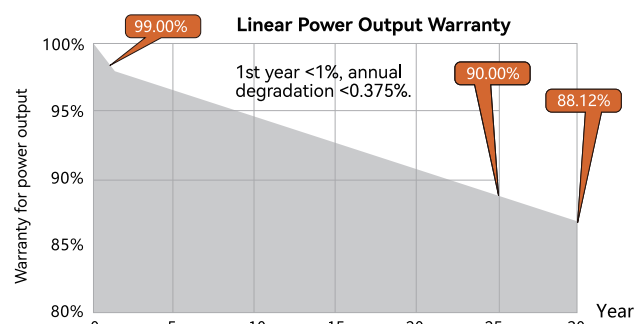
MAXIMUM RATINGS

| | |
|----------------------------|-------------|
| Operational Temperature | -40°C~+85°C |
| Maximum System Voltage | 1500V DC |
| Maximum Series Fuse Rating | 35A |
| Power Output Tolerance | 0~+5W |
| Maximum Bifaciality | 80±5% |

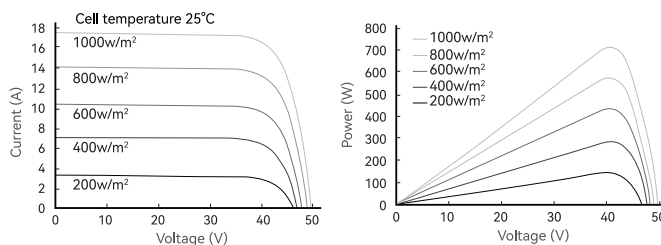
MECHANICAL PARAMETERS

| | |
|------------------|--|
| Cells | THC (N type Heterojunction Cell) |
| Cell Orientation | 132[6X22] |
| Dimension | 2384±2 X1303±2X35mm |
| Weight | 38.7kg |
| Front Glass | 2.0mm high transmittance, AR semi-tempered glass |
| Rear Glass | 2.0mm high transmittance, semi-tempered glass |
| Frame | Anodized aluminum alloy frame |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Output Cable | 4.0mm ² |
| Cable Length | +400mm, -200mm, length can be customized |
| Wind/Snow Load | 2400Pa/5400Pa |
| Packaging | 31pcs per pallet, 558pcs per 40'HC |

WARRANTY



I-V CURVE



CERTIFICATIONS

Quality Management System and Product Certification

ISO 9001:2015 / quality management system
ISO 14001:2015 / environmental management system
ISO 45001:2018 / occupation health safety management system
ISO 50001:2011 / energy management system
IEC TS 62941—2016 / PV industry quality management system
IEC 61215/61730, IEC 62804(PID), IEC 61701(Salt),
IEC 62716 (Ammonia), IEC 60068-2-68(Sand)



FORGESOLAR GLARE ANALYSIS

Project: **AgroZootechnico-Voltaico Campiano**

Site configuration: **Campiano3**

Created 10 Mar, 2025

Updated 08 Apr, 2025

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 146138.24227

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 | Peak Luminance cd/m ² |
|----------|-------------|-------------|--------------------|-------|---------------------|-----|---------------|-------------------------------------|
| | | | min | hr | min | hr | | |
| PV array | SA tracking | SA tracking | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 | 178,500,000.0 | 168,097 |

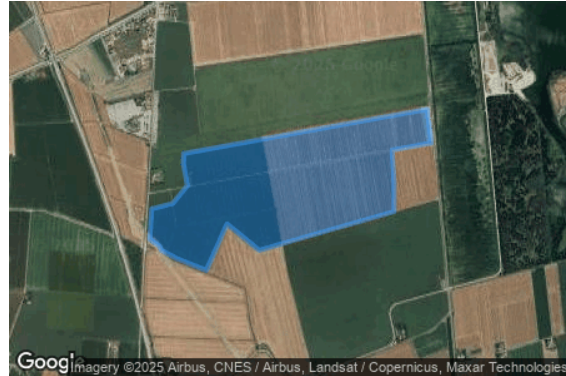
Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

| Receptor | Annual Green Glare | | Annual Yellow Glare | |
|----------------------|--------------------|-------|---------------------|-----|
| | min | hr | min | hr |
| Circuito volo VFR 08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Circuito volo VFR 26 | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 |
| Percorso rullaggio | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| TWY | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| FP RWY08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| FP RWY26 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 1-ATCT | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |

Component Data

PV Arrays

Name: PV array
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: None
Tracking axis orientation: 180.0°
Tracking axis tilt: 0.0°
Tracking axis panel offset: 0.0°
Max tracking angle: 55.0°
Rated power: 60052.72 kW
Panel material: Smooth glass with 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 | 44.342030 | 12.215452 | 0.06 | 3.36 | 3.42 |
| 2 | 44.343091 | 12.215183 | -0.22 | 3.36 | 3.14 |
| 3 | 44.343602 | 12.215191 | -0.45 | 3.36 | 2.91 |
| 4 | 44.345769 | 12.231939 | -1.62 | 3.36 | 1.74 |
| 5 | 44.344120 | 12.232214 | -1.94 | 3.36 | 1.42 |
| 6 | 44.343771 | 12.229518 | -2.54 | 3.36 | 0.82 |
| 7 | 44.342103 | 12.229661 | -1.95 | 3.36 | 1.41 |
| 8 | 44.340757 | 12.229656 | -1.93 | 3.36 | 1.43 |
| 9 | 44.338868 | 12.220395 | -0.49 | 3.36 | 2.87 |
| 10 | 44.340155 | 12.218177 | -0.72 | 3.36 | 2.64 |
| 11 | 44.337882 | 12.216751 | -0.12 | 3.36 | 3.24 |
| 12 | 44.338470 | 12.214691 | -0.50 | 3.36 | 2.86 |
| 13 | 44.338871 | 12.213653 | -0.02 | 3.36 | 3.34 |
| 14 | 44.339048 | 12.213544 | -0.53 | 3.36 | 2.83 |
| 15 | 44.339419 | 12.212863 | -0.13 | 3.36 | 3.23 |
| 16 | 44.340895 | 12.213006 | -0.44 | 3.36 | 2.92 |
| 17 | 44.341162 | 12.214449 | 0.04 | 3.36 | 3.40 |

Route Receptors

Name: Circuito volo VFR 08

Path type: One-way (toward increasing index)

Observer view angle: 50.0°



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) | Height above ground (m) | Total elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 44.364753 | 12.228539 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.368028 | 12.257286 | 0.20 | 152.40 | 152.60 |
| 3 | 44.385800 | 12.253356 | 0.23 | 304.80 | 305.03 |
| 4 | 44.378447 | 12.188883 | -0.21 | 304.80 | 304.59 |
| 5 | 44.360678 | 12.192833 | 0.59 | 152.40 | 152.99 |
| 6 | 44.363967 | 12.221631 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 7 | 44.364750 | 12.228539 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

Name: Circuito volo VFR 26

Path type: One-way (toward increasing index)

Observer view angle: 50.0°



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) | Height above ground (m) | Total elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 44.363967 | 12.221631 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.360678 | 12.192833 | 1.20 | 152.40 | 153.60 |
| 3 | 44.342908 | 12.196778 | -0.05 | 304.80 | 304.75 |
| 4 | 44.350253 | 12.261211 | -2.24 | 304.80 | 302.56 |
| 5 | 44.368028 | 12.257286 | -1.40 | 152.40 | 151.00 |
| 6 | 44.364753 | 12.228539 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 7 | 44.363967 | 12.221631 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

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



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) | Height above ground (m) | Total elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 44.363508 | 12.217618 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.365208 | 12.232503 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

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



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) | Height above ground (m) | Total elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 44.361290 | 12.217374 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |
| 2 | 44.363394 | 12.217790 | 0.61 | 1.60 | 2.21 |

Flight Path Receptors

Name: FP RWY08

Description:

Threshold height: 15 m

Direction: 80.0°

Glide slope: 15.0°

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 | 44.363483 | 12.217592 | 0.61 | 15.24 | 15.85 |
| Two-mile | 44.358462 | 12.177718 | 2.71 | 875.59 | 878.30 |

Name: FP RWY26

Description:

Threshold height: 15 m

Direction: 260.0°

Glide slope: 15.0°

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 | 44.365181 | 12.232475 | 0.61 | 15.24 | 15.85 |
| Two-mile | 44.370202 | 12.272350 | 1.03 | 877.27 | 878.30 |

Discrete Observation Point Receptors

| Name | ID | Latitude (°) | Longitude (°) | Elevation (m) | Height (m) |
|--------|----|--------------|---------------|---------------|------------|
| 1-ATCT | 1 | 44.360604 | 12.217333 | 0.89 | 13.50 |

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 | Peak Luminance cd/m ² |
|----------|-------------|-------------|--------------------|-------|---------------------|-----|---------------|-------------------------------------|
| | | | min | hr | min | hr | | |
| PV array | SA tracking | SA tracking | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 | 178,500,000.0 | 168,097 |

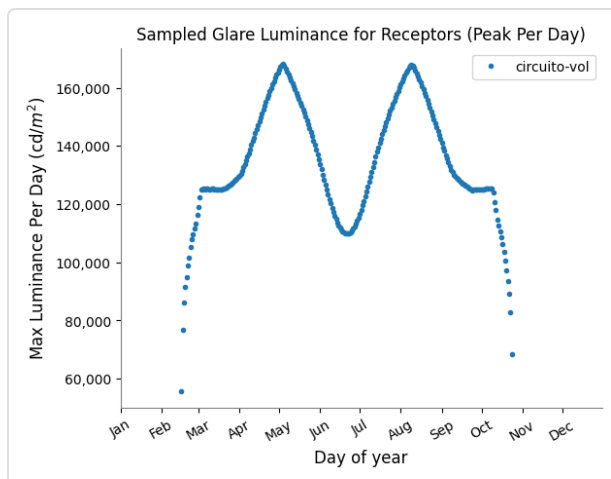
Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

| Receptor | Annual Green Glare | | Annual Yellow Glare | |
|----------------------|--------------------|-------|---------------------|-----|
| | min | hr | min | hr |
| Circuito volo VFR 08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Circuito volo VFR 26 | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 |
| Percorso rullaggio | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| TWY | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| FP RWY08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| FP RWY26 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 1-ATCT | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |

PV: PV array low potential for temporary after-image

Receptor results ordered by category of glare

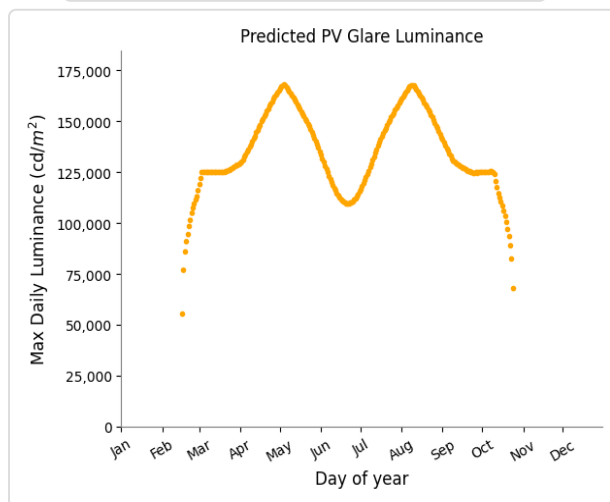
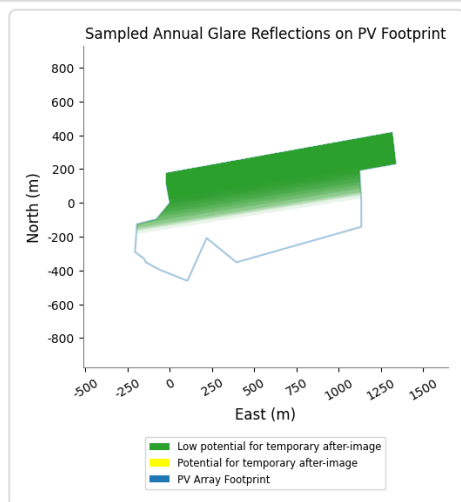
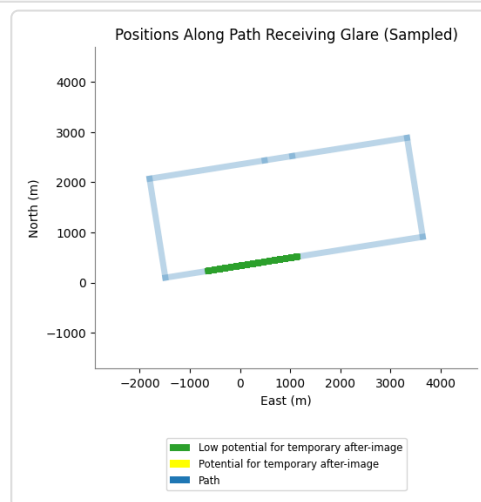
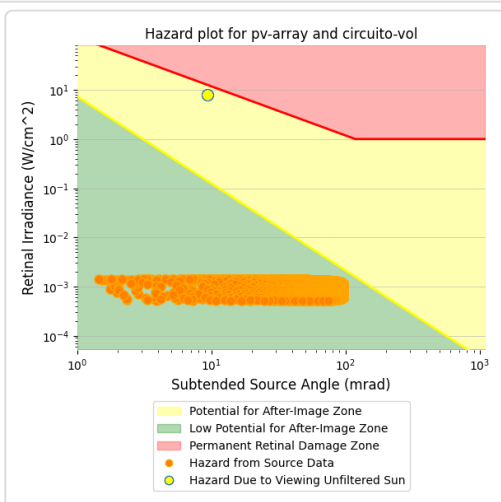
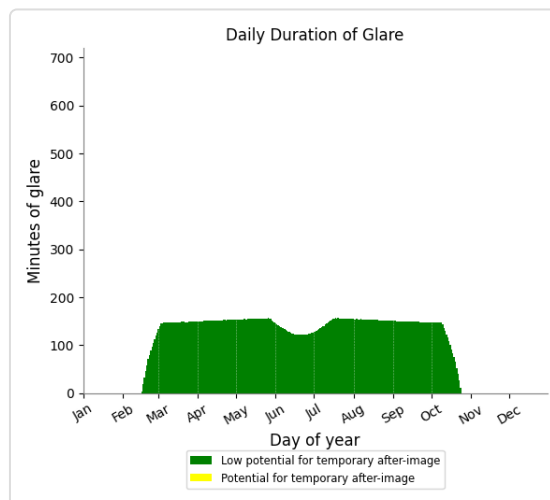
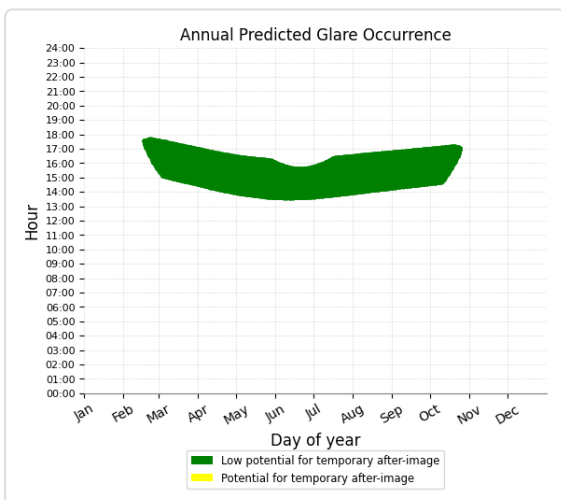
| Receptor | Annual Green Glare | | Annual Yellow Glare | | Peak Luminance |
|-------------------------|--------------------|-------|---------------------|-----|-------------------|
| | min | hr | min | hr | cd/m ² |
| Circuito volo VFR 26 | 35,162 | 586.0 | 0 | 0.0 | 168,097 |
| Circuito volo VFR 08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 |
| Percorso rullaggio | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 |
| TWY | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 |
| FP RWY08 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 |
| FP RWY26 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 1-ATCT | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 |



PV array and Route: Circuito volo VFR 26

Yellow glare: none

Green glare: 35,162 min.



PV array and Route: Circuito volo VFR 08

No glare found

PV array and Route: Percorso rullaggio

No glare found

PV array and Route: TWY

No glare found

PV array and FP: FP RWY08

No glare found

PV array and FP: FP RWY26

No glare found

PV array 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.