



CHIRON ENERGY  
SPV25

Chiron Energy  
SPV 25 S.r.l.  
Via Bigli, 2 - 20121 Milano  
P.IVA e C.F. 12456150965

CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l.

VIA BIGLI N. 2 - MILANO  
C.F. e P.IVA 12456150965

Regione Emilia - Romagna

Comune di Castel Maggiore

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

"CASTEL MAGGIORE 1" - "CASTEL MAGGIORE 2" - "CASTEL MAGGIORE 3"

Via Stradellaccio snc

Oggetto:

RELAZIONE FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

RT.07

Società di Ingegneria:



**Solux** s.r.l.

Via del Molino 28, 60035 Jesi (AN)  
Tel: 0731 20 50 54 - Email: info@soluxengineering.it  
C.F. e P.IVA 02851330429 | Num. REA: AN - 263477

[WWW.SOLUXENGINEERING.IT](http://WWW.SOLUXENGINEERING.IT)

Progettista:



Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy

Cod. File:

260S22\_PD\_RT.07\_00.00

Scala:

-

Formato:

-

Codice:

PD

Rev.:

00

| Rev. | Data    | Descrizione revisione: | Redatto:              | Controllato:          | Approvato:            |
|------|---------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0    | 01/2025 | Prima emissione        | Ing. Marco Montalbini | Ing. Marco Montalbini | Ing. Gabriele Nitrati |
| 1    |         |                        |                       |                       |                       |
| 2    | -       |                        |                       |                       |                       |

## INDICE

|  |   |
|--|---|
| 1. PREMESSA .....  | 2 |
| 2. DESCRIZIONE DEI DATI COSTRUTTIVI DEI PANNELLI E DI INSTALLAZIONE<br>DELL'IMPIANTO ..... | 2 |
| 3. STRUTTURE DI SOSTEGNO PER MODULI FOTOVOLTAICI .....                                     | 2 |
| 4. VALUTAZIONE ABBAGLIAMENTO .....   | 3 |
| 5. CONCLUSIONI .....   | 7 |

## 1. PREMESSA

Il presente documento, completo degli elaborati grafici allegati, ha lo scopo di illustrare la valutazione dei possibili fenomeni di abbagliamento visivo che potrebbero generarsi nei confronti degli utenti autostradali in relazione alla presenza di un lotto di impianti fotovoltaici denominati "CASTEL MAGGIORE 1" e "CASTEL MAGGIORE 2" "CASTEL MAGGIORE 3" della potenza nominale di 24.161,28 kWp che la Società Proponente CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l., con sede in Via Bigli n.2 del Comune di Milano (MI), intende realizzare presso il Comune di Castel Maggiore nella Città metropolitana di Bologna.

## 2. DESCRIZIONE DEI DATI COSTRUTTIVI DEI PANNELLI E DI INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO

I lavori in progetto riguardano la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra della potenza complessiva di 24.161,28 kW e sarà composto da 36.608 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza 660 Wp (tipo LONGI LR7-72HYD-660M o similare) e n.72 inverter multistringa (tipo SUN 2000-330KTL-H1 o equivalente).

L'impianto ha una superficie attiva complessivamente installata di pannelli fotovoltaici risulterà di circa 98.885 m<sup>2</sup>.

La superficie dei pannelli proiettata a terra risulterà pari a circa 89.620 m<sup>2</sup>.

I moduli fotovoltaici saranno della tipologia al silicio monocristallino, monofacciale o bifacciale, composta da materiali quali vetro, alluminio, plastica, ecc... Non saranno utilizzati moduli fotovoltaici contenenti tellurio di cadmio o altri prodotti chimici inquinanti.

L'impianto sarà di tipo fisso, senza parti in movimento (tracker). I moduli fotovoltaici saranno esposti a sud (orientamento di 0°) e un'inclinazione rispetto al piano orizzontale di 25° (tilt).

## 3. STRUTTURE DI SOSTEGNO PER MODULI FOTOVOLTAICI

Le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno costituite da un sistema modulare di vele di tipo bipalo che offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli fotovoltaici esistenti oggi sul mercato in modalità portrait (modulo verticale) caratterizzate da un tilt fisso.

Si tratterà di una struttura metallica costituita essenzialmente da:

- pali infissi al suolo in acciaio zincato a caldo S355 con certificato di ispezione CE 3.1 e dichiarazione di conformità della zincatura a caldo secondo EN 1461;
- traverse fissate al sostegno (costituite da profili integrati da scanalature per un facile montaggio);
- viteria classe 8.8 con rivestimento speciale anticorrosione;
- morsettiere in alluminio con vite a sfera antirapina in acciaio inox.

Ciascuna vela sarà costituita da 26 moduli, collocati su 2 file da 13 moduli ciascuna.

La struttura avrà un'altezza dal livello del terreno inferiore a 3 metri.

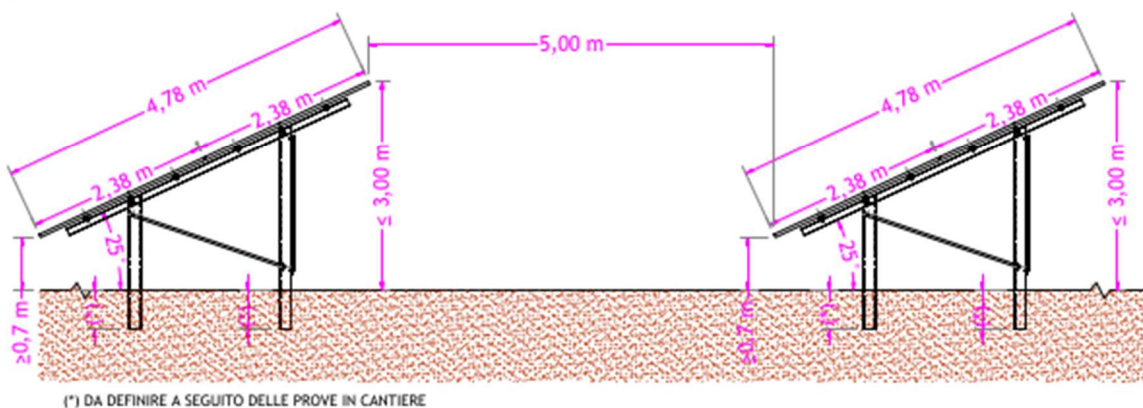


Figura 1- Dettaglio strutture

#### 4. VALUTAZIONE ABBAGLIAMENTO

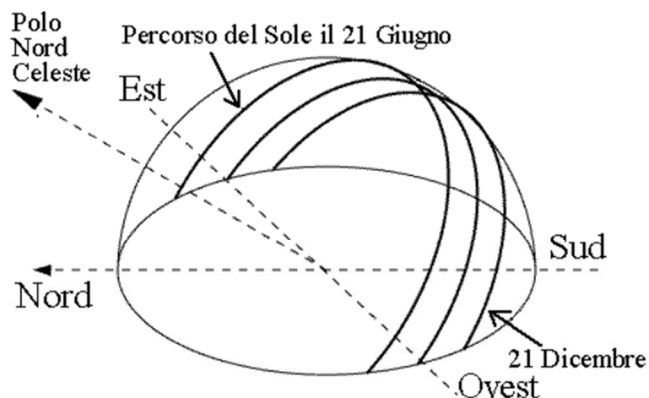
Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad una intensa sorgente luminosa.

L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientazione, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

Come è ben noto, in conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest.

In questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio schiacciato verso la linea dell'orizzonte in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 giugno).



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

La valutazione del fenomeno dell'abbagliamento è stata effettuata prendendo in considerazione due aspetti principali, quello tecnologico e quello geometrico.

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici compresa tra 0,70 e 3,00 m e del loro angolo di inclinazione verso sud (orientamento di 0°) con un'inclinazione rispetto al piano orizzontale di 25° (tilt) rispetto al piano orizzontale, il verificarsi e l'entità di fenomeni di riflessione ad altezza d'uomo della radiazione luminosa incidente alla latitudine a cui è posto l'impianto fotovoltaico in esame sarebbero teoricamente ciclici in quanto legati al momento della giornata, alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche.

Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari.

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestate.

Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare.

I moduli utilizzati nel progetto, vale a dire i LONGI Hi-MO 9 LR7-72HYD-660M, aventi potenza di 660 Wp, presentano le caratteristiche sopra indicate.

Il lotto di impianti fotovoltaici in oggetto sarà posizionato ad est rispetto all'Autostrada A13 Bologna-Padova che presenta un orientamento di -25° direzione Sud-Ovest/ Nord-Est ed in particolare la recinzione del lotto di impianti sarà installata rispettando un'opportuna fascia di rispetto pari a 30 m dal futuro confine della mitigazione in progetto per l'ampliamento autostradale.



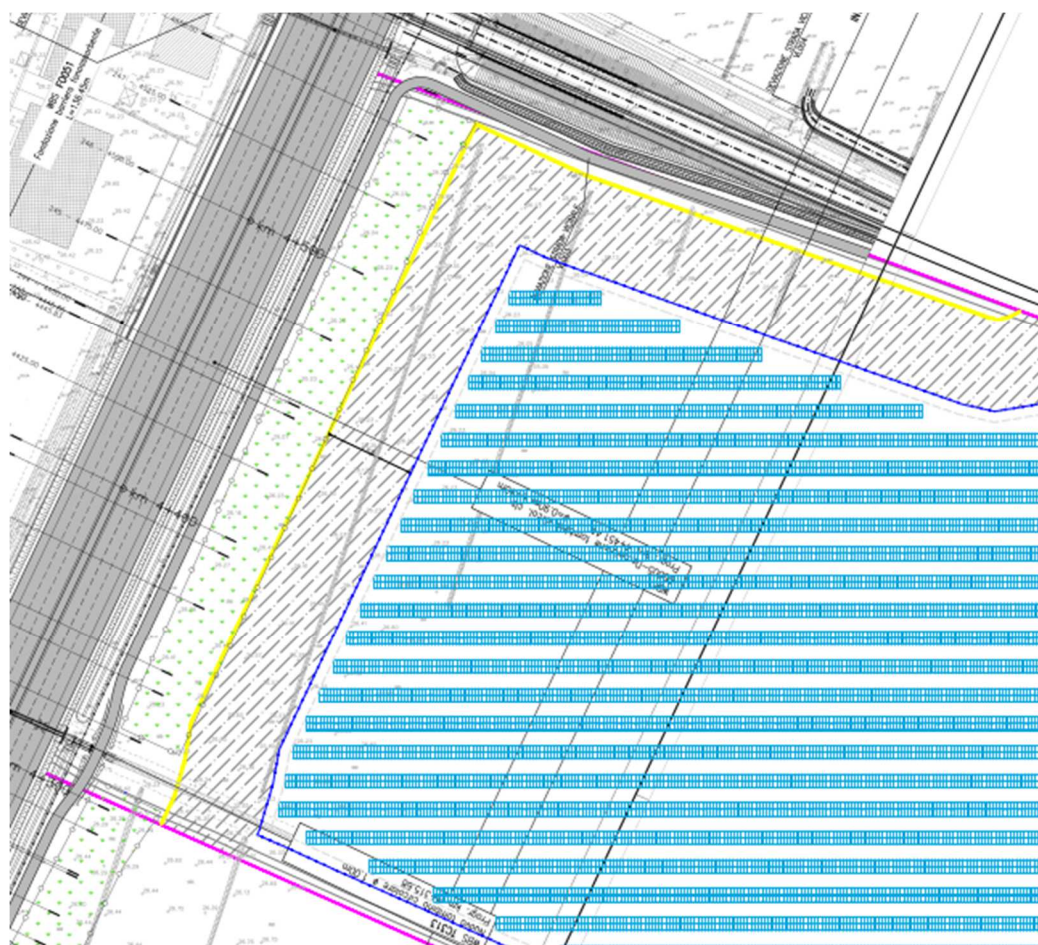


Figura 2- Dettaglio progetto ampliamento autostradale e relativa fascia di rispetto

La fascia mitigativa di progetto autostradale sarà implementata da una mitigazione esterna all'area recintata a cura del proponente. L'inserimento vegetazionale di opere a verde a basso fusto, oltre ai fondamentali aspetti di un riequilibrio ecologico, presenta anche un'importante valenza paesistica, sia da un punto di vista visivo che per quanto riguarda il contenimento di polveri e rumore.

Saranno inoltre presenti opere mitigative su tutto il perimetro dell'impianto ed avranno un'altezza non inferiore a 3 m.

Per la valutazione adeguata dei fenomeni di abbagliamento, vista la vicinanza con l'Autostrada A13, è stato utilizzato il software ForgeSolar di Sims Industries, che presenta le seguenti caratteristiche:

- utilizza il diagramma solare alla latitudine del luogo (per tutti i giorni dell'anno e per ogni minuto);
- costruisce il diagramma dei raggi riflessi a intervalli di un minuto secondo le leggi di riflessione di e la legge di Fresnell.

Inoltre il software quantifica l'effetto dell'abbagliamento solare in base a tre categorie:

- green - basso potenziale di causare un'immagine residua;
- yellow - potenziale di causare un'immagine residua temporanea;
- red - potenziale di causare ustioni alla retina (danno permanente agli occhi).

Si evidenzia che l'ustione della retina in genere non è possibile con l'abbagliamento degli

impianti fotovoltaici in quanto i pannelli fotovoltaici non focalizzano la luce solare riflessa.

L'impatto oculare dell'abbagliamento viene visualizzato con il grafico del rischio di abbagliamento, il quale mostra l'impatto oculare in funzione dell'angolo sotteso della sorgente di abbagliamento e dell'irradiazione retinica.

Ogni minuto di abbagliamento viene visualizzato nel grafico come un piccolo cerchio nella rispettiva zona di pericolo.

Per comodità, viene fornito un punto di riferimento che illustra il pericolo derivante dalla visione del sole senza filtraggio, ad es. fissare il sole.

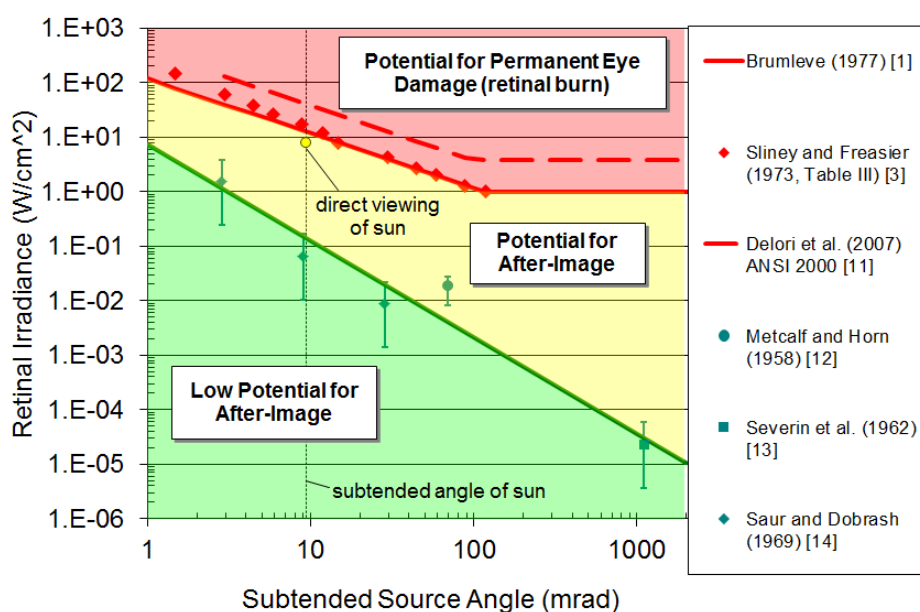


Figura 3- Grafico del rischio di abbagliamento

I risultati dei calcoli effettuati sono riportati nel report del software di calcolo allegato.

Da tale documento risulta che i fenomeni di abbagliamento di tipo "yellow" si verificheranno solo per i conducenti di autoveicoli che si troveranno a passare sull'Autostrada A13 nel periodo tra Aprile e Agosto per circa 16 minuti all'anno, nell'arco temporale che va dalle 6:00 alle 6:30 del mattino.

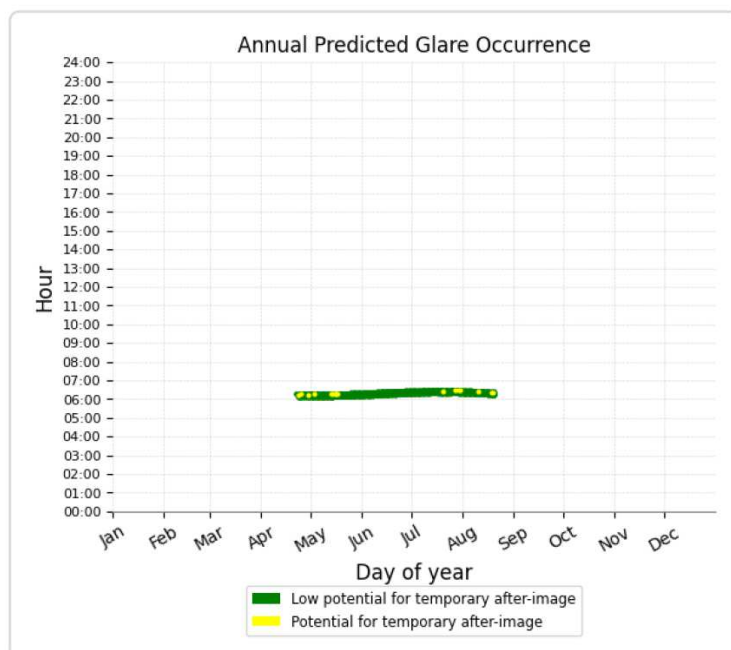


Figura 4- Grafico temporale del rischio di abbagliamento per il lotto di impianti fotovoltaici

## 5. CONCLUSIONI

In base alla bassa frequenza degli abbagliamenti di tipo "yellow", al limitato periodo dell'anno e alla collocazione temporale nel primo mattino, risulta che i rischi di abbagliamento causati dalla riflessione dei pannelli del lotto di impianti fotovoltaici sono trascurabili per gli utenti in transito sull'Autostrada A13 BOLOGNA-PADOVA.

## ALLEGATI

Si allega alla presente relazione i seguenti documenti:

- Report risultati software di calcolo;
- Elaborati grafici:
  - Scheda tecnica modulo fotovoltaico;
  - TAV.A06: Strutture di sostegno.

Jesi, Gennaio 2025



# GLARE ANALYSIS

Project: **260S22\_CHIRON (Castel Maggiore 1-2-3)**

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica "CASTEL MAGGIORE 1" - "CASTEL MAGGIORE 2" - "CASTEL MAGGIORE 3"

Site configuration: **260S22\_CHIRON Castel Maggiore 1-2-3**

Created 08 Jan, 2025

Updated 09 Jan, 2025

Time-step 1 minute

Timezone offset UTC1

Minimum sun altitude 0.0 deg

DNI peaks at 1,000.0 W/m<sup>2</sup>

Category 10 MW to 100 MW

Site ID 138270.23415

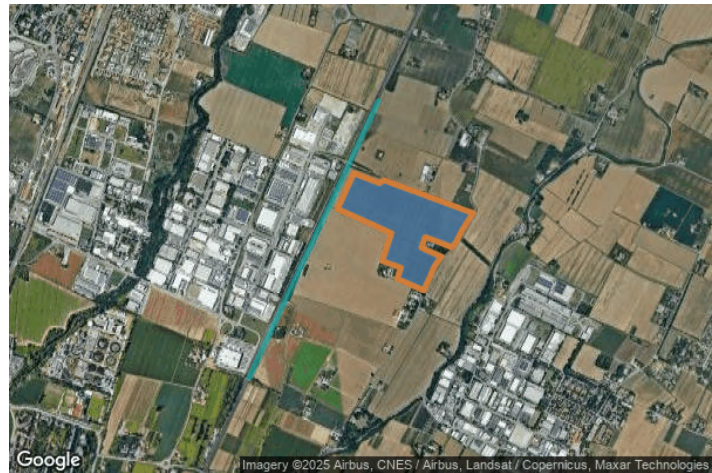
Ocular transmission coefficient 0.5

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 potential for temporary after-image predicted

| PV Array   | Tilt | Orient | Annual Green Glare |      | Annual Yellow Glare |     | Energy<br>kWh |
|------------|------|--------|--------------------|------|---------------------|-----|---------------|
|            | °    | °      | min                | hr   | min                 | hr  |               |
| PV array 1 | 25.0 | 180.0  | 1,322              | 22.0 | 16                  | 0.3 | 55,140,000.0  |

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  |
| Route 1  | 1,322              | 22.0 | 16                  | 0.3 |

# Component Data

---

## PV Arrays

**Name:** PV array 1

**Axis tracking:** Fixed (no rotation)

**Tilt:** 25.0°

**Orientation:** 180.0°

**Rated power:** 24161.28 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      | 44.561005    | 11.380992     | 25.09                | 2.50                    | 27.59               |
| 2      | 44.561593    | 11.381371     | 24.91                | 2.50                    | 27.41               |
| 3      | 44.562250    | 11.381789     | 24.63                | 2.50                    | 27.13               |
| 4      | 44.562843    | 11.382169     | 24.54                | 2.50                    | 27.04               |
| 5      | 44.562588    | 11.383109     | 24.80                | 2.50                    | 27.30               |
| 6      | 44.562334    | 11.384047     | 25.03                | 2.50                    | 27.53               |
| 7      | 44.562485    | 11.384368     | 24.98                | 2.50                    | 27.48               |
| 8      | 44.562165    | 11.385588     | 25.14                | 2.50                    | 27.64               |
| 9      | 44.561896    | 11.386628     | 25.19                | 2.50                    | 27.69               |
| 10     | 44.561632    | 11.387622     | 25.02                | 2.50                    | 27.52               |
| 11     | 44.561332    | 11.388769     | 25.65                | 2.50                    | 28.15               |
| 12     | 44.561031    | 11.389915     | 25.84                | 2.50                    | 28.34               |
| 13     | 44.560779    | 11.390877     | 26.49                | 2.50                    | 28.99               |
| 14     | 44.560347    | 11.390492     | 25.95                | 2.50                    | 28.45               |
| 15     | 44.559917    | 11.390106     | 26.28                | 2.50                    | 28.78               |
| 16     | 44.559374    | 11.389719     | 26.86                | 2.50                    | 29.36               |
| 17     | 44.559241    | 11.389615     | 26.86                | 2.50                    | 29.36               |
| 18     | 44.559021    | 11.389324     | 27.37                | 2.50                    | 29.87               |
| 19     | 44.559286    | 11.388377     | 27.11                | 2.50                    | 29.61               |
| 20     | 44.559542    | 11.387423     | 26.49                | 2.50                    | 28.99               |
| 21     | 44.559521    | 11.387370     | 26.48                | 2.50                    | 28.98               |
| 22     | 44.558977    | 11.387103     | 26.81                | 2.50                    | 29.31               |
| 23     | 44.558747    | 11.387842     | 27.57                | 2.50                    | 30.07               |
| 24     | 44.558513    | 11.388563     | 27.77                | 2.50                    | 30.27               |
| 25     | 44.558128    | 11.388152     | 26.80                | 2.50                    | 29.30               |
| 26     | 44.557814    | 11.387924     | 26.86                | 2.50                    | 29.36               |
| 27     | 44.557458    | 11.387723     | 27.02                | 2.50                    | 29.52               |
| 28     | 44.556780    | 11.387272     | 27.74                | 2.50                    | 30.24               |
| 29     | 44.556985    | 11.386608     | 27.20                | 2.50                    | 29.70               |
| 30     | 44.557219    | 11.385849     | 27.17                | 2.50                    | 29.67               |
| 31     | 44.557374    | 11.385348     | 26.71                | 2.50                    | 29.21               |
| 32     | 44.557951    | 11.385633     | 26.70                | 2.50                    | 29.20               |
| 33     | 44.558122    | 11.384947     | 26.63                | 2.50                    | 29.13               |
| 34     | 44.558293    | 11.384260     | 26.26                | 2.50                    | 28.76               |
| 35     | 44.559018    | 11.384596     | 25.56                | 2.50                    | 28.06               |
| 36     | 44.559744    | 11.384931     | 25.47                | 2.50                    | 27.97               |
| 37     | 44.560094    | 11.383842     | 25.38                | 2.50                    | 27.88               |
| 38     | 44.560374    | 11.382968     | 25.45                | 2.50                    | 27.95               |
| 39     | 44.560696    | 11.381970     | 25.29                | 2.50                    | 27.79               |
| 40     | 44.561003    | 11.380998     | 25.09                | 2.50                    | 27.59               |

## Route Receptors

**Name:** Route 1

**Path type:** Two-way

**Observer view angle:** 50.0°



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) | Height above ground (m) | Total elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1      | 44.552211    | 11.374505     | 28.96                | 1.00                    | 29.96               |
| 2      | 44.552975    | 11.374998     | 28.78                | 1.00                    | 29.78               |
| 3      | 44.553663    | 11.375449     | 28.75                | 1.00                    | 29.75               |
| 4      | 44.554336    | 11.375899     | 28.26                | 1.00                    | 29.26               |
| 5      | 44.555070    | 11.376372     | 27.73                | 1.00                    | 28.73               |
| 6      | 44.555833    | 11.376877     | 27.15                | 1.00                    | 28.15               |
| 7      | 44.556599    | 11.377380     | 27.02                | 1.00                    | 28.02               |
| 8      | 44.557440    | 11.377938     | 26.40                | 1.00                    | 27.40               |
| 9      | 44.558205    | 11.378431     | 26.23                | 1.00                    | 27.23               |
| 10     | 44.558877    | 11.378882     | 26.39                | 1.00                    | 27.39               |
| 11     | 44.559703    | 11.379419     | 25.74                | 1.00                    | 26.74               |
| 12     | 44.560452    | 11.379912     | 25.14                | 1.00                    | 26.14               |
| 13     | 44.561173    | 11.380394     | 25.43                | 1.00                    | 26.43               |
| 14     | 44.561869    | 11.380850     | 25.51                | 1.00                    | 26.51               |
| 15     | 44.562552    | 11.381302     | 25.55                | 1.00                    | 26.55               |
| 16     | 44.563203    | 11.381730     | 25.55                | 1.00                    | 26.55               |
| 17     | 44.563846    | 11.382150     | 25.03                | 1.00                    | 26.03               |
| 18     | 44.564548    | 11.382616     | 24.62                | 1.00                    | 25.62               |
| 19     | 44.565252    | 11.383072     | 24.80                | 1.00                    | 25.80               |
| 20     | 44.565890    | 11.383488     | 24.67                | 1.00                    | 25.67               |
| 21     | 44.566621    | 11.383969     | 24.47                | 1.00                    | 25.47               |

## Obstruction Components

**Name:** Obstruction 1

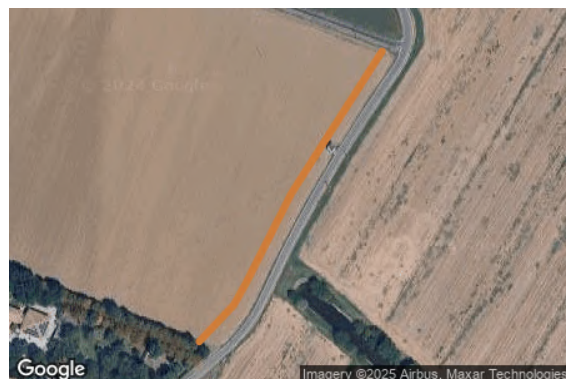
**Top height:** 1.5 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.562856    | 11.382165     | 24.52                |
| 2      | 44.562598    | 11.383114     | 24.82                |
| 3      | 44.562347    | 11.384045     | 25.10                |
| 4      | 44.562497    | 11.384368     | 25.00                |
| 5      | 44.562173    | 11.385593     | 25.13                |
| 6      | 44.561910    | 11.386634     | 25.19                |
| 7      | 44.561641    | 11.387629     | 24.97                |
| 8      | 44.561340    | 11.388774     | 25.63                |
| 9      | 44.561040    | 11.389919     | 25.84                |
| 10     | 44.560783    | 11.390895     | 26.49                |

**Name:** Obstruction 2

**Top height:** 1.5 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.560783    | 11.390894     | 26.49                |
| 2      | 44.560345    | 11.390499     | 25.97                |
| 3      | 44.559915    | 11.390113     | 26.25                |
| 4      | 44.559372    | 11.389726     | 26.85                |
| 5      | 44.559238    | 11.389621     | 26.86                |
| 6      | 44.559013    | 11.389324     | 27.41                |

**Name:** Obstruction 3

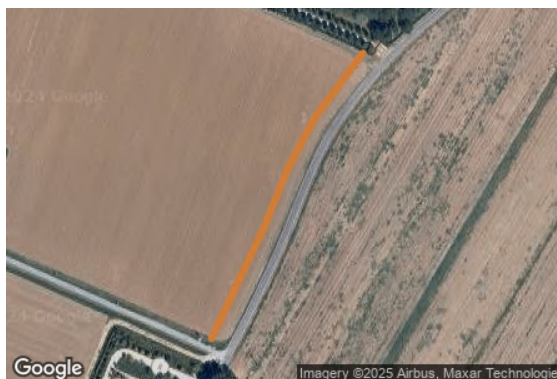
**Top height:** 1.5 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.559014    | 11.389323     | 27.41                |
| 2      | 44.559281    | 11.388373     | 27.22                |
| 3      | 44.559535    | 11.387422     | 26.49                |
| 4      | 44.559517    | 11.387375     | 26.48                |
| 5      | 44.558981    | 11.387113     | 26.89                |
| 6      | 44.558753    | 11.387845     | 27.57                |
| 7      | 44.558515    | 11.388575     | 27.94                |

**Name:** Obstruction 4

**Top height:** 1.5 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.558515    | 11.388576     | 27.94                |
| 2      | 44.558122    | 11.388164     | 26.78                |
| 3      | 44.557810    | 11.387932     | 26.88                |
| 4      | 44.557456    | 11.387730     | 27.04                |
| 5      | 44.556772    | 11.387276     | 27.77                |



**Name:** Obstruction 5

**Top height:** 3.0 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.557372    | 11.385335     | 26.71                |
| 2      | 44.557946    | 11.385619     | 26.71                |
| 3      | 44.558116    | 11.384943     | 26.64                |
| 4      | 44.558291    | 11.384249     | 26.24                |
| 5      | 44.559021    | 11.384587     | 25.52                |
| 6      | 44.559740    | 11.384917     | 25.45                |
| 7      | 44.560087    | 11.383837     | 25.38                |
| 8      | 44.560369    | 11.382962     | 25.48                |
| 9      | 44.560688    | 11.381963     | 25.32                |
| 10     | 44.561003    | 11.380981     | 25.10                |

**Name:** Obstruction 6

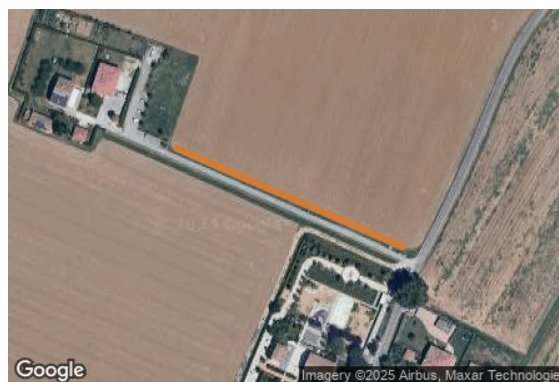
**Top height:** 3.0 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.561003    | 11.380981     | 25.10                |
| 2      | 44.561596    | 11.381361     | 24.94                |
| 3      | 44.562254    | 11.381777     | 24.64                |
| 4      | 44.562856    | 11.382165     | 24.52                |

**Name:** Obstruction 7

**Top height:** 3.0 m



| Vertex | Latitude (°) | Longitude (°) | Ground elevation (m) |
|--------|--------------|---------------|----------------------|
| 1      | 44.556772    | 11.387275     | 27.77                |
| 2      | 44.556981    | 11.386605     | 27.23                |
| 3      | 44.557215    | 11.385842     | 27.18                |
| 4      | 44.557374    | 11.385334     | 26.71                |

# Glare Analysis Results

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

| PV Array   | Tilt | Orient | Annual Green Glare |      | Annual Yellow Glare |     | Energy<br>kWh |
|------------|------|--------|--------------------|------|---------------------|-----|---------------|
|            | °    | °      | min                | hr   | min                 | hr  |               |
| PV array 1 | 25.0 | 180.0  | 1,322              | 22.0 | 16                  | 0.3 | 55,140,000.0  |

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  |
| Route 1  | 1,322              | 22.0 | 16                  | 0.3 |

## PV: PV array 1 potential temporary after-image

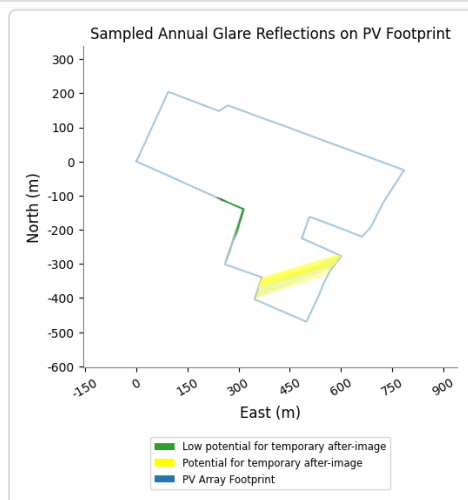
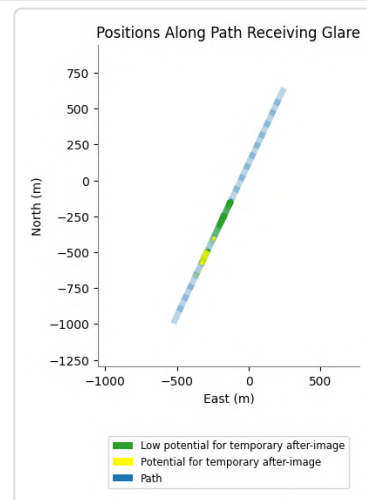
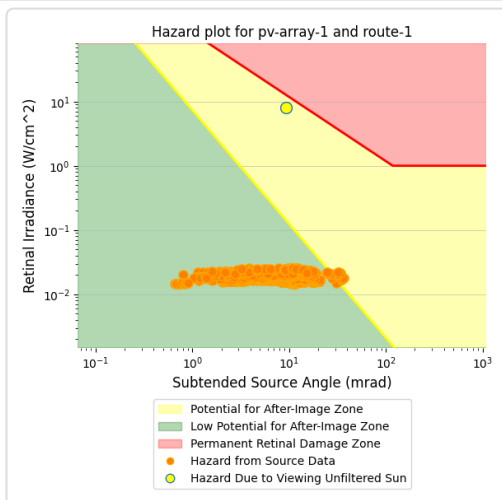
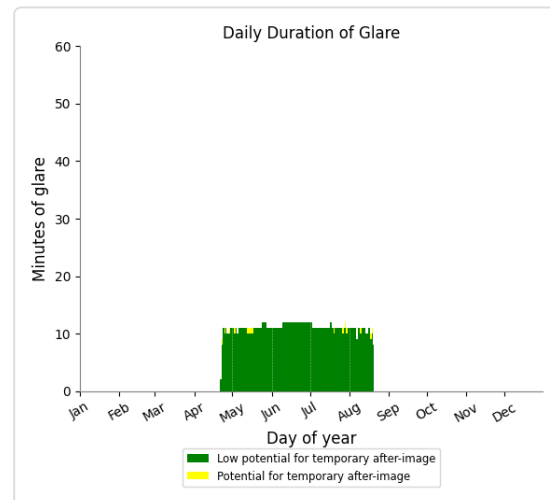
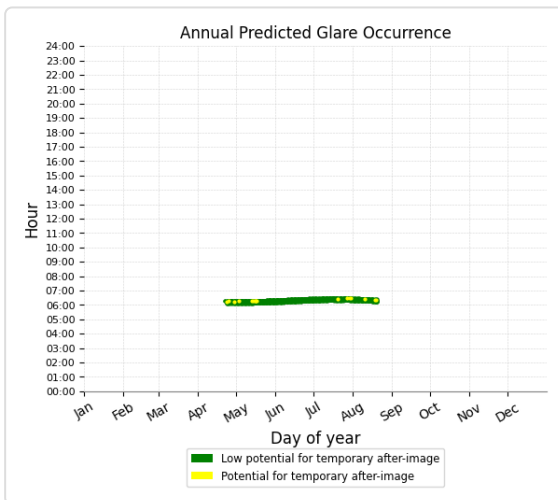
Receptor results ordered by category of glare

| Receptor | Annual Green Glare |      | Annual Yellow Glare |     |
|----------|--------------------|------|---------------------|-----|
|          | min                | hr   | min                 | hr  |
| Route 1  | 1,322              | 22.0 | 16                  | 0.3 |

## PV array 1 and Route: Route 1

Yellow glare: 16 min.

Green glare: 1,322 min.



# 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/](http://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

# Hi-MO 9

## LR7-72HYD 625~660M

- Products for utility with optimal power generation through the entire lifecycle
- Performance improvement leads to a more than 6.5% power generation gain
- TaiRay wafer & BC technology enhances high product reliability
- Smart manufacturing & LONGi product lifecycle standards deliver exceptional product quality



12-year Warranty for  
Materials and Processing



30-year Warranty for Extra  
Linear Power Output

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

# LONGi





**24.4%**  
MAX MODULE  
EFFICIENCY

**0~3%**  
POWER  
TOLERANCE

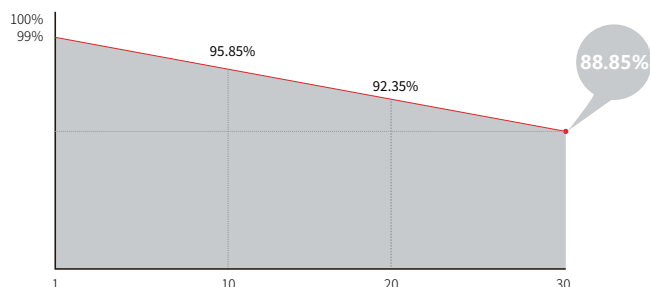
**<1%**  
FIRST YEAR  
POWER DEGRADATION

**0.35%**  
YEAR 2-30  
POWER DEGRADATION

**BC-CELL**  
LOWER OPERATING  
TEMPERATURE

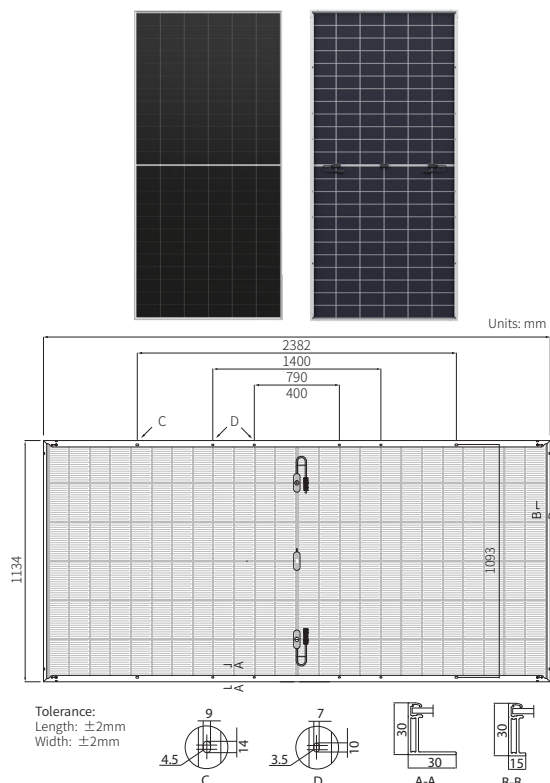
### Additional Value

#### 30-Year Power Warranty



### Mechanical Parameters

|                  |   |
|------------------|---|
| Cell Orientation | 144 (6×24)  |
| Junction Box     | IP68, three diodes  |
| Output Cable     | 4mm <sup>2</sup> , +400, -200mm/±1400mm<br>length can be customized |
| Glass            | Dual glass, 2.0+2.0mm heat strengthened glass                       |
| Frame            | Anodized aluminum alloy frame                                       |
| Weight           | 33.5kg  |
| Dimension        | 2382×1134×30mm  |
| Packaging        | 36pcs per pallet / 144pcs per 20' GP / 720pcs per 40' HC            |



### Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C

NOCT : AM1.5 800W/m<sup>2</sup> 20°C 1m/s

Test uncertainty for Pmax: ±3%

| Module Type                      | LR7-72HYD-625M |       | LR7-72HYD-630M |       | LR7-72HYD-635M |       | LR7-72HYD-640M |       | LR7-72HYD-645M |       | LR7-72HYD-650M |       | LR7-72HYD-655M |       | LR7-72HYD-660M |       |
|----------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| Testing Condition                | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  | STC            | NOCT  |
| Maximum Power (Pmax/W)           | 625            | 475.8 | 630            | 479.6 | 635            | 483.4 | 640            | 487.2 | 645            | 491.0 | 650            | 494.8 | 655            | 498.6 | 660            | 502.4 |
| Open Circuit Voltage (Voc/V)     | 53.72          | 51.05 | 53.82          | 51.15 | 53.92          | 51.24 | 54.02          | 51.34 | 54.12          | 51.43 | 54.22          | 51.53 | 54.32          | 51.62 | 54.42          | 51.72 |
| Short Circuit Current (Isc/A)    | 14.73          | 11.83 | 14.81          | 11.90 | 14.89          | 11.96 | 14.98          | 12.03 | 15.06          | 12.10 | 15.14          | 12.16 | 15.22          | 12.22 | 15.30          | 12.29 |
| Voltage at Maximum Power (Vmp/V) | 44.37          | 42.17 | 44.47          | 42.26 | 44.57          | 42.36 | 44.67          | 42.45 | 44.77          | 42.55 | 44.87          | 42.64 | 44.97          | 42.74 | 45.07          | 42.83 |
| Current at Maximum Power (Imp/A) | 14.09          | 11.29 | 14.17          | 11.36 | 14.25          | 11.42 | 14.33          | 11.49 | 14.41          | 11.55 | 14.49          | 11.61 | 14.57          | 11.68 | 14.65          | 11.75 |
| Module Efficiency(%)             | 23.1           |       | 23.3           |       | 23.5           |       | 23.7           |       | 23.9           |       | 24.1           |       | 24.2           |       | 24.4           |       |

### Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 645W front)

| Pmax /W | Voc/V | Isc /A | Vmp/V | Imp /A | Pmax gain |
|---------|-------|--------|-------|--------|-----------|
| 677     | 54.12 | 15.81  | 44.77 | 15.13  | 5%        |
| 710     | 54.12 | 16.57  | 44.77 | 15.85  | 10%       |
| 744     | 54.22 | 17.32  | 44.87 | 16.57  | 15%       |
| 776     | 54.22 | 18.07  | 44.87 | 17.29  | 20%       |
| 808     | 54.22 | 18.83  | 44.87 | 18.01  | 25%       |

### Operating Parameters

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| Operational Temperature            | -40°C ~ +85°C             |
| Power Output Tolerance             | 0 ~ 3%                    |
| Maximum System Voltage             | DC1500V (IEC/UL)          |
| Maximum Series Fuse Rating         | 30A                       |
| Nominal Operating Cell Temperature | 45±2°C                    |
| Protection Class                   | Class II                  |
| Bifaciality                        | 70±5%                     |
| Fire Rating                        | UL type 29<br>IEC Class C |

### Mechanical Loading

|                                   |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Front Side Maximum Static Loading | 5400Pa                               |
| Rear Side Maximum Static Loading  | 2400Pa                               |
| Hailstone Test                    | 25mm Hailstone at the speed of 23m/s |

### Temperature Ratings (STC)

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| Temperature Coefficient of Isc  | +0.050%/°C |
| Temperature Coefficient of Voc  | -0.200%/°C |
| Temperature Coefficient of Pmax | -0.260%/°C |



**CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l.**  
Chiron Energy  
SPV 25 S.r.l.  
Via Bigli, 2 - 20121 Milano  
P.IVA e C.F. 12456150965

VIA BIGLI N. 2 - MILANO  
C.F. e P.IVA 12456150965

Regione Emilia - Romagna

Comune di Castel Maggiore

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:  
Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica  
"CASTEL MAGGIORE 1" - "CASTEL MAGGIORE 2" - "CASTEL MAGGIORE 3"  
Via Stradellaccio snc

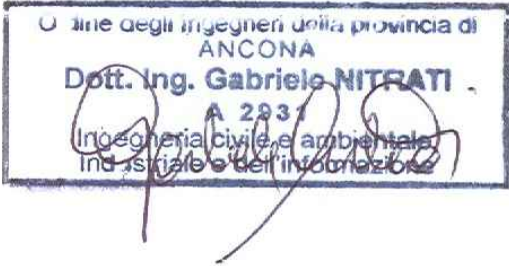
Oggetto: **STRUTTURE DI SOSTEGNO**  
Num. Rif. Lista: -  
Codifica Elaborato: **TAV.A06**

Società di Ingegneria:



**Solux s.r.l.**  
Via del Molino n.28, 60035 Jesi (AN)  
Tel: 0731 20 50 54 - Email: info@soluxengineering.it  
C.F. e P.IVA 02851330429 | Num. REA: AN - 263477  
[WWW.SOLUXENGINEERING.IT](http://WWW.SOLUXENGINEERING.IT)

Progettista:

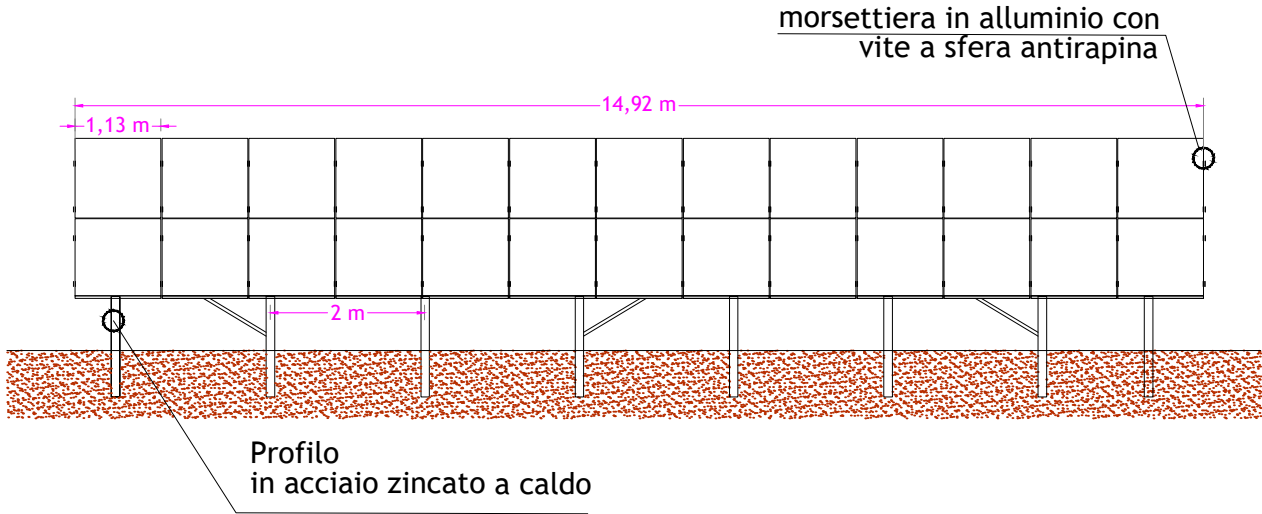


Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy

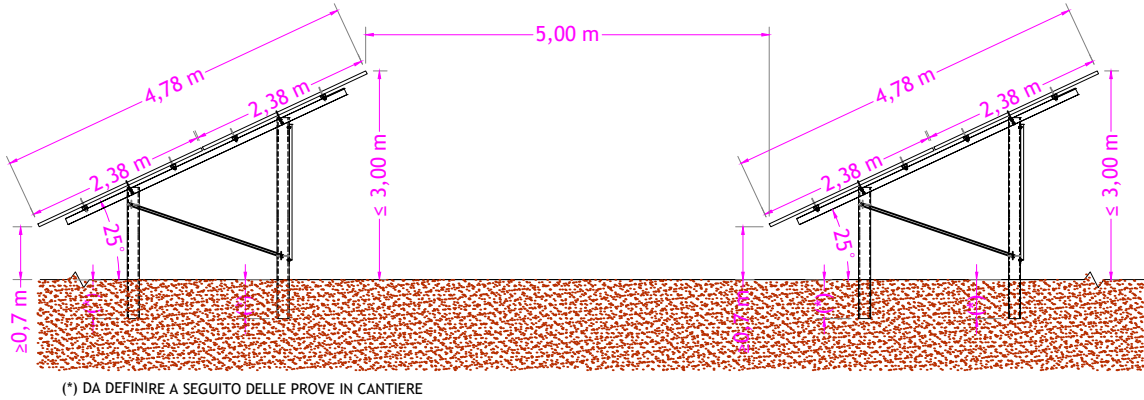
|                                       |         |   |                         |                     |                       |               |             |
|---------------------------------------|---------|---|-------------------------|---------------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Cod. File:<br>260S22_PD_TAV.A06_00.01 |         |   | Scala:<br>1:100         |                     | Formato:<br>-         | Codice:<br>PD | Rev.:<br>01 |
| Rev.                                  | Data    | Descrizione revisione:  | Redatto:                | Controllato:        | Approvato:            |               |             |
| 0                                     | 08/2024 | Prima emissione   | Niccolò Mandolini       | Ing. Gaia D'Antonio | Ing. Gabriele Nitrati |               |             |
| 1                                     | 12/2024 | Richiesta di Integrazione Regione prot. 18/11/2024.1271806.U. | Dott. Niccolò Mandolini | Ing. Gaia D'Antonio | Ing. Gabriele Nitrati |               |             |
| 2                                     | -       | -   | -                       | -                   | -                     |               |             |

SOLUX S.r.l. e CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l. si riservano la proprietà del presente elaborato che non può essere né riprodotto né comunicato a terzi senza autorizzazione.

VISTA FRONTALE STRUTTURE CON PALI INFISSI AL SUOLO  
Scala 1:100



VISTA LATERALE STRUTTURE CON PALI INFISSI AL SUOLO  
Scala 1:100



dimensioni modulo LONGI LR7-72HYD-660M o similare - 2.382 x 1.134 x 30 mm