

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 26,95 MW<sub>p</sub> DC E POTENZA IN IMMISSIONE 23 MW AC**  
*Località Spinazzino – Comune di Ferrara (FE)*

**PROPONENTE:**

**TEP RENEWABLES (FERRARA PV) S.R.L.**  
**Viale Shakespeare,71 – 00144 - Roma**  
**P. IVA e C.F. 16462341005 – REA RM - 1658414**

**PROGETTISTI:**

**ING. MATTEO BERTONERI**  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Massa – Carrara (MS)  
al n. 669

**ING. GIULIA GIOMBINI**  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo  
al n. A-1009

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**  
(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

***Relazione sull'inquinamento luminoso***

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
21-00007-IT- FERRARA_SA_R16_Rev0_ Relazione inquinamento luminoso	02/2022	Prima emissione	AB	MB GG	F. Battafarano

## INDICE

1. GENERALITA' .....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	7
4. SCELTA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI.....	8
4.1 ILLUMINAZIONE INTERNA DEI MANUFATTI .....	9
4.2 ILLUMINAZIONE AREA ESTERNA .....	13
4.3 RENDERING 3D / RENDERING COLORI SFALSATI .....	17

\*\*\*

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento</i> .....	5
Figura 4.1: Indio Led con ottica asimmetrica .....	13
Figura 4.2: Dimensioni Indio Led con ottica asimmetrica .....	13
Figura 4.3: Posizionamento spaziale delle lampade .....	16
Figura 4.4: Modello numerico Dialux .....	17
Figura 4.5: Rendering aeree illuminate .....	17
Figura 4.6: Rendering colori sfalsati .....	18

## 1. GENERALITA'

La presente relazione ha lo scopo di fornire la rispondenza alla Delibera di Giunta Regionale Emilia Romagna 12 novembre 2015, n. 1732 "TERZA direttiva per l'applicazione dell'articolo 2 della LR 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e la conformità dell'impianto di illuminazione esterna, ubicato all'interno del comuni di Ferrara nell'area occupata dal nuovo impianto fotovoltaico a terra di potenza pari a 26,95 MWp DC e potenza in immissione 23 MW AC.

In particolare, nel presente documento vengono descritte le caratteristiche principali del tipo di apparecchio utilizzato per la realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna ed i criteri ottimali di installazione degli stessi nel rispetto delle leggi e norme in materia di illuminazione al fine di perseguire le seguenti finalità:

- ridurre l'inquinamento luminoso ed i consumi da esso derivanti,
- realizzare un impianto ad alta efficienza favorendo il risparmio energetico,
- ottimizzare gli oneri di gestione e quelli di manutenzione.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è ubicata nel territorio comunale di Ferrara (FE) a ca. 12 km a Sud-Est dalla stessa città e a ca. 47 km a ovest dalla costa adriatica, nella porzione ricompresa tra i centri abitati di San Bortolomeo in Bosco, a nord, Marrara, a est, Bova di Marrara, a sud, e Spinazzino, ad ovest, questi ultimi due non costituiscono un vero e proprio nucleo abitativo, ma piuttosto un insieme di poche case.

L'area di studio si presenta come un paesaggio pianeggiante (con quota media di ca. 5 m s.l.m. nell'area di intervento), solcato da una moltitudine di corpi idrici e compreso tra il corso del fiume Po, a nord, e quello del Reno, a sud. Tale area risulta interamente a vocazione agricola con presenza di aree urbanizzate sparse la principale delle quali è il centro abitato di Ferrara. Il sito di intervento si colloca, dunque, in area antropizzata.

L'area sede dell'impianto fotovoltaico, di potenza nominale di 26,95 MWp, completamente recintata, risulta essere pari ad oltre 42 ha, di cui oltre 26 ha per l'installazione del campo fotovoltaico, all'interno del quale saranno installate altresì n.7 Power Station (PS o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT). La connessione dell'impianto alla SSE di utenza MT/AT in loc. Focomorto avverrà mediante cavo interrato MT che si estenderà lungo la viabilità pubblica per un percorso di ca. di 20 km, per poi interconnettersi alla Stazione AT di Terna "Focomorto", mediante cavo interrato AT di ca. 405.

Le coordinate del campo fotovoltaico sono:

- Latitudine 44°42'48.71"N;
- Longitudine 11°39'28.73"E;
- L'altitudine media del sito è di 5 m.s.l.m.

In *Figura 2.1* si riporta la localizzazione dell'intervento di progetto in tutte le sue componenti.



Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento

La rete stradale, che interessa l'area di intervento, è costituita da:

- A13 "Autostrada Bologna-Padova" che si estende ad ovest dell'impianto a ca. 11 km di distanza dallo stesso e che, mediante il raccordo autostradale RA8, si raccorda con la SS309 "Via Romea" che si estende circa parallelamente alla costa adriatica, ad est dell'impianto;
- SS16 "Strada Statale Adriatica" che si estende a ca. 3,5 km ad est dell'impianto;
- SS64 "Strada Statale Porrettana" che si estende a ca. 8,5 km ad ovest dell'impianto;
- SP25 "Via Imperiale" che si estende a quasi 4 km ad ovest dell'impianto;
- SP65 "Via Argenta" che si estende a quasi 3 km ad est dell'impianto;
- SP22 "Via Masi" che si estende a ca. 3 km a nord ovest dell'impianto e per buona porzione coincide con il percorso del cavo interrato MT;
- Strada locale "Via della Cembalina" che lambisce il confine nord dell'impianto in oggetto;
- Strada locale "Via della Stanga" che si estende a sud dell'impianto e si raccorda con Via della Cembalina a meno di 1 km dall'impianto;
- Strada locale "Via Spinazzino" che mette in comunicazione Via della Cembalina con Via Masi;
- Strada agricola "Strada della Valle Vecchia" che si estende a sud-est dell'impianto

- Strade secondarie

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed una buona accessibilità, attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Nella Tabella 2.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto in progetto.

*Tabella 2-1: principali caratteristiche tecniche dell'impianto in progetto*

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (FERRARA PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Ferrara (FE)
Denominazione impianto:	Ferrara
Dati catastali area impianto in progetto:	Foglio 364 (particella 1, 5, 6, 7, 19, 26, 27, 33, 35, 50, 51)
Dati catastali area stazione in progetto:	Foglio 166 Particelle 484
Potenza di picco (MWp):	26,95 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker monoassiali
Inclinazione piano dei moduli:	+55° - 55°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Secondo la cartografica del PSC del comune di Ferrara, l'area risulta in piccola parte in zona a vincolo idraulico e in zona Unesco "Ferrara città' del Rinascimento e Delta del Po", ma tali aree sono state escluse dell'area netta dell'impianto
Cabine PS:	n.7 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 36 kV
Coordinate:	44°42' N 11°39' E Altitudine media 5 m s.l.m.

### 3. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione esterna sono:

**CEI 64-8:** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

**CEI EN 60439:** Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);

**CEI EN 60445:** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;

**CEI EN 60529:** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

**CEI EN 60099:** Scaricatori

**CEI 20-19:** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

**CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750

**CEI 81-10/1/2/3/4:** Protezione contro i fulmini;

**CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

**Norma UNI 10819 (1999)** Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna –

Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

**Norma UNI EN 12464-2 (2014)** – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno;

**D. Lgs. 81/2008** Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

**DM 37/2008** Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.

**legge Regionale dell'Emilia Romagna del 29/09/2003 n.19**, in tema di "Norme In Materia Di Riduzione Dell'inquinamento Luminoso E Di Risparmio Energetico".

**Delibera di Giunta Regionale Emilia Romagna 12 novembre 2015, n. 1732** "TERZA direttiva per l'applicazione dell'articolo 2 della LR 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" (TESTO per la stampa comprensivo del testo della LR 19/03)



## 4. SCELTA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI

L'impianto di illuminazione perimetrale esterna nel rispetto delle prescrizioni della L.R. 19/2003 e successiva Delibera di Giunta Regionale Emilia Romagna 12 novembre 2015, n. 1732 avrà le seguenti principali caratteristiche:

- apparecchi illuminanti in grado di non avere emissioni del flusso luminoso verso l'alto chiusi con vetro piano ed installati con schermo parallelo al terreno e grado di protezione minimo IP54;
- sorgenti luminose di tipo a LED con efficienza luminosa non inferiore a 90 lm/W
- disposizione ottimizzata dei punti luce per il raggiungimento dei parametri illuminotecnici a seconda della classificazione delle aree;
- orologio astronomico e relè crepuscolare per ottimizzare accensioni e spegnimenti di impianto secondo le specifiche coordinate geografiche del luogo e secondo le effettive condizioni meteorologiche;
- altezza massima di installazione pari a 7m realizzata con sostegni verticali e sistemi di attacco.

A maggior chiarezza dei termini tecnici riguardanti le terminologie sulle lampade, si allega il seguente glossario:

Flusso Luminoso:	E' la quantità di energia luminosa emessa nello spazio da una sorgente per unità di tempo; il flusso è identificato dal simbolo $\phi$ e la sua unità di misura è il lumen (lm)
Intensità luminosa:	E' la quantità di luce (I) emessa da una sorgente puntiforme che si propaga in una determinata direzione. Tale intensità viene definita come il quoziente del flusso $\phi$ emesso in una certa direzione in un cono di angolo solido unitario $w$ da cui $I=d\phi/dw$ , e la sua unità di misura è la candela (cd).
Temperatura di colore:	E' la mescolanza in giusta misura di diversi colori, viene misurata in gradi Kelvin ed è fondamentale per la scelta e l'installazione degli apparecchi illuminanti.
Illuminamento:	E' il numero con cui si procede con la progettazione illuminotecnica; con questo numero è possibile valutare la quantità di luce che emessa da una sorgente è presente su una superficie, in pratica è quello che ci permette di vedere più o meno bene in ambiente notturno, ed è pari al rapporto tra il flusso luminoso incidente ortogonalmente su una superficie e l'area della superficie che riceve il flusso; l'unità di misura è il lux (lx) in pratica lumen su metro quadro.
Luminanza:	Rapporto fra l'intensità luminosa infinitesima $dI$ in una direzione assegnata e l'areola elementare apparente $A$ entro cui è compresa l'emissione luminosa. La sua unità di misura è $cd/m^2$ .
Resa cromatica:	La resa dei colori o resa cromatica è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati dalle nostre sorgenti: l'indice Ra che si trova nei cataloghi delle lampade più è elevato e più la resa cromatica è elevata.



#### 4.1 ILLUMINAZIONE INTERNA DEI MANUFATTI

L'apparecchio illuminante scelto per l'illuminazione interna dei seguenti manufatti:

- Cabina Uffici
- Cabina Magazzino
- Cabina BT/MT
- Cabine Power Station (Cabine di campo)

è una plafoniera stagna IP66 con doppio modulo a LED da 36W tipo Echo della Disano o modello equivalente posizionato secondo quanto riportato negli elaborati di dettaglio e qui di seguito riprodotto.

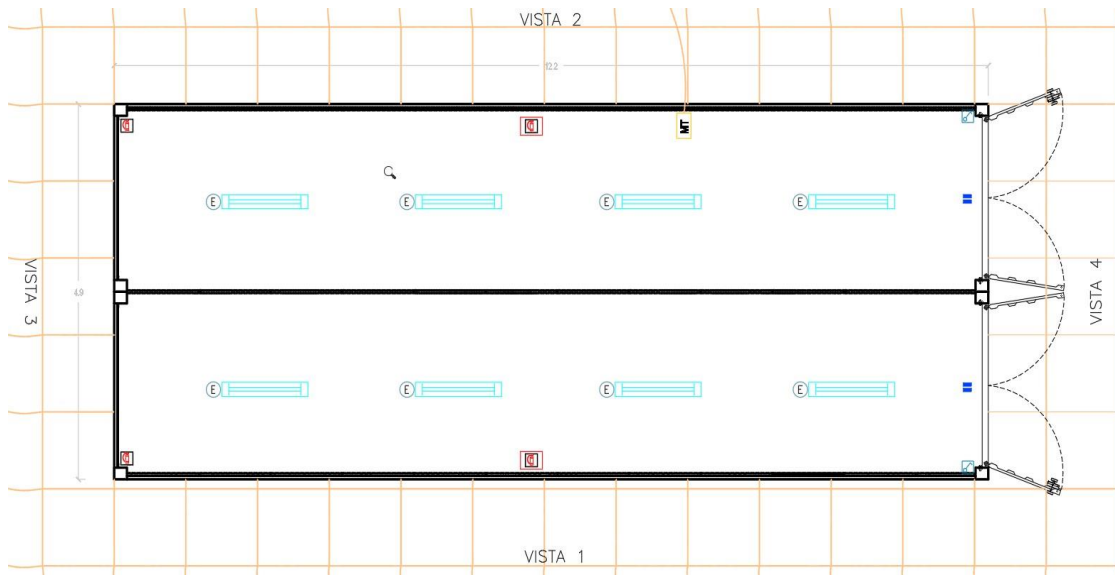


Figura 4.2 - Posizionamento plafoniere Magazzino.

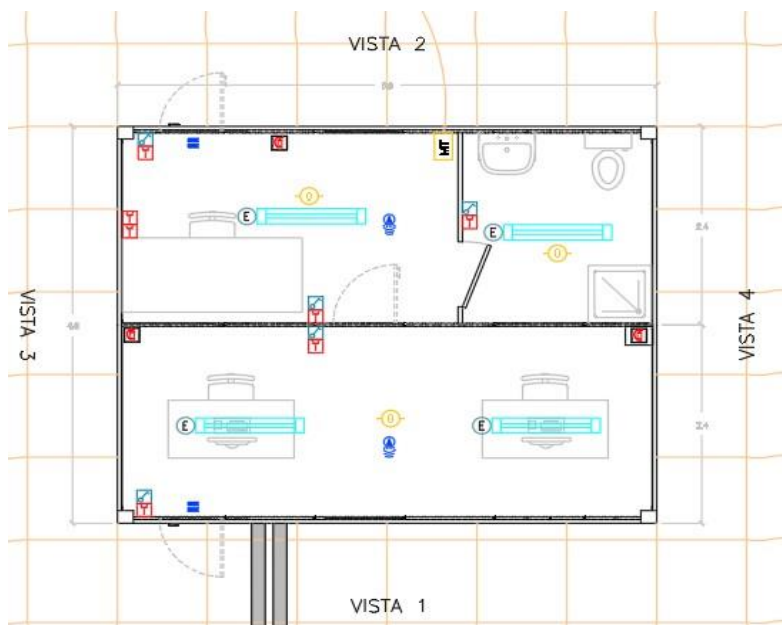


Figura 4.3 - Posizionamento plafoniere Cabina Uffici

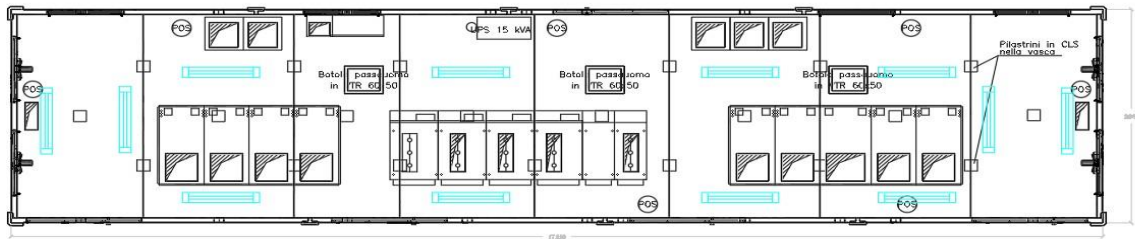


Figura 4.4 - Posizionamento plafoniere Cabina Power Station e nella cabina BT/MT.

L'installazione è facilitata dalla staffa in acciaio inox di serie per la collocazione a plafone, mentre il gancio a molla di serie consente l'aggancio rapido a qualsiasi sistema di sospensione a catena. Inoltre speciali denti-guida permettono un perfetto allineamento per le armature utilizzate in serie continua.

L'impiego degli apparecchi a LED rispetto a quelli di tipo tradizionale, a parità di valori illuminotecnici da raggiungere nelle varie aree, comporta potenze di installazione minori per singolo corpo illuminante (favorendo quindi il risparmio energetico) e costi di manutenzione ridotti, grazie alla lunga aspettativa di vita e durata dei LED.

Di seguito una descrizione delle caratteristiche tecniche del corpo illuminante selezionato per l'illuminazione dell'area esterna della stazione di utenza.



Figura 4.5 – Plafoniera LED tipo ECHO.

Corpo	Stampato ad iniezione, in policarbonato grigio RAL7035, infrangibile, di elevata resistenza meccanica grazie alla struttura rinforzata da nervature interne.
Diffusore	Stampato ad iniezione in policarbonato trasparente prismaticizzato internamente per un maggior controllo luminoso, autoestinguento V2, stabilizzato ai raggi UV. La finitura liscia esterna facilita l'operazione di pulizia, necessaria per avere sempre la massima efficienza luminosa.
Dotazione	completa di connettore per l'installazione rapida.

Radar Sensor è un dispositivo elettronico che rileva immediatamente qualsiasi presenza entri nel suo campo d'azione. Quando il sensore rileva un movimento nell'area di monitoraggio, la luce rimarrà accesa. Quando il sensore non rileva alcun movimento, la luce si spegnerà dopo un tempo pre-impostato.

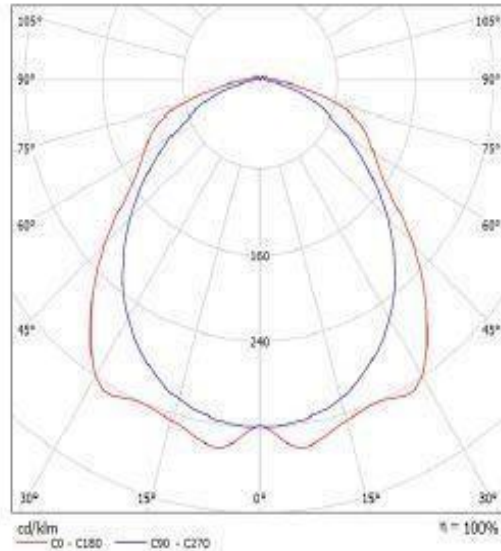
Emergenza SA (sempre acceso) In caso di "black-out" la lampada collegata al circuito in emergenza rimane accesa, evitando così problemi dovuti all'improvvisa mancanza di illuminazione. L'autonomia è di 60 min. Al ritorno della tensione la batteria si ricarica automaticamente.

Normativa Prodotti in conformità alle vigenti norme EN 60598-1 C EI 34-21, grado di protezione IP66IK08 secondo le EN 60529. Installabile su superfici normalmente infiammabili. Resistente alla prova del filo incandescente per 850°C.; vita utile 80.000h al 80% L80B20. Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo di rischio esente.

## Disano Illuminazione SpA 927 36W CLD CELL 927 Echo - bilampada LED - Energy Saving / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

### Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 97  
CIE Flux Code: 48 79 95 97 100

### Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
α Spillto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
α Paralel	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
α Ravvicinato	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale X Y		Linea di vista perpendicolare all'asse della lampada					Linea di vista parallela all'asse della lampada				
2H	2H	28,5	29,8	18,6	20,1	20,4	19,0	20,2	18,3	20,5	28,8
	3H	20,1	21,2	20,5	21,6	21,9	20,1	21,2	20,4	21,5	21,9
	4H	20,8	21,9	21,2	22,5	22,8	20,8	21,9	20,8	21,9	22,2
	6H	21,3	22,3	21,7	22,6	23,0	20,7	21,7	21,1	22,1	22,5
	8H	21,8	22,8	21,8	22,7	23,1	20,8	21,7	21,2	22,1	22,5
4H	12H	21,5	22,4	21,9	22,8	23,2	20,6	21,7	21,2	22,1	22,5
	2H	20,1	20,1	19,5	20,5	20,8	19,4	20,5	18,8	20,0	21,2
	3H	20,9	21,8	21,3	22,2	22,6	20,7	21,6	20,1	22,0	22,4
	4H	21,7	22,5	22,2	22,9	23,4	21,2	22,0	21,7	22,5	22,9
	6H	22,5	23,0	22,6	23,4	23,9	21,6	22,3	22,1	22,7	23,2
8H	8H	22,5	23,1	22,9	23,6	24,1	21,7	22,4	22,3	22,8	23,3
	12H	22,6	23,2	23,1	23,7	24,2	21,8	22,4	22,3	22,8	23,3
	4H	21,9	22,8	22,4	23,0	23,5	21,5	22,1	22,0	22,6	23,1
	6H	22,7	23,2	23,2	23,7	24,2	21,9	22,5	22,5	23,0	23,5
	8H	22,9	23,4	23,4	23,9	24,4	22,1	22,6	22,7	23,1	23,7
12H	12H	23,1	23,6	23,7	24,1	24,6	22,3	22,7	22,8	23,2	23,8
	4H	21,9	22,5	22,4	23,0	23,5	21,5	22,1	22,0	22,6	23,1
	6H	22,7	23,2	23,2	23,7	24,2	22,0	22,5	22,6	23,0	23,6
8H	23,0	23,4	23,5	23,9	24,5	22,3	22,7	22,8	23,2	23,8	
Vantaggi della posizione dell'osservatore e per le distanze delle lampade S											
S = 1,0H	+0,2 / -0,2					+0,2 / -0,3					
S = 1,5H	+0,3 / -0,3					+0,3 / -0,3					
S = 2,0H	+0,5 / -0,7					+0,7 / -1,3					
Tabella standard Addendo di correzione	800K					800K					
	5,5					4,5					

## 4.2 ILLUMINAZIONE AREA ESTERNA

L'apparecchio illuminante scelto per l'illuminazione dell'area esterna dei seguenti manufatti

- Cabina Uffici
- Cabina Magazzino
- Cabina BT/MT
- Cancelli
- Stazione di trasformazione Utente

è un proiettore IP66 in doppio isolamento (classe II) con lampade a LED ed ottica asimmetrica da 101W tipo Indio della Disano o modello equivalente posto sulla sommità del palo e con inclinazione parallela al terreno. Quindi, la morsetteria a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe II e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

L'impiego degli apparecchi a LED rispetto a quelli di tipo tradizionale, a parità di valori illuminotecnici da raggiungere nelle varie aree, comporta potenze di installazione minori per singolo corpo illuminante (favorendo quindi il risparmio energetico) e costi di manutenzione ridotti, grazie alla lunga aspettativa di vita e durata dei LED.

Di seguito una descrizione delle caratteristiche tecniche del corpo illuminante selezionato per l'illuminazione dell'area esterna della stazione di utenza.



Figura 4.1: Indio Led con ottica asimmetrica

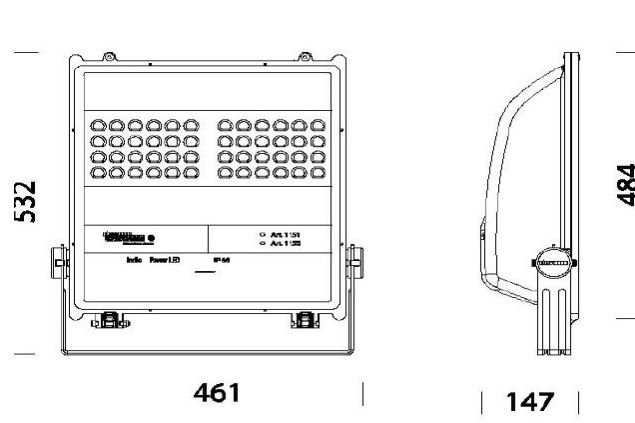


Figura 4.2: Dimensioni Indio Led con ottica asimmetrica

Corpo/Telaio	in alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento.
Diffusore	In vetro temperato sp. 5mm resistente agli shock termici e agli urti.
Ottiche	Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimenti resistente alle alte temperature e ai raggi UV.
Verniciatura	il ciclo di verniciatura standard a polvere e composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.
Equipaggiamento	Guarnizione di gomma siliconica. Pressacavo in nylon f.v. diam.1/2 pollice gas.. Viterie in acciaio imperdibili, anticorrosione e antigrippaggio. Staffa in acciaio inox con scala goniometrica. Telaio frontale, apribile a cerniera, rimane agganciato al corpo dell'apparecchio.
Normativa:	Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529.
Altri Dati	Ta-30+40°C Mantenimento del flusso luminoso al 80% 80.000h L80B20. Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente Fattore di potenza: 0,9 Superficie di esposizione al vento 1970cm <sup>2</sup> .

**Disano 1151 Indio - LED asimmetrico Disano 1151 48 led CLD CELL grafite / Scheda tecnica CDL**

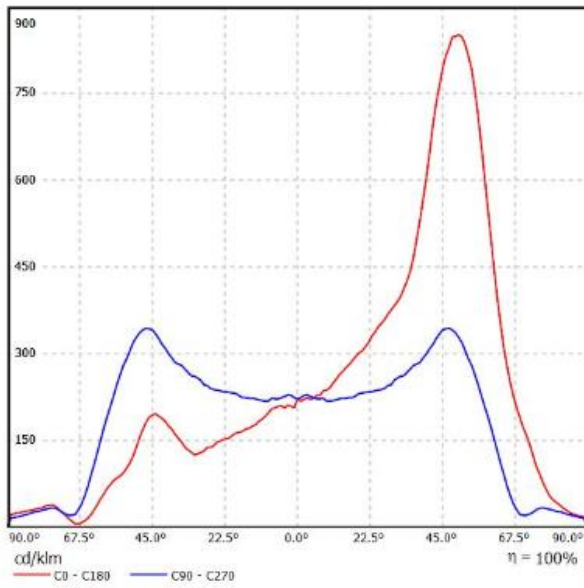
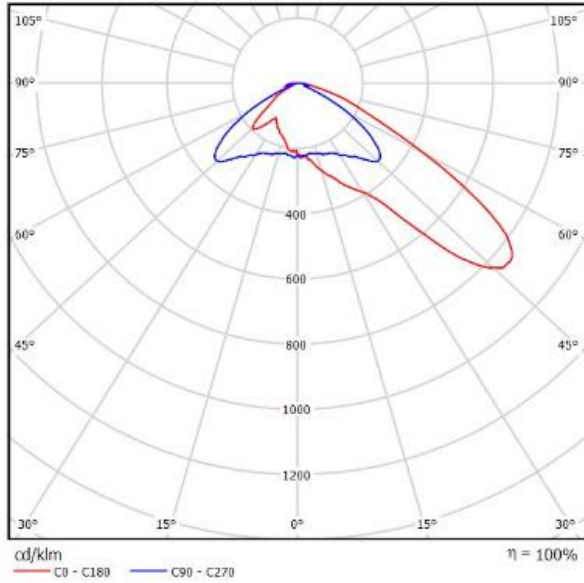
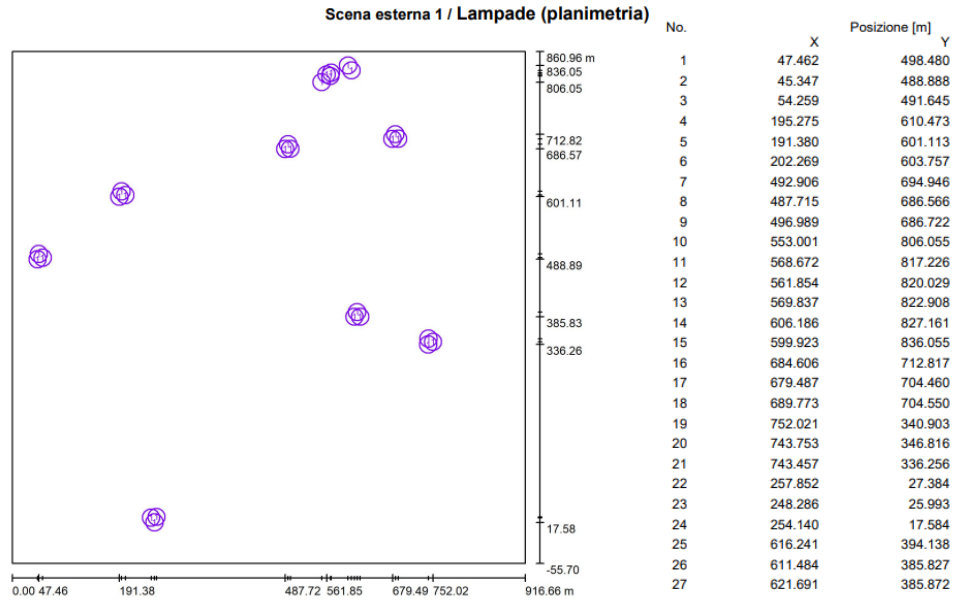




Figura 4.3: Posizionamento spaziale delle lampade nel modello



4.3 RENDERING 3D / RENDERING COLORI SFALSATI

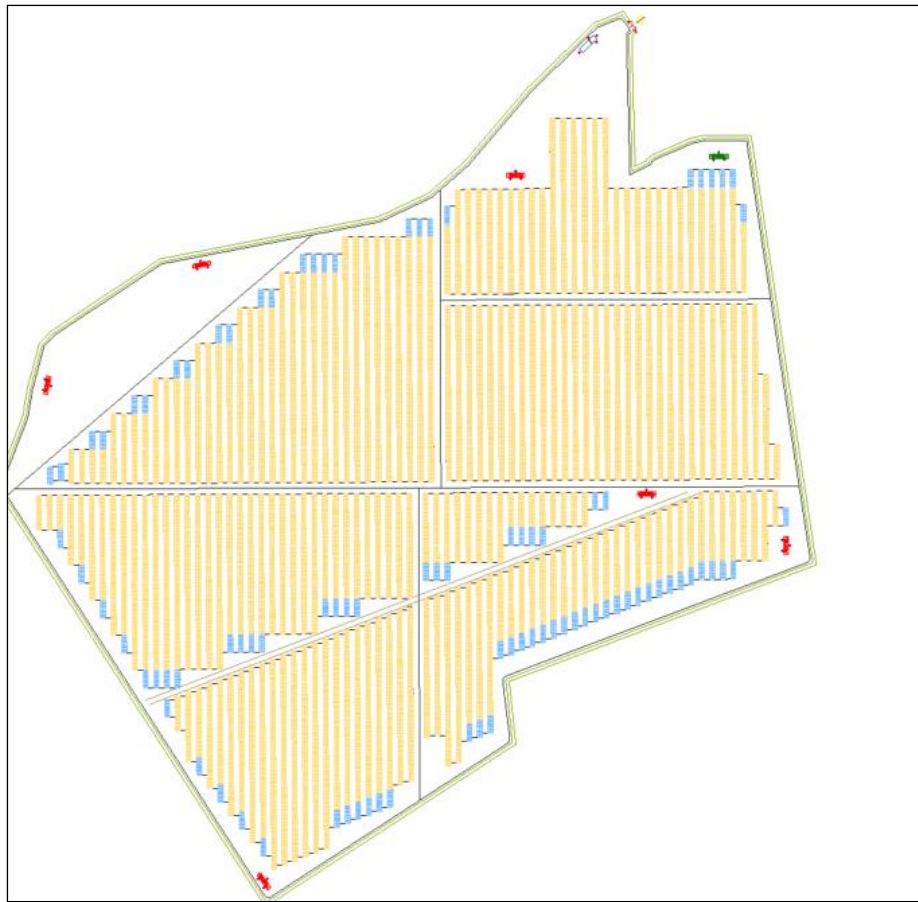


Figura 4.4: Modello numerico Dialux

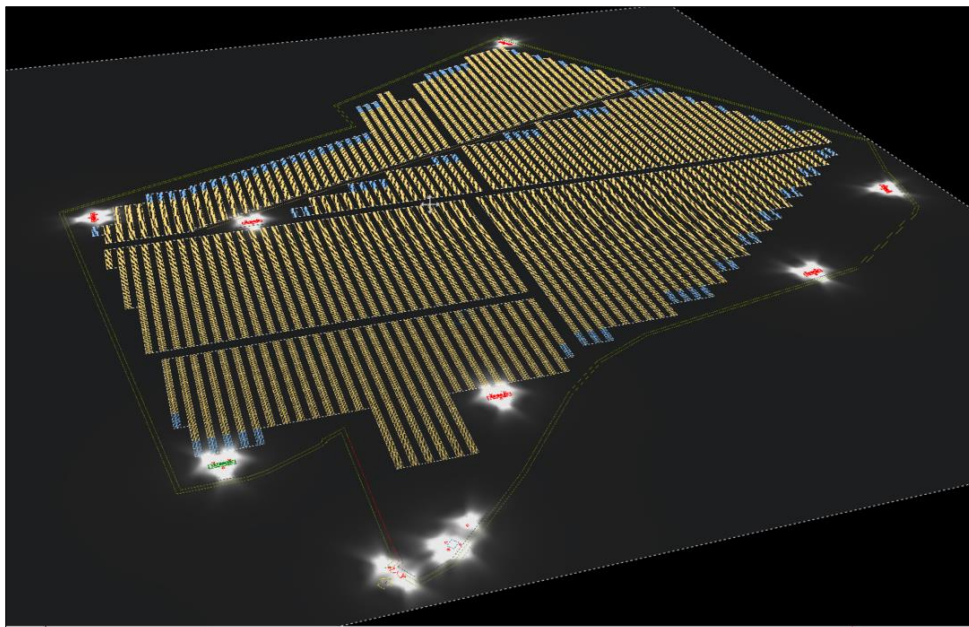


Figura 4.5: Rendering aeree illuminate

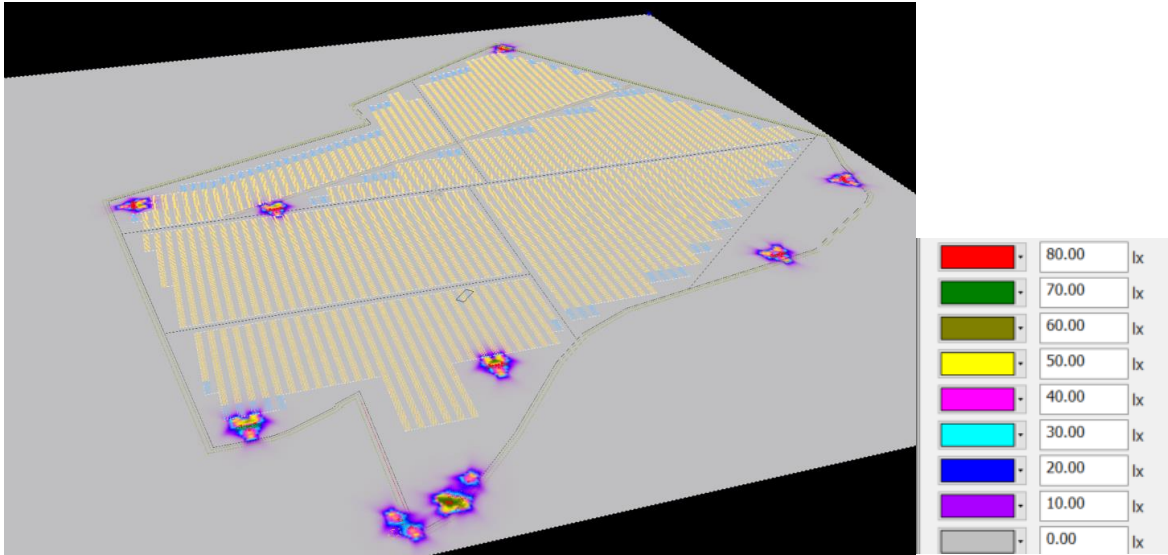


Figura 4.6: Rendering colori sfalsati