

IMPIANTO A G RIVOLTAICO EG BETULLA SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 93,73 MWp - COMUNE DI POLESELLA (RO)

Proponente

EG BETULLA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 – 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 12460120962 – PEC: egbetulla@pec.it

Progettazione

Ing. Antonello Rutilio

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it

Tel.: +39 0532 202613 – email: a.rutilio@incico.com

Coordinamento progettuale

SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI 4 – 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 – PEC: solarit@lamiapec.it

Tel.: +390425 072 257 – email: info@solaritglobal.com

Titolo Elaborato

RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL25	24SOL069_PD_REL25.00-Relazione Inquinamento Luminoso	GIUGNO '24

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	GIUGNO '24	EMISSIONE PER PERMITTING	MIA	EPO	ARU



COMUNE DI POLESELLA (RO)

REGIONE VENETO



RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

INDICE

1	SCOPO	1
2	LEGGI E NORME.....	1
3	CRITERI DI PROGETTAZIONE	2
	Condizioni Ambientali	2
	Legge Regionale n.17 del 07/08/2009	2
4	VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO	3
	Illuminazione durante la fase di cantiere e dismissione dell'impianto	3
	Illuminazione ordinaria	3
5	SOFTWARE DI CALCOLO	4
	Illuminazione di stazioni di trasformazione e conversione, cabinati e accessi	5
	Cabinati e stazioni di trasformazione e conversione	5
	Accessi.....	5
6	CONCLUSIONI	9
	Note finali.....	9

1 SCOPO

L'inquinamento luminoso rappresenta un'alterazione dei livelli di luce naturalmente presenti nell'ambiente notturno, provocata dall'immissione di luce artificiale. Questa alterazione, più o meno elevata a seconda delle località, può provocare danni di diversa natura: ambientali, culturali ed economici.

Tra i danni ambientali si possono elencare la difficoltà o perdita di orientamento negli animali, l'alterazione del fotoperiodo in alcune piante, l'alterazione dei ritmi circadiani nelle piante, negli animali e nell'uomo.

Sotto il profilo culturale, nell'ambito dell'astronomia amatoriale e professionale, il fenomeno condiziona l'efficienza dei telescopi ottici, tanto da richiederne il posizionamento lontano da questa forma di inquinamento.

Il danno economico corrisponde al consumo di energia elettrica correlato al flusso luminoso disperso, inteso come flusso non utilizzato per perseguire le finalità di un impianto di illuminazione.

L'analisi relativa al contenimento dell'inquinamento luminoso e al risparmio energetico consiste nel verificare il rispetto della normativa vigente in materia, al fine di limitare l'alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente notturno provocata dalle immissioni di un impianto di illuminazione esterna.

Scopo del presente documento è quello di illustrare i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche relative alla costruzione del sistema di illuminazione asservito all'impianto agrivoltaico ed associato alla proponente Società EG Betulla S.R.L. con sede in Via dei Pellegrini 22 a Milano (MI).

2 LEGGI E NORME

Il presente documento è stato sviluppato in accordo alle normative vigenti, in particolare si è fatto riferimento a quelle di cui di seguito:

UNI EN 12464-1:2011

“Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in interno”;

UNI EN 12464-2:2014

“Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in esterno”;

UNI 10819: 2021

“Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Grandezze illuminotecniche e procedure di calcolo per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”;

UNI 11665:2005

“Valutazione dell'abbagliamento molesto con il metodo UGR”;

UNI EN 11630:2016

“Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”;

UNI EN 1838:2013

“Illuminazione di emergenza”;

Nello sviluppo del seguente documento si è inoltre tenuto conto delle disposizioni di legge della Regione Veneto e delle prescrizioni delle autorità locali, enti ed amministrazioni interessate.

Legge Regionale n.17 del 07/08/2009

"Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici"

3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Condizioni Ambientali

L'impianto agrivoltaico in progetto verrà realizzato interamente nel territorio del comune di Polesella su terreni regolarmente censiti al catasto come da piano particellare riportato (PD_REL15). Il design d'impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico.

Legge Regionale n.17 del 07/08/2009

La progettazione dell'impianto di illuminazione asservito all'impianto agrivoltaico, in accordo con l'art. 8 della disposizione regionale, avverrà a tutela degli osservatori astronomici professionali che svolgono attività di ricerca scientifica, degli osservatori astronomici non professionali e dei siti di osservazione che svolgono attività di rilevanza culturale, scientifica e popolare d'interesse regionale e/o provinciale.

Il punto 7 del suddetto articolo chiarisce che le fasce di rispetto degli osservatori astronomici professionali, non professionali e dei siti di osservazione e le fasce di rispetto costituite dalle aree naturali protette hanno un'estensione di raggio, fatti salvi i confini regionali, pari:

- a 25 chilometri di raggio per gli osservatori professionali;
- a 10 chilometri di raggio per gli osservatori non professionali e per i siti di osservazione;
- all'estensione dell'intera area naturale protetta.

Si segnala che, ai sensi di tale disposizione, sono state rispettate le distanze dichiarate al punto 7, in quanto gli osservatori astronomici professionali presenti nella regione Veneto distano dal sito dell'impianto "EG Betulla S.R.L.":

- dall'osservatorio astronomico Padova a Cima Ekar nel comune di Asiago (Vicenza) circa 100km;
- dall'osservatorio astrofisico dell'Università degli studi di Padova nel comune di Asiago (Vicenza) circa 100km;

L'osservatorio astronomico non professionale presente nella regione Veneto più vicino al sito dell'impianto "EG Betulla S.R.L." risulta essere:

- l'osservatorio astronomico pubblico di S. Apollinare (Rovigo), gestito dal Gruppo Astrofili Polesani (GAP), che dista poco più di 10km;

Come disposto dall' art. 9 della Legge Regionale, n. 17, relativo ai requisiti tecnici ed alle modalità d'impiego degli impianti di illuminazione, si considerano conformi ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti:

- sono costituiti di apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi ed oltre;
- sono equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a Ra=65, ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w esclusivamente per l'illuminazione di monumenti, edifici,
- sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di sicurezza specifiche; in assenza di norme di sicurezza specifiche la luminanza media sulle superfici non deve superare 1 cd/mq;
- sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto e riducono il flusso luminoso in misura superiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro. La riduzione di luminanza, in funzione dei livelli di traffico, è obbligatoria per i nuovi impianti d'illuminazione stradale.

I requisiti disposti dall'art. 9 della Legge Regionale n.17 risultano essere rispettati in quanto:

- saranno adoperati degli apparecchi illuminanti aventi intensità luminosa pari a 0 per angoli rispetto al piano orizzontale di 90° ed oltre;
- saranno adoperati degli apparecchi luminanti a led in sostituzione alle lampade al sodio ad alta o bassa pressione, in accordo a quelle che sono le specifiche tecniche di resa cromatica minime offerte dal mercato odierno;

- le superfici illuminate non superano il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di sicurezza specifiche come da calcolo illuminotecnico di cui nel seguito;
- verranno adoperate solo nei casi di intrusione, per un periodo limitato di tempo, e nei casi di manutenzione ordinaria e straordinaria;

È inoltre concessa deroga ai requisiti di cui sopra per gli impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione.

Ai fini di un'elevata efficienza dell'impianto di illuminazione, in accordo con il comma 11 dell'art. 9, si sono osservate le seguenti prescrizioni:

- impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni massime di interesse dei punti luce e che minimizzino costi e interventi di manutenzione nell'illuminazione pubblica e privata per esterni
- massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza). La progettazione degli impianti di illuminazione esterna notturna dev'essere tale da contenere al massimo la luce intrusiva all'interno delle abitazioni e di ogni ambiente adiacente l'impianto.

4 VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Illuminazione durante la fase di cantiere e dismissione dell'impianto

Le fasi di cantiere e dismissione dell'impianto saranno effettuate, per la maggior parte della durata delle attività durante le ore diurne/pomeridiane, adoperando l'illuminazione naturale.

In caso di utilizzo di illuminazione artificiale:

- Verrà evitata la sovra-illuminazione e sarà minimizzata la luce riflessa verso l'alto adoperando apparecchi specificatamente progettati;
- Verranno spente le luce in assenza di attività lavorativa;

Illuminazione ordinaria

Durante la fase ordinaria di funzionamento dell'impianto il sistema di illuminazione sarà generalmente spento e si attiverà esclusivamente nei seguenti casi:

- Solo in caso di intrusione, per un periodo di tempo limitato (nel caso di attivazione dell'allarme e di verifica anti-intrusione);
- Nei casi di manutenzione ordinaria e straordinaria;

Ai fini di ottimizzare il consumo energetico e di ridurre l'inquinamento luminoso, l'impianto di illuminazione prevede in prossimità dell'ingresso un sistema di accensione ON-OFF con rilevamento di movimento per garantire l'accesso del personale addetto in totale sicurezza.

Nella tabella seguente si riportano i requisiti di illuminazione per attività nei luoghi di lavoro in esterno.

Requisiti di illuminazione per attività nei luoghi di lavoro in esterno secondo UNI EN 12464-2			
Tipo di zona, compito od attività in esterno	Illuminamento medio mantenuto Em [lux]	Uniformità di illuminamento U_0 (*)	Aree di impianto
Zone di circolazione nei luoghi di lavoro all'esterno			
Pedane stradali per i pedoni	5	0.25	n.a.

Requisiti di illuminazione per attività nei luoghi di lavoro in esterno secondo UNI EN 12464-2			
Tipo di zona, compito od attività in esterno	Illuminamento medio mantenuto Em [lux]	Uniformità di illuminamento U_0 (*)	Aree di impianto
Zone con traffico di veicoli che si spostano lentamente (max. 10km/h) ad esempio biciclette, muletti, escavatori	10	0.4	Strade e piazzali
Zone con traffico di veicoli regolare (max 40km/h)	20	0.4	n.a.
Passaggi pedonali, punti di carico e scarico	50	0.4	n.a.

NB: I valori della tabella soprariportata, è di solo riferimento e non è vincolante in quanto non sono previste attività lavorative notturne.

Il fattore di manutenzione utilizzato per i calcoli considera una perdita di luminosità dei corpi illuminanti, dovuta all'invecchiamento e all'accumulo di sporcizia, secondo i seguenti parametri:

- Condizioni dell'ambiente (grado di sporcizia): medio;
- Intervallo di manutenzione: 1 volta all'anno;

5 SOFTWARE DI CALCOLO

Per il calcolo illuminotecnico si è usato il programma DIALux Evo, impiegando apparecchi illuminanti come indicato nelle apposite schede in basso.

Questo non implica la scelta a priori di una marca di apparecchi illuminanti per l'effettiva installazione. I valori di illuminamento calcolati sono legati alle curve fotometriche degli apparecchi scelti nel programma utilizzato. Nel caso vengano utilizzati altri tipi di apparecchi, occorre tenere conto delle relative curve fotometriche del corpo illuminante effettivamente installato e dei requisiti contenuti nel presente documento.

Nel caso vengano utilizzati altri tipi di apparecchi, occorre tenere conto delle relative curve fotometriche del corpo illuminante effettivamente installato e dei requisiti contenuti nel presente documento.

Nei paragrafi successivi si riportano i calcoli illuminotecnici effettuati per l'illuminazione in corrispondenza alle stazioni di trasformazione e conversione, cabinati e accessi.

Nei risultati dei calcoli illuminotecnici, per le aree analizzate verranno riportate le seguenti grandezze:

- Grafica dei valori: rappresentazione grafica del reticolo di calcolo con indicazione del livello di illuminamento;
- Em: valore dell'illuminamento medio mantenuto in lux;
- Emin: valore dell'illuminamento minimo, in lux, nell'area considerata;
- Emax: valore dell'illuminamento massimo, in lux, nell'area considerata;
- Emin/Em: uniformità di illuminamento;
- Emin/Emax: diversità di illuminamento;

Illuminazione di stazioni di trasformazione e conversione, cabinati e accessi

La soluzione adottata sarà il più possibile a basso consumo e progettata per minimizzare l'inquinamento luminoso, preservando l'ambiente circostante. Sarà prevista l'installazione in corrispondenza di:

- Cabinati e Stazioni di trasformazione e conversione;
- Accessi all'area d'impianto;

Cabinati e stazioni di trasformazione e conversione

Le cabine di controllo ospitano attrezzature elettriche e di monitoraggio cruciali per il funzionamento dell'impianto. L'illuminazione in queste aree è essenziale per consentire agli operatori di effettuare manutenzione e risolvere eventuali problemi in sicurezza, soprattutto in condizioni di scarsa luminosità.

La presenza di illuminazione adeguata riduce inoltre i rischi di incidenti durante le operazioni di manutenzione notturna o in condizioni di emergenza.

Accessi

Come riportato in precedenza, in caso di infrazioni o manutenzioni ordinarie e/o straordinarie gli ingressi e le uscite dell'impianto dovranno essere ben illuminati per garantire che il personale possa accedere e uscire dall'area in sicurezza.

L'illuminazione agli ingressi facilita il controllo degli accessi, permettendo di identificare chiaramente le persone che entrano o escono dall'impianto.

L'impianto luminoso sarà costituito da corpi illuminanti installati su pali ad un'altezza di 3 metri fuori terra ed attivati da sensori di movimento per funzionare durante le ore notturne, per prevenire intrusioni e atti di vandalismo o in caso di manutenzione.

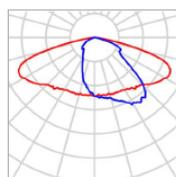
Di seguito viene riportata la scheda tecnica della lampada utilizzata e il calcolo illuminotecnico per l'illuminazione perimetrale:

Polesella

DIALux

24SOL069 - Polesella

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	25.0 W
Articolo No.	330473-39	$\Phi_{Lampadina}$	3204 lm
Nome articolo	3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite	$\Phi_{Lampada}$	3204 lm
Dotazione	1x LTx24_530_75_3k	η	100.00 %

Polesella

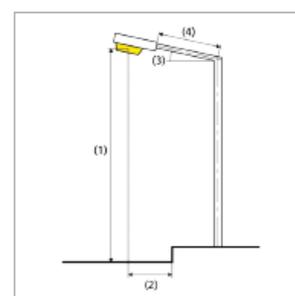
DIALux

24SOL069 - Polesella

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite (su un lato sopra)

Distanza pali	60.000 m
(1) Altezza fuochi	3.000 m
(2) Distanza fuochi	0.500 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 25.0 W
Potenza / percorso	425.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	≥ 70°: 427 cd/klm ≥ 80°: 84.5 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*4
Classe indici di abbagliamento	D.5
MF	0.80



Polesella

DIALux

24SOL069 - Polesella

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

	Unità	Calcolato
Cabinati e Accessi	L_m	0.46 cd/m ²
	U_o	0.00
	U_l	0.00
	TI	71 %
	R_{E1}	0.18

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo di energia
24SOL069 - Polesella	D_p	0.015 W/lx*m ²	-
3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite (su un lato sopra)	D_e	0.4 kWh/m ² anno	100.0 kWh/anno

Polesella

DIALux

245OL069 - Polesella

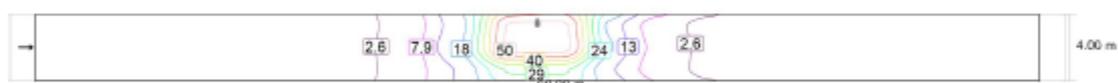
Cabinati e Accessi

Risultati per campo di valutazione

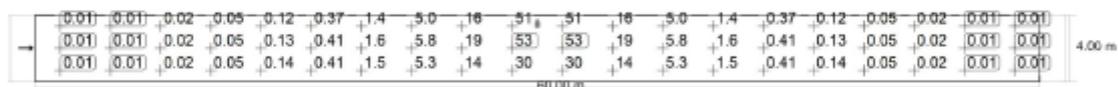
	Unità	Calcolato
Cabinati e Accessi	L_m	0.46 cd/m ²
	U_o	0.00
	U_i	0.00
	TI	71 %
	R_{Ei}	0.18

Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 2.000 m, 1.500 m	L_m	0.46 cd/m ²
	U_o	0.00
	U_i	0.00
	TI	71 %



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500
3.333	0.01	0.01	0.02	0.05	0.12	0.37	1.40	4.98	16.46	51.46	51.46	16.46	4.98	1.40	0.37	0.12	0.05
2.000	0.01	0.01	0.02	0.05	0.13	0.41	1.55	5.82	18.65	52.79	52.79	18.65	5.82	1.55	0.41	0.13	0.05
0.667	0.01	0.01	0.02	0.05	0.14	0.41	1.51	5.30	13.74	29.90	29.90	13.74	5.30	1.51	0.41	0.14	0.05

Polesella

DIALux

24SOL069 - Polesella Cabinati e Accessi

m	52.500	55.500	58.500
3.333	0.02	0.01	0.01
2.000	0.02	0.01	0.01
0.667	0.02	0.01	0.01

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E_m	E_{min}	E_{max}	$U_0 (g_1)$	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	6.85 lx	0.007 lx	52.8 lx	0.00	0.00

6 CONCLUSIONI

Nei precedenti capitoli si è analizzato il contesto dell'inquinamento luminoso nella regione Veneto. Contestualmente si è proceduto a effettuare un calcolo illuminotecnico in rispetto delle leggi e normative vigenti.

In linea con i risultati ottenuti da queste analisi è stato definito l'impianto di illuminazione più conforme possibile alla buona norma, così come è riportato all'interno di questa relazione.

Note finali

- Durante la fase di cantiere e di dismissione dell'impianto, le lavorazioni saranno effettuate, per la maggior parte della durata delle attività, utilizzando l'illuminazione naturale. Qualora ci fosse bisogno dell'illuminazione artificiale saranno adottati gli accorgimenti previsti nel Cap. 4.
- Durante la fase di esercizio dell'impianto FV, il sistema di illuminazione prevede l'utilizzo di corpi illuminanti con lampade a LED con riflettore avente ottica antinquinamento luminoso nei soli casi di intrusione, emergenza e manutenzione straordinaria.

Per questo motivo l'impatto visivo è da considerarsi nullo.