

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG COLOMBO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 19.30 MW<sub>p</sub> - COMUNE DI ARGENTA (FE)

## Proponente

### EG COLOMBO S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 – 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11769720969 – PEC: [egcolombo@pec.it](mailto:egcolombo@pec.it)



## Progettazione



### Ing. Antonello Rutilio

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.rutilio@incico.com](mailto:a.rutilio@incico.com)

## Collaboratori



### Ing. Lorenzo Stocchino

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [l.stocchino@incico.com](mailto:l.stocchino@incico.com)

## Coordinamento progettuale



### SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI 4 – 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiappec.it](mailto:solarit@lamiappec.it)  
Tel.: +390425 072 257 – email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	BR1-INT07	BR1-INT07.01 - Relazione illuminotecnica.docx	OTTOBRE 2023

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	GIUGNO '23	INTEGRAZIONE 1° CDS	LBO	LST	ARU
1	OTTOBRE '23	REVISIONE POTENZA LAMPADA	LBO	LST	ARU



COMUNE DI ARGENTA (FE)  
REGIONE EMILIA ROMAGNA



# RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

## INDICE

1. SCOPO .....	1
2. LEGGI E NORME.....	1
3. CRITERI DI PROGETTAZIONE .....	1
3.1 Condizioni ambientali .....	1
3.2 Disposizioni principali .....	1
3.3 Requisiti tecnici .....	2
4. DATI DI PROGETTO .....	4
5. SOFTWARE DI CALCOLO .....	4
6. ALLEGATO 1 (CALCOLI E SCHEDE APP.).....	5

## 1. SCOPO

Scopo del presente documento è quello di illustrare i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche relative alla costruzione di sistema di illuminazione asservito all'impianto fotovoltaico ed associato alla proponente Società Società **EG COLOMBO S.r.l.** con sede in Via dei Pellegrini 22 (MI). Tutte le parti di impianto oggetto della presente valutazione saranno realizzate nel territorio del comune di Argenta (FE).

## 2. LEGGI E NORME

Il presente documento è stato sviluppato in accordo alle normative vigenti, in particolare si è fatto riferimento alle seguenti:

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 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

Legge della Regione Emilia-Romagna, n. 19 del 29 Settembre 2003 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico";

D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013: nuova direttiva per l'applicazione dell'articolo2 della legge regionale 29 Settembre 2003, n.19 recante: "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

DGR n. 1732 del 12 novembre 2015, quale "TERZA direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge Regionale n. 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"

## 3. CRITERI DI PROGETTAZIONE

### 3.1 Condizioni ambientali

Come anticipato, l'impianto fotovoltaico in progetto, sarà realizzato interamente nel territorio del comune già indicato al capitolo 1, su terreni regolarmente censiti al catasto come da piano particellare di seguito riportato. Il design di impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico.

### 3.2 Disposizioni principali

La normativa regionale in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso è volto ad aumentare la salvaguardia per l'ambiente naturale (inteso come animali, piante e visione e conoscenza del patrimonio celeste), attraverso le seguenti misure principali:

- limitazioni nell'uso del tipo di sorgenti: è permesso solo l'uso di sorgenti luminose al sodio alta pressione.
- estensione delle aree individuate come Zone di protezione: si confermano le Aree Naturali Protette ed i Siti della Rete Natura2000 (SIC e ZPS) e i corridoi ecologici.
- riduzione del numero di Zone di protezione attorno agli osservatori, ed aumento dell'estensione della zona più piccola. Mentre nella vecchia normativa venivano attribuite 3 zone, la prima di 25 km attorno agli osservatori professionali, la seconda di 15 km attorno agli osservatori non professionali di rilevanza nazionale e regionale, e la terza di 10 km attorno agli osservatori non professionali di rilevanza provinciale, con la Nuova direttiva sono confermate solo le due zone più estese, attribuendo pertanto quella di 25 km agli osservatori professionali

(osservatori gestiti per lo più con fondi pubblici, dove è svolta attività professionale) e quella di 15 km a tutti gli osservatori non professionali (osservatori gestiti con fondi privati dove è svolta attività amatoriale), a prescindere dalla rilevanza territoriale.

Per quanto riguarda i requisiti tecnici degli impianti di illuminazione, le maggiori tutele riguardano sia i singoli componenti di un impianto (sorgenti, apparecchi, riduttori di potenza, alimentatori ecc) che l'impianto nel suo complesso.

In particolare, per le sorgenti, con la Nuova direttiva riguarda la possibilità di utilizzo, anche in ambito stradale, di tutti i tipi di sorgenti (LED compresi), al contrario quindi di quanto previsto dalla vecchia direttiva, per la quale le sorgenti ad elevata resa cromatica potevano essere utilizzate solo in ambito pedonale.

L'ammissione di tutti i tipi di sorgenti, non significa però che il loro uso non venga disciplinato dalla norma, e questo per garantire che sia nullo il rischio di alterazione del ritmo circadiano, che è il rischio legato alla potenziale influenza delle differenti componenti della luce dello spettro luminoso sul normale andamento del sistema di regolazione circadiano, cioè del ritmo caratterizzato da un periodo di 24 ore, che regola molte delle funzioni vitali, quali ad esempio il ciclo sonno/veglia, la secrezione della melatonina, la temperatura corporea, alcuni parametri legati al sistema circolatorio e la produzione di importanti ormoni. la massima sicurezza nei confronti dell'eventuale alterazione dei ritmi circadiani. Pertanto la Nuova Direttiva ammette l'uso di tutte le sorgenti che abbiano Temperatura di Colore Correlata (CCT) fino a 4000K, mentre quelle con temperature di colore più elevate possono essere utilizzate solo se il Fattore di effetto circadiano (detto invece Acv), indicatore del livello di alterazione dei ritmi circadiani, risulta inferiore o uguale a 0,60, valore identificato come garanzia di effetto nullo sui ritmi circadiani, sulla base degli studi internazionali all'avanguardia nel settore.

### 3.3 Requisiti tecnici

Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata devono essere corredati di certificazione di conformità al disposto D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013. L'impianto di illuminazione privato esterno si considera conforme ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso, considerando che la posizione degli osservatori protetti dall'inquinamento luminoso (Ricognizione della Regione Emilia-Romagna agg. Del 30 giugno 2021) è ad una distanza ben superiore a quanto indicato delle norme già citate (si veda l'allegato) e che lo stesso impianto, così come previsto in progetto, dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

#### D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013 art. 5 comma 3

<p><b>Lettera a)</b></p> <p>I. possano dimostrare di avere nella loro posizione di installazione, per almeno gamma &gt; 90°, un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm;</p> <p>II. possano dimostrare di avere un Indice IPEA (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio) come definito nell' ALLEGATO D "IPEA e prestazione energetica degli apparecchi" corrispondente alla "classe C" o superiore. La prestazione energetica dell'apparecchio deve essere calcolata e dichiarata dal progettista in una relazione corredata della pertinente documentazione tecnica;</p> <p>III. appartengano al gruppo RG0 (esente da rischi) o RG1 (rischio basso) in base alla Norma CEI EN 62471:2010 "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada" e s.m.i., e che secondo il Rapporto tecnico IEC/TR 62471-2: 2009, tabella 1, non richiedano etichettatura. Il rapporto di prova deve essere emesso da laboratorio accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di Ente terzo indipendente.</p>	<p>ALLEGATA SCHEDA TECNICA APPARECCHI ILLUMINANTI</p>
--	---

<p><b>Lettera b)</b> Sarà dotato di sorgenti luminose al sodio alta pressione. L'utilizzo di altri tipi di sorgenti o moduli LED è permesso solo se la Temperatura di Colore Correlata (CCT) certificata è CCT <math>\leq 4000\text{K}</math>. L'utilizzo di sorgenti o moduli LED con CCT <math>&gt; 4000\text{K}</math> è consentito, sulla base di contenuti di cui all'ALLEGATO C "Rischi connessi all'utilizzo di luce artificiale e Fattore di effetto circadiano acv", solo se il Fattore di effetto circadiano acv <math>\leq 0,60</math>.</p>	<p>SI UTILIZZANO LAMPADE AD AVANZATA TECNOLOGIA ED ELEVATA EFFICIENZA LUMINOSA A LED con una Temperatura di Colore Correlata (CCT) certificata è CCT <math>\leq 4000\text{K}</math></p>
<p><b>Lettera c)</b> I. possano dimostrare di avere un indice IPEI (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto) come definito nell'ALLEGATO E "IPEI e prestazione energetica dell'impianto" corrispondente alla "classe B" o superiore. La prestazione energetica dell'impianto deve essere calcolata e dichiarata dal progettista in una relazione corredata della pertinente documentazione tecnica;</p> <p>II. siano dotati di dispositivi in grado di ridurre di almeno il 30% la potenza impiegata dall'impianto, agendo puntualmente su ogni apparecchio illuminante o in generale sull'intero impianto. Tali dispositivi regolatori, in ambito stradale, devono avere classe di regolazione A2 o A1 ai sensi della UNI 11431:2011 e s.m.i. L'orario, le strade e le modalità che sono oggetto della riduzione di potenza devono essere stabiliti con atto dell'Amministrazione comunale competente, sulla base di opportune valutazioni (analisi di rischio, calcoli illuminotecnici dedicati e quant'altro possa essere ritenuto utile a tale fine).</p> <p>III. siano dotati di orologi astronomici che prevedano un orario di accensione e spegnimento che segua quanto indicato dalla Delibera 25 settembre 2008 ARG/elt 135/08 dell'AEEG e s.m.i con un ritardo massimo all'atto dell'accensione pari a 20 minuti ed un anticipo massimo all'atto dello spegnimento pari a 20 minuti. In alternativa può essere seguito l'andamento delle effemeridi solari garantendo comunque lo stesso monte ore annuo di accensione ottenuto applicando il metodo indicato sopra.</p> <p>IV. prevedano il soddisfacimento dei parametri illuminotecnici, per ogni ambito considerato, definiti all'interno dell'ALLEGATO F "Prestazioni illuminotecniche degli impianti funzionali di illuminazione esterna". Al fine di garantire un adeguato consumo delle risorse energetiche i valori di luminanza media mantenuta (cfr. illuminamento medio mantenuto) non potranno raggiungere tolleranze superiori del 20% rispetto ai livelli minimi previsti nel citato Allegato.</p> <p>Nei casi in cui non sia possibile pervenire ad una classificazione illuminotecnica dell'ambito considerato, gli impianti dovranno mantenere un valore di luminanza media mantenuta inferiore o uguale a 1 cd/m<sup>2</sup> per ambiti stradali, ed un valore di illuminamento medio minimo mantenuto inferiore o uguale a 15 lux per tutti gli altri ambiti.</p>	<p>ALLEGATO CALCOLO ILLUMINOTECNICO</p> <p>SI VEDA PUNTUALIZZAZIONE AL CAPITOLO SUCCESSIVO (ABBASSAMENTO O SPEGNIMENTO ILLUMINAMENTO IN ASSENZA DI ATTIVITA' NEL SITO)</p>

#### 4. DATI DI PROGETTO

Il progetto ha l'obiettivo di imporre opportuni accorgimenti per ridurre l'impatto luminoso in applicazione del D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013 (si vedano i capitoli precedenti), evitando di illuminare con livelli di illuminamento eccessivi e verrà minimizzata la luce riflessa verso l'alto utilizzando apparecchi di illuminazione specificatamente progettati, e verranno abbassate o spente le luci in assenza di attività all'interno del sito.

Verrà mantenuta opportunamente illuminata la zona di accesso al sito.

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.
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.

Nota (\*): Il valore dell'uniformità di illuminamento per le aree circostanti la zona del compito visivo deve essere non inferiore a 0.1.

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

Il posizionamento dei corpi illuminanti verrà scelto in modo da soddisfare i requisiti di manutenzione ordinaria.

#### 5. SOFTWARE DI CALCOLO

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

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.

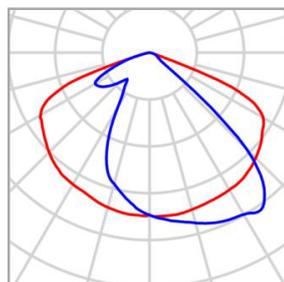
Nel caso vengano utilizzati altri tipi di apparecchi, occorre tenere conto delle relative curve fotometriche del corpo illuminante effettivamente installato e dei requisiti contenuti nel presente documento.

## 6. ALLEGATO 1 (CALCOLI E SCHEDE APP.)

Nei seguenti allegati vengono rappresentati i risultati del calcolo illuminotecnico, per le aree analizzate vengono riportate le seguenti grandezze:

- Grafica dei valori: rappresentazione grafica del reticolo di calcolo con indicazione del livello di illuminamento.
- $E_m$ : valore dell'illuminamento medio mantenuto in lux.
- $E_{min}$ : valore dell'illuminamento minimo, in lux, nell'area considerata.
- $E_{max}$ : valore dell'illuminamento massimo, in lux, nell'area considerata.
- $E_{min}/E_m$ : uniformità di illuminamento
- $E_{min}/E_{max}$ : diversità di illuminamento

## Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

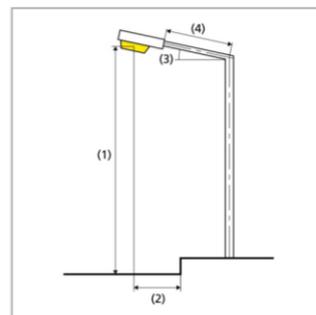


Produttore	NIKKON
Articolo No.	S431 LEDXION SOLAR POWERED
Nome articolo	21W LED Street Lantern DIMMING SYSTEM (4000K)
Dotazione	1x 1 Module x 10pcs LEDs (4000K)

P	24.7 W
$\Phi_{Lampadina}$	2900 lm
$\Phi_{Lampada}$	2669 lm
$\eta$	92.02 %

21W LED Street Lantern DIMMING SYSTEM (4000K) (su un lato sopra)

Distanza pali	35.000 m
(1) Altezza fuochi	3.000 m
(2) Distanza fuochi	0.500 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	1.100 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 24.7 W
Potenza / percorso	715.7 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°: 168 cd/klm ≥ 80°: 5.53 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*6
Classe indici di abbagliamento	D.6
MF	0.80



### Risultati per i campi di valutazione

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

	Unità	Calcolato
Carreggiata 1 (M4)	$L_m^{(1)}$	0.49 cd/m <sup>2</sup>
	$U_o^{(1)}$	0.00
	$U_l^{(1)}$	0.00
	$TI^{(1)}$	4 %
	$R_{Ei}^{(1)}$	0.04

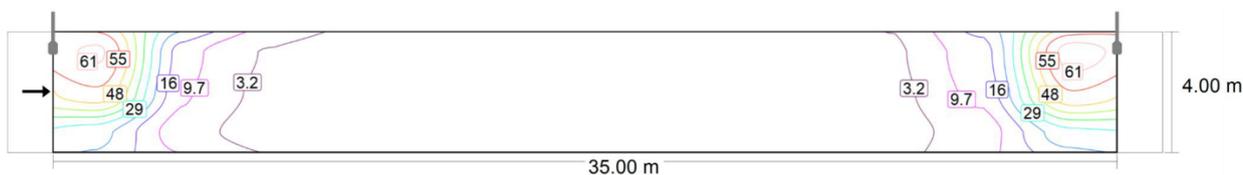
(1) Informazione, non fa parte della valutazione

### Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

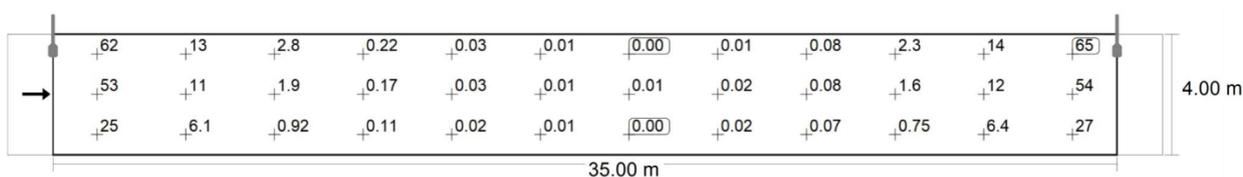
	Unità	Calcolato	Consumo di energia
21SOL03 - brancole	$D_p$	0.018 W/lx*m <sup>2</sup>	-
21W LED Street Lantern DIMMING SYSTEM (4000K) (su un lato sopra)	$D_e$	0.7 kWh/m <sup>2</sup> anno	98.7 kWh/anno

## Carreggiata 1 (M4)

Risultati per campo di valutazione



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



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

m	1.458	4.375	7.292	10.208	13.125	16.042	18.958	21.875	24.792	27.708	30.625	33.542
3.333	62.45	12.82	2.78	0.22	0.03	0.01	0.00	0.01	0.08	2.34	13.51	64.52
2.000	53.20	10.85	1.86	0.17	0.03	0.01	0.01	0.02	0.08	1.60	11.53	54.48
0.667	25.16	6.11	0.92	0.11	0.02	0.01	0.00	0.02	0.07	0.75	6.43	26.84

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

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	9.97 lx	0.005 lx	64.5 lx	0.00	0.00