

# PARCO SOLARE FOTOVOLTAICO ED OPERE CONNESSE, COMUNE DI AQUILEIA - POTENZA IMPIANTO 75,832 MW

## RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

<b>01/12/2023</b>	<b>00</b>	<b>Emissione per gli enti</b>	<b>A. Borelli</b>	<b>Pharos Srl - GDM</b>	<b>Pharos Srl - GDM</b>
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren green generation Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente  <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  <b>PHAROS</b> Impianti Eco-Tecnologici			ID Documento Appaltatore  <b>RS_04.03</b>		

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 2 / 10
		Numero Revisione
		00

## Sommario

1	PREMESSA .....	3
2	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	4
3	SOLUZIONE PROGETTUALE ILLUMINOTECNICA.....	5
4	APPARECCHI SCELTI - AREE CABINE E SOTTOSTAZIONE.....	7
5	APPARECCHI SCELTI - AREE INTERNE LOCALI ED APPARATI .....	9
6	CONCLUSIONI .....	10

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 3 / 10
		Numero Revisione
		00

## 1 PREMESSA

Il progetto tiene in considerazione le problematiche inerenti al risparmio energetico ed all'inquinamento luminoso, come previsto dalla **Legge Regione Friuli Venezia Giulia Legge regionale 18 giugno 2007, n. 15** in tema di "Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici".

La diffusione dell'illuminazione pubblica ha aumentato notevolmente la quantità di luce che si propaga verso l'alto e di conseguenza sono aumentate in proporzione anche le problematiche relative all'inquinamento luminoso.

A quest'ultimo, con la crisi energetica si è associato il problema del risparmio energetico.

La Società Proponente, con la realizzazione dell'impianto di illuminazione del campo fotovoltaico, pone attenzione alla riduzione delle emissioni inquinanti, cimentandosi in questa materia che, tuttavia si presenta complessa poiché agli aspetti normativi della Legge predetta, si accompagnano problemi di carattere tecnico, progettuale, di realizzazione e manutenzione degli impianti di illuminazione esterna ritenuti i maggiori responsabili dell'inquinamento luminoso.

È proprio sulla progettazione di questi impianti che ci si è concentrati al fine di affrontare e cercar di ridurre il problema dell'inquinamento luminoso.

*La relazione ha per oggetto il sistema di illuminazione della sottostazione e delle singole cabine di campo, poiché **nell'impianto fotovoltaico non è prevista l'installazione di impianto di illuminazione.***

*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.*

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 4 / 10
		Numero Revisione
		00

## 2 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.

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 5 / 10
		Numero Revisione
		00

### 3 SOLUZIONE PROGETTUALE ILLUMINOTECNICA

Alla luce di quanto detto in premessa e di quanto previsto dalle leggi e norme in materia di illuminazione e riduzione dell'inquinamento luminoso, il progetto si prefigge di perseguire le seguenti finalità:

- ridurre l'inquinamento luminoso ed i consumi energetici da esso derivanti;
- aumentare la sicurezza
- evitare abbagliamenti
- realizzare impianti ad alta efficienza favorendo il risparmio energetico;
- ottimizzare gli oneri di gestione e quelli di manutenzione;
- uniformare le tipologie d'installazione.

Qualsiasi intervento di adeguamento di impianti esterni di illuminazione è imposto dalle prescrizioni di cui alla L.R. 15/2007, per l'ottenimento dei seguenti risultati:

- Corpi illuminanti in grado di non avere emissioni del flusso luminoso verso l'alto.
- Lampade in grado di fornire una elevata efficienza luminosa ed una emissione che non disturba gli osservatori astronomici.
- Quadri elettrici per la parzializzazione del flusso luminoso, con riduzione almeno del 30% dei livelli di illuminazione entro le ore 24.

Le sorgenti luminose devono avere caratteristiche tali da ridurre sia l'inquinamento luminoso che il consumo energetico, sempre nel rispetto dei requisiti illuminotecnici. La tipologia indicata dalla Legge Regionale n.15/07 risulta essere quella di corpi illuminanti con lampade con efficienza luminosa non inferiore ai 90 lm/w.

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

**Flusso Luminoso:** È la quantità di energia luminosa emessa nello spazio da una sorgente per unità di tempo; il flusso è identificato dal simbolo F e la sua unità di misura è il lumen (lm) **Intensità luminosa:** È 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

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 6 / 10
		Numero Revisione
		00

flusso F emesso in una certa direzione in un cono di angolo solido unitario  $w$  da cui  $l = dF / dw$ , e la sua unità di misura è la candela (cd).

**Temperatura di colore:** È 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:** È 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:** Quando la sorgente luminosa non è puntiforme bisogna introdurre il concetto che valuti la quantità di energia luminosa emessa da una superficie che emetta luce propria o che la rifletta. La grandezza fotometrica così introdotta è la Luminanza (L) e la sua unità di misura è la candela su metro quadro (cd/mq), la relazione fondamentale è data da  $L = dI/dA \times \cos \alpha$ . Dove A è l'area della sorgente diretta/indiretta e  $\alpha$  è il coseno dell'angolo compreso tra l'occhio dell'osservatore e la retta perpendicolare alla superficie della nostra sorgente.

**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.

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 7 / 10
		Numero Revisione
		00

## 4 APPARECCHI SCELTI - AREE CABINE E SOTTOSTAZIONE

**Si è scelto di utilizzare corpi illuminanti IP66 in doppio isolamento (classe II) con lampade a LED ed ottica asimmetrica.**

La tecnologia a LED prevede una struttura semplice e robusta composta da piccoli microchip che si inseriscono facilmente in un circuito elettrico. Al contrario delle normali lampade incandescenti, non hanno un filamento che si illumina e quindi producono pochissimo calore. Sono illuminati esclusivamente dal movimento di elettroni in un materiale semiconduttore.

I principali componenti sono:

- chip montato su un supporto riflettore
- un catodo (-) ed un anodo (+)
- un cavo di connessione fra l'anodo ed il catodo
- una lente epossidica per proteggere il diodo e indirizzare il raggio di luce

Le lampade a LED illuminano grazie a diodi ad emissione di luce, da sempre vengono utilizzati come luci spia. I LED sono un particolare tipo di diodi a giunzione p-n, formati da un sottile strato di materiale semiconduttore drogato. Gli elettroni e le lacune vengono iniettati in una zona di ricombinazione attraverso due regioni del diodo drogate con impurità di tipo diverso, e cioè di tipo n per gli elettroni e p per le lacune. Quando sono sottoposti ad una tensione diretta per ridurre la barriera di potenziale della giunzione, gli elettroni della banda di conduzione del semiconduttore si ricombinano con le lacune della banda di valenza rilasciando energia sufficiente sotto forma di fotoni. A causa dello spessore ridotto del chip un ragionevole numero di questi fotoni può abbandonarlo ed essere emesso come luce ovvero fotoni ottici. Può essere visto quindi anche come un trasduttore elettro-ottico.

Il colore o frequenza della radiazione emessa è definito dalla distanza in energia tra i livelli energetici di elettroni e lacune e corrisponde tipicamente al valore della banda proibita del semiconduttore in questione.

L'esatta scelta dei semiconduttori determina dunque la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita. I LED possono essere formati da GaAs (arseniuro di gallio), GaP (fosfuro di gallio), GaAsP (fosfuro arseniuro di gallio), SiC (carburo di silicio) e GaInN (nitruro di gallio e indio). Grazie alla loro natura fondamentale

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 8 / 10
		Numero Revisione
		00

diversa dalle lampadine tradizionali, esse possono essere realizzate in maniera sicura ed efficiente, tanto da poterle eventualmente lasciare accese tutta la notte.

La ricerca tecnologica ha permesso il raggiungimento di 161 lm / W per LED ad alta potenza. La durata di un LED è fortemente influenzata dalla temperatura interna dell'apparecchio di illuminazione. Affermazioni sulla durata sono particolarmente attendibili dopo aver determinato l'influenza termica. LED sovraccaricati termicamente hanno maggiore probabilità di malfunzionamento e minore durata, pertanto, poiché si tratta dell'illuminazione di un impianto privato che non necessita di illuminazione continua come la viabilità pubblica, si prevede un sistema dotato di sensori di presenza.

L'utilizzo di nuovi corpi illuminanti con tecnologia LED genera, come diretta conseguenza positiva, un risparmio dell'energia utilizzata a fini di illuminare l'ambiente servito (riduzione dei consumi pari a circa il 60% rispetto alla tecnologia tradizionale come lampade di tipo alogene).

La realizzazione di un impianto di illuminazione con tecnologia LED comporterà un sensibile risparmio dei vettori energetici dovuti ai ridotti consumi. Infatti, a parità di ore di funzionamento e di livello di illuminamento la quota energetica assorbita risulta pressoché dimezzata.

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 9 / 10
		Numero Revisione
		00

## 5 APPARECCHI SCELTI - AREE INTERNE LOCALI ED APPARATI

L'apparecchio illuminante scelto per l'illuminazione dell'edificio quadri della stazione di utenza è una plafoniera stagna IP66 con doppio modulo a LED da 36W tipo Echo della Disano o modello equivalente, ed in prossimità delle porte di accesso dello stesso.

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.

	ID Documento Committente <b>Cod059_FV_BPR_00068_00</b>	Pagina 10 / 10
		Numero Revisione
		00

## 6 CONCLUSIONI

Nel rispetto del regolamento di attuazione della legge Regionale si prevede di installare, nei pressi delle cabine di trasformazione di campo, per questioni di sicurezza e protezione, un impianto di illuminazione full cut-off realizzato con lampade a basso consumo led (resa cromatica Ra < 65 e efficienza > ai 90 lm/w - 4500K) con rilevatore di presenza.

Il sistema sarà normalmente spento e si accenderà solo in caso di intrusione, verrà così ridotto al minimo l'inquinamento luminoso prodotto dall'impianto.

Asti, 25 Ottobre 2023

Il progettista