

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE
 "Energia del Panaro"
 da 83,2 MWp - Finale Emilia (MO)

E-R06.2
 PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE
 INQUINAMENTO
 LUMINOSO



Proponente
 ENGIE FINALE EMILIA S.r.l.
 Via Chiese, 72, 20126 Milano MI



Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione
 Coordinamento alla progettazione: Dott. Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi,
 Dott. Francesco Semmola, Arch. Alessandro Visalli,
 Arch. Riccardo Festa
 Progettisti: Arch. Paola Ferraioli, Arch. Anna Manzo
 Collaboratori: Dott. Carmine Perna, Dott. Agr. Giuseppe Maria Massa,
 Dott. Agr. Vincenzo Meola



Progettazione elettrica e civile
 Progettisti: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
 Collaboratori: Ing. Giuseppe Fava, Ing. Filippo Angarano,
 Ing. Karim Ait Hamd, Ing. Marco Balzano,
 Ing. Simone Bonacini, Ing. Marcello Centracchio



Progettazione mandorleto superintensivo
 Progettisti: Dott. Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi, Dott. Agr. Giuseppe Maria Massa,
 Dott. Agr. Francesco Palombo

Consulenza geologica Geol. Gaetano Ciccarelli
 Consulenza archeologica GeA Archeologia Preventiva

Consulenza agronomica iGreen System, Imola

02 2026

rev	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione
00	Prima consegna	A4	Rolando Roberto	Giselle Roberto	Rolando Roberto
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					

Sommario

1-1 Caratteri generali 2

1-2 Inquadramento progettuale 2

1-3 Riferimenti normativi 4

1-4 Specifiche tecniche dell’ impianto di illuminazione 6

1-5 Requisiti tecnici Regolamento regionale..... 9

1-6 Conclusioni 11

1-1 Caratteri generali

Con il termine "inquinamento luminoso" si intende ogni forma di irradiazione di luce artificiale rivolta direttamente o indirettamente verso la volta celeste; la comunità scientifica lo riconosce come indicatore dell'alterazione della condizione naturale del cielo notturno, con conseguenze non trascurabili per gli ecosistemi sia vegetali che animali.

L'Unione Astronomica Internazionale (UAI) definisce quantitativamente il grado di inquinamento luminoso nell'ambiente notturno al fine della valutazione degli effetti sugli ecosistemi e del degrado della visibilità stellare affermando che "l'incremento della luminosità del cielo notturno a 45° di elevazione dovuta alla diffusione della luce artificiale nel cielo pulito, dovrebbe non eccedere il 10% del livello naturale più basso in ogni parte dello spettro tra le lunghezze d'onda di 3000 e 10000 Å. Al di sopra di questo valore il cielo deve essere considerato inquinato".

All'origine del fenomeno vi è il flusso luminoso disperso verso il cielo proveniente dalle diverse attività di origine antropica a causa sia di apparati inefficienti sia di carenza di progettazione. Tra le principali sorgenti artificiali ricordiamo: impianti di illuminazione pubblica, stradali e privati, impianti di illuminazione di monumenti, opere, stadi, complessi commerciali, insegne e vetrine.

Nonostante sia spesso ritenuta meno rilevante rispetto ad altre forme di inquinamento, l'aumento di luminosità del cielo notturno provoca effetti negativi sulla qualità dell'ambiente e conseguentemente sulla vita dell'uomo.

1-2 Inquadramento progettuale

La presente relazione tecnica ha per oggetto la descrizione di un impianto di illuminazione esterna a servizio di una centrale fotovoltaica, di potenza installata pari a 83.232 kWp, situata nel Comune di Finale Emilia (MO) di cui è soggetto proponente la società Engie Finale Emilia S.r.l. (C.F./P.IVA: 13539990963).

In tabella 1 si riportano i dati di localizzazione dell'impianto. In figura 1 è rappresentato graficamente l'ambito di applicazione del presente documento.

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 2 / 11
--	---------------------------------	---------------

Comune	Finale Emilia (MO)
Latitudine	44°50'28.54"N
Longitudine	11°20'23.45"E
Zona altimetrica	Pianura
Zona climatica	E
GG convenzionali	2.189
Are di progetto (ha)	140,7

Tabella 1 - Dati geografici e climatici della località



Figura 1- Foto satellitare: localizzazione del sito

In relazione alla morfologia del territorio si ritiene di dover suddividere l'impianto in n. 14 piastre che saranno parzialmente recintate con predisposizione di sistema di videosorveglianza e illuminazione perimetrale.

1-3 Riferimenti normativi

Le opere oggetto della presente dovranno risultare conformi alla legislazione e alla normativa in vigore all'atto della realizzazione delle stesse.

Di seguito sono riportate le principali disposizioni legislative e normative che saranno prese come riferimento. L'elenco non deve intendersi esaustivo e l'azienda esecutrice delle opere considererà comunque quanto di sua competenza, anche se non espressamente elencato, per il rispetto della regola d'arte e la salvaguardia della sicurezza delle persone e cose all'interno dell'area in oggetto.

- Direttiva europea 2005/32/CE del 6 luglio 2005 - Istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia;
- Legge Regionale 29 settembre 2003 n. 19 - Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico
- D.Lgs 09/04/2008 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Legge 01/03/68 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, impianti elettrici e elettronici.
- Legge 18/10/77 n. 791 Attuazione direttiva CEE n.73/23 relativa alle garanzie di sicurezza del materiale elettrico per l'utilizzo entro certi limiti di tensione.
- Legge 05/03/90 n. 46(art. 8,14,16) Norme per la sicurezza degli impianti.
- Leggi 09/01/91 nn. 9-10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale.

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 4 / 11
--	---------------------------------	---------------

- D.P.R. 22/10/01 n. 462 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- CEI 0-2 fasc. 6578 (2002) Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 11-1 fasc. 5025 (1999) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-1; V1 fasc. 5887 (2000) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. (Variante)
- CEI 11-35 fasc. 7491 (2004) Guida all'esecuzione delle cabine elettriche utente.
- CEI 34-21 EN 60598-1 fasc. 7629 Apparecchi di illuminazione. Parte I: fasc. 8925 prescrizioni generali e prove
- CEI 64-8/1-7 (2009) Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parti 1,2,3,4,5,6,7.
- UNI EN 40 - Pali per illuminazione;
- UNI 10439 - Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici;
- UNI 10819 - 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 EN 13201-1 UNI EN 13201-2 UNI EN 13201-3 (2004) Illuminazione stradale
- UNI 11248 (2007) Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 5 / 11
--	---------------------------------	---------------

1-4 Specifiche tecniche dell' impianto di illuminazione

Il perimetro dei lotti sarà dotato di un sistema di videosorveglianza costituito da pali in acciaio zincato (altezza 3,0 m posizionati ad una distanza di 50 metri l'uno dall'altro) che alloggeranno le telecamere di videosorveglianza e i proiettori per l'illuminazione. Di seguito (Fig.2) si riporta un dettaglio della soluzione progettuale adottata.

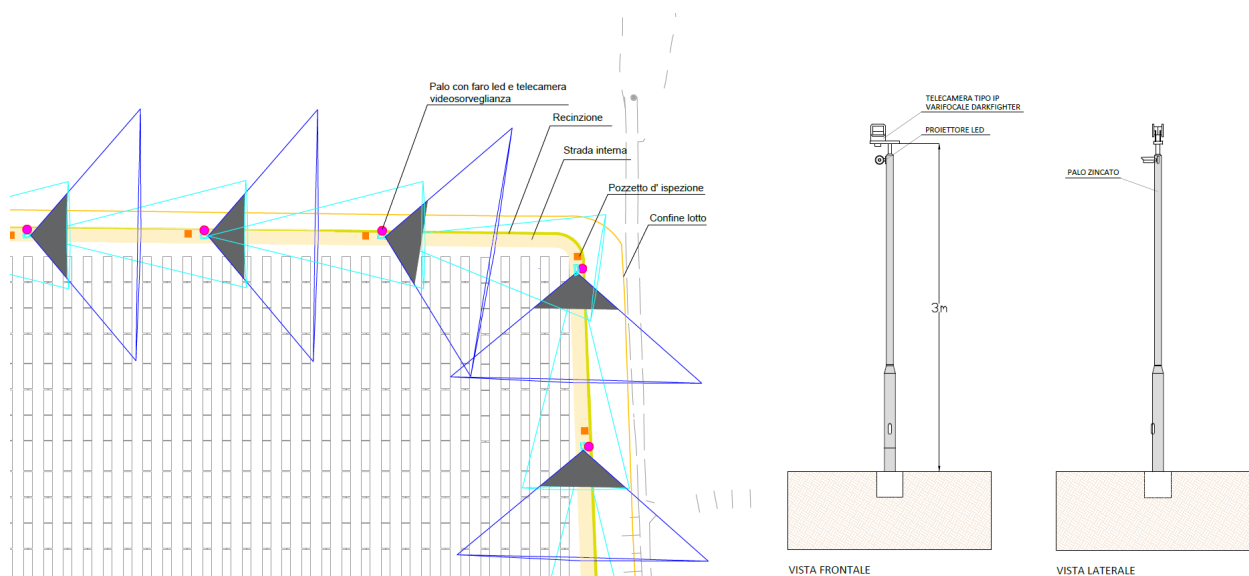


Figura 2- Dettagli costruttivi

Il sistema di videosorveglianza a visione notturna, in grado di rilevare un'eventuale intrusione anche in condizione di assenza di illuminazione, sarà coordinato con il sistema di illuminazione che entrerà in funzione puntualmente (su singolo palo), solo in caso di attivazione dell'allarme intrusione.

L'illuminazione perimetrale sarà quindi di norma spenta, in grado di attivarsi solo in caso di emergenza o su comando locale per l'eventuale operazione di manutenzione ordinaria di sostituzione dei corpi illuminanti.

I proiettori saranno del tipo ad alta efficienza luminosa, tecnologia LED a ridotto consumo energetico.

I vantaggi della tecnologia a LED sono molteplici, tra i quali:

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 6 / 11
--	---------------------------------	---------------

- lunga durata ed elevata affidabilità: i LED garantiscono un ciclo di vita di 60.000/100.000 ore di funzionamento;
- sicurezza, funzionamento anche a bassa tensione;
- economicità dovuta all'elevatissima efficienza e alle elevate ore di funzionamento ed assenza pressoché totale di manutenzione;
- atossicità, i LED sono costruiti con materiali atossici nel più completo rispetto per l'ambiente. I materiali di cui sono costituiti sono riciclabili;

L'orientamento dei proiettori sarà totalmente orizzontale in maniera tale da non disperdere il flusso luminoso verso l'alto. Inoltre sarà installata una sorgente luminosa con efficienza elevata (maggiore 90 lm/W) e con funzionalità integrata di settaggio del flusso luminoso.

I valori di emissione saranno inferiori a 15 cd/klm a 90° se con ottiche simmetriche, 5 cd/klm a 90° se con ottiche asimmetriche e comunque 0 cd/klm a 100° e oltre per entrambi i tipi.

Di seguito si riporta la scheda tecnica tipo del proiettore LED e relativo solido fotometrico di riferimento (Fig.3).

La forma della curva fotometrica è importante per capire in modo intuitivo il comportamento dell'apparecchio che stiamo analizzando. Risulta importante che la curva fotometrica invii la luce solo nelle direzioni interessate e con le giuste intensità luminose.

Il "Solido Fotometrico" rappresenta graficamente come una sorgente luminosa emette luce nello spazio. Vale a dire in quali direzioni e con quale intensità. A qualsiasi oggetto che emette luce può essere associata una curva fotometrica, sia esso una semplice lampadina, che un apparecchio illuminante o uno schermo che riflette luce. Per costruire un solido fotometrico è necessario misurare l'intensità luminosa, cioè "vedere" con quale intensità la sorgente emette luce in una determinata direzione. In pratica è come se si girasse attorno alla sorgente e a diverse angolazioni, si misurasse l'intensità della luce emessa.

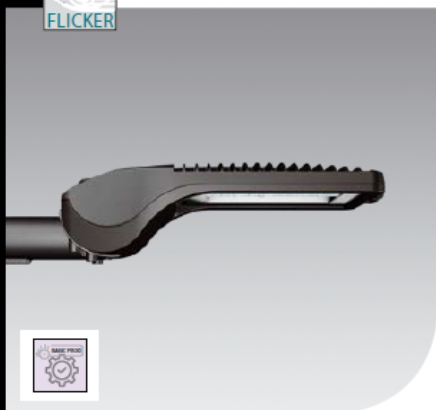
	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 7 / 11
--	---------------------------------	---------------

Art. 3278 Mini Stelvio - Fx T3

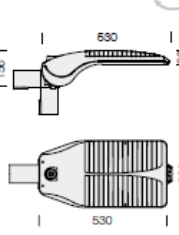
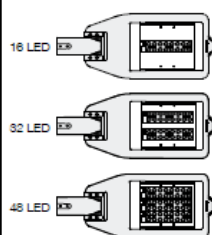


ILLUMINAZIONE STRADALE A LED

Art. 3278 - Mini Stelvio



IP66 IK09



CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Ottiche	Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV.					
Temperatura colore	4000 K			3000 K		
CRI	≥70					
Classe sicurezza fotobiologica	RG0 Elhr (* Richiedere in sede la distanza dal punto di osservazione, se necessaria)					
N°LED	16	32	48	16	32	48
Flusso luminoso uscente	4728lm	9456lm	14178lm	4491lm	8983lm	13470lm
Potenza assorbita (W tot)	33 W	67 W	100 W	33 W	67 W	100 W
Classe di isolamento	II					
Grado di protezione	IP66					
Temperatura ambiente	-30°C ÷ +40°C					
Peso	7.60Kg	8.00Kg	8.10Kg	7.60Kg	8.00Kg	8.10Kg

Norme di riferimento

EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, UNI EN 13032-1:2012, UNI EN 13032-4:2015, IES LM-79-08. Prodotto conforme alle normative anti-inquinamento luminoso sono conformi alle prove di vibrazione, con certificazione da ente terzo, secondo la norma ANSI C136.31: illuminazione stradale - Vibrazione degli apparecchi di illuminazione. Livello di prova: 3.0G livello 2 per installazione su ponti e cavalcavia

Mantenimento del flusso luminoso LED L80B10

100.000 h

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DI PILOTAGGIO

Alimentazione	elettronica 220-240V 50/60Hz	
Corrente LED	700mA	
Fattore di potenza	≥0,9	
Protezione sovra-temperatura	Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico.	
Surge protector (differenziale/comune)	Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore (a richiesta: classe 2, protezione fino a 10KV).	
	33W=6/10kV	67W=6/8kV
		100W=6/8kV



FUNZIONI DISPONIBILI BASIC PROG (CLD BASIC)

Settaggio del flusso luminoso	Avviene tramite programmazione della corrente di pilotaggio da richiedere in sede in fase d'ordine/progetto
-------------------------------	---

OPZIONI DI GESTIONE DEL PUNTO LUCE A RICHIESTA

possibilità di scegliere diversi sistemi di gestione del punto luce a seconda dell'esigence dell'impianto da realizzare:

Regolazione 1-10V ordinare con sottocodice -12	Possibilità di regolazione 10%-100% con sistema 1-10V
Mezzanotte virtuale ordinare con sottocodice -30	Sistema Stand alone con riduzione automatica del flusso su 4 step di luminosità. Per ottimizzare il risparmio energetico durante le ore notturne di minore presenza di persone e veicoli, l'apparecchio può essere programmato secondo un determinato profilo (personalizzabile a richiesta). La riduzione del flusso avviene attraverso un processo di auto-apprendimento dell'apparecchio che in funzione alle accensioni e spegnimenti pregressi, determina l'ipotetica "mezzanotte virtuale", media tra l'istante di accensione (tramonto) e quello di spegnimento (alba). Il dispositivo è integrato nel LED driver e di conseguenza non richiede alcuna modifica sull'impianto. Affinché il sistema funzioni correttamente è necessario che l'impianto venga regolato da un dispositivo che accenda e spenga l'impianto regolarmente ogni giorno.
Impostazioni di fabbrica	
Orario	Flusso
accensione ÷ 22:00	100%
22:00 ÷ 23:30	75%
23:30 ÷ 02:30	50%
02:30 ÷ 04:00	75%
04:00 ÷ spegnimento	100%
Telegestione ad onde convogliate ordinare con sottocodice -0078	Sistema di controllo gestione e diagnosi punto punto dell'intero impianto

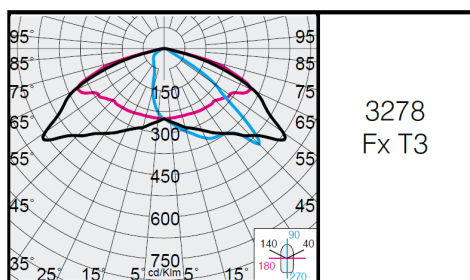


Figura 3- Scheda tecnica proiettore LED tipo

1-5 Requisiti tecnici Regolamento regionale

L'articolo 4 del Regolamento Regionale Emilia-Romagna n. 147 del 29 settembre 2003 stabilisce una serie di requisiti tecnici finalizzati principalmente a contenere l'inquinamento luminoso, migliorare l'efficienza energetica degli impianti e garantire comunque la sicurezza delle aree illuminate.

In primo luogo, tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, sia pubblici sia privati, devono essere accompagnati da una certificazione che ne attesti la conformità alla normativa. Dal punto di vista tecnico, gli apparecchi illuminanti devono essere progettati in modo da non emettere luce verso l'alto oltre l'orizzonte, evitando quindi qualsiasi dispersione luminosa a 90 gradi e oltre. Inoltre, devono essere dotati preferibilmente di lampade al sodio ad alta o bassa pressione, oppure di altre tecnologie che garantiscano un'efficienza almeno equivalente, in base allo stato dell'innovazione tecnologica.

Un altro aspetto fondamentale riguarda i livelli di illuminazione: gli impianti devono essere dimensionati in modo da non superare i valori minimi di luminanza necessari per la sicurezza. In assenza di norme specifiche, la luminanza deve essere mantenuta uniforme e comunque non superiore a un valore medio di una candela per metro quadrato. Allo stesso tempo, la progettazione deve privilegiare il risparmio energetico, scegliendo soluzioni che garantiscano la stessa qualità di illuminazione con un minore consumo di energia elettrica e con un'adeguata distanza tra i punti luce.

La normativa prevede anche l'obbligo di installare sistemi che consentano di ridurre l'intensità luminosa durante le ore notturne stabilite dai Comuni, con una diminuzione di almeno il 30% rispetto al normale funzionamento, salvo nei casi in cui questa riduzione possa compromettere la sicurezza.

Sono tuttavia previste alcune eccezioni: questi requisiti non si applicano, ad esempio, alle sorgenti luminose interne, agli impianti di piccola entità, a quelli temporanei che vengono spenti entro determinati orari serali, o a impianti particolari per i quali sia stata concessa una specifica deroga.

Per quanto riguarda gli impianti sportivi, l'illuminazione deve essere progettata in modo da evitare la dispersione della luce verso l'alto o all'esterno dell'area sportiva; in questo caso è consentito anche l'uso di lampade diverse da quelle normalmente previste.

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 9 / 11
--	---------------------------------	---------------

Il regolamento vieta inoltre l'uso permanente di fasci luminosi, fissi o rotanti, a scopo pubblicitario, poiché rappresentano una fonte significativa di inquinamento luminoso.

Infine, l'illuminazione degli edifici deve avvenire di norma dall'alto verso il basso, per limitare la dispersione della luce verso il cielo. Solo nel caso di edifici di particolare valore storico, architettonico o culturale è consentita l'illuminazione dal basso verso l'alto, ma utilizzando basse potenze e adottando sistemi schermanti per contenere la diffusione indesiderata della luce.

In sintesi, il regolamento impone criteri progettuali orientati alla riduzione dell'inquinamento luminoso, al risparmio energetico e all'uso razionale della luce, garantendo al contempo adeguati livelli di sicurezza e valorizzazione del patrimonio architettonico.

Come evidenziato in relazione, i proiettori definiti all'interno del progetto saranno del tipo ad ottica simmetrica e rispetteranno pienamente le specifiche di emissione massima.

Come descritto nella presente relazione, l'illuminazione perimetrale sarà di norma spenta, in grado di attivarsi solo in caso di emergenza su input dell'impianto di antintrusione o su comando locale per le eventuali operazioni di manutenzione ordinaria di sostituzione dei corpi illuminanti.

I corpi illuminanti saranno del tipo ad alta efficienza luminosa avvalendosi della tecnologia LED a ridotto consumo energetico.

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 10 / 11
--	---------------------------------	----------------

1-6 Conclusioni

Si riportano in sintesi le caratteristiche principali dell'impianto d'illuminazione perimetrale:

- l'illuminazione perimetrale sarà norma spenta, in grado di attivarsi solo in caso di emergenza o su comando locale per le eventuali operazioni di manutenzione ordinaria di sostituzione dei corpi illuminanti;
- l'illuminazione notturna dell'impianto garantirà la riduzione dell'inquinamento luminoso e il minor consumo di energia elettrica come prescritto all'interno del Regolamento Comunale. I corpi illuminanti saranno del tipo ad alta efficienza luminosa avvalendosi della tecnologia LED a ridotto consumo energetico;
- l'orientamento dei proiettori sarà totalmente orizzontale in maniera tale da non disperdere il flusso luminoso verso l'alto. Inoltre sarà installata una sorgente luminosa con efficienza elevata (maggiore di 90 lm/W) e con funzionalità integrata di settaggio del flusso luminoso;
- I proiettori definiti all'interno del progetto saranno del tipo ad ottica simmetrica e rispetteranno pienamente le specifiche di emissione massima specifica nel regolamento Regionale. I valori di emissione saranno inferiori a 15 cd/klm a 90° e comunque 0 cd/klm a 100°;

Si conclude che, durante il ciclo di vita della centrale solare, l'impianto di illuminazione realizzato secondo le specifiche della presente relazione non costituirà fonte di inquinamento luminoso.

	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	Pagina 11 / 11
--	---------------------------------	----------------