



## IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON OPERE DI CONNESSIONE

**BIO3 PV HYDROGEN S.R.L.**

**POTENZA IMPIANTO 151,61 MWp - COMUNE DI BRINDISI (BR)**

### Proponente

**BIO3 PV HYDROGEN S.R.L.**

VIA GIOVANNI BOVIO 84 - 76014 SPINAZZOLA (BT) - P.IVA: 08695720725 – PEC: [bio3pvhydrogen@pec.it](mailto:bio3pvhydrogen@pec.it)

### Progettazione

**Ing. Antonello Ruttilio**

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

Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.ruttilio@incico.com](mailto:a.ruttilio@incico.com)

### Coordinamento progettuale

**Envidev Consulting s.r.l**

CORSO VITTORIO EMANUELE II 287 – 00186 - ROMA (RM) - P.IVA: 01653460558 – PEC: [envidev\\_csrl@pec.it](mailto:envidev_csrl@pec.it)

Tel.: +39 3666 376 932 – email: [francesco@envidevconsulting.com](mailto:francesco@envidevconsulting.com)

### Titolo Elaborato

#### RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL30.00	24ENV08_PD_REL30.00 - Relazione inquinamento luminoso	LUGLIO 2024

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	LUGLIO 2024	EMISSIONE PER PERMITTING	MIA	FCO	ARU



COMUNE DI BRINDISI (BR)

REGIONE PUGLIA



# RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>2</b>
	Condizioni Ambientali .....	2
	Legge Regionale n.15 del 2005 .....	2
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO .....</b>	<b>3</b>
	Illuminazione durante la fase di cantiere e dismissione dell'impianto.....	3
	Illuminazione ordinaria .....	3
<b>5</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>	<b>4</b>
	Illuminazione di stazioni di trasformazione, cabinati e accessi .....	5
	Cabinati e stazioni di trasformazione.....	5
	Accessi.....	5
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>10</b>
	Note finali .....	10

## 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 BIO3 PV HYDROGEN S.R.L. con sede in Via Giovanni Bovio 84 a Spinazzola (BT).

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 e delle prescrizioni delle autorità locali, enti ed amministrazioni interessati.

Legge Regionale 23 Novembre 2005, n. 15

“Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico”;

Regolamento Regionale 22 Agosto 2006, n 13

“Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico”;

### 3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

#### Condizioni Ambientali

L'impianto agrivoltaico di cui in progetto, sarà installato interamente nel territorio del comune di Brindisi, su terreni regolamentati al catasto come da piano particellare riportato in PD\_REL15. Il design d'impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibili all'installazione del generatore fotovoltaico.

#### Legge Regionale n.15 del 2005

La Regione Puglia, come disposto nell'art.1 della Legge Regionale n.15, nel perseguire gli obiettivi della tutela dei valori ambientali finalizzati allo sviluppo sostenibile della comunità regionale, promuove la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti, al fine di conservare e proteggere l'ambiente naturale, inteso anche come territorio, sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette.

Si chiarisce nell'art.2 che si intenda per "inquinamento luminoso" ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.

Come disposto dall'art.5, 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 rispondano ai seguenti requisiti:

- costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi e oltre;
- equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a 65 ( $Ra > 65$ ), ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w, solo nell'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale a uso esclusivamente pedonale;
- caratterizzati da luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri;
- provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro l'orario stabilito con atti delle amministrazioni comunali e comunque non oltre la mezzanotte, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività: la riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza.

Si chiarisce come i requisiti di cui sopra non si applicano per le sorgenti interne e internalizzate, per quelle in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore ai 2250 lm, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lm cadauna, per quelle di installazione temporanea che vengano spente entro le ore venti nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale.

I requisiti disposti dall'art.5 risultano essere rispettati in quanto, per l'impianto di illuminazione asservito all'impianto agrivoltaico di cui nella presente relazione, ecco che:

- saranno adoperati degli apparecchi illuminanti aventi intensità luminosa pari a 0 per angoli rispetto al piano orizzontale di 90° ed oltre;
- 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;

Saranno adoperati degli apparecchi illuminanti a led in sostituzione di quelli al sodio ad alta o bassa pressione. L'illuminazione a led ha sostituito l'impiego di lampade a scarica nei gas, quali quelle al sodio, rivoluzionandone quella che è l'applicazione nel contesto industriale oltreché stradale. Tali lampade presentano dei vantaggi da un punto di vista dell'impatto ambientale essendo caratterizzate da una composizione priva di sostanze tossiche/nocive, assenza di emissioni di radiazione termica ed ultravioletta, impiego del 40-50% di potenza elettrica in meno rispetto a quelle al sodio. Essendo così superata la tipologia di apparecchi illuminanti al sodio, caratterizzata da indici di resa cromatica tipicamente inferiori a

65, ecco che la tecnologia al led per l'applicazione specifica avrà un valore medio di resa cromatica moderatamente buona per valori di Ra tipicamente compresi tra 70 ed 80, in accordo a quelle che sono le specifiche tecniche di resa cromatica minime offerte dal mercato odierno.

L'art.8 fornisce chiarimenti in merito al registro degli osservatori astronomici astrofisici statali, pubblici o privati, che svolgono attività di divulgazione e ricerca scientifica, con indicazione degli osservatori professionali e non professionali.

Attorno a ciascuno di essi, è istituita una zona di particolare protezione dall'inquinamento luminoso avente un'estensione di raggio minimo, fatti salvi i confini regionali, pari a:

- 30 chilometri per gli osservatori professionali;
- 15 chilometri per gli osservatori non professionali di rilevanza regionale e provinciale;
- estese quanto i confini delle aree naturali protette.

Si segnala che, ai sensi di tale disposizione regionale, sono state rispettate le distanze dichiarate al comma 3 di tale articolo, in quanto l'osservatorio astronomico professionale più vicino al sito dell'impianto presente nella regione Puglia risulta essere:

- l'Osservatorio Astronomico dell'Università degli Studi di Lecce, che dista circa 35 chilometri;

Gli osservatori astronomici non professionali presenti nella regione Puglia più vicini al sito dell'impianto agrivoltaico risultano essere:

- l'Osservatorio Didattico "Isaac Newton" nel comune Uggiano Montefusco (TA), che dista circa 40 chilometri;
- l'Osservatorio "Mira" nel comune di Sava (TA), che dista circa 40 chilometri;

Ai fini di un'elevata efficienza dell'impianto di illuminazione 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, ecco che:

- verrà evitata la sovra-illuminazione e sarà minimizzata la luce riflessa verso l'alto adoperando apparecchi specificatamente progettati;
- verranno spente le luci 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 di ciascun apparecchio illuminante un sistema di accensione automatica basato su un sistema a sensori di rilevamento di movimento. Si precisa che sarà prevista selettività di intervento, motivo per cui sarà garantita l'accensione

del solo apparato posto in immediata corrispondenza del sensore.

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			
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 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.

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

Nei 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 orizzontale.
- 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;
- $U_0(g1)=E_{min}/E_m$ : uniformità di illuminamento;

- g2=Emin/Emax: diversità di illuminamento.

### **Illuminazione di stazioni di trasformazione, 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;
- Accessi all'area d'impianto;

### **Cabinati e stazioni di trasformazione**

Le cabine di controllo ospitano attrezzature elettriche e di montaggio 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.

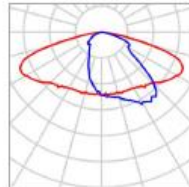
Di seguito viene riportata la scheda tecnica della lampada utilizzata ed il calcolo illuminotecnico per l'illuminazione in corrispondenza dei cabinati e degli accessi:



Brindisi

24ENV08 - Brindisi

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	$\eta$	100.00 %

Brindisi

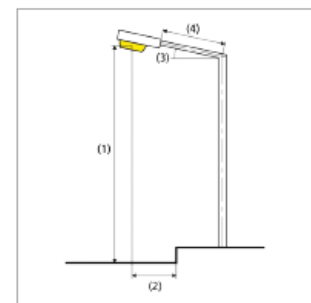
**DIALux**

24ENV08 - Brindisi

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**

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

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



Brindisi

**DIALux**

24ENV08 - Brindisi

## 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 (M4)	$L_m$	0.46 cd/m <sup>2</sup>
	$U_o^{(1)}$	0.00
	$U_i^{(1)}$	0.00
	$Tl^{(1)}$	71 %
	$Re^{(1)}$	0.18

(1) Informazione, non fa parte della valutazione

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo di energia
24ENV08 - Brindisi	$D_p$	0.015 W/lx*m <sup>2</sup>	-
3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite (su un lato sopra)	$D_e$	0.4 kWh/m <sup>2</sup> anno	100.0 kWh/anno

Brindisi

DIALux

24ENV08 - Brindisi

### Cabinati e accessi (M4)

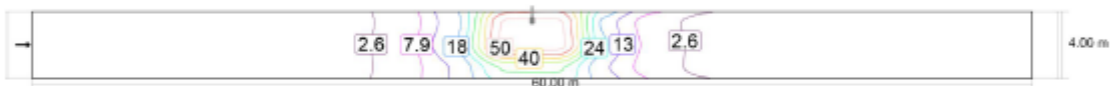
Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato
Cabinati e accessi (M4)	$L_m$	0.46 cd/m <sup>2</sup>
	$U_o^{(1)}$	0.00
	$U_i^{(1)}$	0.00
	$TI^{(1)}$	71 %
	$R_{gl}^{(1)}$	0.18

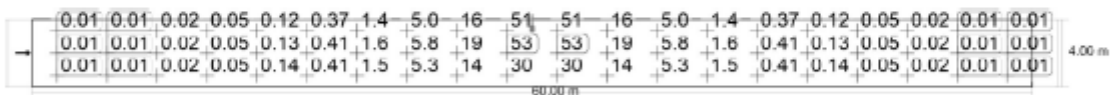
Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 2.000 m, 1.500 m	$L_m$	0.46 cd/m <sup>2</sup>
	$U_o^{(1)}$	0.00
	$U_i^{(1)}$	0.00
	$TI^{(1)}$	71 %

(1) Informazione, non fa parte della valutazione



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

Brindisi

**DIALux**

24ENV08 - Brindisi

### Cabinati e accessi (M4)

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)

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$U_0$ (g1)	$g_2$
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 Puglia. 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, che prevede l'utilizzo di corpi illuminanti con lampade a LED con riflettore avente ottica antinquinamento luminoso, saranno attivi nei soli casi di intrusione, emergenza e manutenzione straordinaria.

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