

RINNOVABILI SUD DUE S.R.L.

PROGETTO DEFINITIVO DI UN PARCO EOLICO DI POTENZA PARI A 98 MW + 30 MW DI ACCUMULO, SITO IN AGRO DI CELENZA VALFORTORE E CARLANTINO (FG), E DELLE OPERE CONNESSE ANCHE IN AGRO DI CASALNUOVO MONTEROTARO, CASALVECCHIO DI PUGLIA E TORREMAGGIORE (FG)



Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Roberta ALBANESE
ing. Marco D'ARCANGELO
ing. Alessia NASCENTE
ing. Alessia DECARO
geol. Lucia SANTOPIETRO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Martino LAPENNA
ing. Mariano MARSEGLIA
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI
ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V21	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	23045	D		
		CODICE ELABORATO			
		DC23045D-V21			
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
00		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		DC23045D-V21.doc	19 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	04/08/23	Emissione	Mastroserio	Mancini	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					



1. PREMESSA	2
2. OGGETTO	2
3. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
4. STUDIO ILLUMINOTECNICO	4
4.1.Terminologia	4
4.2.Impianti di illuminazione	6
4.3.Normativa tecnica	8
4.4.Legislazione regionale	9
4.5.Apparecchi di illuminazione	10
5. RISULTATI DI CALCOLO	12
5.1.Definizione delle aree da illuminare	12
5.2.Risultati del calcolo illuminotecnico viabilità.....	14
6. CONCLUSIONI	16
7. ALLEGATO	18

1. PREMESSA

Il progetto, oggetto del presente documento, è relativo alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica della potenza complessiva di 98 MW integrato da un sistema di accumulo da 30 MW, costituito da 17 aerogeneratori, del tipo Nordex con rotore pari a 163 m e altezza al tip pari a 219,5 m, da realizzarsi nei comuni di Carlantino e Celenza Valfortore (FG), in cui insistono gli aerogeneratori e parte delle opere di connessione, e nei comuni di Casalnuovo Monterotaro, Casalvecchio di Puglia e Torremaggiore (FG) in cui ricadono la restante parte delle opere di connessione per il collegamento in antenna a 36 kV su una futura stazione di trasformazione RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo – Rotello".

2. OGGETTO

Il presente studio è finalizzato alla valutazione dell'impatto ambientale, dovuto dall'emissione luminosa, dell'impianto in progetto.

Tale studio è stato eseguito in conformità alla Legge Regionale della regione Puglia del 23 Novembre 2002 n. 15 ed al successivo Regolamento di Attuazione (Regolamento Regionale del 22 Agosto 2006 n 13).

3. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento principali, utilizzate per l'elaborazione del presente studio, sono:

- **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";
- **Norma UNI EN 12464-2-2014**, "Illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno";
- **Norma UNI 10819-2021**, "Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- **Norma CEI EN 60598-1 (CEI 34-21)**, "Apparecchi di illuminazione";
- **Norma CEI 64-8**, "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V a corrente alternata e a 1500 V a corrente continua".

4. STUDIO ILLUMINOTECNICO

4.1. Terminologia

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nello studio illuminotecnico.

Inquinamento luminoso, 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.

Flusso luminoso, rappresenta la potenza luminosa, cioè la quantità di energia nell'unità di tempo (un secondo) nel campo visibile all'occhio umano, emessa complessivamente dalla lampada in tutte le direzioni.

Intensità luminosa, corrisponde al flusso luminoso emesso nell'unità di angolo solido (steradiante).

Efficienza luminosa, rapporto tra il flusso luminoso emesso e la potenza elettrica assorbita.

Illuminamento, rapporto tra il flusso luminoso che incide perpendicolarmente e l'area della superficie.

Resa del colore, varia da 0 a 100 ed esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati. Quanto maggiore è l'indice tanto più la sorgente luminosa permette di apprezzare i colori.

Tonalità del colore, rappresenta la temperatura a cui occorre portare un corpo nero, affinché emetta una luce più uguale possibile a quella emessa dalla lampada in esame.

Illuminamento orizzontale medio in esercizio E_{hav} , media degli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento verticale medio in esercizio E_{vav} , media degli illuminamenti verticale nei punti delle griglie di riferimento.

Indice di abbagliamento GR , parametro che definisce la classe dell'abbagliamento debilitante.

Luminanza velante prodotta dai centri luminosi presenti nel campo visivo L_v , incremento equivalente della luminanza del campo visivo determinata dall'abbagliamento debilitante.

Luminanza velante prodotta dall'ambiente L_{ve} , incremento equivalente della luminanza del campo visivo determinata dall'ambiente illuminato.

Illuminamento orizzontale minimo E_{hmin} , valore minimo fra gli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento verticale minimo E_{vmin} , valore minimo fra gli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento orizzontale massimo E_{hmax} , valore massimo fra gli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento verticale massimo E_{vmax} , valore massimo fra gli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

Fattore di uniformità U_o , rapporto tra i valori minimo e medio degli illuminamenti orizzontali (E_{hmin}/ E_{hav}) o verticali (E_{vmin}/ E_{vav}).

Fattore di uniformità U_g , rapporto tra i valori massimo e minimo degli illuminamenti orizzontali (E_{hmax}/ E_{hmin}) o verticali (E_{vmax}/ E_{vmin}).



4.2. Impianti di illuminazione

Gli impianti di illuminazione che si prevede di realizzare sono i seguenti:

- Illuminazione esterna delle aree BESS;
- Illuminazione interna dei locali presenti nell'area BESS;
- Illuminazione dei locali interni all'aerogeneratore;
- Illuminazione di segnalazione e sicurezza esterna degli aerogeneratori.

Ai fini del presente studio valuteremo solo le emissioni luminose dovute agli impianti di illuminazione esterna, in quanto gli impianti di illuminazione interni risultano schermati dalle strutture stesse non producendo, pertanto, alcun effetto sull'ambiente circostante.

In riferimento all' art. 9 comma 1 lett. K del Regolamento Regionale del 22 agosto 2006, n.13, gli impianti illuminazione esterna degli aerogeneratori sono soggetti a deroga, in quanto l'illuminazione ad essi correlata rientra nei dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione aerea. Per tale motivazione l'analisi effettuata nella presente relazione riguarderà unicamente l'impianto di illuminazione esterna dell'area BESS facente parte dell'impianto eolico in questione.

Inoltre, la Legge Regionale del 23 Novembre del 2005, n. 15 all'art. 6 commi b) e e), ammette ulteriori deroghe applicative dei requisiti richiesti nei seguenti casi:

- Per sorgenti di luce, non a funzionamento continuo, che non risultino, comunque, attive oltre due ore dal tramonto del sole (comma b);
- Per impianti di uso saltuario ed eccezionale, purché destinati a impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di sicurezza (comma e).

Per quanto su esposto, nonostante la possibile applicabilità, in fase esecutiva, delle deroghe su menzionate per gli impianti di illuminazione esterna dell'area BESS, questi ultimi sono stati comunque progettati e saranno realizzati nel rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa di riferimento relativa alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

Di seguito è riportato il disegno planimetrico dell'area BESS.

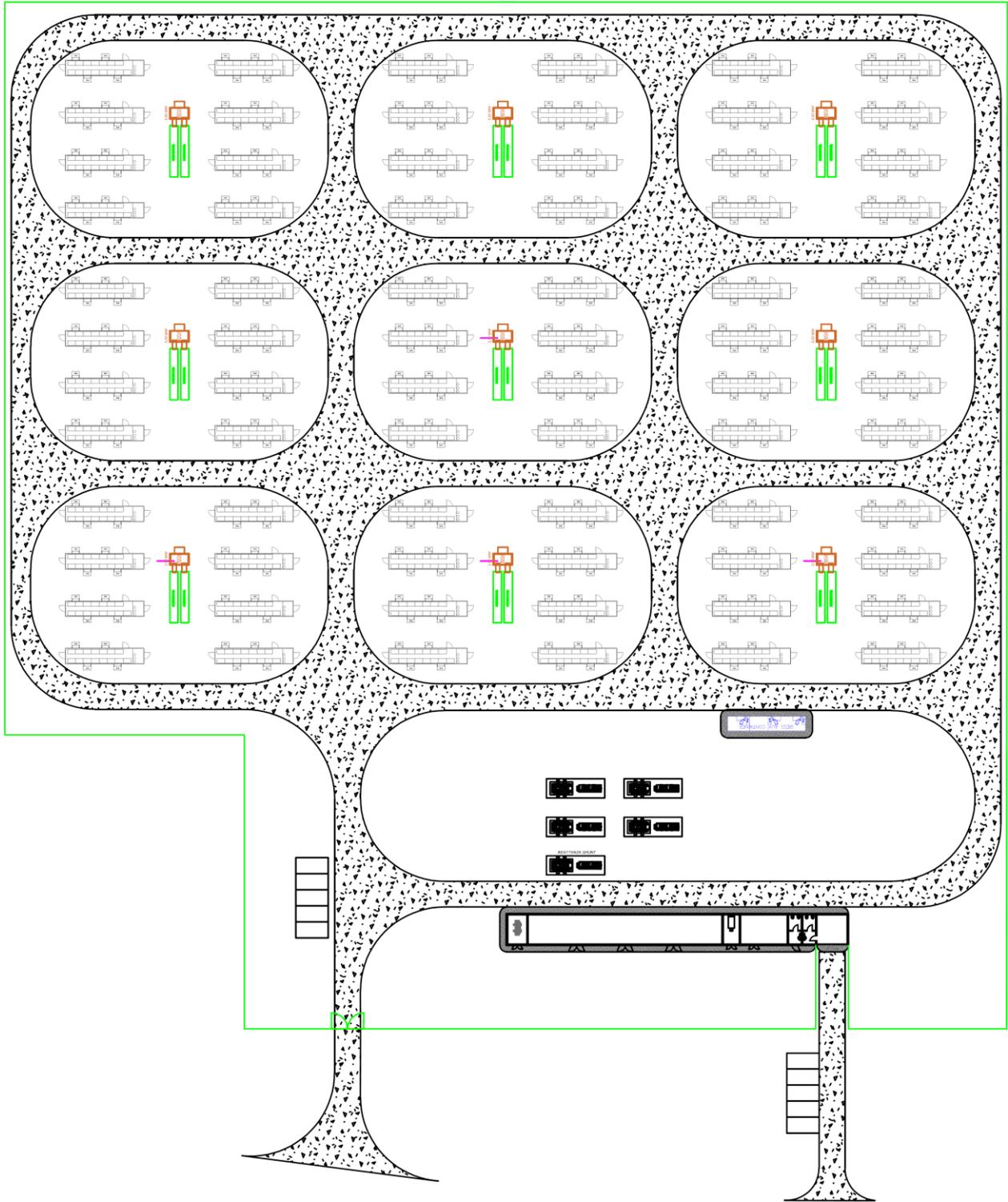


Fig. 1 – Layout area BESS



4.3. Normativa tecnica

La normativa tecnica, inerente all'illuminazione esterna nei luoghi di lavoro, richiede che siano rispettati determinati parametri.

Riportiamo un estratto della tabella compresa nella norma UNI EN 12464-2, nella quale vengono elencati, per varie tipologie ed ambienti lavorativi (se l'attività o il compito non viene menzionato, si deve far riferimento ad una situazione paragonabile) i parametri illuminotecnici di riferimento da rispettare.

Tipo di zona, compito od attività in esterno	Illuminamento medio mantenuto E_m (lx)	Valore minimo uniformità di illuminamento U_0	Valore minimo indice di resa cromatica
Zone di circolazione nei luoghi di lavoro all'esterno			
Zone con traffico di veicoli che si spostano lentamente	10	0,4	20

Tabella 1 – Requisiti di illuminazione richiesti dalla norma UNI EN 12464-2 per compiti e attività nei luoghi di lavoro in esterno

La tipologia di zona è stata individuata prendendo come riferimento l'attività più vicina, a quelle elencate dalla normativa di riferimento, e meglio rappresentativa delle reali attività espletate.



4.4. Legislazione regionale

La Legge Regionale n. 15 del 23 Novembre 2005 della Regione Puglia definisce i requisiti da rispettare nella realizzazione di nuovi impianti, o rifacimenti, di impianti di illuminazione pubblica o privata al fine di:

- ridurre l'inquinamento luminoso e ottico;
- salvaguardare i bioritmi naturali di piante e animali e dell'ambiente;
- tutelare i siti degli osservatori astronomici
- ottenere la conservazione, valorizzazione e tutela del paesaggio.

I requisiti tecnici minimi principali, da perseguire, nella progettazione e realizzazione di impianti di illuminazione, sono i seguenti:

- essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi, nella posizione di installazione, un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0,49 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso per angoli gamma maggiori o uguali a 90 gradi;
- essere equipaggiati con sorgenti luminose ad elevata tecnologia quali, sodio ad alta pressione o analoghe, ma con efficienza delle sorgenti, per le lampade tradizionali, o dei moduli di sorgenti, per sorgenti a led, superiore ai 90 lumen su watt (lm/W);
- mantengano una luminanza media delle superfici da illuminare o illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza con le relative tolleranze di misura;
- abbiano l'efficienza minima prescritta dai presenti criteri, ed in particolare, per il caso di studio:
 - impiegano, nei nuovi impianti di illuminazione di percorsi, quali strade e percorsi pedonali e ciclabili, rapporti fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose superiore al valore di 3,7, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di percorso ed alla sua classificazione illuminotecnica; sono comunque consentite soluzioni alternative, solo in presenza di ostacoli quali alberi, incroci principali e tornanti;
 - siano realizzati con apparecchi che garantiscano, a parità di luminanza o illuminamento, impegni ridotti di potenza elettrica, e ridotti costi manutentivi;
- siano provvisti di sistemi in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura uguale o superiore al 30 % rispetto al pieno regime di operatività entro le ore 24,

oppure ne prevedono lo spegnimento entro le ore 24 o la gestione per tutta la notte con sensore di movimento; tali prescrizioni non si applicano se gli impianti sono dotati di sistemi di illuminazione adattiva, funzionanti secondo le prescrizioni delle norme tecniche e di sicurezza;

4.5. Apparecchi di illuminazione

Per l'illuminazione della viabilità dell'area BESS si è prevista l'installazione di apparecchi a Led da 53 W del tipo Kreos SR/100 (produttore Performance InLighting) o similare, installati su testa palo ad un'altezza di 8,00 fuori terra. Gli apparecchi presenteranno le seguenti caratteristiche principali:

- Tecnologia: Led
- Potenza elettrica: 53 W
- Altezza fuori terra pali: 8,00 m
- Flusso luminoso lampada: 8625 lm
- Flusso luminoso apparecchio: 6968 lm
- Efficienza: 131 lx/W
- Temperatura di colore: 3000 K
- Indice di resa cromatica CRI: 70
- Materiali: Custodia e coperchio in alluminio pressofuso, finitura con verniciatura a polvere poliestere ISO 9227/12944 - ISO 9223 (C5), riflettori in alluminio puro lucidato, ossidato e trattato PVD argento 99,99% ad alto rendimento.
- Ottica: cut off stradale
- Grado di protezione: IP66

L'apparecchio risulta conforme alla norma UNI 10819 sull'inquinamento luminoso ed è fornito di alimentatore DALI per il controllo e regolazione dell'apparecchio di illuminazione.

In allegato è riportata la scheda tecnica completa dell'apparecchio.



Fig. 2 – Immagine fotografica, dimensionale e caratteristiche apparecchio di illuminazione tipo Kreos SR/100

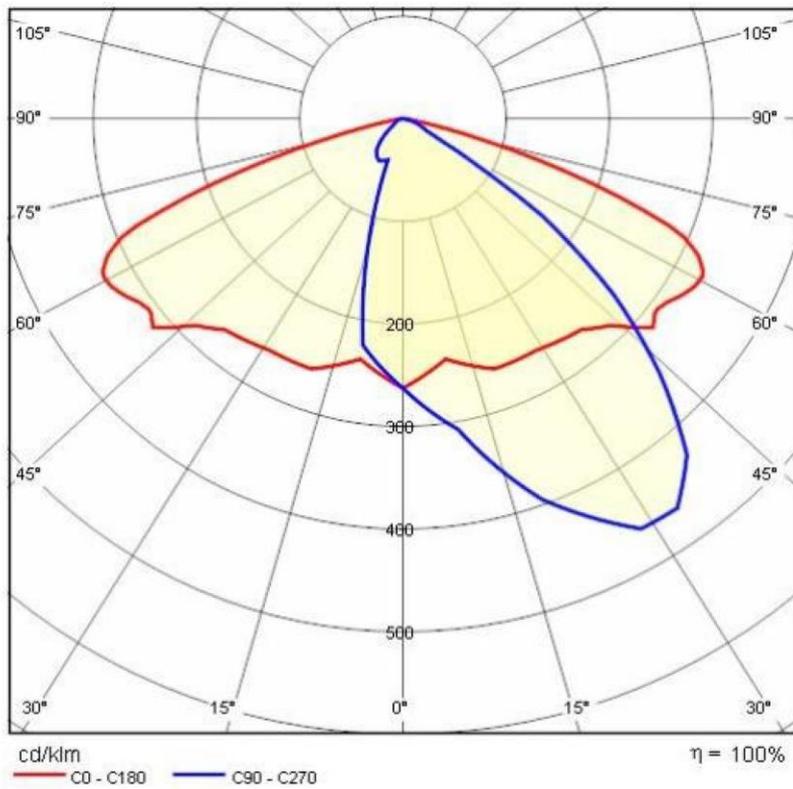


Fig. 3 – Curva fotometrica dell'apparechio di illuminazione tipo Kreos SR/100

5. RISULTATI DI CALCOLO

5.1. Definizione delle aree da illuminare

L'analisi è stata effettuata tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente da illuminare, delle geometrie delle aree apparecchiature e di transito, del tipo di pavimentazione prevista, quindi della destinazione specifica dell'area oggetto dell'intervento, tutto al fine di garantire un livello di illuminamento ottimale ad assicurare un adeguato grado di sicurezza delle aree stesse.

L'area di transito è stata dimensionata considerando che tale area sarà impegnata solo dai mezzi e dalle persone per le operazioni di manutenzione. Per i calcoli illuminotecnici si è fatto uso del software di simulazione Dialux Evo 12.0.

Definendo un modello approssimato dell'area BESS e delle apparecchiature in essa installate e prendendo in considerazione i requisiti di illuminazione richiesti dalla norma UNI EN12464-2, indicati in tabella 1, per le aree di interesse, otteniamo i risultati riportati nel capitolo successivo.

Pur essendo ammessi valori diversi rispetto a quelli riportati in tabella 1, devono essere mantenuti gli stessi fattori di uniformità; in particolare si raccomanda che il rapporto fra illuminamento medio delle zone di lavoro e quello delle zone adiacenti non determini difficoltà di adattamento. Si considera ottimale il valore di 3:1, quando non sussistano particolari esigenze è accettabile valori superiori fino ad un valore di 5:1 purché giustificato.

L'illuminamento orizzontale è stato calcolato sull'altezza media del compito visivo assunta pari a 0 per tutte le aree considerate.

Inoltre ai fini del calcolo si è considerato un coefficiente di manutenzione pari a 0,8.

Di seguito è riportato il layout con il posizionamento dei punti illuminanti utilizzati per effettuare il calcolo illuminotecnico. Per maggiori dettagli fare riferimento agli elaborati specialistici.

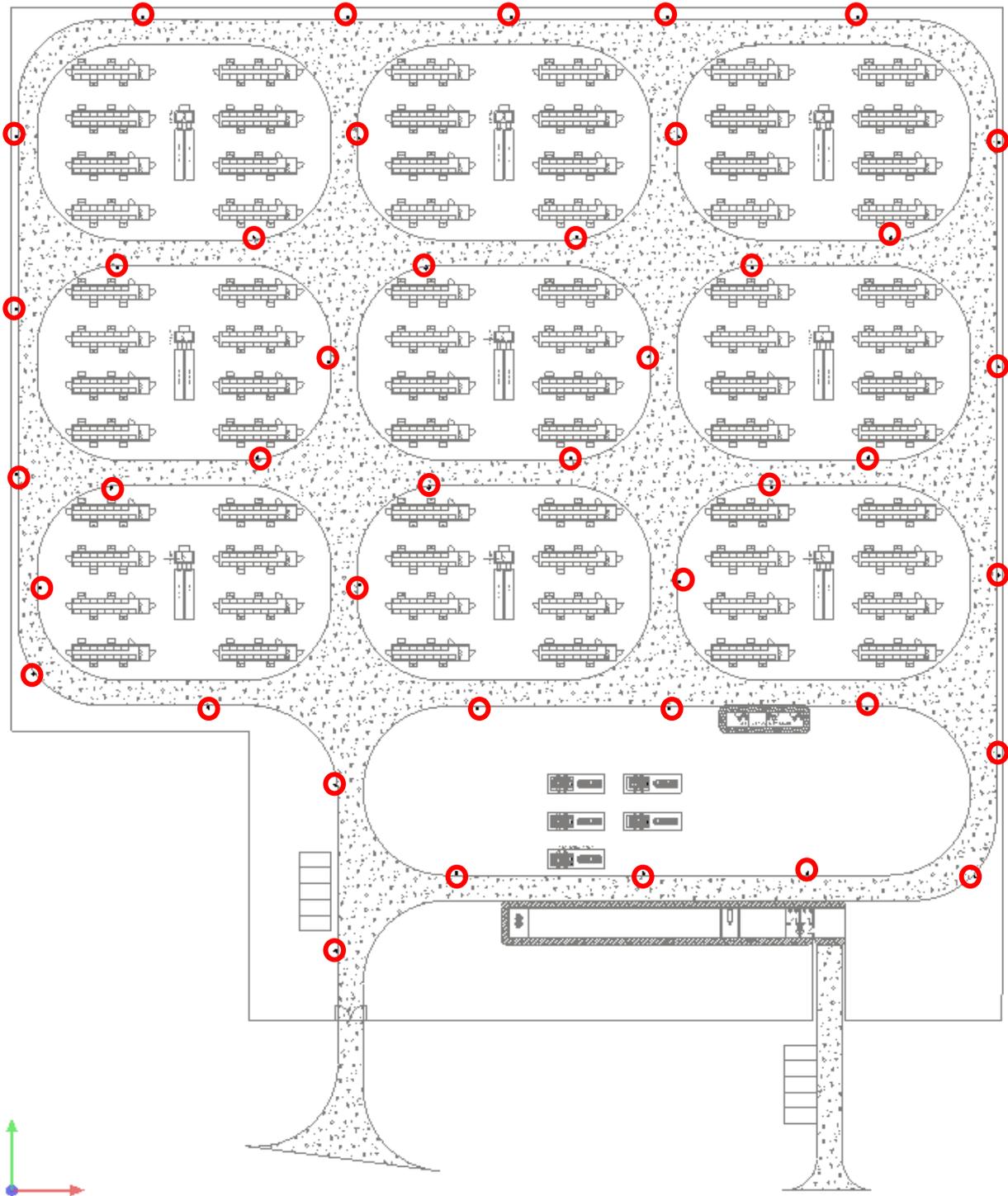


Fig. 4 – Layout area BESS con posizione dei corpi illuminanti



5.2. Risultati del calcolo illuminotecnico viabilità

In questo paragrafo sono riportati i risultati illuminotecnici relativi alla viabilità, sia in forma tabellare che grafica.





Fig. 5 – Rappresentazione degli illuminamenti (lx) sulla viabilità tramite isolinee e colori sfalsati (vista laterale)

Tipo di zona, compito od attività in esterno	Illuminamento medio mantenuto E_m (lx)	Valore minimo uniformità di illuminamento U_0	Valore minimo indice di resa cromatica
Viabilità	18	0,40	70

Tabella 2 – Valori dell'illuminamento medio mantenuto, uniformità di illuminamento e resa del colore ottenuti dal calcolo illuminotecnico per le aree di viabilità

6. CONCLUSIONI

Ai fini del presente studio si sono valutate le sole emissioni dovute agli impianti di illuminazione esterna in quanto gli impianti di illuminazione interni risultano schermati dalle strutture stesse non producendo, pertanto, alcun effetto sull'ambiente circostante.

In riferimento all' art. 9 comma 1 lett. K del Regolamento Regionale del 22 agosto 2006, n.13, gli impianti di illuminazione esterna degli aerogeneratori sono soggetti a deroga, in quanto l'illuminazione ad essi correlata rientra nei dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione aerea. Per tale motivazione l'analisi effettuata nella presente relazione ha riguardato unicamente l'impianto di illuminazione esterna dell'area BESS facente parte dell'impianto eolico in questione.

La Legge Regionale del 23 Novembre del 2005, n. 15 all'art. 6 commi b) e e) ammette, ulteriori deroghe applicative dei requisiti richiesti nei seguenti casi:

- Per sorgenti di luce, non a funzionamento continuo, che non risultino, comunque, attive oltre due ore dal tramonto del sole (comma b);
- Per impianti di uso saltuario ed eccezionale, purché destinati a impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di sicurezza (comma e).

Per quanto su esposto, nonostante la possibile applicabilità, in fase esecutiva, delle deroghe su menzionate per gli impianti di illuminazione esterna analizzate, questi ultimi sono stati comunque progettati e saranno realizzati nel rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa di riferimento relativa alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

L'impianto di illuminazione, in fase esecutiva, potrà essere gestito come segue: normalmente spento e programmato per attivarsi nel solo caso in cui scatti l'allarme antintrusione e nei casi di interventi di manutenzione straordinaria sull'impianto che necessitino una maggiore visibilità degli operatori, regolando all'occorrenza in modo manuale o automatico i livelli di illuminamenti richiesti tramite sistema DALI. Le lampade utilizzate saranno a Led, tecnologia rientrante in quella ad elevata efficienza, e di tipo cut-off in grado di eliminare la componente luminosa emessa verso l'alto.

Dai risultati delle analisi effettuate con il software di calcolo, considerando le caratteristiche degli impianti di illuminazione, si può affermare che: gli impianti garantiscono il rispetto dei parametri illuminotecnici caratteristici previsti dalle normative tecniche per le aree di transito e che le loro caratteristiche sono in linea con i dettami della normativa, in riferimento alla riduzione delle emissioni luminose.

In conclusione, quindi, per quanto detto, è possibile constatare la congruità dell'impianto di illuminazione alla normativa vigente sull'inquinamento luminoso e in modo particolare al

Regolamento della Regione Puglia del 22 Agosto 2006, n. 13 e alla Legge della regione Puglia del 23 Novembre 2005, n. 15.

7. ALLEGATO

KREOS SR/100

Part number 3106168



Description

LED street luminaire, comprising:

- Die-cast aluminium housing and cover, polyester powder coat finish ISO 9227/12944 - ISO 9223 (C5)
- Coated die-cast aluminium pole-top adaptor for pole Ø 60 / 76 mm
- High-performance polished, oxidised, PVD 99.99% silver treated, pure aluminium reflectors. This treatment creates an iridescence-free surface with a greater than 97% reflectance
- StReet optic options: SR/075 usually for narrow roads ($0.5 \geq L/H \geq 0.75$), SR/100 for two-lane roads ($L/H = 1$), SR/125 for wide streets and ($L/H = 1.25$), SR/150 for wide roads/parking lots ($L/H = 1.5$) schemes. L/H ratio (L-road width/H-pole height)
- UNI 10819 light pollution standards compliant (0% ULOR rating)
- Anti-ageing custom moulded silicone sealing gasket(s) with resilient elastic return capacity
- Extra clear, toughened, flat glass diffuser
- The integral switch splitter automatically disconnects the driver from mains when opened
- Die-cast aluminium retaining clip with stainless steel spring allows quick and tool-free access to the luminaire for extraordinary maintenance
- Removable galvanized sheet metal gear tray
- Built-in driver
- Integral surge protection device (SPD) against mains overvoltages up to 10 kV (CM/DM)
- Complete with 1 m H07RN-F 2x1.5 mm² or H07RN-F 4x1.5 mm² (dimmable options) cable, for mains connection without opening the luminaire
- Stainless steel locking hardware
- Complete with NEMA socket connected to DALI driver and waterproof short-circuit cap for On/Off operation mode and SMART-compatible mounting solutions (NEMA options)
- Other colour temperatures (CCT) and colour rendering index (CRI) options available. Consult factory
- DALI-2 (IEC 62386) dimmable ballast available. Consult factory
- CLO (Constant Light Output) options available. Consult factory
- Photometric data measure according to UNI EN 13032-4 and IES LM-79-08

Product data

ETIM Group:	EG000027	ETIM Class:	EC000062
-------------	----------	-------------	----------

General information

Lampholder:	LED	Light source:	LED
Lightsource lumen output [lm]:	8625	Luminaire lumen output [lm]:	6968
Luminaire wattage [W]:	53 W	Luminous efficacy [lm/W]:	131
CRI:	70	Colour temperature [K]:	3000
Colour / Finishing:	AN-96 / Anthracite gray / Textured	IP degree of protection:	IP66
IK-J-xxIP:	IK08 gJ xx5	Protection class:	II
Optic:	Street	Net weight [kg]:	6.286
Overall length [mm]:	300	Overall width [mm]:	536
Overall height [mm]:	229		

Mechanical features

Shape:	RECTANGULAR	Housing material:	Aluminium
Diffuser material:	GLASS	Glow wire test [°C]:	960 °C
Frontal exposed area [m ²]:	0.02	Lateral exposed area [m ²]:	0.05
Top exposed area [m ²]:	0.15		

Electrical features

Voltage type:	AC/DC	Input voltage [V AC]:	220/240
Input frequency [Hz]:	0/50/60	Power factor / COS Φ:	>0.9
Input voltage [V DC]:	176/264	Surge protection Common [kV]:	6.0
Surge protection Differential [kV]:	10.0	Inrush current [A/μs]:	41 / 238
C10 1.5 mm ² :	10	C16 2.5 mm ² :	17
B10 1.5 mm ² :	6	B16 2.5 mm ² :	10

Installation

Application area:	Outdoor	Mounting type:	Street lighting
Min. ambient temperature [°C]:	-40	Max. ambient temperature [°C]:	40

Light features

MacAdam:	5	Lumen maintenance:	L90B10@100000h
Distribution of light emission:	Direct	Luminous Intensity Class:	G'3
Zero light pollution (ULR = 0%):		IPEA' (road lighting):	A7+
IPEA' (large areas, roundabouts):	A7+	IPEA' (cycle-pedestrian):	A6+
IPEA' (green areas):	A6+	IPEA' (historic city centers):	A10+