

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

APPROFONDIMENTI PROGETTUALI PER OSSERVAZIONI MATTM - REGIONE PIEMONTE / MIBACT
Riscontro Osservazione n. 75,129 (rif. prot. n. CTVA/3020 del 26/09/17)

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI
CONSTRUCTION – COSTRUZIONE

CHANTIERS - SALBERTRAND - CANTIERIZZAZIONI – SALBERTRAND

Rapport d'ingénierie d'éclairage – Relazione Illuminotecnica

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	01/12/2017	Première diffusion / Prima emissione	LOMBARDI	A. DAMIANI V.GRISOGLIO	A. MORDASINI C. OGNIBENE
A	15/12/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	LOMBARDI	A. DAMIANI V.GRISOGLIO	A. MORDASINI C. OGNIBENE

CODE DOC	P	R	V	C	3	A	L	O	M	6	8	7	5	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ECHELLE / SCALA
-

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	33	75	96	10	02


Maire Tecnimont Group
Dott. Ing. Carlo Ognibene
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8366 T



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

1. PREMESSA	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3. APPROFONDIMENTI SVOLTI	6
4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	9
6. INTRODUZIONE AGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	11
6.1 Grandezze fotometriche.....	11
7. CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	13
7.1 Distribuzione delle luminanze	13
7.2 Illuminamento e sua uniformità.....	13
7.3 Abbagliamento.....	13
7.4 Luce intrusiva (o invasiva)	14
7.5 Direzione della luce	15
7.6 Resa cromatica e aspetto del colore	15
7.7 Sfarfallio ed effetti stroboscopici.....	16
7.8 Fattore di manutenzione	16
8. REQUISITI DI ILLUMINAZIONE DEL LUOGO DI LAVORO IN ESTERNO.....	17
9. REQUISITI ILLUMINAZIONE STRADALE	18
10. CALCOLI ILLUMINOTECNICI	19

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Ubicazione e tipologia dei corpi illuminanti previsti – area di cantiere di Salbertrand	10
Figura 2 – Rendering 3D illuminazione notturna area di Salbertrand	10
Figura 3 – Spettro cromatico corrispondente alle varie temperature di colore	16
Figura 4 – Ubicazione e valori illuminotecnici ottenuti per l'illuminazione dell'area di carico binari Salbertrand	20

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Limiti per la luce intrusiva	15
Tabella 2 – Resa cromatica delle lampade	15
Tabella 3 – Requisiti di illuminazione richiesti dalla normativa per luoghi di lavoro in esterno	17
Tabella 4 – Scheda n. 1 : parametri caratteristici di base	18
Tabella 5 – Categorie illuminotecniche M	18

RESUME / RIASSUNTO

L'objectif de ce rapport est de décrire et justifier, sur la base de calculs et vérifications d'éclairagisme, les choix concernant les appareils d'éclairage destinés à éclairer la prévue zone industrielle de Salbertrand.

Il presente rapporto si pone l'obbiettivo di descrivere e motivare, sulla base di calcoli e verifiche illuminotecniche, le scelte relative agli apparecchi illuminanti destinati ad illuminare la prevista area industriale di Salbertrand.

1. Premessa

Il presente elaborato, in risposta alle richieste di approfondimento sotto riportate (n.75 e n.129), descrive in dettaglio il progetto relativo all'impianto di illuminazione previsto per l'area industriale di Salbertrand, con la finalità, nel rispetto delle normative vigenti, di ridurre l'inquinamento luminoso nelle aree adiacenti, di rilevanza naturalistica.

Per ulteriori dettagli sugli aspetti di tutela ambientale, si rimanda all'elaborato PRV_LOM_C3C_6822 : Nota tecnica sulle misure di mitigazione dell'impatto luminoso sulla fauna per l'area industriale di Salbertrand.

N. 75

Dovranno essere descritte tutte le fonti di illuminazione e le relative caratteristiche di intensità di illuminazione necessarie alle esigenze del cantiere di Salbertrand e di La Maddalena e le misure di mitigazione messe in atto per ridurre il disturbo ai vari gruppi faunistici sensibili.

N. 129

È pertanto necessaria una relazione illuminotecnica in cui vengano fornite, per l'insieme di tutte le fonti di illuminazione, comprese quelle per la sicurezza delle Forze Armate:

- le classi illuminotecniche di riferimento e di progetto ai sensi della norma UNI 11248;
- la categoria illuminotecnica del contesto territoriale
- l'illuminamento medio mantenuto
- la possibilità di ridurre tale valore nelle aree in cui il rischio può essere considerato minore (tipo aree di stoccaggio e deposito);
- un programma di monitoraggio rivolto in modo particolare alle aree più esposte a questo impatto nel SIC, specificamente i settori al piede del versante del Gran Bosco.
- Ai fini di esprimere un parere relativamente a quanto in esso riportato, sono necessarie inoltre le seguenti integrazioni:
- Tabelle fotometriche numeriche degli apparecchi di illuminazione utilizzati, certificati e sottoscritti dal responsabile tecnico del laboratorio di misura, ovvero i dati fotometrici relativi alla ripartizione dell'intensità luminosa (espressa in candele/kilolumen) in tutte le direzioni d'interesse;
- Flusso luminoso iniziale degli apparecchi di illuminazione;
- Fattore di manutenzione degli apparecchi di illuminazione;
- Disegni planimetrici dell'area in studio con riportati i dati di scala, i dati di ubicazione e altezza degli apparecchi luminosi;

Risultati della simulazione software, ovvero i requisiti fotometrici calcolati per le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio, corredati dalle tabelle dei valori di illuminamento calcolati.

2. Documenti di riferimento

Gli elaborati di riferimento per il presente elaborato sono:

- PRV_TS3_C3C_7106: Quadro di riferimento Ambientale - Tomo 1 - Analisi dello stato attuale delle aree oggetto di variante;
- PRV_TS3_C3C_7107: Quadro di riferimento ambientale - Tomo 2 - Analisi degli impatti delle aree oggetto di variante;
- PRV_TS3_C3C_7108: Quadro di riferimento ambientale - Tomo 3 - Mitigazione impatti delle aree oggetto di variante;
- PRV_TS3_C3C_7570: Relazione incidenza ambientale – Salbertrand;
- PRV_LOM_C3C_6822: Nota tecnica sulle misure di mitigazione dell'impatto luminoso sulla fauna per il cantiere di Salbertrand.

3. Approfondimenti svolti

Considerata la presenza di un ecosistema fluviale di pregio e del SIC in prossimità dell'area di intervento, è stato condotto uno specifico approfondimento circa la compatibilità tra l'illuminazione del cantiere e le specie animali presenti. Si precisa che la presente relazione prende in considerazione le condizioni di illuminazione prodotte dagli apparecchi illuminanti necessari per l'operatività del cantiere. E' quindi necessario prevedere un sistema di gestione della luce realizzato attraverso interruttori crepuscolari dotati di fotocellula con regolazione della sensibilità luminosa ed interruttori orari programmabili che permettono l'attivazione e lo spegnimento automatico, secondo fasce orare definite, del circuito di illuminazione del cantiere.

A rinforzo della suddetta illuminazione è prevista la realizzazione di un impianto gestito dalle Forze dell'Ordine e dalle Forze Armate, nell'ambito delle loro attività di presidio dell'ordine pubblico, e azionato su indicazione delle Autorità di Pubblica Sicurezza. Pertanto, trattandosi di un impianto la cui eventuale accensione è da considerarsi eccezionale e in situazioni di emergenza, le condizioni di illuminazione da esso indotte non vengono prese in considerazione nel presente documento in quanto non rappresentano la normale operatività del cantiere.

Sulla base della letteratura scientifica disponibile, per quanto riguarda l'impiego di corpi illuminanti compatibili con le diverse specie faunistiche, è stato valutato il possibile impiego di lampade al sodio a bassa pressione o lampade LED tipo ambra, in alternativa a lampade più comunemente usate per illuminazione di tipo stradale, di tipo sodio alta pressione, mercurio o lampade LED a luce fredda superiore ai 4000K.

Fatte delle attente analisi, l'area da illuminare è un cantiere che presenta dei cicli di lavorazione continui, o comunque di durata abitualmente superiore a quella diurna, con conseguente esigenza di illuminazione artificiale indispensabile.

A tutti gli effetti l'area in oggetto è un posto di lavoro e in quanto tale deve disporre, nella misura del possibile, di sufficiente luce naturale ed essere dotata di dispositivi che consentano un'adeguata illuminazione artificiale per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori.

Al fine di evitare incidenti e criticità come:

- carenza di illuminazione naturale,
- abbagliamento,
- affaticamento visivo,
- urti,
- cadute,
- difficoltà nell'esodo,

è necessario tutelare la sicurezza del luogo di lavoro, e in generale dell'ambiente che lo circonda, facendo ulteriori considerazioni relative a:

- scelta dell'apparecchio di illuminazione,
- colore della luce,
- resa di colore della luce,
- altezza di montaggio dell'apparecchio di illuminazione,
- riduzione dell'emissioni luminosa in direzioni in cui non è necessaria né desiderabile.

In progetto dell'impianto di illuminazione, in applicazione delle vigenti norme e sulla base degli aspetti sopra elencati, si prefigge l'obiettivo di soddisfare la limitazione dell'abbagliamento debilitante e il controllo della luce molesta che possono causare influenze negative sia alle persone, sia alle specie animali presenti nell'intorno della prevista area

industriale. Le norme riportano i valori necessari per tutelare, secondo i criteri espressi in precedenza, il lavoratore e l'ambiente.

All'interno della prevista area industriale sono state individuate sostanzialmente due tipologie di zone, per le quali il compito visivo deve assumere detti requisiti.

Di seguito si espongono le due casistiche:

- Aree interne al cantiere: zone con traffico di veicoli che si spostano lentamente, punti di carico e scarico materiali,
- strade extraurbane (viabilità di accesso al cantiere a partire dall'A32).

Per le zone sopra indicate sono previsti dei parametri da rispettare che si evincono dai calcoli esposti in allegato alla presente.

Alla luce di quanto esposto è stato scelto un corpo illuminante adeguato a tale situazione.

È quindi necessario specificare che le lampade proposte in precedenza (LED ambra e lampade al sodio a bassa pressione) sono molto cautelative per la tutela della fauna circostante, ma presentano alcune lacune come:

- bassa quantità di luce emessa dalla sorgente luminosa (flusso luminoso della lampada) quindi numero elevato di lampade,
- nitidezza della visione limitata,
- quantità di flusso luminoso di una superficie (es. strada) molto piccola,
- reperibilità dei prodotti esposti, in fase di manutenzione è molto difficoltosa soprattutto per le lampade a sodio bassa pressione in quanto le case produttrici di apparecchi illuminanti ne stanno abbandonando la produzione.

A loro vantaggio però hanno una resa cromatica molto bassa, qualificata attraverso il calore emesso che viene chiamato tonalità della luce e si misura in Gradi Kelvin (K); è su tale aspetto che il progetto ha previsto delle soluzioni alternative, in quanto questo valore è cautelativo nel confronto della fauna circostante.

A tal proposito, al fine di ridurre il più possibile l'inquinamento luminoso, nel rispetto delle esigenze legate alle attività di cantiere che qui si svolgeranno, si prevede l'impiego di una lampada di tipo a LED, con una resa cromatica che si avvicini il più possibile a quella proposta LED ambra.

In genere le lampade a LED usate per illuminare aree esterne presentano una resa cromatica superiore ai 4000K, indicando in questo modo una luce fredda con tonalità bianca tendente al blu, al salire di tale temperatura.

La lampada prevista, reperibile sul mercato, declassando il flusso dell'apparecchio di circa il 14%, consente di ottenere valori prossimi a quelli indicati, con una resa cromatica di circa 2700K. In questo modo si ottiene una luce calda, con tonalità gialla più adatta alla situazione in oggetto, nel rispetto dei requisiti necessari dettati dalle norme vigenti.

I vantaggi nell'adottare la tecnologia LED per l'illuminazione generale sono legati sia alla riduzione delle emissioni prodotte nella generazione di energia elettrica, che alla eliminazione del pericolo di inquinamento da mercurio, contenuto nelle lampade a scarica.

Inoltre le sorgenti a LED hanno una vita media dell'ordine di 20.000-50.000 ore; questo comporta una notevole riduzione dei costi di manutenzione, oltre a una resa migliore nei confronti di una situazione lavorativa.

4. Normative di riferimento

Il documento è stato elaborato con riferimento alle normative ed alle leggi attualmente vigenti in campo illuminotecnico, fra le quali si citano a titolo esemplificativo e non esaustivo:

Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro

- Decreto Legislativo 9 aprile 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.
- Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n.106 “Disposizioni integrative e correttive del decreto 9 aprile 2008, n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.

Impianti elettrici

- CEI 64–8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- UNI 11248 “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”
- UNI EN 12464-2 “Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno”
- UNI EN 13201-2 “Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali”
- UNI EN 13201-3 “Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni”
- UNI EN 13201-4 “Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”
- UNI 10819 “Illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”.

Vengono altresì riportati i riferimenti normativi relativi alla conservazione della fauna e flora, con particolare riferimento all'area del SIC e alle zone adiacenti di pregio conservazionistico:

- Direttiva 92/43/CEE 21 maggio 1992 - Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva 30 novembre 2009 n. 2009/147/CE - Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente la conservazione degli uccelli selvatici;
- Testo coordinato del DPR 8 settembre 1997 n. 357, con il Decreto del Ministro dell'Ambiente 20 Gennaio 1999 e il D.P.R. 12 Marzo 2003, n. 120 e relativi allegati;
- DPR 1 dicembre 2000 n. 425 - Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 97/49/CE che modifica l'allegato I della direttiva 79/409/CEE, concernente la protezione degli uccelli selvatici. G.U. n. 17 del 22 gennaio 2001;
- DPR 12 marzo 2003 n. 120 - Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche;
- L.R. 29 giugno 2009, n. 19 – Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità.

5. Descrizione dell'impianto di illuminazione

L'approfondimento progettuale descrive le caratteristiche dell'impianto di illuminazione dell'area industriale di Salbertrand, in modo da garantire i confort visivi in ogni situazione atmosferica. In particolare ai fini della definizione dell'impianto di illuminazione l'area può essere considerata come suddivisa in due zone, una destinata all'area di cantiere e una stradale che consente l'accesso al cantiere.

Di seguito verranno descritti i requisiti tecnici e di calcolo per entrambe le situazioni.

In generale nell'area di cantiere le attività principali saranno:

- processo di valorizzazione dello smarino,
- caricamento e trasporto via treno dello smarino,
- prefabbricazione di conci,
- stoccaggio provvisorio di smarino,
- stoccaggio provvisorio di conci,
- deposito materiali di scavo nei silos,
- parcheggi,
- trattamento acque,
- uffici a servizio della logistica di cantiere.

Considerando che l'area è molto estesa e la sua permanenza è di lunga durata, l'impianto di illuminazione sarà del tipo fisso con l'avvertenza di installare i vari componenti in posizioni di facile accesso per la manutenzione, ma protette contro gli urti accidentali. Il grado di protezione dovrà essere almeno IP44 e si dovrà verificare che il posizionamento degli apparecchi di illuminazione non sia causa di abbagliamento; inoltre è consigliato l'impiego di apparecchi di classe II. Per la zona di cantiere l'impianto di illuminazione assicura le condizioni di visibilità necessarie al traffico veicolare e pedonale con un illuminamento medio di 10 lx e con livelli di uniformità ed abbagliamento contenuti entro i limiti imposti dalle vigenti normative.

L'impianto di illuminazione esterno di tipo stradale, destinato all'accesso del cantiere, assicura le condizioni di visibilità necessarie al traffico veicolare e pedonale con una luminanza media mantenuta di 1 cd/m² e con livelli di uniformità ed abbagliamento contenuti entro i limiti imposti dalle vigenti normative.

I dettagli del calcolo illuminotecnico dell'area di cantiere sono riportati in Allegato A al presente documento, a cui si rimanda per dettagli. Si riportano nel seguito due stralci planimetrici esemplificativi del numero e tipologia di corpi illuminanti dell'area di cantiere e un rendering 3D dell'illuminazione notturna del sito.

Rapport d'ingénierie d'éclairage / Relazione Illuminotecnica

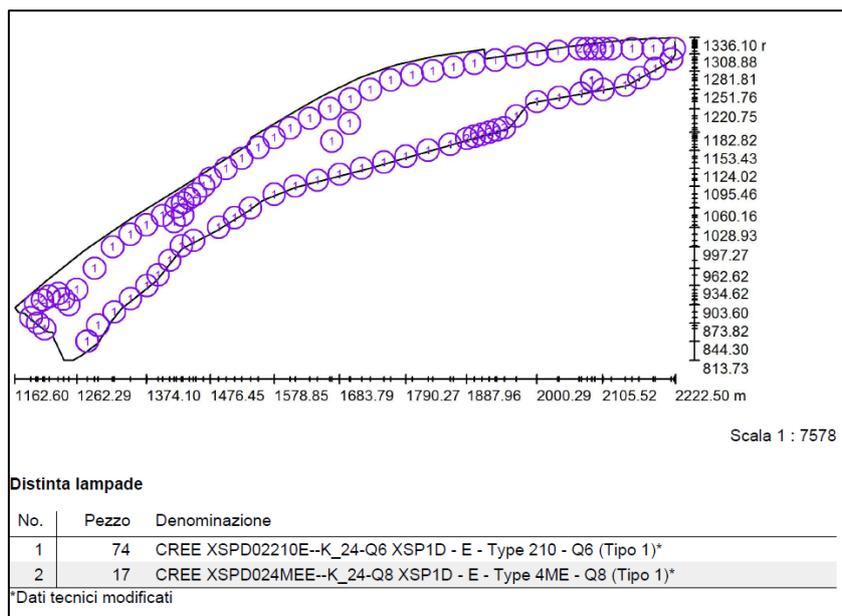


Figura 1 – Ubicazione e tipologia dei corpi illuminanti previsti – area di cantiere di Salbertrand

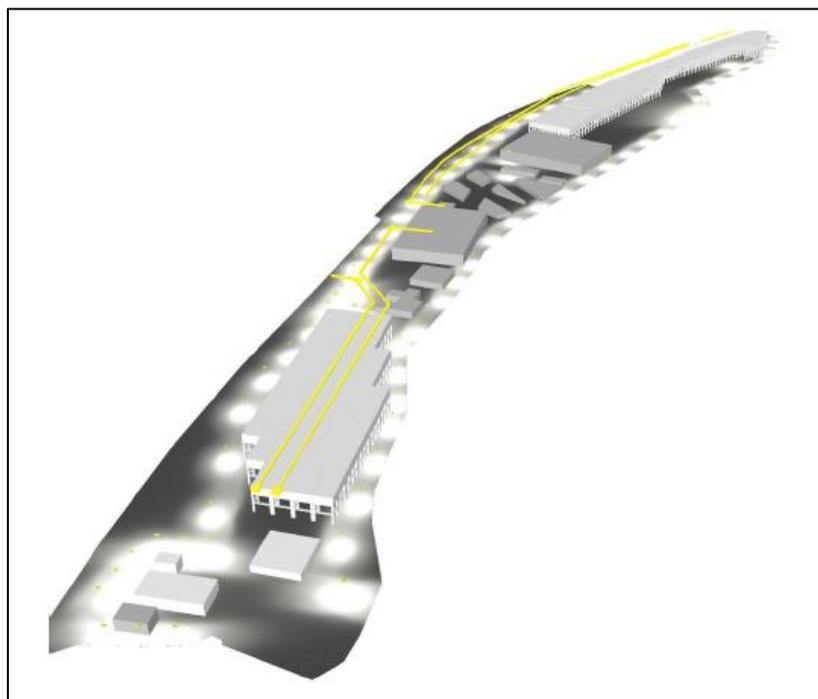


Figura 2 – Rendering 3D illuminazione notturna area di Salbertrand

6. Introduzione agli impianti di illuminazione esterna

Considerate le esigenze del cantiere, le attività di durata superiore a quella diurna e cicli di lavorazione continui, è necessario fornire un'illuminazione artificiale che garantisca un livello di illuminamento adeguato qualitativamente e quantitativamente alle lavorazioni da eseguire, rispettando le norme di sicurezza relative all'esecuzione di impianti elettrici nei cantieri.

Di seguito si illustrano le principali grandezze illuminotecniche che incidono sulla qualità dell'illuminazione di un ambiente di lavoro.

6.1 Grandezze fotometriche

L'ambiente luminoso può essere caratterizzato, dal punto di vista tecnico, dalle seguenti grandezze:

- **flusso luminoso Φ** : è la potenza luminosa emessa da una sorgente; si misura in lumen (lm). Il flusso luminoso rappresenta la quantità di luce emessa da una sorgente nell'unità di tempo;
- **efficienza luminosa**: è il rapporto esistente tra il flusso luminoso emesso da una fonte luminosa (Lumen) diviso la potenza elettrica assorbita, espressa in watt. Esprime quindi il rendimento di una lampada o di un apparecchio illuminante; l'unità di misura è il Lumen/Watt;
- **intensità luminosa I** : esprime il flusso luminoso di una sorgente in una specifica direzione, per unità di angolo solido (Φ/Ω), ed è espressa in candele (= lumen/steradiante). Lo steradiante è l'unità di misura per l'angolo solido, il corrispondente tridimensionale del radiante. In pratica l'intensità luminosa non è altro che la densità di flusso luminoso in una direzione.

A seconda della natura degli ambienti da illuminare, l'apparecchio illuminante può avere una emissione della luce **diretta**, **indiretta** e **diffusa**.

L'emissione diretta si ha quando l'apparecchio emette tutto il suo flusso direttamente verso la superficie da illuminare.

L'emissione indiretta si ha quando il flusso luminoso viene indirizzato verso il soffitto, e da questo riflesso verso la superficie da illuminare.

Le emissioni semi-diretta, diretta-indiretta e semi indiretta si hanno quando sono presenti (con diversa rilevanza) sia la componente diretta che quella indiretta.

Nell'emissione diffusa, il flusso si distribuisce in modo pressoché uniforme in tutte le direzioni.

- **illuminamento E** : con riferimento ad una superficie illuminata, esprime il flusso luminoso che raggiunge l'unità di tale superficie. Si esprime in lux (= lumen/mq). Un lux corrisponde quindi ad un flusso di un lumen distribuito su una superficie di un metro quadro;
- **luminanza L** : esprime l'intensità luminosa prodotta o riflessa da una superficie in rapporto all'area di tale superficie così com'è vista dall'osservatore; si esprime in candele/m². La luminanza delle superfici contenute nel campo visivo è direttamente collegata sia ai fenomeni di abbagliamento che alla possibilità di percepire distintamente gli oggetti osservati;
- **temperatura di colore** (colore della luce): è espressa in gradi Kelvin (K); indica il colore apparente della luce emessa. La temperatura di colore della radiazione emessa da una lampada corrisponde al valore della temperatura (espressa in gradi Kelvin) alla quale si deve portare il corpo nero perché emetta una radiazione di colore uguale;

- **indice generale di resa cromatica (Ra):** indica la capacità di una sorgente luminosa di restituire fedelmente il colore dell'oggetto o della superficie illuminata. È un numero variabile da 0 a 100.

7. Criteri di progettazione

Per una buona illuminazione è essenziale che, oltre all'illuminamento richiesto, siano soddisfatte altre necessità di ordine sia qualitativo che quantitativo. I requisiti di illuminazione passano attraverso il soddisfacimento di tre necessità umane basilari:

- comfort visivo - quando i lavoratori hanno una sensazione di benessere, la quale, in modo indiretto, contribuisce anche a creare un elevato livello di produttività,
- prestazione visiva - quando i lavoratori sono in grado di eseguire i loro compiti visivi, anche in circostanze difficili e su lunghi periodi,
- sicurezza.

I principali parametri che determinano un ambiente luminoso sono:

- la distribuzione delle luminanze,
- l'illuminamento,
- l'abbagliamento,
- la luce intrusiva,
- la direzione della luce,
- la resa cromatica e l'aspetto del colore della luce,
- lo sfarfallio e gli effetti stroboscopici,
- il fattore di manutenzione,
- il risparmio energetico.

Questi aspetti, essendo centrali nella progettazione di un luogo di lavoro esterno ben illuminato, sono quelli che verranno approfonditi in seguito.

7.1 Distribuzione delle luminanze

La distribuzione della luminanza nel campo visivo determina il livello di adattamento degli occhi, e questo influenza pesantemente la visibilità del compito da eseguire. Gli effetti negativi causati da scelte errate legate alla luminanza possono portare ad abbagliamento (nel caso di luminanze troppo elevate), ad affaticamenti oculari (nel caso di contrasti di luminanza troppo alti) e ad un ambiente di lavoro poco piacevole e poco stimolante (nel caso si ottengano luminanze e contrasti troppo bassi).

7.2 Illuminamento e sua uniformità

La norma UNI EN 12464-2 riporta i valori di illuminamento medio mantenuto E_m , cioè il minimo valore di illuminamento medio consentito in una zona dove deve essere svolto un determinato compito visivo. I valori di illuminamento medio mantenuto forniti sono funzionali a garantire un efficace livello di comfort visivo e di prestazioni visive, oltre alle necessarie esigenze di sicurezza.

7.3 Abbagliamento

L'abbagliamento è la sensazione visiva prodotta da superfici che determinano elevati gradienti di luminanza all'interno del campo visivo e può essere percepito come abbagliamento molesto o debilitante. L'abbagliamento può essere molesto se produce una sensazione di disturbo o disagio senza compromettere o impedire la visione; è invece di tipo debilitante se compromette o al limite impedisce la visione.

L'abbagliamento di tipo debilitante, più pericoloso del primo, si valuta mediante la luminanza velante (L_v) che esprime la misura in cui gli apparecchi illuminanti presenti nel campo visivo del lavoratore provocano la formazione di un velo di luminanza, che annebbia i contorni e riduce il contrasto fra oggetti e sfondo.

L'abbagliamento prodotto invece dalla riflessione delle superfici è conosciuto come abbagliamento riflesso (o riflessione velante). È importante limitare l'abbagliamento per evitare errori, affaticamento ed incidenti.

Abbagliamento diretto

L'abbagliamento diretto, provocato direttamente dalle sorgenti luminose, per un impianto di illuminazione per esterno può essere valutato attraverso il metodo dell'indice di abbagliamento GR, definito dal CIE (Commission International de l'Eclairage) attraverso la seguente formula:

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}} \right)$$

dove

- L_{vl} è la luminanza velante totale (cd/m^2) dell'impianto di illuminazione costruita come la somma delle luminanze velanti prodotta da ciascun apparecchio illuminante;
- L_{ve} è la luminanza velante equivalente dell'ambiente (cd/m^2).

Il valore di GR dell'impianto d'illuminazione non deve essere maggiore del valore riportato nelle tabelle dato dalle norme UNI EN 12464-2.

Abbagliamento riflesso

Riflessioni ad elevata luminosità nella zona del compito visivo, possono portare al dannoso risultato di alterare la visibilità del compito. L'abbagliamento riflesso può essere evitato o ridotto dalle seguenti misure:

- una appropriata predisposizione degli apparecchi di illuminazione e dei luoghi di lavoro,
- una finitura superficiale (es. superfici opache),
- una limitazione della luminanza prodotta dagli apparecchi di illuminazione,
- una aumentata area luminosa coperta dall'apparecchio di illuminazione.

7.4 Luce intrusiva (o invasiva)

Per luce intrusiva si intende il flusso luminoso generato dagli impianti di illuminazione esterna in generale (stradale, urbana, luoghi di lavoro e di intrattenimento all'aperto, parchi nazionali, etc.) che disturba chi vi risiede. Al fine di salvaguardare e rafforzare l'ambiente notturno è necessario controllare la luce intrusiva provocata dagli ambienti di lavoro esterni (fenomeno noto anche come inquinamento luminoso), la quale può provocare problemi fisiologici a persone e non solo.

Vengo riportati di seguito i limiti di luce intrusiva per gli impianti di illuminazione esterna, allo scopo di ridurre al minimo i problemi per le persone:

Tipo di zona	Luce sulle proprietà		Intensità dell'apparecchio illuminante		Luce verso l'alto	Luminanza	
	E _v [lx]		I [cd]		ULR [%]	L _b [cd/m ²]	L _s [cd/m ²]
	Prima del coprifuoco	Dopo il coprifuoco	Prima del coprifuoco	Dopo il coprifuoco		Facciata dell'edificio	Segnali
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10000	1000	15	10	800
E4	25	5	25000	2500	25	25	1000

Tabella 1 – Limiti per la luce intrusiva

E1 = zone oscure, quali parchi nazionali o siti protetti

E2 = zone a bassa luminosità, come aree rurali di tipo residenziale o industriale

E3 = zone a media luminosità, come sobborghi residenziali o industriali

E4 = zone ad alta luminosità, come il centro delle città e le aree commerciali

E_v = massimo valore dell'illuminamento verticale sulle proprietà

I = intensità della luce di ogni sorgente nella direzione potenzialmente invasiva

ULR = parte del flusso luminoso emessa dagli apparecchi illuminanti che è emessa sopra l'orizzontale, quando gli apparecchi sono nella loro posizione di installazione

L_b = massima luminanza sulla facciata degli edifici

L_s = massima luminanza sulla segnaletica

Nello specifico, considerata la posizione geografica del cantiere in oggetto rispetto alle emergenze naturalistiche presenti nell'area, il valore al quale sottostare è E1.

7.5 Direzione della luce

L'illuminazione direzionale ha lo scopo di migliorare la visibilità dei dettagli e migliorare il riconoscimento delle persone.

L'illuminazione diffusa ha lo scopo di migliorare il riconoscimento tridimensionale degli oggetti, creando un'ombreggiatura nella quale si passa dalle zone scure a quelle chiare, senza traumi visivi e le forme sono rivelate in modo chiaro e piacevole.

Senza un equilibrio tra illuminazione direzionale e diffusa potrebbero crearsi inconvenienti quali un ambiente senza ombre dove tutto appare monotono (eccesso di luce diffusa), oppure un ambiente con ombre troppo pronunciate, con conseguenti zone completamente scure (eccesso di luce direzionale).

7.6 Resa cromatica e aspetto del colore

La qualità del colore di una lampada è caratterizzata da due fattori:

- l'apparenza del colore della lampada,
- la capacità di resa del colore della lampada, che influenza l'apparenza cromatica degli oggetti e delle persone illuminate dalla lampada.

Si riportano nella seguente tabella i valori tratti dalla norma:

Apparenza del colore	Temperatura correlata
Calda	T _{CP} < 3300 K
Intermedia	3300 K ≤ T _{CP} ≤ 5300 K
Fredda	T _{CP} > 5300 K

Tabella 2 – Resa cromatica delle lampade

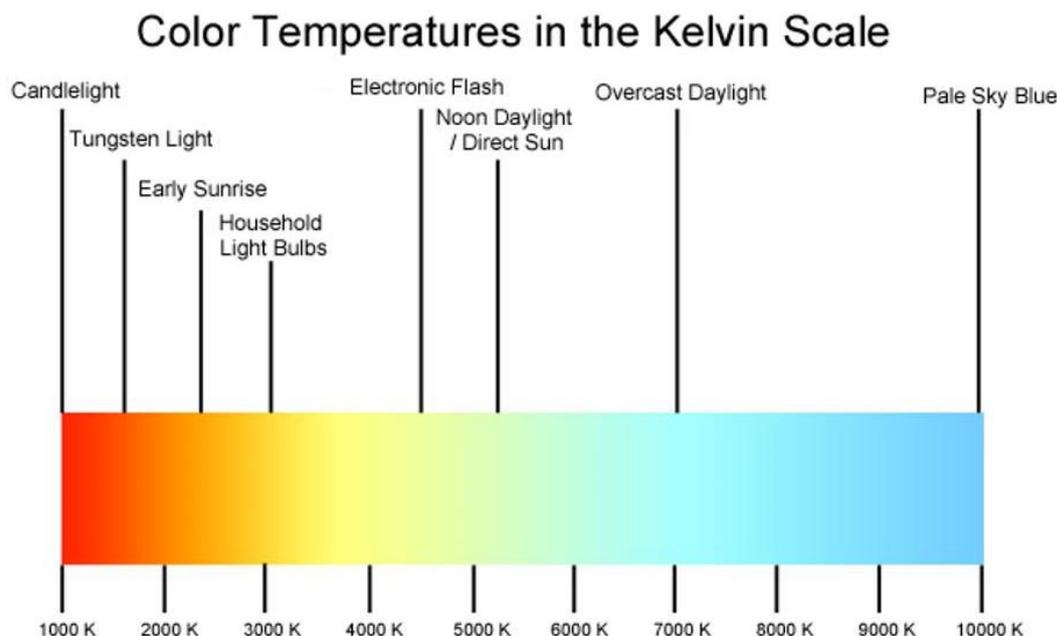


Figura 3 – Spettro cromatico corrispondente alle varie temperature di colore

7.7 Sfarfallio ed effetti stroboscopici

Effetti assolutamente indesiderati sono lo sfarfallamento (flicker), responsabile di distrazioni e a lungo andare, anche di disturbi più gravi come le cefalee, e l'effetto stroboscopico provocato dal flusso luminoso che pulsa a frequenza doppia di quella della rete (100 Hz). Normalmente questa frequenza non viene percepita, ma nel momento in cui ci sono macchinari che ruotano velocemente, si può creare una pericolosissima illusione ottica, tale per cui l'attrezzo sembra addirittura fermo, determinando così una situazione di estremo pericolo.

7.8 Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione serve per valutare nel progetto il calo di illuminamento dovuto a sporcizia, usura e guasti delle lampade che si verificano nel corso del tempo, e dipende da come vengono “mantenute” le lampade, gli alimentatori, gli apparecchi di illuminazione, l'ambiente circostante, e da come viene elaborato il programma di manutenzione.

Il progettista deve infatti determinare:

- fattore di manutenzione ed elencare tutte le ipotesi richieste per la valutazione di questo valore,
- specificare gli apparecchi di illuminazione adatti per l'ambiente,
- preparare un programma completo di manutenzione indicando la frequenza con cui si devono sostituire le lampade, gli intervalli di pulizia degli apparecchi di illuminazione e del locale, ed il metodo di pulizia più adeguato.

8. Requisiti di illuminazione del luogo di lavoro in esterno

Si riportano i requisiti di illuminazione richiesti dalla norma per compiti e attività dei luoghi di lavoro in esterno:

Area, attività o lavorazioni	\bar{E}_m (lx)	U_o	GR_L	R_a
Zone di con traffico di veicoli che si spostano lentamente (max. 10km/h)	10	0,40	50	20
Aree di costruzione, posa di tubazioni, attività di trasporto, stoccaggio ecc.	20	0,25	55	20

Tabella 3 – Requisiti di illuminazione richiesti dalla normativa per luoghi di lavoro in esterno

dove:

- \bar{E}_m : è il valore minimo dell'illuminamento (espresso il lux) della superficie di riferimento, misurabile tramite un luxmetro,
- U_o : esprime il valore minimo dell'uniformità dell'illuminamento, rapporto tra l'illuminamento minimo e quello medio nell'area di lavoro,
- GRL : è il valore limite dell'indice di abbagliamento calcolato mediante la formula indicata al punto 4.4.1 della norma UNI 12464-2,
- R_a : è il minimo valore di resa del colore, funzione delle lampade utilizzate.

Sulla base dei dati richiesti dalla norma e dai calcoli prodotti è prevista l'installazione di n°2 tipologie di apparecchi di illuminazione in classe II con lampade di tipo led da 85W con fascio luminoso di tipo stradale e da 94W del tipo asimmetrico per luce puntuale nelle zone di carico e scarico questi sono montati su pali di altezza fuori terra di 10m. L'interasse massimo fra i pali sarà di 35m per l'illuminazione dedicata al transito di veicoli e di 12,5m per le zone di carico e scarico come indicato nei documenti di calcolo allegati.

9. Requisiti illuminazione stradale

Gli aspetti illuminotecnici assunti nella progettazione sono stati dedotti dalle attuali normative UNI EN 11248. In particolare, per l'identificazione della classe d'illuminamento si è fatto riferimento a quanto prescritto dalla norma citata, mentre per la definizione dei parametri illuminotecnici da conseguire con l'impianto a progetto si è applicata la norma EN 13201 – Parte 2.

Relativamente alla classificazione illuminotecnica sono stati assunti – in base ad ipotesi di buona tecnica – i parametri caratteristici di base riportati nella scheda n° 1 riportata nel seguito; essi saranno comunque oggetto di approvazione a cura degli Enti proprietari/gestori:

Parametro della norma EN 11248	Viabilità ordinaria
Velocità tipica utente principale [km/h]:	Da 30 a 60
Utente principale	traffico motorizzato
Condizione atmosferica prevalente	Asciutto
Svincoli [n/km]	$SI/\leq 3$
Intersezioni / densità [n/km]	$Si / \leq 3$
Flusso giornaliero dei veicoli [n/d]	> 7000
Difficoltà della guida	Superiore al normale
Dispositivi geometrici rallentatori del traffico	No
Zona di conflitto	Sì

Tabella 4 – Scheda n. 1 : parametri caratteristici di base

In funzione dei parametri di cui sopra e seguendo quanto prescritto dalla norma UNI EN 11248, si deduce che il sito in oggetto è classificabile come appartenente all'insieme C. Sempre in funzione dei parametri dettati dalla norma succitata si definisce la strada in oggetto del tipo a scorrimento veloce.

Infine si deduce la categoria illuminotecnica di ingresso, che dovrà essere di categoria M3.

Tipo strada		Ambiente	Livello luminanza	Fattore di uniformità		Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
			Luminanza carreggiata media (cd/m ²) L	Uniformità complessiva U ₀	Uniformità longitudinale U ₁	Asciutto	Asciutto
Categoria M3	Zone laterali non illuminate	Scuro	≥ 1	≥ 0,4	≥ 0,6	fTI % 15	REI % 0,30

Tabella 5 – Categorie illuminotecniche M

Lungo il tracciato dei tronchi e in prossimità degli svincoli verso la strada principale è prevista l'installazione di apparecchi di illuminazione in classe II con lampade di tipo led da 84W ottica asimmetrica montati su pali di altezza fuori terra di 10m. L'interasse massimo fra i pali sarà di 22m per le strade a carreggiata singola, per le strade a carreggiata doppia di accesso al cantiere i pali saranno posizionati a quinconce con un interasse pari a 28m come indicato nelle tabelle di calcolo.

10. Calcoli illuminotecnici

In allegato A, a cui si rimanda, sono riportati i calcoli illuminotecnici per il cui sviluppo si è utilizzato il software validato DIALUX. 4.13.

I calcoli illuminotecnici sono stati effettuati prevedendo l'utilizzo di tre tipologie di lampade, descritte sinteticamente nel seguito (si veda l'Allegato A per dettagli):

Specifiche tecniche corpo illuminante per la viabilità del cantiere:

- corpo in pressofusione di alluminio
- vano alimentatore accessibile senza l'uso di attrezzi
- driver ed elementi elettrici fissati su piastra removibile per rapido accesso
- Grado di protezione IP66
- Kit per montaggio su palo
- Fattore di potenza $\cos\phi > 0,95$;
- esecuzione in Classe II;
- Lampada Led 85W con flusso luminoso 10890 lumen (declassato del 14%)
- Indice resa cromatica minimo 70 CRI; 80 CRI (3000K)
- Ottica asimmetrica per l'illuminazione di strade tipo 210
- Vita utile delle sorgenti oltre 75000 ore.

Specifiche tecniche corpo illuminante per punti di scarico e carico del cantiere:

- corpo in pressofusione di alluminio
- vano alimentatore accessibile senza l'uso di attrezzi
- driver ed elementi elettrici fissati su piastra removibile per rapido accesso
- Grado di protezione IP66
- Kit per montaggio su palo
- Fattore di potenza $\cos\phi > 0,95$;
- esecuzione in Classe II;
- Lampada Led 85W con flusso luminoso 10890 lumen (declassato del 14%)
- Indice resa cromatica minimo 70 CRI; 80 CRI (3000K)
- Ottica asimmetrica per l'illuminazione di strade tipo 4ME
- Vita utile delle sorgenti oltre 75000 ore .

Specifiche tecniche corpo illuminante per la strada di accesso al cantiere :

- corpo in pressofusione di alluminio
- vano alimentatore accessibile senza l'uso di attrezzi
- driver ed elementi elettrici fissati su piastra removibile per rapido accesso
- Grado di protezione IP66
- Kit per montaggio su palo
- Fattore di potenza $\cos\phi > 0,95$;
- esecuzione in Classe II;
- Lampada Led 94W con flusso luminoso 11715 lumen (declassato del 14%)
- Indice resa cromatica minimo 70 CRI; 80 CRI (3000K)
- Ottica asimmetrica per l'illuminazione di strade tipo 3ME
- Vita utile delle sorgenti oltre 75000 ore

Al fine dei calcoli illuminotecnici si è suddivisa l'area di cantiere in 8 sub-aree, così identificate:

- Area deposito materiali
- Zona Uffici
- Area di carico binari
- Percorso di cantiere lato nord
- Percorso di cantiere lato sud
- Zona perimetro esterno cantiere
- Zona perimetro esterno cantiere
- Area deposito concii

Inoltre, un calcolo dedicato è stato effettuato per la strada di accesso al cantiere.

I calcoli illuminotecnici effettuati, descritti in dettaglio in Allegato A permettono di soddisfare i requisiti esposti ai Capitoli 8 e 9 per quanto concerne l'illuminazione di cantiere e stradale.

A titolo di esempio si riporto nel seguito un estratto dei calcoli illuminotecnici effettuati relativo alla sub-area area di carico binari unitamente alla sintesi dei risultati ottenuti.

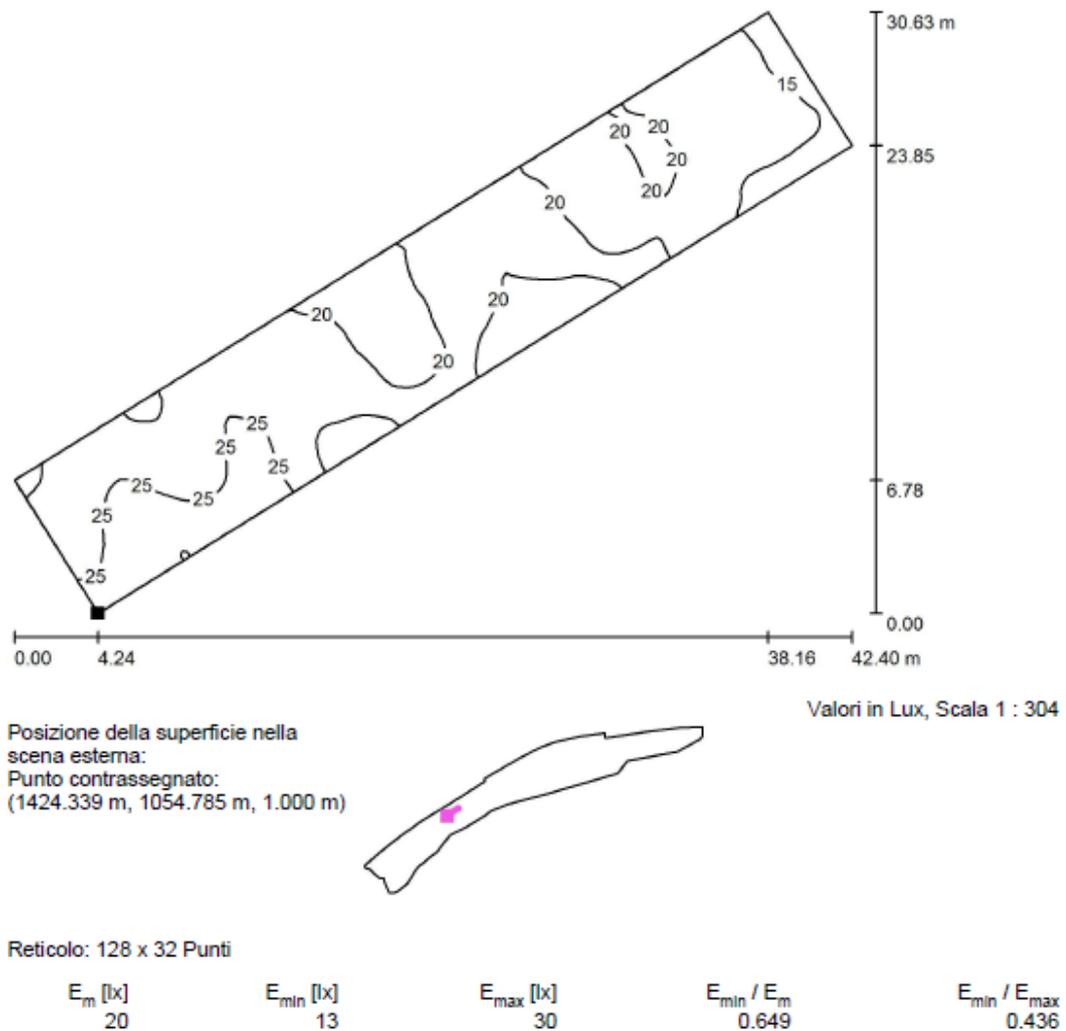


Figura 4 – Ubicazione e valori illuminotecnici ottenuti per l'illuminazione dell'area di carico binari Salbertrand

Rapport d'ingénierie d'éclairage / Relazione Illuminotecnica

Come si evince dai risultati esposti, nel caso in esempio i valori di illuminamento E_m e uniformità E_{min}/E_m , sono rispettati per quanto previsto al Capitolo 8 della presente.

ALLEGATO A
CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Cantiere Area Industriale Salbertrand

Illuminazioe normale Area di lavorazione in esterno

Data: 27.11.2017
Redattore:

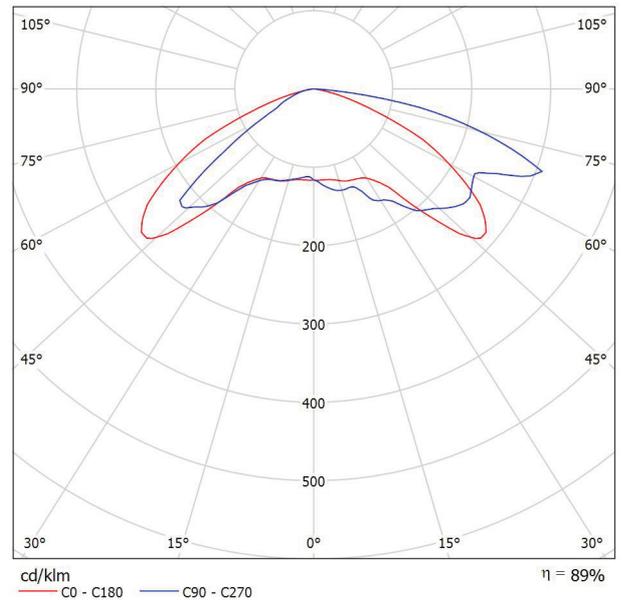
Indice

Cantiere Area Industriale Salbertrand	
Copertina progetto	1
Indice	2
CREE XSPD024MEE--K_24-Q8 XSP1D - E - Type 4ME - Q8	
Scheda tecnica apparecchio	3
CREE XSPD02210E--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 210 - Q6	
Scheda tecnica apparecchio	4
Scena esterna 1	
Dati di pianificazione	5
Lista pezzi lampade	6
Lampade (planimetria)	7
Oggetti (planimetria)	8
Rendering 3D	10
Superfici esterne	
Area deposito materiali	
Isolinee (E, perpendicolare)	11
Zona Uffici	
Isolinee (E, perpendicolare)	12
Area di carico binari	
Isolinee (E, perpendicolare)	13
Percorso di cantiere lato nord	
Isolinee (E, perpendicolare)	14
Percorso di cantiere lato sud	
Isolinee (E, perpendicolare)	15
Zona perimetro esterno cantiere	
Isolinee (E, verticale)	16
Zona perimetro esterno cantiere	
Isolinee (E, verticale)	17
Area deposito conci	
Isolinee (E, perpendicolare)	18

CREE XSPD024MEE--K_24-Q8 XSP1D - E - Type 4ME - Q8 / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:



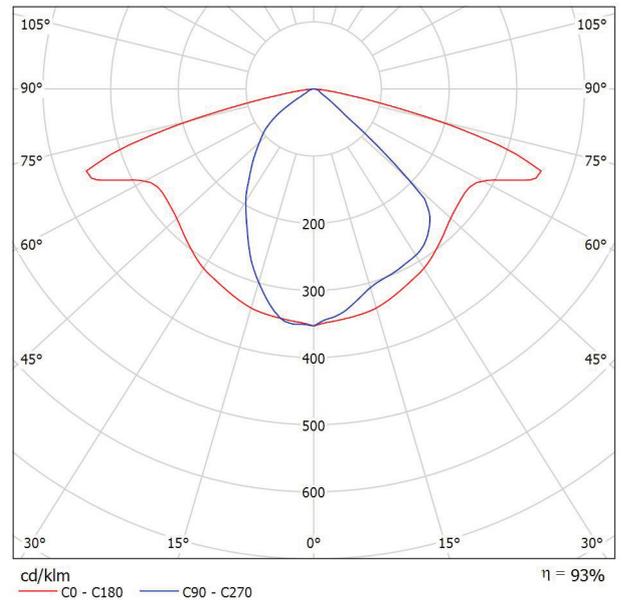
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 26 67 94 100 89

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

CREE XSPD02210E--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 210 - Q6 / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

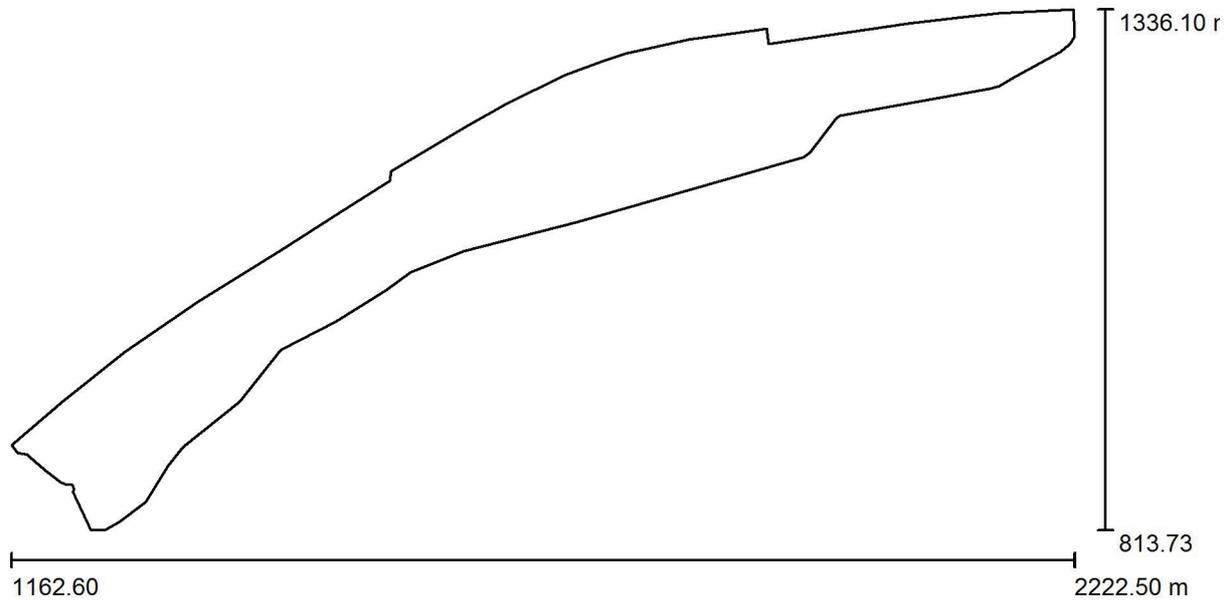
Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 48 81 97 100 93

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

Scena esterna 1 / Dati di pianificazione



ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Scala 1:7578

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	74	CREE XSPD02210E--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 210 - Q6 (Tipo 1)* (1.000)	8710	9365	85.0
2	17	CREE XSPD024MEE--K_24-Q8 XSP1D - E - Type 4ME - Q8 (Tipo 1)* (1.000)	8991	10074	94.0

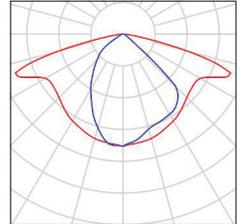
*Dati tecnici modificati

Totale: 797361 Totale: 864268 7888.0

Scena esterna 1 / Lista pezzi lampade

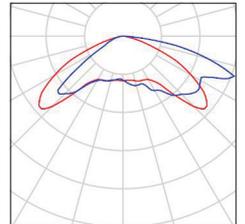
74 Pezzo CREE XSPD02210E--K_24-Q6 XSP1D - E -
Type 210 - Q6 (Tipo 1)
Articolo No.: XSPD02210E--K_24-Q6
Flusso luminoso (Lampada): 8710 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 9365 lm
Potenza lampade: 85.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 48 81 97 100 93
Dotazione: 1 x Definito dall'utente (Fattore di
correzione 1.000).

Per un'immagine della
lampada consultare il
nostro catalogo
lampade.

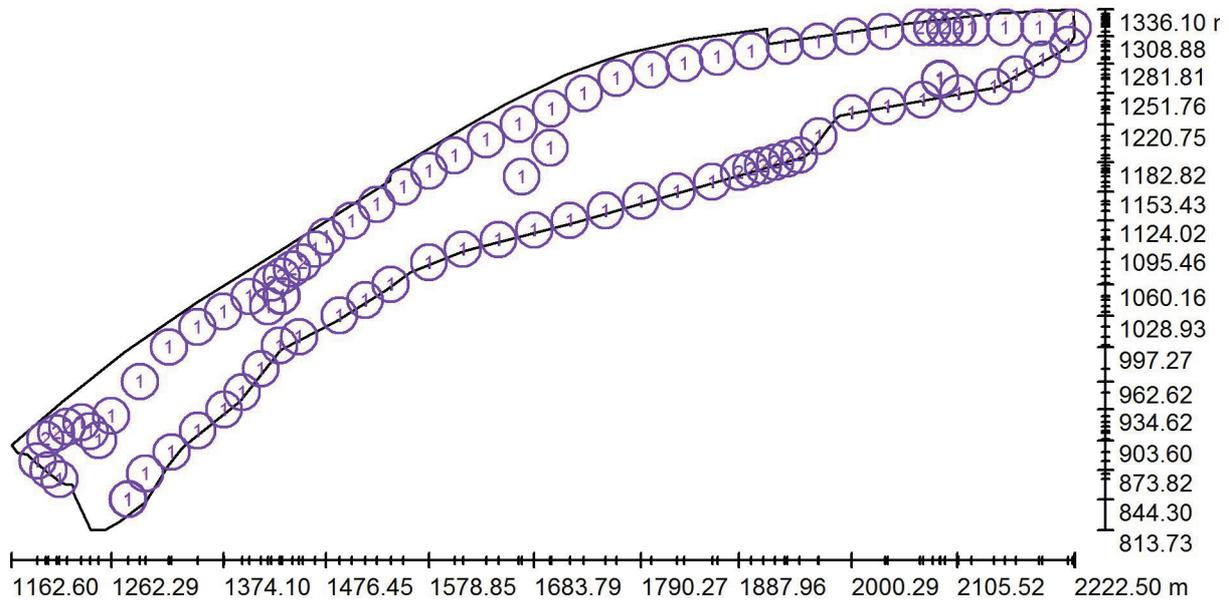


17 Pezzo CREE XSPD024MEE--K_24-Q8 XSP1D - E -
Type 4ME - Q8 (Tipo 1)
Articolo No.: XSPD024MEE--K_24-Q8
Flusso luminoso (Lampada): 8991 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 10074 lm
Potenza lampade: 94.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 26 67 94 100 89
Dotazione: 1 x Definito dall'utente (Fattore di
correzione 1.000).

Per un'immagine della
lampada consultare il
nostro catalogo
lampade.



Scena esterna 1 / Lampade (planimetria)



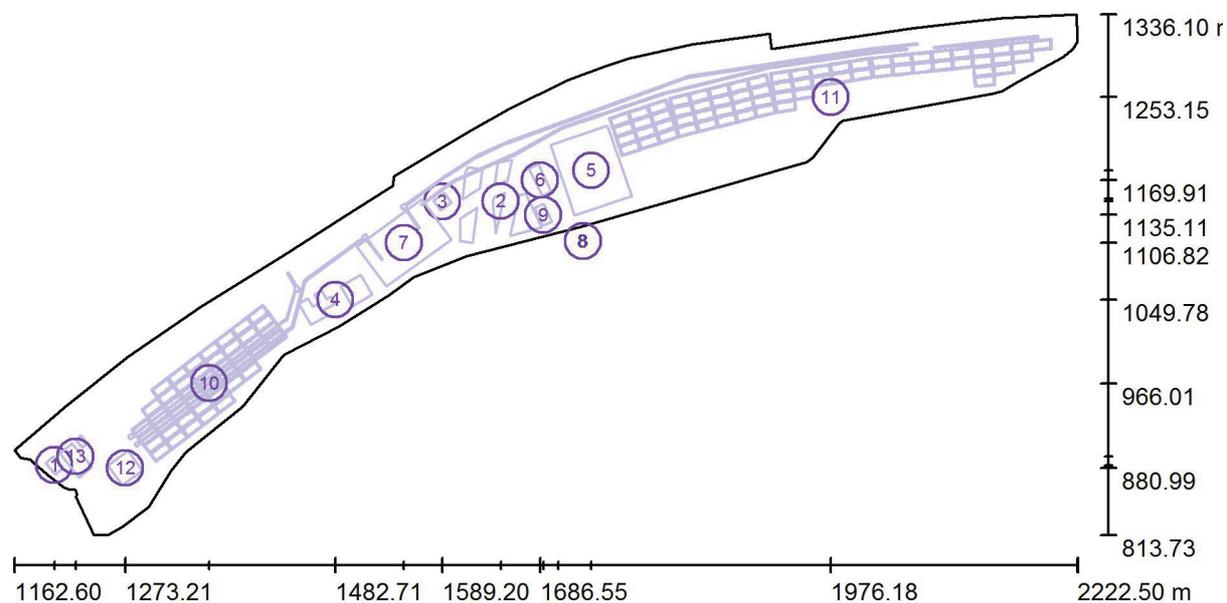
Scala 1 : 7578

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	74	CREE XSPD02210E--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 210 - Q6 (Tipo 1)*
2	17	CREE XSPD024MEE--K_24-Q8 XSP1D - E - Type 4ME - Q8 (Tipo 1)*

*Dati tecnici modificati

Scena esterna 1 / Oggetti (planimetria)



Scala 1 : 7578

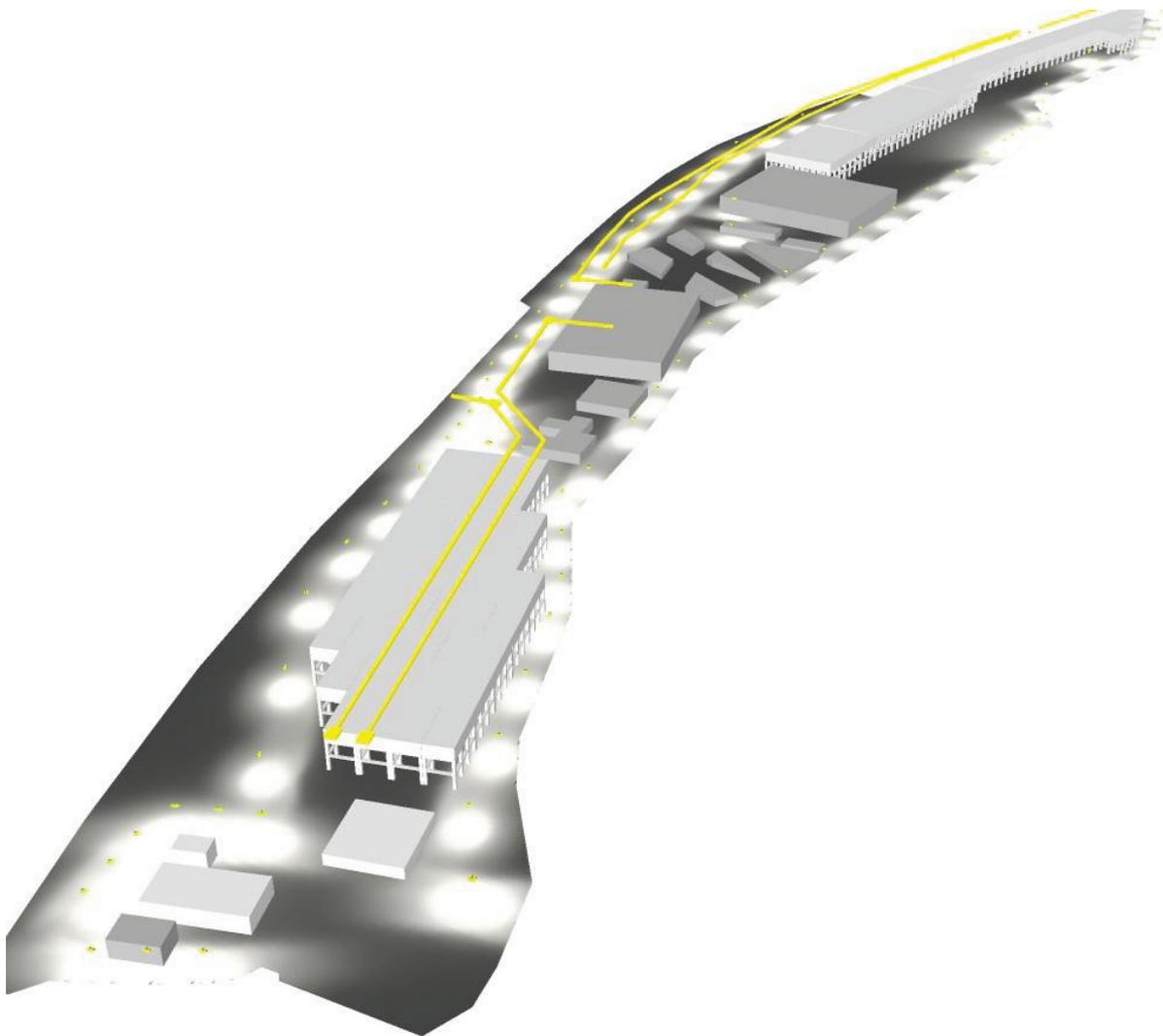
Lista oggetti

No.	Pezzo	Denominazione
1	1	Cabina ENEL
2	1	Deposito scotico
3	1	Gruppi elettrogeni
4	1	Imp. trattamento acque

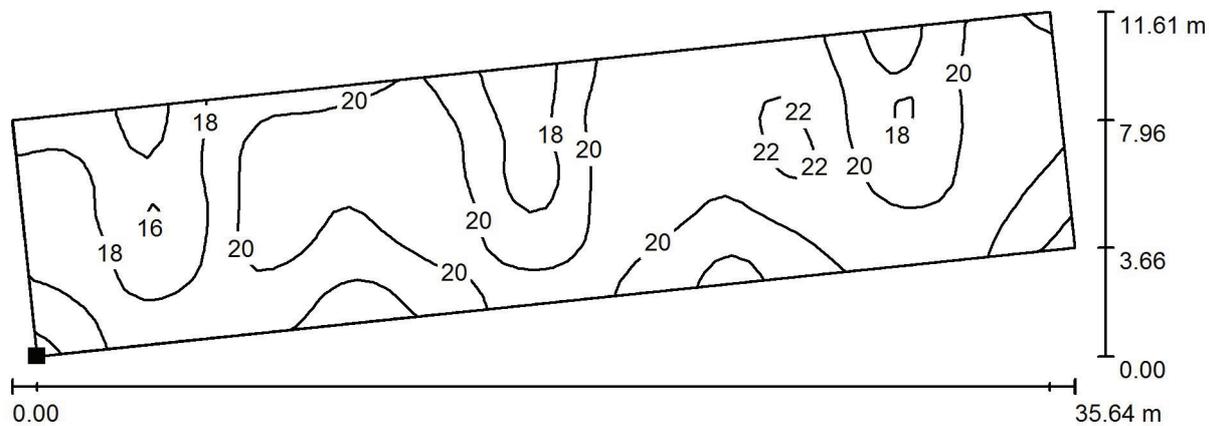
Scena esterna 1 / Oggetti (planimetria)**Lista oggetti**

No.	Pezzo	Denominazione
5	1	Impianto prefabbricazione conci
6	1	Magazzino 1
7	1	Magazzino 2
8	1	Nastri
9	1	Officina + deposito
10	1	Silos 1
11	1	Silos 2
12	1	Spogliatoio + infermeria + loc. visitatori
13	1	Uffici

Scena esterna 1 / Rendering 3D

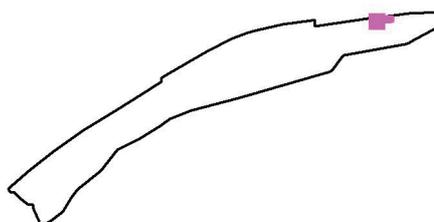


Scena esterna 1 / Area deposito materiali / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 255

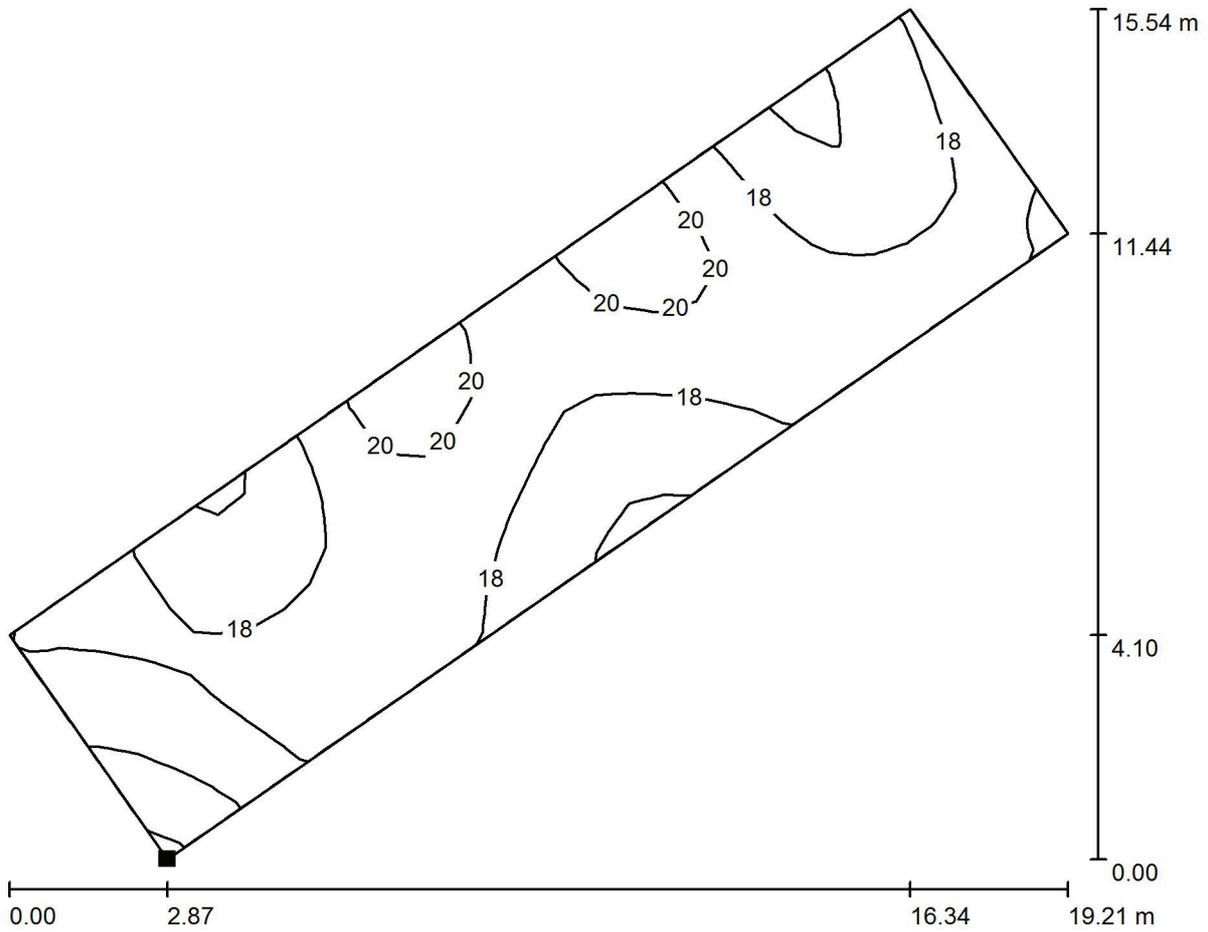
Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(2070.707 m, 1311.342 m, 1.000 m)



Reticolo: 64 x 16 Punti

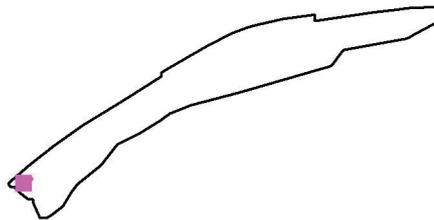
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	15	22	0.782	0.679

Scena esterna 1 / Zona Uffici / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 138

Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (1202.938 m, 898.028 m, 1.000 m)



Reticolo: 32 x 8 Punti

E_m [lx]
18

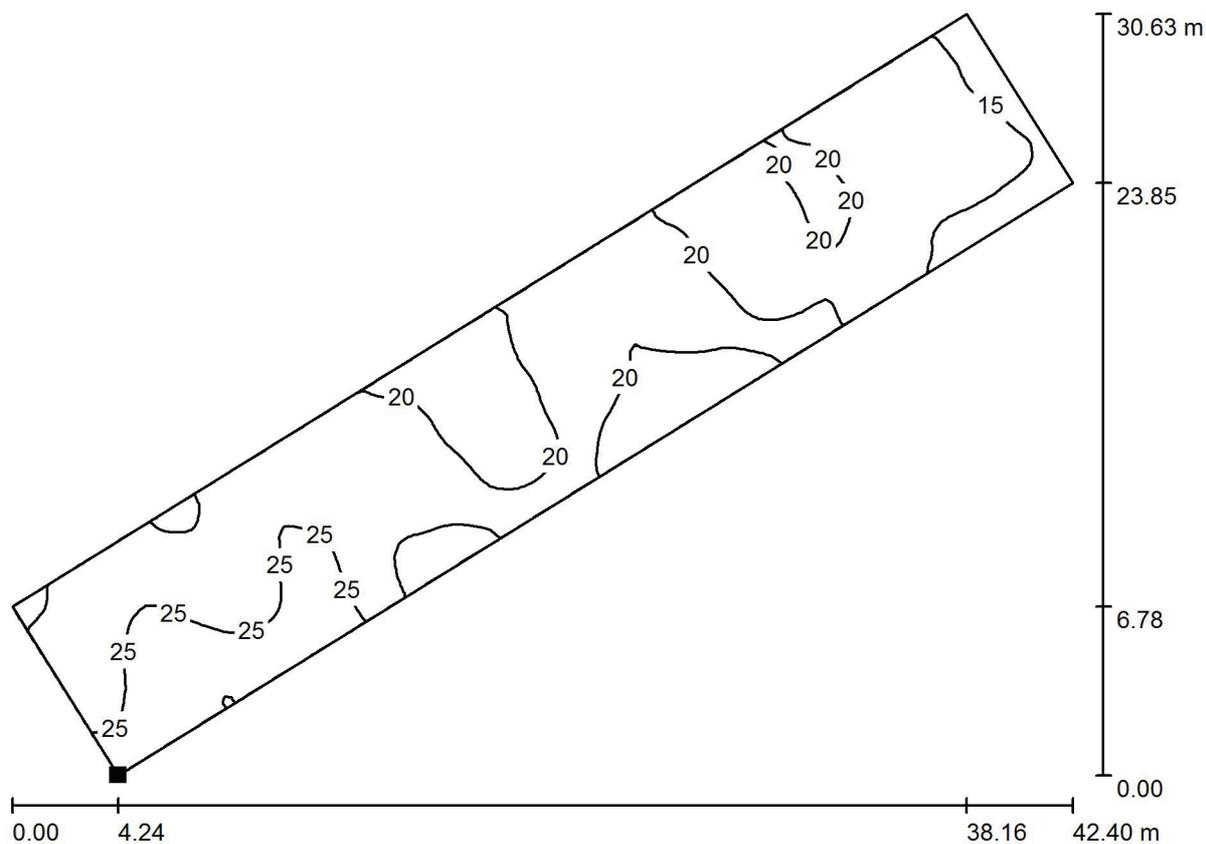
E_{min} [lx]
14

E_{max} [lx]
21

E_{min} / E_m
0.758

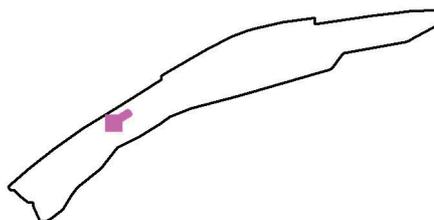
E_{min} / E_{max}
0.658

Scena esterna 1 / Area di carico binari / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 304

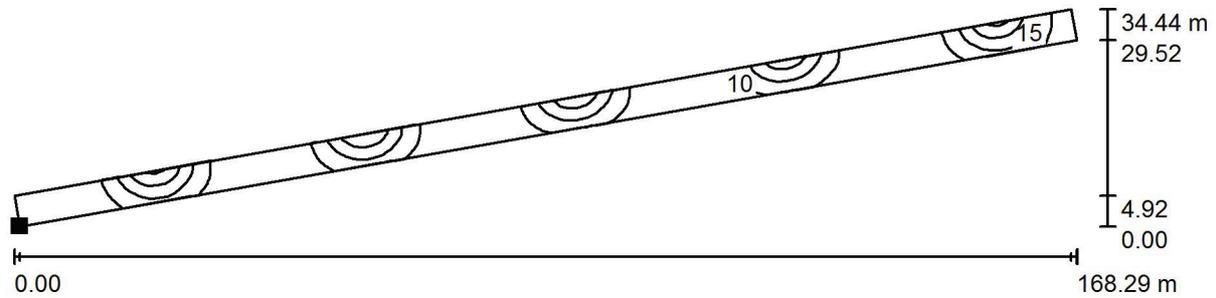
Posizione della superficie nella
 scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (1424.339 m, 1054.785 m, 1.000 m)



Reticolo: 128 x 32 Punti

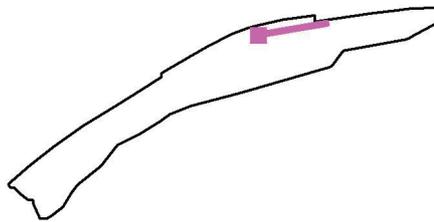
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	13	30	0.649	0.436

Scena esterna 1 / Percorso di cantiere lato nord / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 1204

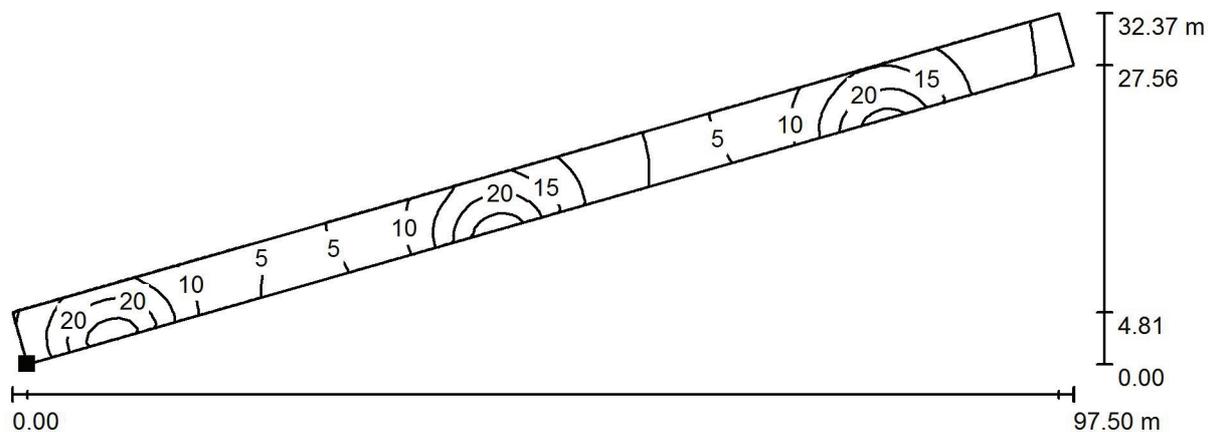
Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(1779.042 m, 1265.466 m, 1.000 m)



Reticolo: 128 x 8 Punti

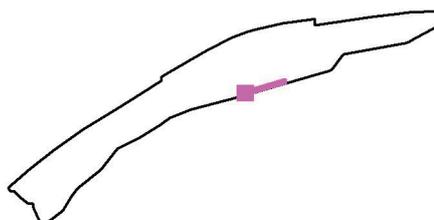
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	5.02	26	0.468	0.191

Scena esterna 1 / Percorso di cantiere lato sud / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 698

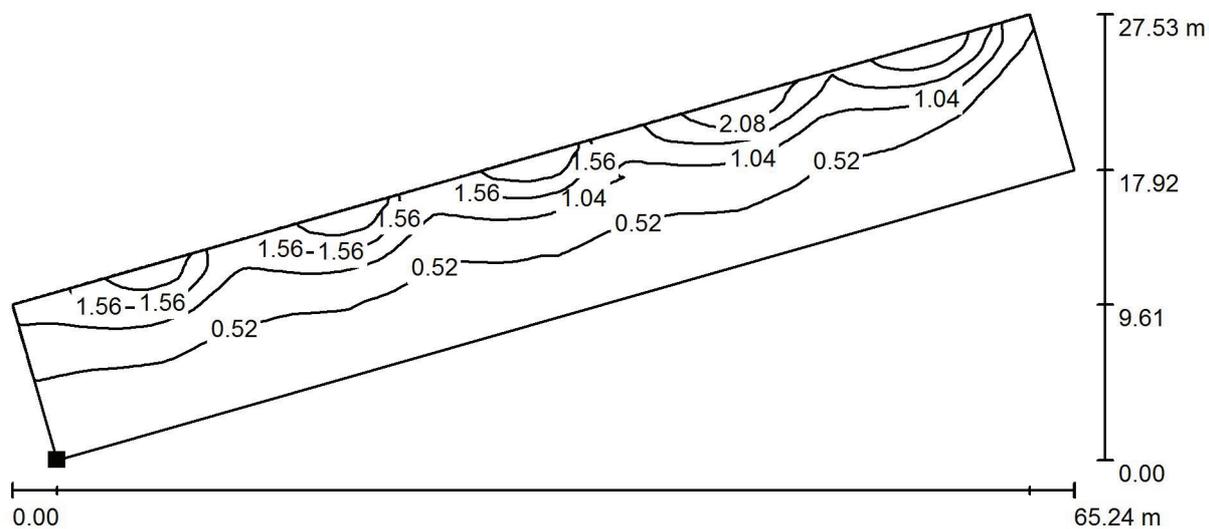
Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(1746.926 m, 1131.715 m, 1.000 m)



Reticolo: 128 x 8 Punti

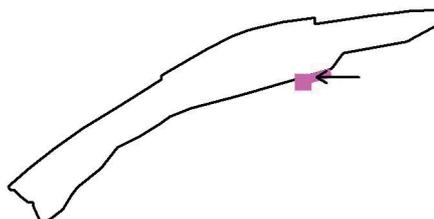
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	4.36	29	0.384	0.151

Scena esterna 1 / Zona perimetro esterno cantiere / Isolinee (E, verticale)



Valori in Lux, Scala 1 : 467

Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (1889.237 m, 1155.635 m, 0.200 m)

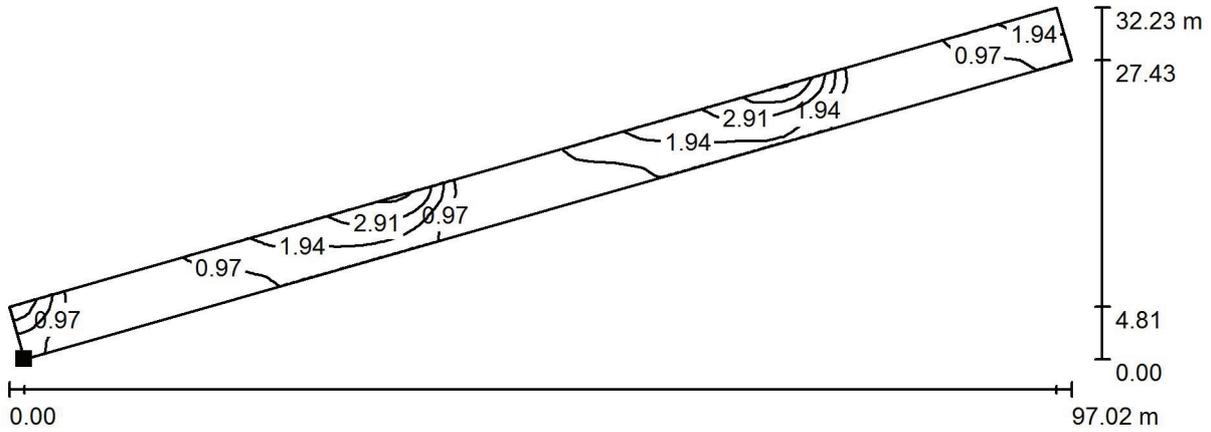


Reticolo: 128 x 32 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
0.80	0.06	2.66	0.070	0.021

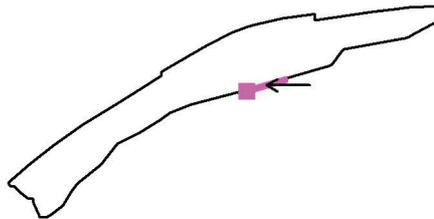
Rotazione: 0.1°

Scena esterna 1 / Zona perimetro esterno cantiere / Isolinee (E, verticale)



Valori in Lux, Scala 1 : 694

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(1750.270 m, 1123.688 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 32 Punti

E_m [lx]
1.29

E_{min} [lx]
0.10

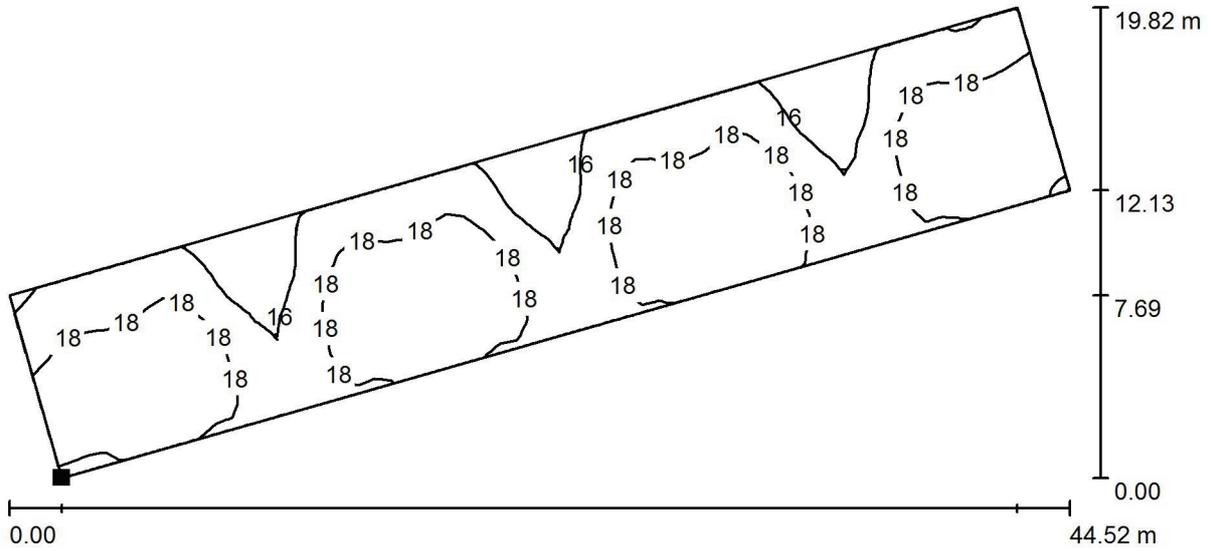
E_{max} [lx]
4.96

E_{min} / E_m
0.076

E_{min} / E_{max}
0.020

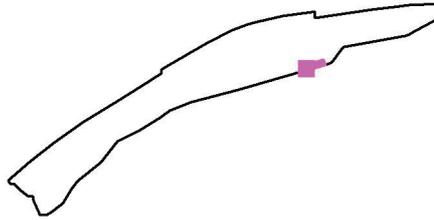
Rotazione: 0.1°

Scena esterna 1 / Area deposito conci / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 319

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(1896.392 m, 1173.892 m, 1.000 m)



Reticolo: 64 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
18	14	20	0.798	0.708

Cantiere Area Industriale Salbertrand

Illuminazione strada di accesso area cantiere

Data: 27.11.2017
Redattore:

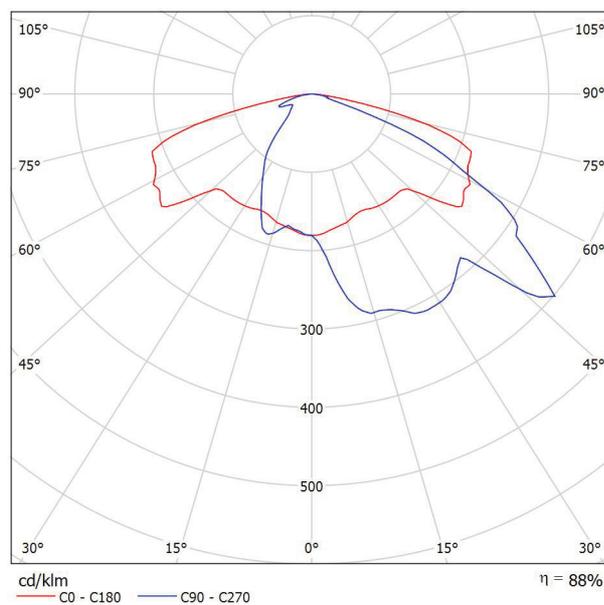
Indice

Cantiere Area Industriale Salbertrand	
Copertina progetto	1
Indice	2
CREE XSPD023MEE--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 3ME - Q6	
Scheda tecnica apparecchio	3
Strada a senso unico verso autostrada	
Dati di pianificazione	4
Lista pezzi lampade	5
Risultati illuminotecnici	6
Campi di valutazione	
Campo di valutazione Carreggiata 1	
Panoramica risultati	7
Isolinee (E)	8
Osservatore	
Osservatore 1	
Isolinee (L)	9
Strada doppio senso di marcia verso cantiere	
Dati di pianificazione	10
Lista pezzi lampade	11
Risultati illuminotecnici	12
Campi di valutazione	
Campo di valutazione Carreggiata 1	
Panoramica risultati	13
Isolinee (E)	14
Osservatore	
Osservatore 1	
Isolinee (L)	15
Osservatore 2	
Isolinee (L)	16

CREE XSPD023MEE--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 3ME - Q6 / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 35 70 96 100 88

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

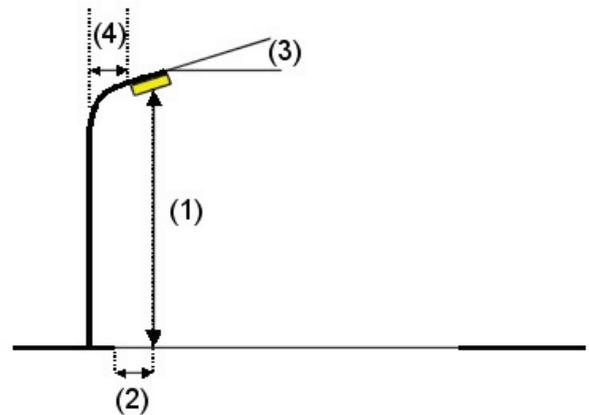
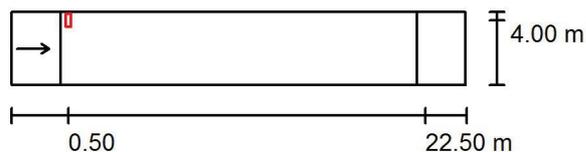
Strada a senso unico verso autostrada / Dati di pianificazione

Profilo strada

Carreggiata 1 (Larghezza: 4.500 m, Numero corsie: 1, Manto stradale: R2, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.90

Disposizioni lampade



Lampada:	CREE XSPD023MEE--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 3ME - Q6
Flusso luminoso (Lampada):	8227 lm
Flusso luminoso (Lampadine):	9365 lm
Potenza lampade:	85.0 W
Disposizione:	un lato, in alto
Distanza pali:	22.000 m
Altezza di montaggio (1):	10.000 m
Altezza fuochi:	9.900 m
Distanza dal bordo stradale (2):	0.500 m
Inclinazione braccio (3):	0.0 °
Lunghezza braccio (4):	0.500 m

Valori massimi dell'intensità luminosa

per 70°: 299 cd/klm

per 80°: 79 cd/klm

per 90°: 0.00 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.

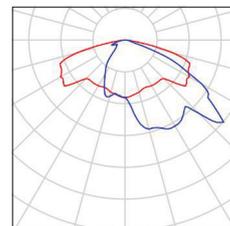
La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G6.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.3.

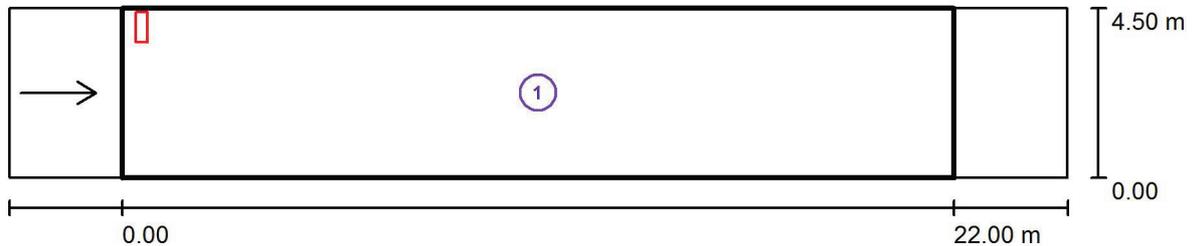
Strada a senso unico verso autostrada / Lista pezzi lampade

CREE XSPD023MEE--K_24-Q6 XSP1D - E -
Type 3ME - Q6 (Tipo 1)
Articolo No.: XSPD023MEE--K_24-Q6
Flusso luminoso (Lampada): 8227 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 9365 lm
Potenza lampade: 85.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 35 70 96 100 88
Dotazione: 1 x Definito dall'utente (Fattore di
correzione 1.000).

Per un'immagine della
lampada consultare il
nostro catalogo
lampade.



Strada a senso unico verso autostrada / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.90

Scala 1:201

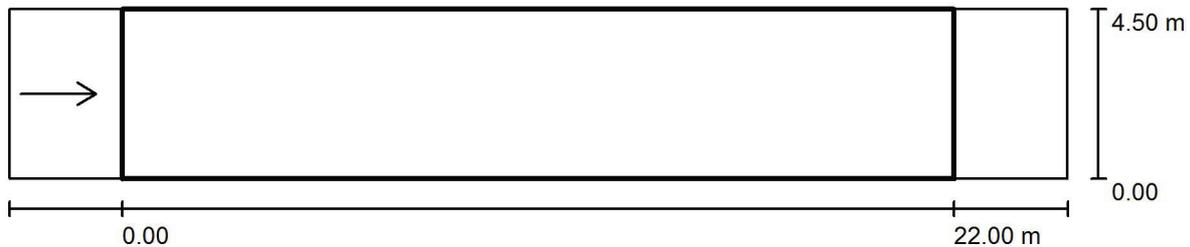
Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1
 Lunghezza: 22.000 m, Larghezza: 4.500 m
 Reticolo: 10 x 3 Punti
 Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
 Manto stradale: R2, q0: 0.070
 Classe di illuminazione selezionata: ME3a

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valori reali calcolati:	1.10	0.76	0.71	5	0.97
Valori nominali secondo la classe:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15	≥ 0.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓	✓

Strada a senso unico verso autostrada / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Panoramica risultati



Fattore di manutenzione: 0.90

Scala 1:201

Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Manto stradale: R2, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME3a

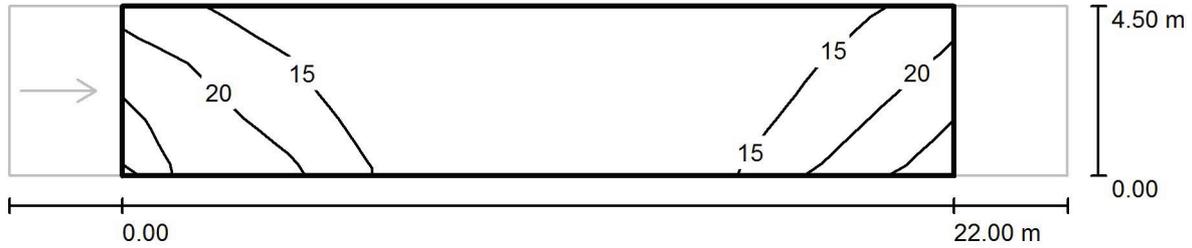
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valori reali calcolati:	1.10	0.76	0.71	5	0.97
Valori nominali secondo la classe:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15	≥ 0.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓	✓

Osservatori corrispondenti (1 Pezzo):

No.	Osservatore	Posizione [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Osservatore 1	(-60.000, 2.250, 1.500)	1.10	0.76	0.71	5

**Strada a senso unico verso autostrada / Campo di valutazione Carreggiata 1 /
Isolinee (E)**

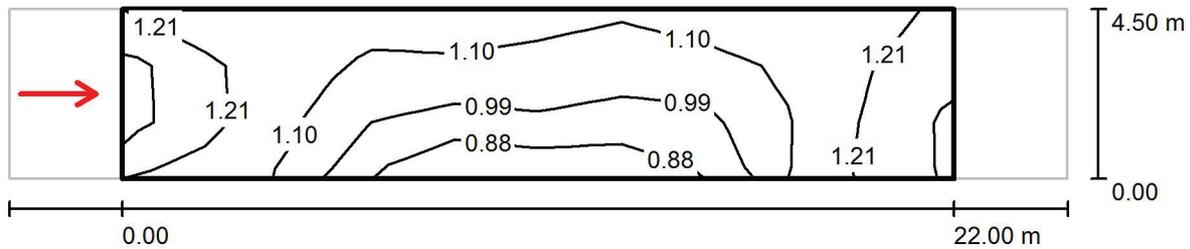


Valori in Lux, Scala 1 : 201

Reticolo: 10 x 3 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
15	11	24	0.706	0.440

**Strada a senso unico verso autostrada / Campo di valutazione Carreggiata 1 /
Osservatore 1 / Isolinee (L)**



Valori in Candela/m², Scala 1 : 201

Reticolo: 10 x 3 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 2.250 m, 1.500 m)

Manto stradale: R2, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.10	0.76	0.71	5
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

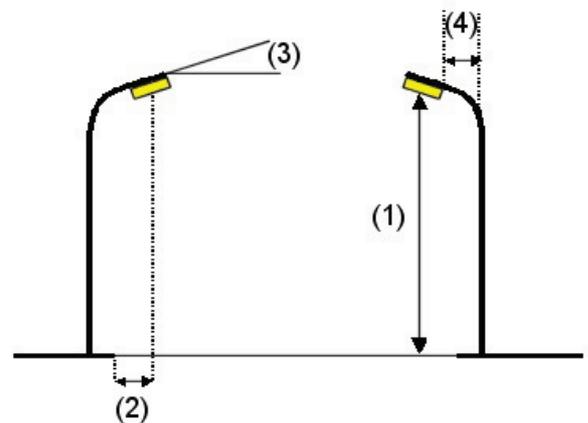
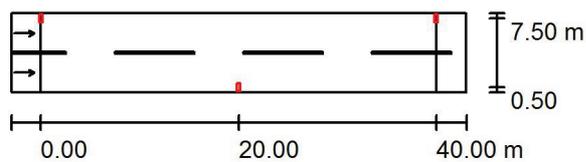
Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Dati di pianificazione

Profilo strada

Carreggiata 1 (Larghezza: 8.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: R3, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.90

Disposizioni lampade



Lampada:	CREE XSPD023MEE--K_24-Q6 XSP1D - E - Type 3ME - Q6
Flusso luminoso (Lampada):	8227 lm
Flusso luminoso (Lampadine):	9365 lm
Potenza lampade:	85.0 W
Disposizione:	su entrambi i lati, alternati
Distanza pali:	40.000 m
Altezza di montaggio (1):	10.000 m
Altezza fuochi:	9.900 m
Distanza dal bordo stradale (2):	0.500 m
Inclinazione braccio (3):	0.0 °
Lunghezza braccio (4):	0.500 m

Valori massimi dell'intensità luminosa
 per 70°: 297 cd/klm
 per 80°: 79 cd/klm
 per 90°: 0.00 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

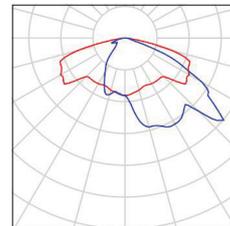
Nessuna intensità luminosa superiore a 90°. La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G6.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.3.

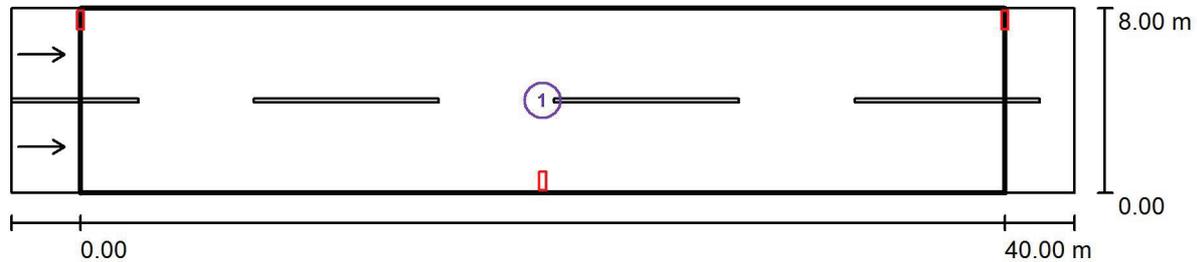
Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Lista pezzi lampade

CREE XSPD023MEE--K_24-Q6 XSP1D - E -
Type 3ME - Q6 (Tipo 1)
Articolo No.: XSPD023MEE--K_24-Q6
Flusso luminoso (Lampada): 8227 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 9365 lm
Potenza lampade: 85.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 35 70 96 100 88
Dotazione: 1 x Definito dall'utente (Fattore di
correzione 1.000).

Per un'immagine della
lampada consultare il
nostro catalogo
lampade.



Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.90

Scala 1:329

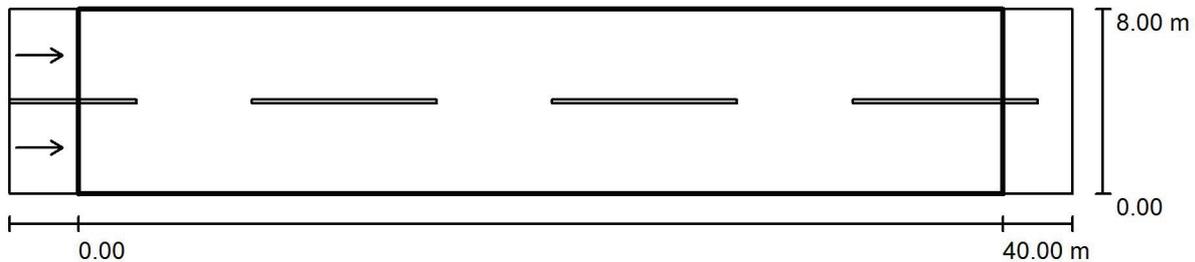
Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1
 Lunghezza: 40.000 m, Larghezza: 8.000 m
 Reticolo: 14 x 6 Punti
 Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
 Manto stradale: R3, q0: 0.070
 Classe di illuminazione selezionata: ME3a

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valori reali calcolati:	1.06	0.74	0.67	6	0.80
Valori nominali secondo la classe:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 10	≥ 0.30
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓	✓

Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Panoramica risultati



Fattore di manutenzione: 0.90

Scala 1:329

Reticolo: 14 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Manto stradale: R3, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME3a

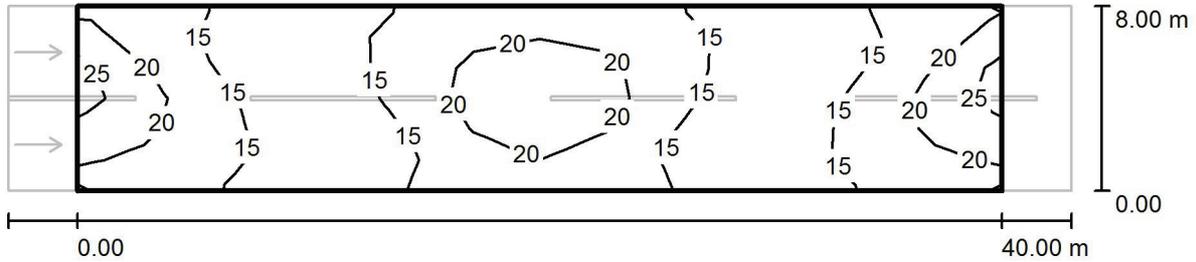
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valori reali calcolati:	1.06	0.74	0.67	6	0.80
Valori nominali secondo la classe:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 10	≥ 0.30
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓	✓

Osservatori corrispondenti (2 Pezzo):

No.	Osservatore	Posizione [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Osservatore 1	(-60.000, 2.000, 1.500)	1.06	0.74	0.67	6
2	Osservatore 2	(-60.000, 6.000, 1.500)	1.06	0.78	0.67	6

**Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Campo di valutazione Carreggiata 1 /
Isolinee (E)**

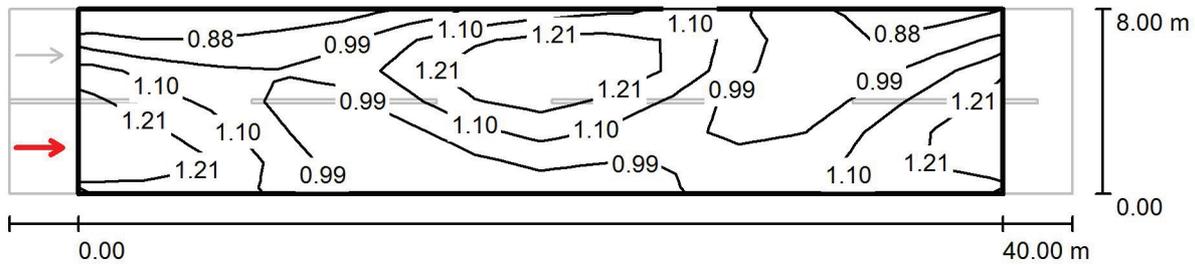


Valori in Lux, Scala 1 : 329

Reticolo: 14 x 6 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
17	12	26	0.716	0.474

**Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Campo di valutazione Carreggiata 1 /
Osservatore 1 / Isolinee (L)**



Valori in Candela/m², Scala 1 : 329

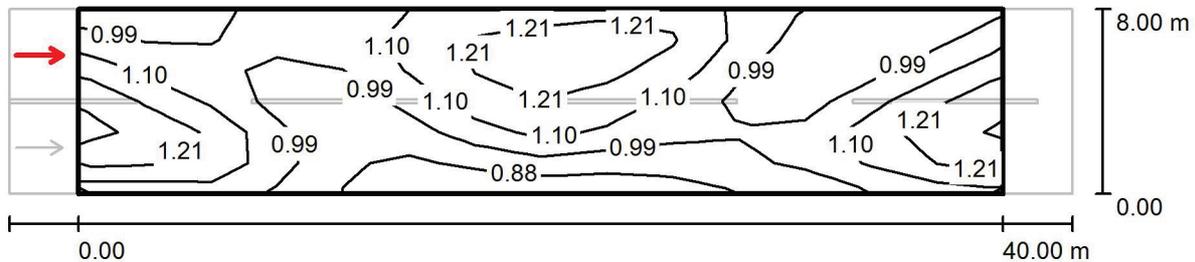
Reticolo: 14 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 2.000 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.06	0.74	0.67	6
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

**Strada doppio senso di marcia verso cantiere / Campo di valutazione Carreggiata 1 /
Osservatore 2 / Isolinee (L)**



Valori in Candela/m², Scala 1 : 329

Reticolo: 14 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 6.000 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.06	0.78	0.67	6
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓