

S.S. 131 di "Carlo Felice"
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

PROGETTO ESECUTIVO

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



**PRO
ITER**
Progetto
Infrastrutture
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica - Pro Iter srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA



IMPIANTI

ADEGUAMENTO SVINCOLI ESISTENTI - SVINCOLO DI BORORE AL KM 135+000

Relazione di calcolo illuminotecnico

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00IM08IMPRE01B.pdf				
L O P L S Q	E	1901	CODICE ELAB.	T00	IM08	IMP	RE01
D							
C							
B	REVISIONE PER ISTRUTTORIA, VERIFICA E CONTROLLI D.LGS.35/11					Aprile 2021	BERNASCONI
A	EMISSIONE					Marzo 2020	BERNASCONI
REV.	DESCRIZIONE					DATA	REDDATTO
						VERIFICATO	APPROVATO

IMPIANTI ELETTRICI

RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	5
3.	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	6
4.	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	8
5.	DATI TECNICI DI PROGETTO	13
6.	CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE.....	22
7.	DATI DI CALCOLO ILLUMINAZIONE.....	23
7.1.	SVINCOLO DI BORORE	23
8.	ALLEGATO CALCOLI ILLUMINOTECNICI	24

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo illuminotecnico ha per oggetto la descrizione dei dati tecnici e delle procedure di esecuzione calcoli illuminotecnici relativi allo svincolo di Borore (al km 135+000), nell'ambito della S.S. 131 "Carlo Felice".

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono state adottate sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in modo da rispettare la realtà architettonica e funzionali dell'area interessata all'intervento sia rispettando le specifiche tecniche costruttive degli enti distributivi e delle prescrizioni derivate dai vari enti locali.

L'obiettivo principale per il quale si dimensiona l'impianto di illuminazione è quello di assicurare a chiunque vi transiti, durante le ore serali e notturne, un'adeguata performance e comfort visivo, nonché un senso di sicurezza. Ciò si ottiene, quando l'illuminazione rende possibile al conducente di un'autovettura una corretta verifica del tracciato che si appresta a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli che dovessero trovarsi lungo il percorso.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale e/o un raccordo tra due strade può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- zone di intersezione o attraversamento;
- zone di diversione o uscita;
- zone di immissione.

Le caratteristiche fotometriche considerate importanti in un impianto di illuminazione pubblica sono le seguenti:

- livello di illuminamento sulla strada;
- uniformità nella distribuzione dell'illuminamento sulla strada;
- controllo dell'abbagliamento;
- resa di colore adeguata.

Tali caratteristiche dipendono, tra l'altro, anche dal flusso di traffico previsto nella strada da calcolare. Per rispettare quanto sopra descritto l'impianto di illuminazione previsto fornirà obbligatoriamente le seguenti prestazioni:

- illuminare il piano stradale con un adeguato livello di illuminamento e di uniformità;
- la luce possederà un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale del conducente tale da fornire una elevata visibilità del tracciato;

- utilizzo di corpi illuminanti adeguati con lampade aventi una resa di colore adeguata in base all'area presa in oggetto e con ottiche CUT-OFF tali da rispettare le prescrizioni della normativa UNI 10819 e leggi regionali riguardanti la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento seguita nella progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione. In particolare si evidenzia che:

- i calcoli allegati sono sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano armature illuminanti delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente validati;
- i criteri di calcolo di seguito riportati, dovranno essere utilizzati anche per la progettazione esecutiva.

Le indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali nel presente documento e negli altri elaborati di progetto, sono da intendersi come dichiarazione di caratteristiche tecniche. L'Appaltatore dovrà, prima di fornire ciascun equipaggiamento, garantire la corrispondenza meccanica ed elettrica dei materiali previsti. Sono ammessi altri tipi e marche, rispetto a quanto indicato a progetto, purché equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore e approvati dalla D.L.

È quindi completa responsabilità dell'Appaltatore la scelta dei singoli componenti e sarà a suo carico la sostituzione di eventuali componenti non appropriati. Prodotti non in commercio al momento dell'Appalto potranno essere sostituiti con altri di caratteristiche equivalenti, previa approvazione della D.L..

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls. L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 6 m. Altezze minori possono essere adottate in casi particolari, previo autorizzazione del proprietario della strada. I pali distano dalla banchina non meno di 2,3 m dal guardrail.

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Per comodità vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- BT - Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a." (400/230V)
- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- FM - Forza Motrice
- IE - Illuminazione Esterna
- LED - Light Emitting Diode
- PL - Punto Luce
- SAP - Sodio Alta Pressione
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti di cui trattasi; ad essi pertanto si è prestata particolare attenzione nel presente lavoro.

- Raccomandazioni CIE;
- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- Norma UNI 10819 Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Norma UNI 11248:2016 Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma EN 13201:2016 "Illuminazione stradale"
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Parte 3: calcolo delle prestazioni;
- Norma UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale – Parte 4: metodo di misura delle prestazioni fotometriche;
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Norma EN 12464-2 Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places;
- Legge Regionale della Regione Sardegna del 29 maggio 2007, n° 2 art. 19: "Risparmio energetico e prevenzione dell'inquinamento luminoso".
- Legge n° 168 del 01.03.1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici"
- Decreto n° 37 del 11.01.2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'Art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n° 248 del 02.12.2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti elettrici degli edifici"
- D.Lgs 81 del 09.04.2008 "Attuazione degli Artt. Del 03.08.2007, n° 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte e specificatamente:
- CEI 11.1: "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
- CEI 11.17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica"
- CEI 16.3: "Principi fondamentali e di sicurezza per interfaccia vano – macchina, la marcatura e l'identificazione principe di codifica per gli indicatori e per gli attuatori"

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

- CEI 17.6: "Apparecchiature prefabbricate con involucro in metallo per tensioni da 1kV a 52kV"
- CEI 17.11: "Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra, sezionatori e unità combinate con fusibili"
- CEI 17.13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione (Quadro B.T. tipo AS e ANS)"
- CEI 11.13-3: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accessi al loro uso – Quadri di distribuzione ASD"
- CEI 20.22.II: "Prove di incendio su cavi elettrici"
- CEI 20.35: "Cavi non propaganti la fiamma"
- CEI 20.38: "Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi o gas tossici"
- CEI EN 61386-1 CEI 23-80 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali"
- CEI EN 61386-23 CEI 23-83 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori"
- CEI 64-8; V4 "Impianti elettrici multiutilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"

4. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

4.1. GENERALITA'

Si riporta nel seguito una breve descrizione dell'impianto rinviando agli altri elaborati di progetto (in particolare alle relazione tecnica ed agli elaborati grafici) per ulteriori dettagli.

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada; il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli è costituito dalla visibilità di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico presenti ed in tempo utile per decidere e realizzare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

Le soluzioni progettuali adottate hanno inoltre contemplato l'esigenza di contenere i consumi energetici e gli oneri manutentivi oltre a diminuire l'inquinamento luminoso verso l'alto.

4.2. APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI

4.2.1. Apparecchi a LED

Per l'illuminazione della viabilità esterna sono previsti apparecchi con sorgenti LED e corpo in pressofusione di alluminio.

L'apparecchio avrà una struttura modulare da 8 o 10 LED multichip, con diffusore in vetro piano trasparente temperato spessore 4 mm.

L'apparecchio, nel caso in cui un LED smetta di funzionare, ridefinisce la corrente di alimentazione sui rimanenti in modo tale da ridurre al minimo la variazione di flusso emessa dallo stesso.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua (a 700 mA) è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (100.000 ore).

L'apparecchio sarà inoltre equipaggiato di modulo ad onde convogliate per la regolazione del flusso luminoso emesso.

Altre caratteristiche degli apparecchi a LED si possono così riassumere:

- numero LED: 8-10
- alimentazione in corrente continua con valori regolabili per regolazione di flusso
- durata LED (L80): >100.000 h a 25°C di temperatura ambiente 700 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 75
- temperatura di colore: 4.000 K
- fattore di potenza: >0,9
- rendimento ottico (LOR): 80%
- efficienza luminosa delle sorgenti LED a 700 mA: > 100 lm/W
- efficienza luminosa apparecchio a 700 mA (compresi ausiliari): > 100 lm/W
- reattore elettronico senza necessità di condensatori di rifasamento
- peso: 7,50 kg (8LED) - 9,00 kg (10LED)
- montaggio su sbraccio laterale o testapalo diametro. 60 o 76mm, con attacco palo regolabile $\pm 15^\circ$ a step di 5°
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a CEI EN 60598-1e CEI EN 60598-2-03.

Di seguito si elencano le emissioni luminose nominali delle varie sorgenti a LED utilizzate:

- Sorgente 8 LED (700mA - 4.000K): 7.960 lumen, 71W
- Sorgente 10 LED (700mA - 4.000K): 9.950 lumen, 84W

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

4.3. CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE

Gli impianti di illuminazione esterna saranno alimentati da linee dedicate derivate dal quadro Generale Q0 collocato nel punto indicato sulla planimetria dello svincolo.

I circuiti relativi agli impianti di illuminazione esterna saranno costituiti da cavi unipolari non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici, tipo ARG7R 0.6/1 kV mentre le derivazioni terminali ai vari punti luce saranno eseguite all'interno delle morsettiere inserite alla base di ciascun sostegno.

I calcoli per il dimensionamento delle linee BT di alimentazione sono riportati nel documento "Relazione di calcolo e dimensionamento cavi".

4.4. REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

L'accensione, lo spegnimento nonché l'inizio e la fine dei vari regimi di funzionamento degli impianti a servizio della viabilità saranno attuate mediante un orologio astronomico installato nel quadro di alimentazione.

La regolazione degli impianti d'illuminazione esterna su palo sarà eseguita tramite un impianto di gestione puntuale dei singoli punti luce, basato su un sistema ad onde convogliate. Ai sensi della Norma UNI 11248, nelle ore notturne, caratterizzate da un basso volume di traffico, si può ridurre il livello di luminanza/illuminamento del manto stradale. A tale scopo gli apparecchi a LED saranno equipaggiati con alimentatori dimmerabili 0-10V e da relativi moduli di comando gestiti dal sistema a onde convogliate. In condizioni ordinarie notturne, la corrente di alimentazione dei LED sarà fissata dai driver al valore di 700 mA, mentre nelle ore notturne, caratterizzate da un basso volume di traffico, la corrente di alimentazione dei LED sarà stabilizzata dai driver a valori inferiori.

4.5. SOSTEGNI

4.5.1. Pali

I pali di supporto degli apparecchi a LED saranno del tipo laminato a caldo, saldati longitudinalmente ad alta frequenza, realizzati in lamiera di acciaio S275JR (Fe430B) con caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025.

I pali saranno zincati a caldo, internamente ed esternamente, e successivamente sottoposti ad un ciclo di verniciatura a polveri.

Essi avranno una forma conica diritta e saranno completi di sbraccio.

I pali saranno progettati secondo la UNI EN 40 e dotati di marcatura CE.

Nel caso specifico i sostegni avranno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- palo conico per posa del corpo illuminante a testa palo.
- altezza totale: 9,8 m
- peso del palo: 97 kg (in rilevato)
- diametro di base: 127 mm (in rilevato)
- diametro di testa: 60 mm
- spessore non inferiore a 3,6 mm
- portata con riferimento zona 6 e categoria di esposizione del terreno II: $> 0,1 \text{ m}^2$
- sbraccio, lunghezza 1,5÷2m , alzata $\approx 0,4 \text{ m}$, spessore 3 mm

I pali dovranno essere lavorati in fabbrica per l'alloggiamento degli accessori elettrici e dei sistemi di ancoraggio prima del trattamento di superficie di zincatura e della verniciatura esterna.

Dovranno infine essere corredati di attacco filettato per il collegamento all'impianto di terra ed avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno costituito da guaina termorestringente in polietilene applicata con processo a caldo.

4.6. BASAMENTI DEI SOSTEGNI

Per il supporto dei pali di illuminazione stradale dovranno essere realizzati plinti di fondazione interrati o adeguate piastre di fissaggio nel caso di pali collocati su opere d'arte (viadotti e muri).

- plinti di fondazione per il supporto dei pali dovranno essere forniti e posati in opera dei plinti in calcestruzzo con predisposto sia il foro verticale di infilaggio del palo sia il foro per il raccordo "orizzontale" con il pozzetto di transito delle condutture di alimentazione; per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 100 mm mentre la sezione cava dovrà essere riempita con terreno ad elevata portanza.

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

- staffa di fissaggio per palo su opera d'arte: per il supporto di eventuali pali che dovranno essere collocati su viadotto o su muro dovranno essere realizzate adeguate staffe di fissaggio con piastre per l'applicazione a calcestruzzo armato con tasselli meccanici ad espansione o con tasselli chimici e barre filettate. Ogni staffa sarà dotata di un cilindro verticale per l'incastro del palo per la lunghezza necessaria, con una o più terne di bulloni di registrazione della verticalità dello stelo e blocco della rotazione; la staffa a piastre sarà zincata a bagno caldo dopo la lavorazione.

5. DATI TECNICI DI PROGETTO

5.1. DATI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTO RNO

Costituiscono oggetto del presente paragrafo i dati di progetto derivanti da vincoli al contorno non aventi carattere illuminotecnico.

Nel caso specifico rientra in tale ambito la definizione della posizione dei sostegni rispetto ai limiti della carreggiata, o meglio, rispetto alle eventuali barriere di sicurezza collocate ai margini della stessa.

Infatti, per consentire la deformazione della barriera in caso di incidente, il palo di illuminazione va adeguatamente arretrato rispetto ad essa.

Nel caso specifico, si deve rispettare uno spazio di deformazione pari a 2,30 m (salvo diversa ed esplicita indicazione riportata negli elaborati grafici)

Tale arretramento rende necessario l'utilizzo di pali con sbraccio.

5.2. DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla norma nazionale UNI 11248 – "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche" ed alla UNI EN 13201-2 – "Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali".

Nella suddette norme sono riportati le modalità di classificazione della strada da illuminare nonché i requisiti illuminotecnici per la progettazione, la verifica e la manutenzione di un impianto di illuminazione. Tali requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità di luminanza e/o illuminamento del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata e limitazione dell'abbagliamento. Essi sono dati in funzione della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, la quale risulta a sua volta definita in relazione alla classificazione della strada sulla base sia del "Nuovo codice della strada" che di altri parametri di influenza.

5.2.1. Definizioni

Si riportano nel seguito alcune definizioni tratte dalla Norma UNI 11248:

- carreggiata: Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine.

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.

- categoria illuminotecnica: Categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
- categoria illuminotecnica di riferimento: Categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.
- categoria illuminotecnica di progetto: Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di riferimento in base al valore dei parametri di influenza considerati nella valutazione del rischio.
- complessità del campo visivo: Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito. La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell'ambiente in quanto influenza il livello di adattamento dell'occhio. Esempi di elementi che possono elevare la complessità del campo visivo sono i cartelli pubblicitari luminosi, le stazioni di servizio fortemente illuminate, gli apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, gli edifici illuminati, le vetrine fortemente illuminate, le illuminazioni di impianti sportivi e di ogni installazione a forte luminanza posta a lato delle strade o nella direzione di marcia dell'utente.
- parametro di influenza: Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica. I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi.
- segnale cospicuo: Segnale che attrae l'attenzione dei conducenti degli autoveicoli a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e soprattutto della luminanza, in conseguenza sia dell'illuminazione propria sia delle caratteristiche di retroriflessione.
- zona di conflitto: Zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.
- zona di studio: Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

5.2.2. Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento

La norma UNI 11248 considera diversi tipi di strada, suddivisi secondo classi da A a F, a ciascuno dei quali viene attribuita una "Categoria illuminotecnica di ingresso" (vedi prospetto 1 sotto riportato) nelle condizioni dei parametri di influenza riportate nel prospetto 2.

prospetto 1

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].
2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).
3) Vedere punto 6.3.
4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

prospetto 2

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] .	

Nel caso di cui trattasi si individuano le seguenti zone di studio:

- carreggiata extraurbana principale (tipo B secondo il codice della strada)
- zone di conflitto (rotatorie, rampe e corsie specializzate degli svincoli)

Per ciascuna zona di studio sopra elencata la categorie di riferimento, sulla base delle indicazioni del prospetto 1 risulta:

- carreggiata extraurbana principale (tipo B): categoria di riferimento M2
- zone di conflitto (rotatorie, rampe e corsie specializzate degli svincoli): categoria di riferimento C2

Per le zone di conflitto (rotatorie, rampe e corsie specializzate degli svincoli) trova altresì applicazione l'Appendice A della Norma UNI 11248 che, qualora le strade principali o di accesso non risultino illuminate, raccomanda di illuminare l'area di conflitto considerando una categoria di riferimento C desunta dal Prospetto 6 (figura seguente) in funzione della categoria illuminotecnica della strada di accesso e del coefficiente medio di luminanza Q_0 che per una pavimentazione stradale in asfalto (classe C2) risulta pari a 0,07, così come definito dall'Appendice B della succitata norma.

prospetto 6 Comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota: Nel caso in esame $Q_0 = 0,07$						

5.2.3. Valutazione dei parametri di influenza

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento (vedi paragrafo precedente), sempre in base alla norma UNI 11248, si può definire la "Categoria illuminotecnica di progetto" alla quale risultano associati i relativi requisiti prestazionali dell'impianto di illuminazione.

Tale definizione, oltre a considerare gli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, si ottiene tramite una valutazione qualitativa dei parametri di influenza indicati nel prospetto 3.

La definizione della categoria di progetto può essere eseguita, applicando le variazioni di cui al prospetto 3 della norma UNI 11248, in base alla reale situazione dei parametri di influenza:

prospetto 3 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Nel caso specifico, per le due zone di studio individuate, si riporta nella seguente tabella i parametri di influenza ritenuti rilevanti con l'indicazione della conseguente variazione della categoria illuminotecnica:

PARAMETRO	ZONE DI CONFLITTO (*)	EXTRAURBANA PRINCIPALE (tipo B)
Categoria di riferimento	C2	M2
Segnaletica cospicua nelle zone di conflitto	-	-
Complessità elevata del compito visivo	già considerata nella categoria di riferimento	normale
Resa cromatica >60 (**)	-1	-1
Presenza zona di conflitto	già considerata nella categoria di riferimento	-
Pericolo di aggressione	Non rilevante	Non rilevante
Variazione complessiva	- 1	-1
Categoria di progetto	C3	M3

Tabella: Definizione della categoria di riferimento e di progetto

Note: (-) parametro ininfluyente; (*) caso di strade principali o di accesso non illuminate ;

(**) Si propone l'uso di sorgenti a LED aventi $Ra > 75$;

Ovviamente, qualora non si possano applicare le convenzioni per i calcoli della luminanza del manto stradale di cui alla categoria tipo M (questo può accadere quando, ad esempio in curva, le distanze di osservazione sono minori di 60 m e quando sono significative posizioni diverse dell'osservatore), si fa riferimento alla categoria C che presenta un livello luminoso comparabile (vedi prospetto 6 al paragrafo 5.2.2, nel quale i gruppi di categorie illuminotecniche di livello luminoso comparabile sono riportate nella stessa colonna).

Per ciascuna categoria illuminotecnica, la Norma UNI EN 13201-2 riporta, nel prospetto 1 e 2, i requisiti prestazionali minimi richiesti all'impianto di illuminazione:

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	L [minima mantenuta] cd x m ²	U_0 [minima]	$U_1^{a)}$ [minima]	$U_{0w}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{E1}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale (U_1) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna f_{T1} sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

prospetto 2 **Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale**

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Pertanto, nel caso specifico, i requisiti illuminotecnici richiesti dai diversi impianti risultano i seguenti:

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

PARAMETRO	ZONE DI CONFLITTO (*)	EXTRAURBANA PRINCIPALE (tipo B)
Categoria di progetto della strada	C3	M3
Luminanza media mantenuta minima in carreggiata (cd/m ²)	-	1,00
Valore minimo illuminamento zone di svincolo (lux)	15	-
Uniformità minima generale $U_0\% = L_{min}/L_{med}$	≥ 40	≥ 40
Uniformità minima longitudinale $UI\% = L_{min}/L_{max}$	-	≥ 60
Valore massimo abbagliamento (TI%)	$< 10\%$	$< 15\%$

Tabella: Requisiti illuminotecnici

Note: (*) caso di strade principali o di accesso alla zona di conflitto non illuminate. Qualora le strade principali o di accesso alla zona di conflitto risultino illuminate, l'area di conflitto va illuminata considerando una categoria di riferimento maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade principali o di accesso illuminate.

Ai sensi della Norma UNI 11248, le categorie di progetto sopra riportate, in presenza di basso e scarso flusso di traffico, inferiori, rispettivamente, al 50% ed al 25% del massimo traffico previsto per la strada, possono essere "declassate", rispettivamente, di uno o due livelli individuando, in tal modo, le categorie di esercizio.

Le categorie di esercizio stabiliscono le prestazioni dell'impianto nelle specificate condizioni operative della strada (basso e scarso traffico) che si possono ottenere tramite l'utilizzo di adeguati sistemi di regolazione del flusso luminoso, di tipo centralizzato o distribuito sui singoli punti luce.

La loro applicazione dovrà essere, eventualmente, concordata con il Gestore dell'infrastruttura.

5.2.4. Fattore di manutenzione

Nelle valutazioni illuminotecniche riportate in allegato 1 è stato assunto un fattore di manutenzione (indicato come "fattore di diminuzione") $K_m=0,9$.

Come descritto nel rapporto tecnico CIE 154:2003 il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti tre fattori:

- K_{LMF} : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{LMF} = 0,95$ in quanto si fa riferimento al parametro L_{90} ovvero si ipotizza di cambiare lampada quando esse perdono il 7% del flusso iniziale
- K_{LSF} : fattore che considera il numero di lampade fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{LSF}=1$ ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio vengano prontamente sostituite "su guasto". Il guasto dei moduli LED risulta peraltro segnalato dal sistema di controllo puntuale ad onde convogliate
- K_{MF} : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{MF}=0,94$ in quanto gli apparecchi illuminanti utilizzati hanno grado IP>6X, si ipotizza un intervento con pulizia dei vetri/ottiche ogni 12 mesi e si considera "basso" il livello di inquinamento

Pertanto il coefficiente K_m , sempre secondo la CIE 154:2003 e nelle ipotesi sopra esposte, vale:

$$K_m = K_{LMF} K_{LSF} K_{MF} = 0,95 \cdot 1 \cdot 0,94 \approx 0,9$$

6. CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento

Per la classificazione delle strade ai fini di assegnare la classe e la categoria di appartenenza si farà riferimento alle Norme UNI 11248 – prospetto 1 e che sono essenzialmente “strade extra-urbane principali” con limite di 110 km/h.

Per l'illuminazione delle rotatorie e delle intersezioni si fa riferimento all'Appendice A dalle Norme UNI 11248 ai fini di individuare la classe di appartenenza.

Descrizione	Svincolo di Borore Tipo di strada: B Strade extraurbane principale
Categoria Illuminotecnica di ingresso	M2

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto

Tenuto conto dei parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) e delle indicazioni di variazione della categoria illuminotecnica in base all'analisi del rischio si ottiene:

Svincolo di Borore	
Flusso di traffico (rispetto al massimo)	100%
Zona di conflitto	Assente
Complessità campo visivo	-
Indice di resa dei colori >60	-1
Presenza di svincoli e/o intersezioni a raso	-
Categoria Illuminotecnica risultante in base all'analisi del rischio	M3
Rampe di accesso/uscita dallo svincolo e rotatorie	C3 (In base a Par. A.2.1.4 e A.3.1.4 Appendice A UNI 11248)

Relazione Illuminotecnica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

7. DATI DI CALCOLO ILLUMINAZIONE

7.1. SVINCOLO DI BORORE

Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio

In base alle considerazioni sopra esposte (analisi dei rischi) e dei parametri di influenza (utilizzando il Prospetto 1 della Norma UNI EN 13201-2:2016) ne deriva che:

- La strada presa in visione è di tipo "B" con categoria illuminotecnica "M3";
- Per le rampe di accesso/uscita dello svincolo è necessario realizzare i parametri illuminotecnici della categoria illuminotecnica C3 e quindi:

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E [minimo mantenuto] lux	U ₀ [minimo]
C3	15,0	0,40

8. ALLEGATO CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto precisati nei paragrafi precedenti, sono stati condotti con il software DIALUX (DIAL GmbH – versione 4.8)

Il programma di calcolo esegue le verifiche illuminotecniche secondo le indicazioni fornite dalla Norma UNI EN 13201-3.

I risultati dei calcoli sono riportati negli allegati 1÷8: essi riportano la distribuzione dei valori puntuali della luminanza e/o dell'illuminamento sulla carreggiata. Essi inoltre fanno riferimento a specifici apparecchi illuminanti presenti in commercio al solo fine di verifica del presente progetto, dovendo necessariamente selezionare un'ottica per la loro esecuzione.

Sarà onere dell'impresa esecutrice produrre i calcoli di verifica condotti con i dati fotometrici dello specifico corpo illuminante da essa prescelto, qualora diverso da quello assunto nel presente progetto.

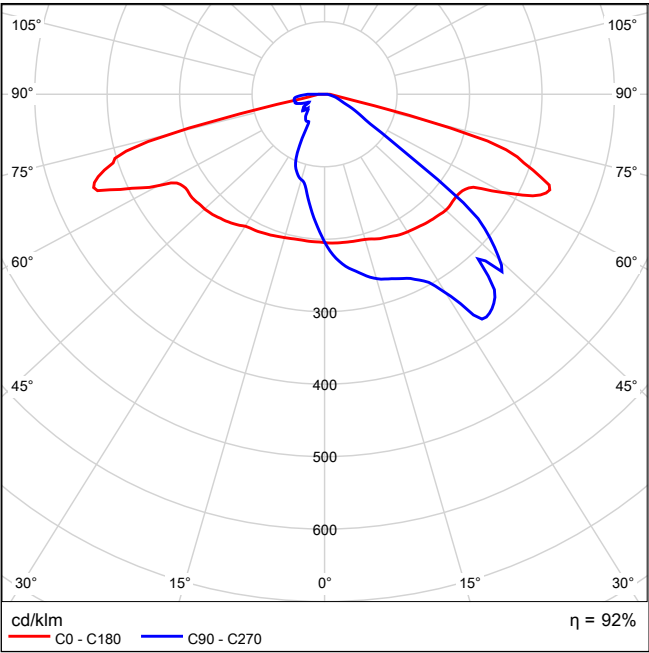
SVINCOLO DI BORORE - KM 135+000

Contenuto

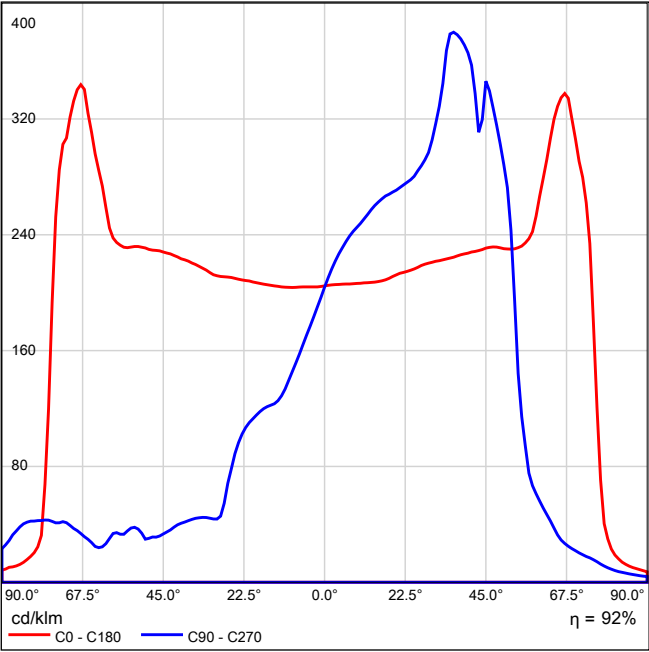
RC LUCE SRL - STRADALE (1xLED-MC8-700).....	
RAMPA MONODIREZIONALE: Alternativa 2	
Risultati della pianificazione.....	
RAMPA MONODIREZIONALE: Alternativa 2 / Carreggiata 1 (C3)	
Sintesi dei risultati.....	
Tabella.....	
Isolinee.....	
Grafica dei valori.....	

RC LUCE SRL ALASKA-1-ST-MC8-700 STRADALE 1xLED-MC8-700

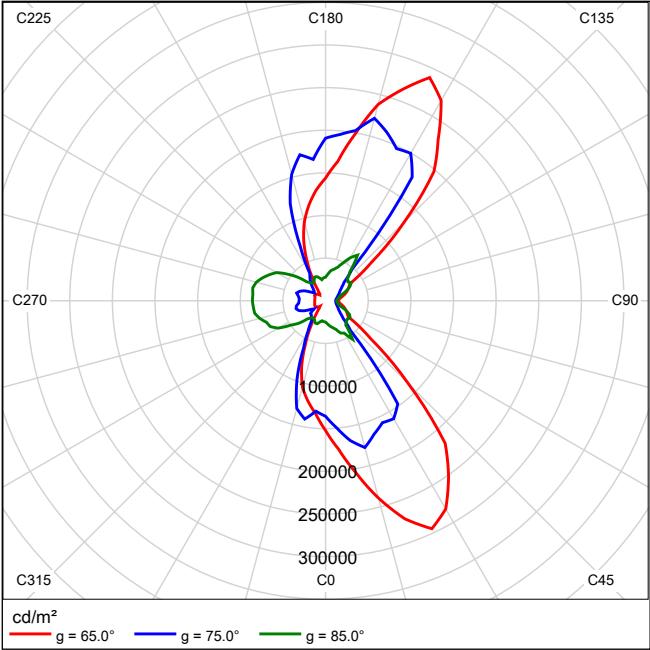
Emissione luminosa 1 / CDL polare

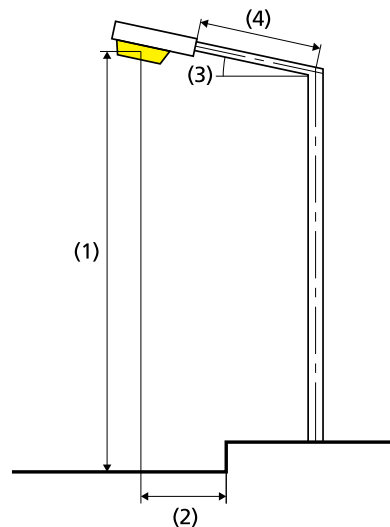
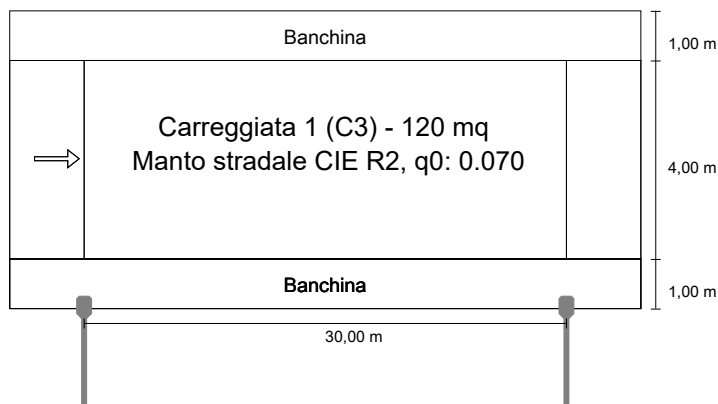


Emissione luminosa 1 / CDL lineare



Emissione luminosa 1 / Diagramma della luminanza





Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.90

Carreggiata 1 (M3)

Lm [cd/m ²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.04	✓ 0.83	✓ 0.76	✓ 10	✓ 0.75

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.039 W/lxm ²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: STRADALE (268.8 kWh/anno)	2.2 kWh/m ² anno

Lampadina:	1xLED-MC8-700
Flusso luminoso (lampada):	7959.67 lm
Flusso luminoso (lampadina):	8608.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 67.2 W
W/km:	2217.6
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	30.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	2.000 m
Altezza fuochi (1):	9.000 m
Sporgenza punto luce (2):	-0.800 m

ULR: -1.00

ULOR: 0.00

Valori massimi dell'intensità luminosa

a 70° e oltre	705 cd/klm *
a 80° e oltre	123 cd/klm *
a 90° e oltre	29.3 cd/klm *
Classe intensità luminose:	G*2

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

* I valori di intensità luminosa in [cd/klm] per il calcolo della classe di intensità luminosa, si riferiscono al flusso di emissione dell'apparecchio secondo la norma EN 13201:2015.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.2

Carreggiata 1 (C3)

Fattore di diminuzione: 0.90
Reticolo: 10 x 3 Punti

Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.04	✓0.83	✓0.76	✓ 10	✓0.75

Osservatori corrispondenti (1):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Osservatore 1	(-60.000, 3.000, 1.500)	1.04	0.83	0.76	10

Carreggiata 1 (C3)

Illuminamento orizzontale [lx]

4.333	21.0	17.8	14.7	11.8	10.3	10.5	12.0	14.3	17.1	20.6
3.000	22.6	17.8	13.9	11.0	9.19	9.40	11.0	13.6	17.6	22.5
1.667	23.4	18.1	13.1	10.1	8.24	8.41	10.2	13.1	17.9	23.1
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Reticolo: 10 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
15.3	8.24	23.4	0.530	0.331

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

4.333	1.00	0.99	0.93	0.92	0.85	0.86	0.93	1.00	0.93	0.99
3.000	1.19	1.08	1.01	0.98	0.89	0.89	1.00	1.09	1.12	1.16
1.667	1.37	1.21	1.11	1.01	0.92	0.94	1.05	1.15	1.31	1.34
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Reticolo: 10 x 3 Punti

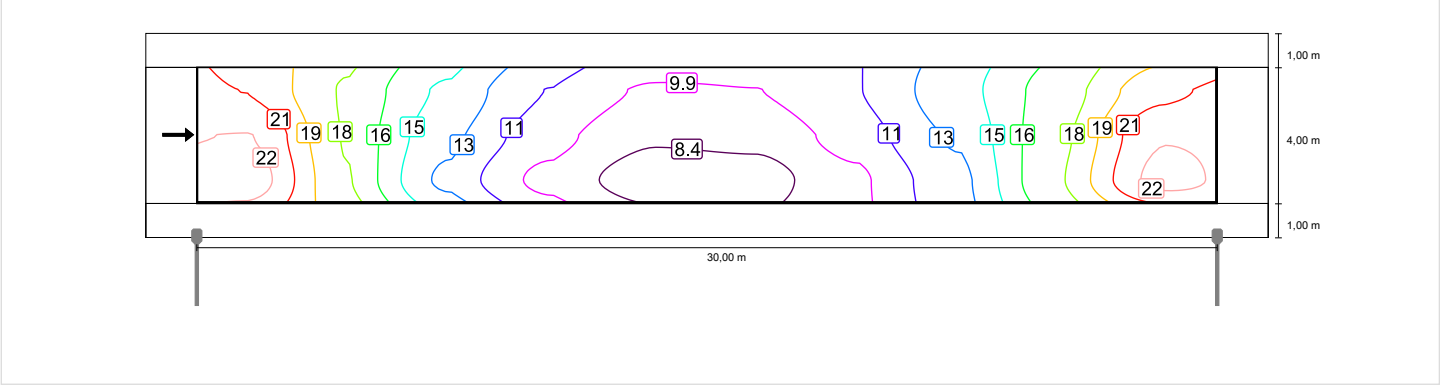
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.04	0.85	1.37	0.815	0.619

Carreggiata 1 (C3)

Fattore di diminuzione: 0.90
Reticolo: 10 x 3 Punti

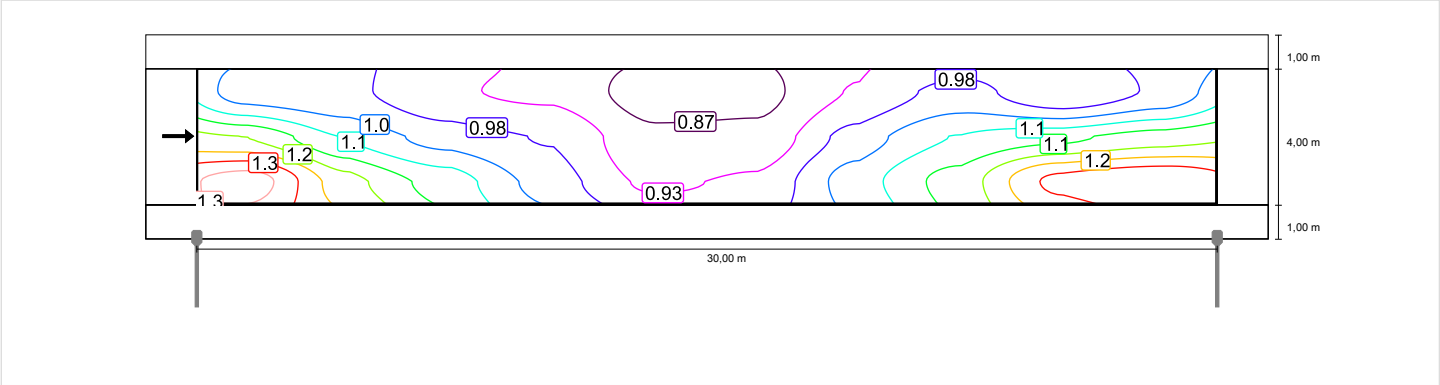
Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.04	✓ 0.83	✓ 0.76	✓ 10	✓ 0.75

Illuminamento orizzontale



Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

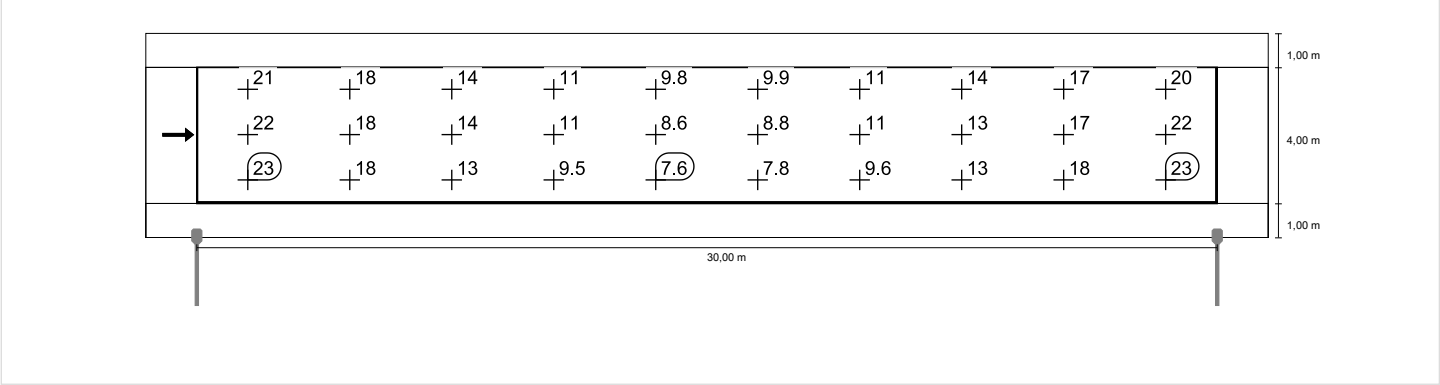


Carreggiata 1 (C3)

Fattore di diminuzione: 0.90
Reticolo: 10 x 3 Punti

Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.04	✓ 0.83	✓ 0.76	✓ 10	✓ 0.75

Illuminamento orizzontale



Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

