

INDICE

1.	NOTE GENERALI.....	2
	Note relative a marche commerciali	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA	4
	Prescrizioni illuminotecniche	4
	a. Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248:2016	4
	b. Procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche secondo le Norme UNI EN 11248:2016	5
	a. Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi	7
	→ Classificazione delle intersezioni in funzione alla viabilità (UNI 11248:2016)	15
	→ Illuminazione delle intersezioni stradali (UNI 11248:2016)	16
	d. Classificazione delle intersezioni in funzione alla viabilità (UNI 11248)	20
	Classificazione delle strade e delle rotatorie	21
	Suddivisione delle zone di studio e analisi dei rischi	21
	Caratteristiche generali di una buona illuminazione	22
	a. Indice di abbagliamento debilitante:	22
	b. Visione nella Pubblica illuminazione:	22
	c. Illuminazione Pubblica al servizio del pedone	23
4.	RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	25
	Durata delle sorgenti luminose	25
	IES LM-80-2008	26
	IES TM-21-2011	27
5.	RISPARMIO ENERGETICO	29
	Considerazioni generali	29
6.	RELAZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI.....	30
	Rampe di diversione all'aperto	30
7.	RISULTATI DI CALCOLO	35
8.	Apparecchi di illuminazione.	36
9.	DOCUMENTI ALLEGATI ALLA PRESENTE RELAZIONE DI CALCOLO:	37

1. NOTE GENERALI

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento seguita nella progettazione definitiva degli impianti di illuminazione relativa alle rampe di progetto.

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.

Software utilizzati per i calcoli e dimensionamenti:

- DIALux EVO 8.1

In particolare la presente, rappresenta i criteri di dimensionamento utilizzati per la progettazione degli impianti di seguito elencati:

- ❖ SVINCOLO DI BOLOGNA ARCOVEGGIO km 0+500;
- ❖ SVINCOLO DI BOLOGNA INTERPORTO km 7+955;
- ❖ SVINCOLO DI AREA DI SERVIZIO CASTEL BENTIVOGLIO EST km 11+700;
- ❖ SVINCOLO DI AREA DI SERVIZIO CASTEL BENTIVOGLIO OVEST km 11+700;
- ❖ SVINCOLO DI ALTEDO km 20+452;
- ❖ SVINCOLO DI FERRARA SUD km 33+547;

Note relative a marche commerciali

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 l'equivalenza delle caratteristiche elettriche, meccaniche e prestazionali illuminotecniche 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..

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- CIE Raccomandazioni CIE
- Norma EN 13201 “Illuminazione stradale”
- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua ed in particolare la Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione
- Norma EN 12464-2 Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places
- Legge n° 17/2000 e s.m.i. della Regione Lombardia “Misure urgenti per la lotta all'inquinamento luminoso e risparmio energetico
- 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 11.17	:	“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 gl'indicatori e per gli attuatori”
• 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 17.113	:	“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 20.8	:	“Tubazioni in PVC”

ed in particolare saranno rispettati i specifici articoli delle Norme CEI 64.8 / 64.8 Sez. 714

3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Prescrizioni illuminotecniche

a. Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248:2016

La Norma UNI 11248:2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificata e definita in modo esaustivo nella Norma UNI EN 13201:2016 Illuminazione stradale mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Le Norme si basano, nei loro principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TER 13201-1.

A tal fine introducono il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

Le Norme UNI 11248 individuano le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indicano come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- forniscono la procedura per la selezione nella categoria illuminotecnica che compete alla zona classificata;
- identificano gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale ed attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- forniscono prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi delle Norme UNI EN 13201-3 e le misurazioni in loco tratte dalle Norme UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nelle presenti Norme consentono di identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:

- la classe della strada nella zona di studio;
- la geometria della zona di studio;
- l'utilizzazione della zona di studio;
- l'influenza dell'ambiente circostante.

Inoltre consentono di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e con il contenimento del flusso luminoso disperso.

b. Procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche secondo le Norme UNI EN 11248:2016

Si individuano le categorie illuminotecniche di un impianto mediante i seguenti passi:

- 1) definire la categoria illuminotecnica di ingresso, considerando i seguenti passi:
 - suddividere la strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza come indicato nel punto 6,
 - per ogni zona di studio identificare il tipo della strada (vedere punto 7.1),
 - noto il tipo di strada, individuare la categoria illuminotecnica di ingresso con l'ausilio del prospetto 1;
- 2) definire la categoria illuminotecnica di progetto nota la categoria illuminotecnica di ingresso, valutando i parametri di influenza riportati nel prospetto 2 ed eventuali altri parametri di influenza costanti nel lungo periodo individuati dal progettista secondo quanto indicato nel punto 8 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti legati al contenimento dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso, decidere se considerare questa categoria come quella di progetto o modificarla coerentemente con le valutazioni e le considerazioni precedenti;
- 3) in alternativa tra di loro:
 - 3a) definire, se necessario, una o più categorie illuminotecniche di esercizio in base alle considerazioni esposte nel punto 8 (analisi dei rischi), ai parametri di influenza elencati nel prospetto 3 e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria illuminotecnica di esercizio,
 - 3b) adottare un sistema adattivo che realizzi anche la funzionalità CP e, in base alle considerazioni esposte nel punto 8 (analisi dei rischi) e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici di esercizio e dell'inquinamento luminoso, progettare l'impianto secondo quanto specificato in appendice D.

Qualora la categoria illuminotecnica selezionata preveda prescrizioni in luminanza della superficie stradale, ma questa non sia calcolabile secondo i criteri previsti nella UNI EN 13201-3, deve essere selezionata la categoria illuminotecnica C o P di livello luminoso comparabile secondo le indicazioni nel punto 9.7.

Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento

- c. suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei pari parametri di influenza;
- d. per ogni zona di studio identificare il tipo di strada;
- e. nota del tipo di strada individuabile con l'ausilio del prospetto 1 della UNI 11248, la categoria illuminotecnica di riferimento.

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) secondo quanto indicato nel punto 7 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.

Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio

In base alle considerazioni esposte dal punto 7 (analisi dei rischi) e gli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, in traduzione, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinando direttamente la categoria illuminotecnica di progetto. Per la valutazione dei parametri di influenza ancora seguire le prescrizioni del punto 7 e per la suddivisione in zone di studio ancora attenersi ai criteri esplicitati al punto 8. L'adozione di impianti con le caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso) purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Nota

I valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria sono intesi come minimi mantenibili durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione.

In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio del deperimento delle lampade, della tolleranza di fabbricazione e dell'incertezza sui valori di coefficiente di luminanza "r", della pavimentazione stradale e dell'incertezza di misura in fase di verifica e di collaudo.

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

Prospetto 1. Categorie illuminotecniche strade

Strade

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle autostrade principali	70 - 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹⁾)	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	70 - 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	
<p>1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792 ^[10]</p> <p>2) Per 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)</p> <p>3) Vedere punto 6.3</p> <p>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".</p>			

Il prospetto 1 indica, per ogni tipo di strada, la categoria illuminotecnica di ingresso.

Nota Nell'individuazione delle categorie illuminotecniche di ingresso indicate nel prospetto 1 i parametri di influenza sono stati scelti in modo da individuare la categoria illuminotecnica con prestazioni massime per il tipo di strada selezionato.

Nel caso di indicazione multipla nel prospetto 1 la categoria illuminotecnica deve essere scelta attraverso l'analisi dei rischi.

La categoria illuminotecnica di ingresso così selezionata non può essere utilizzata direttamente, ma deve essere sottoposta all'analisi dei rischi.

Prestazioni richieste in base alla categoria illuminotecnica di riferimento (Norme UNI EN 13201-2016 integrata con prescrizioni Norme UNI 11248:2016)

Prospetto 2. Categorie illuminotecniche M

CATEGORIE M:

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Rapporto di prossimità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	L [minima mantenuta] cd x m ²	U _o [minima]	U _l ^{a)} [minima]	U _{ow} ^{b)} [minima]	f _{TI} ^{c)} [massima] %	R _{EI} ^{d)} [minima]
M1	2,0	0,4	0,7	0,15	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	0,15	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,4	0,6	0,15	15	0,30
M5	0,5	0,35	0,4	0,15	15	0,30
M6	0,3	0,35	0,4	0,15	20	0,30

- 1) L'uniformità longitudinale 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.
- 2) 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.
- 3) I valori indicati nella colonna sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- 4) 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.

Le categorie M nel prospetto 1 sono previste per i conducenti di veicoli motorizzati su strade con velocità di marcia medio/alte.

Nota 1 Indicazioni per l'applicazione di tali categorie sono fornite nel CEN/TR 13201-1.

La luminanza media del manto stradale (\bar{L}), l'uniformità generale della luminanza (U_0), l'uniformità longitudinale della luminanza (U_l), l'incremento di soglia (f_{T1}) e il rapporto dell'illuminamento ai bordi (R_E) devono essere calcolati e misurati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4.

Nota 2 La luminanza del manto stradale è il risultato dell'illuminamento del manto stradale, delle proprietà riflettenti del manto stradale e delle condizioni geometriche di osservazione. Le convenzioni sono indicate nella EN 13201-3 e nella EN 13201-4, per la guida lungo tratti di strada con visione a distanze comprese tra 60 m e 160 m.

Nota 3 La luminanza media (\bar{L}) è correlata al livello di luminanza generale che consente la visibilità al conducente. Al basso livello di illuminazione utilizzato per l'illuminazione stradale, la prestazione migliora con la luminanza in termini di incremento della sensibilità al contrasto, incremento dell'acuità visiva e riduzione dell'abbagliamento.

Nota 4 L'uniformità generale (U_0) esprime, in generale, la variazione delle luminanze e indica l'adeguatezza del manto stradale come sfondo per segnaletica stradale, oggetti e altri utenti della strada.

Nota 5 L'uniformità longitudinale (U_l) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sulla strada. Si riferisce alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti.

Nota 6 L'incremento di soglia (f_{T1}) indica che, sebbene l'illuminazione stradale migliori le condizioni visive, essa causa anche abbagliamento debilitante in misura dipendente dal tipo di apparecchi di illuminazione, lampade e situazione geometrica. I valori di f_{T1} calcolati si riferiscono a un conducente giovane. La causa all'origine dell'abbagliamento è la diffusione nell'occhio umano che tende ad aumentare con l'età della persona. L'aumento è individuale e può essere basso per alcuni, di un fattore di due per altri e può essere elevato per persone affette da cataratta non trattata.

Nota 7 L'illuminazione limitata alla carreggiata è inadeguata a rendere visibili le zone laterali immediatamente adiacenti alla strada e gli utenti della strada presenti sul ciglio.

Nota 8 In alcuni paesi, il manto stradale è umido o bagnato per molte delle ore di buio. Per una determinata condizione di umidità, può essere imposto un requisito aggiuntivo di uniformità generale (U_0) per evitare una seria riduzione della prestazione in alcuni periodi umidi.

Prospetto 2. Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale
CATEGORIE C:

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} [minimo mantenuto] lx	U_o [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

Le categorie C del prospetto 2 riguardano i conducenti di veicoli motorizzati e altri utenti della strada in zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde, zone con presenza di coda, ecc.

Nota 1 Indicazioni per l'applicazione di tali categorie sono fornite nella CEN/TR 13201-1.

Le categorie C si possono applicare inoltre alle zone utilizzate dai pedoni e dai ciclisti, per esempio i sottopassaggi.

L'illuminamento medio (\bar{E}) e l'uniformità generale dell'illuminamento (U_o) devono essere calcolati e misurati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4.

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti del prospetto 2 può comprendere solo la carreggiata, quando si applicano altri requisiti per l'illuminazione adeguata di altre zone della strada per pedoni e ciclisti, oppure anche altre zone della strada.

Nota 3 Le categorie C si utilizzano principalmente quando le convenzioni per i calcoli della luminanza del manto stradale non valgono o risultano inapplicabili. Questo può accadere quando le distanze di osservazione sono minori di 60 m e quando posizioni diverse dell'osservatore sono significative. Le categorie C si applicano contemporaneamente agli altri utenti della strada nella zona di conflitto. Le categorie C si applicano inoltre a pedoni e ciclisti quando le categorie P e HS definite nel punto 6.1 non sono adeguate.

Prospetto 3. Categorie illuminotecniche P

CATEGORIE P:

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	\bar{E}^a [minimo mantenuto] lx	\bar{E}_{\min} [mantenuto] lx	$\bar{E}_{v,\min}$ [mantenuto] lx	$\bar{E}_{sc,\min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,0	1,00	1,5	1,0
P5	3,0	0,60	1,0	0,6
P6	2,0	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata	0,6	0,2

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

Le categorie P nel prospetto 3 o le categorie HS nel prospetto 4 riguardano pedoni e ciclisti su marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, nonché a strade urbane, strade pedonali, parcheggi, cortili scolastici, ecc.

Nota 1 Indicazioni per l'applicazione di tali categorie sono fornite nella CEN/TR 13201-1.

L'illuminamento medio (\bar{E}), l'illuminamento minimo (E_{\min}), l'illuminamento emisferico medio (\bar{E}_{hs}) e l'uniformità generale dell'illuminamento emisferico (U_o) devono essere calcolati e misurati secondo la EN 13201-3 e la EN 13201-4.

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti dei prospetti 3 e 4 può comprendere tutta la zona della strada, come le carreggiate di strade urbane e gli spartitraffico tra carreggiate, marciapiedi e piste ciclabili.

Prospetto 5. Categorie illuminotecniche SC

CATEGORIE SC:

Illuminamento semicilindrico	
Categoria	$\bar{E}_{sc,min}$ [mantenuto] lx
SC1	10,00
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

Prospetto 6. Categorie illuminotecniche EV

CATEGORIE EV:

Illuminamento del piano verticale	
Categoria	$\bar{E}_{v,min}$ [mantenuto] lx
EV1	50
EV2	30
EV3	10,0
EV4	7,50
EV5	5,00
EV6	0,50

Le categorie SC nel prospetto 5 sono previste come categorie complementari per le aree pedonali ai fini del miglioramento del riconoscimento facciale e dell'aumento della sensazione di sicurezza. Il valore di $E_{sc,min}$ deve essere valutato su un piano a 1,5 m al di sopra della zona della strada.

Le categorie EV del prospetto 6 sono previste come categorie complementari in situazioni dove è necessario vedere superfici verticali, per esempio nelle zone di intersezione.

L'illuminamento semicilindrico minimo ($E_{sc,min}$) e l'illuminamento minimo del piano verticale ($E_{v,min}$) devono essere calcolati e misurati secondo la EN 13201-3 e la EN 13201-4.

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti dei prospetti 5 e 6 può comprendere tutta la zona della strada, come le carreggiate di strade urbane e gli spartitraffico tra carreggiate, marciapiedi e piste ciclabili.

Se la zona di studio prevede una categoria illuminotecnica di tipo M, ma per la conformazione della strada non è possibile eseguire il calcolo della luminanza media secondo la UNI EN 13201-3 si devono adottare le categorie illuminotecniche come specificato nel prospetto 6.

Quando zone di studio adiacenti (per esempio marciapiede adiacente alla strada) e/o contigue (per esempio attraversamento pedonale) prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile come specificato nel prospetto 6. Si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili. La zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento.

Quando la zona contigua è una intersezione stradale si devono adottare i requisiti specificati nell'appendice A.

Considerate le possibili interazioni esistenti tra le aree adibite al traffico, quelle destinate a parcheggio (pubbliche o private) e, se esistenti, quelle di collegamento tra le due precedenti, il progettista in base alle effettive esigenze e tipologie delle zone da illuminare, deve valutare le condizioni e i requisiti più idonei. Nell'analisi dei rischi devono essere giustificate le ragioni delle categorie illuminotecniche scelte, per le zone associabili alla presenza di traffico, e le condizioni di riferimento della UNI EN 12464-2, per le zone di parcheggio vero e proprio.

→ **Classificazione delle intersezioni in funzione alla viabilità (UNI 11248:2016)**

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 Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

Quando si deve facilitare la visione delle superfici verticali (per esempio nei casi di svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose si ricorre a prescrizioni anche per l'illuminazione sul piano verticale. Alle categorie illuminotecniche individuate precedentemente si deve aggiungere la categoria illuminotecnica specificata nel prospetto 7.

È compito del progettista individuare l'illuminamento che meglio permette di caratterizzare il tipo di prestazione desiderata.

Prospetto 7. Categorie illuminotecniche aggiuntive

Categoria illuminotecnica										
Categoria illuminotecnica individuata	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	
	-	-	-	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Categoria illuminotecnica aggiuntiva	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-	

→ **Illuminazione delle intersezioni stradali (UNI 11248:2016)**

Ai fini illuminotecnici le intersezioni stradali possono essere divise in:

- intersezioni lineari a raso;
- intersezioni a livelli sfalsati;
- intersezioni a rotatoria.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- zone di intersezione o attraversamento;
- zone di inversione o uscita;
- zone di immisione.

a) Illuminazione delle intersezioni lineari a raso e a livelli sfalsati

In generale gli elementi che compongono l'intersezione lineare a raso o a livelli sfalsati per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminati applicando le categorie illuminotecniche della serie C integrate con i requisiti sull'abbagliamento dell'appendice C della UNI EN 13201-2:2016.

Si deve tenere presente che gli elementi delle intersezioni in oggetto costituiscono delle zone di conflitto, nelle quali statisticamente si verifica il maggior numero di incidenti, anche se la velocità ammessa è minore di quella delle strade principali.

Strade di accesso illuminate

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, per esempio a una categoria illuminotecnica massima M3, nell'intersezione a raso deve essere applicata la categoria illuminotecnica C2 se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$.

Strade di accesso non illuminate

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate, per esempio a una categoria illuminotecnica massima M3, nell'intersezione lineare a raso deve essere applicata la categoria illuminotecnica C3 se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona illuminata e quella completamente buia. La lunghezza di questa zona non deve essere minore dello spazio percorso in 3 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

b) Illuminazione delle intersezioni a rotatoria

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali devono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche C (UNI EN 13201-2) integrate con i requisiti sull'abbagliamento dell'appendice C della UNI EN 13201-2:2016.

Ai fini del calcolo illuminotecnico le rotatorie di forma diversa dalla circolare (per esempio ovale o ellittica) devono essere scomposte in settori di corona circolare.

Rami di approccio illuminati

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per i rami di approccio, per esempio a una categoria illuminotecnica massima M3, nell'intersezione a rotatoria deve essere applicata la categoria illuminotecnica C2 se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$.

Rami di approccio non illuminati

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate, per esempio a una categoria illuminotecnica massima M3, nell'intersezione a raso deve essere applicata la categoria illuminotecnica C3 se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona illuminata e quella completamente buia. La lunghezza di questa zona non deve essere minore dello spazio percorso in 3 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

Calcolo dell'illuminamento

Nel caso di rotatorie circolari, il campo di calcolo riferito alla carreggiata della corona rotatoria, così come il relativo reticolo di calcolo deve preferibilmente avere una struttura circolare estesa all'intera corona rotatoria.

Il reticolo di calcolo deve essere centrato sul campo di calcolo. Le linee longitudinali seguono la curvatura della rotatoria e sono spaziate e disposte come indicato nella UNI EN 13201-3:2016, punto 7.2.7. Longitudinalmente i punti del reticolo di calcolo devono essere equispaziati per ogni linea longitudinale e tali che la massima distanza tra essi, misurata in elementi d'arco di cerchio, risulti $\leq 3 \text{ m}$ sulla linea longitudinale di raggio massimo.

Qualora la disposizione degli apparecchi d'illuminazione sia regolare per l'intera corona, il campo di calcolo può essere limitato al settore di corona circolare compreso tra 2 apparecchi.

Per le rotatorie non circolari, si adotta quanto prescritto nella UNI EN 13201-3:2016, punto 7.2.7, tenendo conto della non regolarità del campo di calcolo.

Calcolo dell'incremento di soglia

Il calcolo dell'incremento di soglia (TI) deve essere eseguito nelle seguenti due modalità e si deve considerare il valore più conservativo:

- l'osservatore, al centro della corsia di destra della strada di accesso si avvicina fino a raggiungere la striscia di arresto della rotatoria;
- l'osservatore si muove lungo l'asse mediano della carreggiata dell'anello o "corona" della rotatoria.

Nel tratto rettilineo l'incremento di soglia è calcolato come indicato nella UNI EN 13201-3.

Nella rotatoria l'osservatore si muove lungo il raggio medio della rotatoria con passo corrispondente al passo della griglia definita al punto A.3.2 e con direzione di osservazione orientata di 45° a sinistra della tangente al raggio medio della rotatoria nella posizione dell'osservatore.

In alternativa possono essere applicati i requisiti descritti nella UNI EN 13201-2 relativi alla classificazione dell'intensità luminosa dell'apparecchio usato nell'installazione.

c) Classificazione delle strade ai fini illuminotecnici

Sebbene la classificazione delle strade non sia di competenza del progettista illuminotecnico, spetta a quest'ultimo la valutazione della corrispondenza tra la classe assegnata e le effettive esigenze illuminotecniche.

Le linee guida riassunte nel prospetto C.1 forniscono evidenza della correlazione tra esigenze illuminotecniche e tipologia di strada.

Inoltre, a titolo informativo per facilitare il progettista nella valutazione dei rischi e nella scelta della categoria illuminotecnica di ingresso il prospetto C.1 riassume le caratteristiche dei vari tipi strada come definiti nell'art. 2 del codice della stradale e dal Decreto Ministeriale dei trasporti del 5/11/2001, N° 6792^[10].

Prospetto C.1. Caratteristiche riassuntive dei tipi di strada così come descritte nel prospetto 1 e definite da art.2 del codice stradale e D.M. 5/11/2001, N°6792

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	N° Minimo Carreggiate indipendenti	N° Minimo di Corsie per senso di marcia	N° di sensi di marcia	Portata max. di servizio per corsia (veicoli/ora)	Ulteriori requisiti minimi, caratteristiche e chiarimenti
A ₁	Autostrade extraurbane	2	2	2	1 100	
	Autostrade urbane	2	2	2	1 550	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	2	1	2	Da 650 a 1 350	Sono ricomprese le strade dedicate all'accesso alle autostrade prima delle stazioni (caselli autostradali) I valori minimo e massimo dipendono dal numero di corsie
	Strade di servizio alle autostrade urbane	2	1	2	Da 1 150 a 1 650	
B	Strade extraurbane principali	2	2	2	1 000	Tangenziali e superstrade
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	1	1	2	600	Strade tipo provinciali, regionali e statali Con banchine laterali transitabili
	Strade extraurbane secondarie	1	1	2		
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	1	1	2		
D	Strade urbane di scorrimento	2	2	2	950	Strade urbane di grandi dimensioni e di connessione alla rete "urbana di quartiere" o "extraurbana secondaria"
E	Strade urbane di quartiere	1	1	2	800	Proseguimento delle strade di tipo C "extraurbane secondarie" nella rete urbana Strade tipo provinciali, regionali e statali Con corsie di manovra e parcheggi esterni alla Carreggiata
			2	1		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	1	1	1 o 2	450	Strade in ambito extraurbano diverse da strade di tipo B e C quali strade comunali, vicinali, ecc.
F	Strade locali extraurbane	1	1	1 o 2		
F	Strade locali interzonali	1	1	1 o 2	800	Strade locali di connessione con la "rete secondaria" e di "scorrimento" di maggior rilievo in quanto attraversano il territorio collegando aree urbane confinanti o distanti in area urbane o extraurbane
F	Strade locali urbane	1	1	1 o 2	800	Strade locali diverse da strade di tipo D e E, quali strade residenziali, artigianali, centro cittadino, centro storico, ecc.

d. Classificazione delle intersezioni in funzione alla viabilità (UNI 11248)

Per le rotatorie ed i punti di conflitto si dovrà far riferimento alla Norma UNI 11248 Appendice C: “La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento al prospetto 6. Per esempio se la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso è la M3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica **C2.**”

Con i seguenti parametri:

→ Classe illuminotecnica di progetto	:	CE2
→ Illuminamento orizzontale	:	20 lux
→ Uniformità Uo	:	40%

Classificazione delle strade e delle rotonde

Per la classificazione delle strade ai fini di assegnare la classe e la categoria di appartenenza si farà riferimento alle Norme UNI 11248 – parte 1.

Ne deriva che le strade prese in visione sono di tipo “A2” con **categoria illuminotecnica di riferimento “M2”** con i seguenti parametri illuminotecnici:

Classe	Luminanza della carreggiata			Contrasto di soglia	Illuminamento aree circostanti
	U (cd/m ²)	U ₀	UL	TI%	SR
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,5

Suddivisione delle zone di studio e analisi dei rischi

Si procede come di seguito:

- Le aree da illuminare sono state suddivise in **“zona di studio”** con caratteristiche omogenee,
- per ciascuna di esse viene assegnata una **“categoria illuminotecnica di riferimento”**; la suddivisione è evidenziata nei calcoli illuminotecnici allegati. La categoria illuminotecnica di riferimento delle strade viene poi comparata a quelle delle zone di conflitto utilizzando il prospetto 5 della norma UNI 11248.
- Successivamente si procede **“all’analisi dei rischi”** tenendo conto dei parametri di influenza secondo il capitolo 7 e prospetto 2 della norma UNI 11248.
- A seguito del risultato dell’analisi dei rischi si varia la categoria illuminotecnica e si ottiene la **“categoria illuminotecnica di progetto”**. I parametri da rispettare per ciascuna categoria sono ricavabili dalla UNI EN 13201-1.

Per quanto riguarda la rotonda ed il piazzale di esazione è necessario realizzare i parametri illuminotecnici di classe A2 (EN 13201) e coordinati con la categoria illuminotecnica M2 e quindi:

Classe	Illuminamento orizzontale		
	E / lux	U ₀	
C2	20	0,4	

Le varie categorie illuminotecniche di progetto dovranno essere ridefinite ed assegnate dopo aver effettuato l’analisi dei rischi definita dall’Art. 7 delle Norme UNI 11248.

Il valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria intesi come **minimi mantenuti** durante tutto il periodo di vita utile dell’impianto di illuminazione.

In conseguenza per la luminanza e l’illuminamento i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati, per tener conto, per esempio, del deperimento delle lampade, delle tolleranze di fabbrica, dell’interezza sui valori del coefficiente di luminanza ridotto “r” della pavimentazione stradale e della matrice di misura in fase di verifica e di collaudo.

Caratteristiche generali di una buona illuminazione

I caratteri dei parametri dell'illuminazione delle strade con traffico motorizzato sono ottemperate dalla Norme UNI 11248 che determinano:

- Valori d'illuminamento delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori di uniformità delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori dell'abbagliamento debilitante (fattore TI%) in funzione alle loro caratteristiche d'uso.

Gli impianti d'illuminazione saranno progettati al fine di rispondere alle prescrizioni tecniche delle Norme UNI 11248 "Illuminazione stradale", Norme CEI 64.8 - Sez. 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno", realizzando e superando i valori minimi sanciti dalle seguenti Norme, prendendo in esame gli aspetti principali della visione notturna su strade con traffico veicolare e più precisamente:

a. Indice di abbagliamento debilitante:

Abbagliamento d'incapacità (TI%):

è un indice che esprime l'impossibilità di percepire un ostacolo generato dal fastidio visivo vero e proprio dei corpi illuminanti.

Questa incapacità dipende dal "velo" di luminanza creata dall'interno dell'occhio dall'eccessiva intensità luminosa ammessa dalla successione di apparecchi presenti nel campo visivo del conduttore.

TI è un'espressione dell'abbagliamento che considera sia le caratteristiche dei corpi illuminanti che i parametri dell'installazione, tanto sarà più elevato l'indice TI tanta sarà l'incapacità di percepire un ostacolo in sicurezza.

In linea generale le nuove raccomandazioni internazionali raccomandano i seguenti limiti per TI:

- TI \leq 10% per strade con velocità superiore a 70 Km./h
- TI \leq 15% per strade secondarie

Quindi l'occhio reagisce lentamente e con fatica in presenza di scarsi livelli di luminosità, per migliorare queste caratteristiche, l'illuminazione artificiale notturna deve creare un ambiente confortevole con un'illuminazione uniforme ed evitare fenomeni perturbati.

Il fenomeno della visione nella Pubblica illuminazione deve prendere dunque in considerazione i principali parametri legati alla vista ed in particolare:

- acuità visiva: ossia la capacità di una persona di vedere distintamente un ostacolo di dimensioni definite, maggiore è l'acuità visiva della persona e minori saranno le dimensioni dell'ostacolo che riuscirà a vedere.
- sensibilità di contrasto: ossia la possibilità di distinguere un eventuale ostacolo grazie allo scarto di luminanza esistente tra oggetto (ostacolo) e il fondo (strada). Generalmente la percezione è dovuta ad un contrasto negativo in cui l'ostacolo è visto in controluce su fondo illuminato.
- abbagliamento: provocato dagli apparecchi d'illuminazione, dall'ambiente circostante, dal riflesso del manto stradale e chiaramente dai proiettori delle vetture circolanti in senso inverso.
- visibilità: o meglio l'indice di visibilità, ossia la capacità di individuare un ostacolo.

Analizzando quindi questi fenomeni è stato possibile stabilire quali sono i parametri corretti per una buona installazione e come sia insufficiente parlare solo di illuminamento sulla sede stradale, senza considerare tutti gli altri aspetti che non sono correttamente utilizzati verificando anche un buon livello d'illuminamento.

b. Visione nella Pubblica illuminazione:

La sicurezza della circolazione automobilistica dipende in modo sostanziale dalla qualità della rete viabile e dai veicoli circolanti e durante le ore notturne un aspetto fondamentale nella sicurezza è rappresentato dalla qualità degli impianti di Pubblica illuminazione.

Un impianto d'illuminazione è considerato buono quando questo consente di avere una rapida percezione visiva delle caratteristiche nel contesto stradale e degli ostacoli eventualmente presenti sulla carreggiata, per una distanza pari a quella d'arresto del veicolo.

A seguito della velocità di marcia lo spazio di arresto (considerato come arresto d'emergenza in presenza di un ostacolo improvviso) può risultare molto superiore allo spazio illuminato con i soli fari delle vetture.

È chiaro che nelle ore notturne interagiscono altri elementi quali fatica, eventuali stati di eccitazione ecc., ma resta comunque determinante il fattore della visibilità e specificatamente la stessa Commissione C.I.E. esaminando alcuni tratti di strada, confrontando il tasso di incidenti prima e dopo la realizzazione di un buon impianto d'illuminazione, da questo confronto risulta una riduzione media del 43% degli incidenti che avvengono nelle ore notturne con una diminuzione media del 37% del numero dei morti.

Risulta evidente che le caratteristiche dell'impianto d'illuminazione devono essere tali da consentire all'occhio umano una corretta visione e vanno realizzati in funzione delle caratteristiche fisiche proprie dell'occhio nella visione notturna dell'automobilista:

- quantità e qualità della luce (luminanza e uniformità)
- percezione degli ostacoli (acuità visiva e sensibilità ai contrasti)
- perturbazione della visione (abbagliamento molesto e di incapacità)

Questi fenomeni sono strettamente correlati tra loro in quanto la variazione di un singolo fenomeno comporta un adattamento automatico dell'occhio alle mutate condizioni di variabilità.

Le raccomandazioni internazionali e le Norme UNI 11248, relative alla Pubblica illuminazione, stabiliscono i parametri di riferimento in modo tale da contenere l'adattamento dell'occhio umano entro i limiti idonei alle differenti condizioni di guida.

Quindi i progetti esecutivi dovranno essere sviluppati secondo quanto raccomandato dalle Norme UNI 11248 "Illuminazione stradale" è necessario:

- adottare apparecchi illuminanti con ottiche "cut-off" al fine di evitare qualsiasi abbagliamento e con ottiche in grado di limitare la diffusione del flusso luminoso verso l'alto secondo l'Art. 6 della Legge 17/2000 e s.m.i. della Regione Lombardia;
- ricercare una buona uniformità al fine di evitare ed individuare eventuali ostacoli;
- conservare nel tempo i parametri d'illuminamento iniziali consentendo di mantenere inalterati i valori d'illuminamento e quindi la sicurezza.

c. Illuminazione Pubblica al servizio del pedone

L'illuminazione dei passaggi pedonali è sicuramente uno dei punti critici della pubblica illuminazione e come tale deve essere trattato con ancora maggiore accuratezza per due motivi:

1. i rischi di probabile incidente in questa zona sono superiori al normale in quanto in condizioni di scarsa visibilità risulta difficile sia l'individuazione del pedone da parte dell'automobilista che la percezione della velocità e della distanza del veicolo da parte del pedone
2. le conseguenze di questi incidenti sono sempre gravi, e spesso letali, per la persona a piedi con un grosso impatto, anche emotivo, sulla pubblica opinione

Per garantire una corretta illuminazione è necessario conseguire il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

Dal punto di vista dell'automobilista:

- Consentire la percezione a distanza di avvicinamento ad una zona a rischio
- Capacità di percepire, in tempo utile per fermarsi, la presenza di un passante
- Evitare fenomeni di abbagliamento che riducono le prestazioni visive.

Dal punto di vista del pedone:

- Permettere la percezione di un automezzo in arrivo
- Valutare distanza e velocità
- Vedere in maniera chiara l'attraversamento in modo da valutarne il tempo di attraversamento ed accedervi senza rischi

Per soddisfare le suddette condizioni é opportuno rifarsi a quanto detto in precedenza relativamente ai requisiti di un impianto di pubblica illuminazione e, data la pericolosità della zona in oggetto, rispondere come minimo ai requisiti richiesti per una strada con categoria assegnata e cioè:

Uniformità Generale ≥ 0.4
Abbagliamento di incapacità TI ≤ 10
Zone laterali illuminate

Se l'impianto in cui é previsto il passaggio pedonale risponde a questi requisiti ed il passaggio stesso non é in prossimità di un incrocio, i criteri sopra menzionati sono sufficienti per una corretta illuminazione.

4. RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Gli impianti di Pubblica Illuminazione previsti, sono posti a servizio delle sole rampe di accelerazione e decelerazione poste negli svincoli autostradale in accesso e uscita dalle careggiate di viabilità ordinaria e nelle rampe di accesso e uscita dalle aree di servizio definite per norma "zone di conflitto". Nella particolarità, il criterio di calcolo adottato nei parametri indicati da Norma, considera nell'intero tratto la illuminazione delle sole corsie di accelerazione e decelerazione e della corsia di traffico ordinario più attiguo.

In considerazione delle particolarità indicate, non è prevista alcuna riduzione del flusso luminoso.

Durata delle sorgenti luminose

Le lampade a LED, siano esse lampadine o proiettori o qualsiasi altro elemento d'illuminazione, sono oggetti realizzati per avere una lunga durata e questo è proprio uno dei principali vantaggi di questa tecnologia. Una lampada LED è costituita oltre che dai LED anche dall'elettronica di alimentazione e controllo, dagli elementi di trasferimento del calore, che mantengono i LED ad una bassa temperatura, dalle ottiche, dagli elementi di protezione e da quelli estetici.

La vita della lampada dipende da quella dei LED come da quella di tutti gli altri elementi, adesivi e materiali che la compongono. In particolare, la vita di un apparecchio LED è dato dalla somma, o interazione, della vita di tutti questi elementi:

$$D_{Lampada} = D_{LED} * D_{Ottica} * D_{PCB} * D_{Meccanica} * D_{Dissipazione} * D_{Involucro} * D_{Sigillante} * D_{Elettronica} * D_{Alimentatore} * D_{Manodopera}$$

Per un funzionamento corretto nel tempo l'elettronica (e alimentazione) deve garantire una corrente costante ben controllata e non subire guasti nella vita del prodotto. Le lenti devono sopportare l'esposizione alla luce per anni senza ingiallire o creparsi, i materiali riflettenti non devono staccarsi e rimanere efficienti, il corpo dell'apparecchio deve garantire resistenza meccanica ma anche all'acqua ed alla polvere ed al tempo stesso favorire lo smaltimento del calore. Quando tutte le altre cause sono escluse, la fine della vita è determinata dal chip LED.

In una lampada LED ben progettata e ben assemblata il meccanismo principale che ne determina il fine vita è la riduzione graduale dell'intensità luminosa. Certi errori di progettazione possono accelerare questa riduzione come una temperatura di giunzione del LED (T_j) ed una corrente di alimentazione elevate.

Tutti tipi di lampada subiscono un calo di flusso nel tempo di circa il 15-20%, solitamente prima che questo sia visibile a occhio nudo avviene la rottura della lampada per altre cause. Nel LED invece è proprio questo effetto che ne determina il fine vita. Attualmente in Italia ed a livello internazionale si definisce *vita media di un LED*, o apparecchio LED, il numero di ore di funzionamento prima che vi sia il decadimento del flusso luminoso al 70% (L70) di quello di partenza sul 50% dei prodotti testati. Non c'è nessuna norma scritta e precisa che lo stabilisce ma si è preso come valore di riferimento, considerando una variazione di flusso del 30% come variazione percepibile.

Gli apparecchi LED indicati e utilizzati nei calcoli hanno vita medie indicata dal produttore di 80.000 ore. L'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) ha definito nel 2008 lo standard per misurare il decadimento del flusso delle sorgenti luminose a LED (IESNA LM-80) e nel 2011 un memorandum con un modello matematico per estrapolare dai test il decadimento fino a fine vita (IESNA TM-21).

IES LM-80-2008

Lo standard LM-80 richiede 6000 ore di test e vale per i chip e moduli LED ma esclude gli apparecchi. Secondo LM-80 si misura il flusso luminoso, tensione e corrente ogni 1000 ore almeno, e si effettuano tre diversi set di misure a tre temperature diverse, 55°C, 85°C ed una terza a scelta del produttore. Vediamo due esempi presi da due dei principali produttori mondiali di LED ovvero Lumileds Philips e Cree.

LUXEON Rebel CCT = 2650K, $I_f = 1A$

Normalized Flux

	0	24	100	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	
DATA SET 1 $T_A = T_{amb} = 105C$	median =	1.0000	0.9944	0.9957	0.9823	0.9555	0.9365	0.9360	0.9133	0.9045	0.8929
	average =	1.0000	0.9940	0.9951	0.9825	0.9589	0.9351	0.9355	0.9115	0.9038	0.8901
	st dev =	0.0000	0.0038	0.0050	0.0054	0.0060	0.0090	0.0087	0.0126	0.0132	0.0181
	min =	1.0000	0.9873	0.9819	0.9727	0.9438	0.9088	0.9153	0.8789	0.8677	0.8395
	max =	1.0000	1.0000	1.0000	0.9948	0.9684	0.9433	0.9432	0.9262	0.9158	0.9084
DATA SET 2 $T_A = T_{amb} = 85C$	median =	1.0000	0.9954	0.9858	0.9689	0.9745	0.9640	0.9741	0.9555	0.9485	0.9420
	average =	1.0000	0.9974	0.9868	0.9692	0.9741	0.9648	0.9741	0.9544	0.9450	0.9387
	st dev =	0.0000	0.0042	0.0038	0.0054	0.0074	0.0080	0.0086	0.0099	0.0112	0.0141
	min =	1.0000	0.9884	0.9788	0.9763	0.9630	0.9508	0.9531	0.9288	0.9138	0.8963
	max =	1.0000	1.0000	0.9951	0.9983	0.9867	0.9812	0.9904	0.9721	0.9638	0.9579
DATA SET 3 $T_A = T_{amb} = 55C$	median =	1.0000	0.9978	0.9817	0.9642	0.9688	0.9634	0.9654	0.9726	0.9640	0.9617
	average =	1.0000	0.9973	0.9778	0.9688	0.9643	0.9612	0.9638	0.9720	0.9627	0.9609
	st dev =	0.0000	0.0022	0.0107	0.0082	0.0075	0.0076	0.0078	0.0067	0.0087	0.0073
	min =	1.0000	0.9903	0.9687	0.9557	0.9638	0.9652	0.9658	0.9558	0.9630	0.9623
	max =	1.0000	1.0000	0.9859	0.9858	0.9748	0.9704	0.9755	0.9833	0.9742	0.9748

Risultati test LM-80 Luxeon Rebel LXM8-PW27

XLAMP XT-E WHITE LEDs (REV 3)

Revision: 3 (November 14, 2012)

Description Of LED Light Sources

Class: XT-E White LEDs (www.cree.com)

Test Summary

Data Set	Case Temp. (T_c)	Ambient Temp. (T_a)	Rated Current (I _r)	Average Luminous Maintenance at 6,000 Hours	Average Chromaticity Shift ($\Delta u, \Delta v$) at 6,000 Hours	Reported TM-21 L70 Lifetime
1	105°C	105°C	1000 mA	84.2%	0.013	50,000 h @ 90,000 lm
2	85°C	85°C	1000 mA	84.8%	0.012	100,000 h @ 90,000 lm
4	55°C	55°C	1000 mA	85.2%	0.019	170,000 h @ 90,000 lm

Risultati test LM-80 Cree XTE AWG

Questi dati sono disponibili nel sito dei relativi costruttori. Tutti e due i costruttori hanno fornito i dati relativi a tre serie di test a diverse temperature, 55°C, 85°C e 105°C come temperatura a scelta per entrambi. Lumileds riporta i valori di flusso normalizzati ad 1 per ogni misura con tanto di valore minimo, massimo e medio, mentre Cree fornisce solo il dato finale, ed aggiunge la variazione cromatica dopo 6000 ore di funzionamento. In questi documenti sono anche fornite le previsioni al 70% di flusso (L70) calcolate con il TM-21.

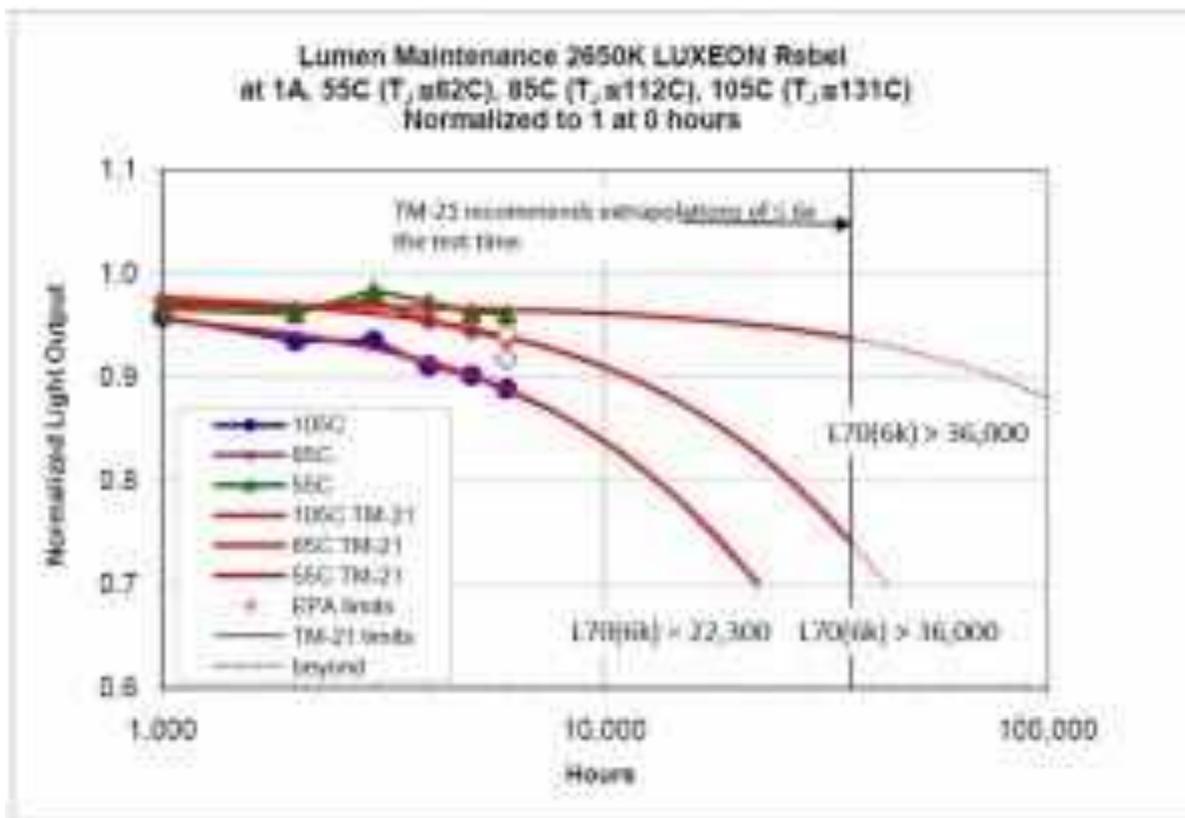
IES TM-21-2011

I dati raccolti mediante lo standard LM-80 vengono poi inseriti nel modello matematico definito dal memorandum TM-21. Questo modello è stato scritto da 6 produttori mondiali di LED (Philips Lumileds, Osram, Nichia, Illuminex, GE, and Cree) e 2 laboratori governativi americani (PNL, NIST).

Come funziona in breve l'algoritmo matematico TM-21:

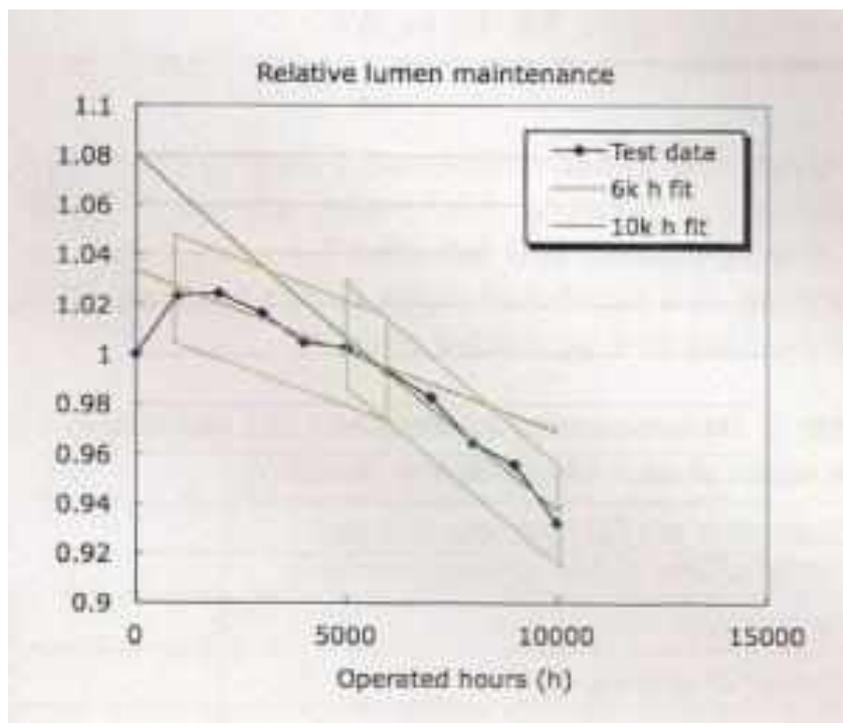
- Il dato medio di flusso a zero ore viene normalizzato a 1.
- I dati raccolti da 0 a 1000 ore vengono rimossi.
- Per il calcolo su misure a 6000 ore: dai dati raccolti da 1000 a 6000 ore si estrapola una curva esponenziale col metodo dei minimi quadrati.
- Per il calcolo su misure fino a 10000 ore: si usano i dati delle ultime 5000 ore per l'estrapolazione.
- Per il calcolo su misure superiori a 10000 ore: si usa l'ultimo 50% dei dati raccolti.
- Per la definizione della vita del LED (L70) non si può dichiarare oltre sei volte la durata dei test, ovvero 36000 ore di vita media per 6000 ore di test e 60000 ore per test di 10000 ore.

Vediamo ad esempio le previsioni di durata di due LED fornite dai due costruttori di prima. Cree fornisce solo il dato come previsto dal memorandum tm-21 per test di 6000 ore mentre Lumileds pubblica un grafico con i punti di misura e la curva calcolata per estrapolazione per ognuna delle tre serie di misure:

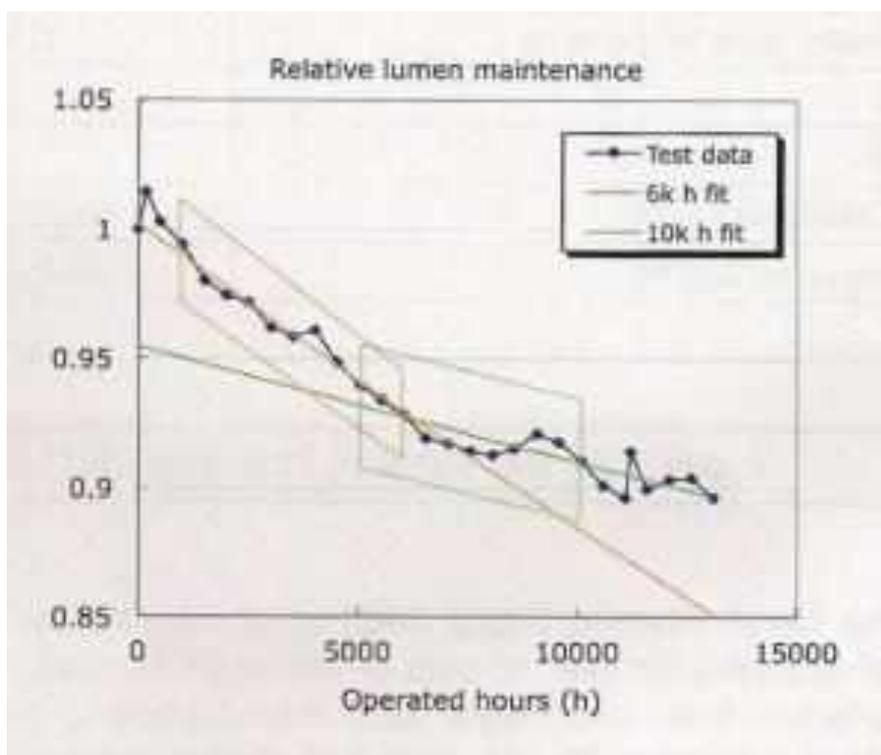


Applicazione metodo IES TM-21 su Luxeon Rebel LXM8-PW27

Si vede chiaramente che per le misure a 55°C e 85°C la vita del LED risulta superiore alle 36000 ore, ma più lungo è il tempo tra le misure reali ed i valori teorizzati e maggiore è l'incertezza. Vediamo con due esempi presentati all'EPA ENERGY STAR Lamp Round Table a San Diego, CA il 24 October 2011 di quanto possono variare le previsioni se fatte su misure a 6000 o 10000 ore:



1.000-6.000 ore: $L70(6k) = 60.000$ ore
 5.000-10.000 ore: $L70(10k) = 30.000$ ore



1.000-6.000 ore: $L70(6k) = 30.000$ ore
 5.000-10.000 ore: $L70(10k) > 60.000$ ore limitato dal x6

Questo modello ha senza dubbio diverse limitazioni ma è stato proposto per rispondere alla richiesta dei molti costruttori e clienti che necessitavano di un metodo per definire l'importante dato della durata delle lampade a LED. Gli stessi ideatori del memorandum TM-21 stanno lavorando ad un metodo più preciso grazie anche ai dati raccolti in questi ultimi anni, non ci resta che attenderlo.

5. RISPARMIO ENERGETICO

Considerazioni generali

Gli impianti d'Illuminazione Pubblica o similari sono allacciati a reti di distribuzione che sono soggette a variazioni di tensione, dovute sia all'Ente erogatore sia alle variazioni di carico stagionali e giornalieri.

Le lampade, LED dotate di driver elettronico compensano automaticamente le normali fluttuazioni della tensione negli impianti distribuiti, ottimizzandone la resa sia a livello di durata, sia a livello di flusso luminoso emesse nel tempo.

6. RELAZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI

Rampe di diversione all'aperto

a) Dati di base

Le rampe oggetto di intervento si sviluppano in asse con il tracciato autostradale raccordando lo stesso al piazzale di esazione. Per i tratti all'aperto la classificazione della strada è di tipo A2 avendo velocità di percorrenza limitata fra 70 ed i 90 km/h. Ne deriva una categoria illuminotecnica di riferimento riconducibile alla classe "M2".

Strada principale

<i>Categoria illuminotecnica di riferimento</i>	M2
<i>Parametri di influenza applicabili</i>	nessuno
<i>Variatione della categoria illuminotecnica</i>	0 (zero)
<i>Categoria illuminotecnica di progetto</i>	M2
<i>Categoria illuminotecnica di esercizio</i>	M2

<i>Luminanza</i>	1,5 cd/m ²
<i>Uniformità U₀</i>	40%
<i>Uniformità U_L</i>	70%

Risultati dei calcoli

ZONA DI STUDIO	Categoria illuminotecnica di progetto/esercizio			Risultati dei calcoli			
	Valori UNI 13201-2			Valori UNI 13201-2			
	L	U ₀	U _I	L	U ₀	U _I	
	cd/m ²	min/med	min/max long.	cd/m ²	min/med	min/max long.	
RAMPA DI DIVERSIONE	M2	1,5	0,4	0,7	1,81	0,8	0,78

Detti valori si intendono come parametri minimi mantenuti e quindi i valori iniziali dovranno tener conto di un fattore manutentivo dello 0,8 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

b) Riepilogo potenza installata SVINCOLO DI BOLOGNA INTERPORTO

Per l'illuminazione di ogni singola rampa saranno necessarie le seguenti potenze:

Rampa Nord.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
9	122	0	122	1.098
TOTALE COMPLESSIVO				1.098

Rampa Nord.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
10	122	0	122	1.220
TOTALE COMPLESSIVO				1.220

Rampa Sud.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
10	122	0	122	1.220
TOTALE COMPLESSIVO				1.220

Rampa Sud.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
14	122	0	122	1.708
TOTALE COMPLESSIVO				1.708

c) Tipo di posa

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti metallici ad un'altezza pari a 10,00 m.f.t. e dotati di sbraccio di lunghezza massima pari a 2,5m, a seconda delle necessità impiantistiche, al fine di garantire un arretramento del palo rispetto al filo interno del guard-rail non inferiore a 2,10 m.

d) **Riepilogo potenza installata SVINCOLO DI AREA DI SERVIZIO CASTEL BENTIVOGLIO EST**

Per l'illuminazione di ogni singola rampa saranno necessarie le seguenti potenze:

Rampa Nord.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
9	122	0	122	1.098
TOTALE COMPLESSIVO				1.098

Rampa Nord.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
15	122	0	122	1.830
TOTALE COMPLESSIVO				1.830

e) **Tipo di posa**

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti metallici ad un'altezza pari a 10,00 m.f.t. e dotati di sbraccio di lunghezza massima pari a 2,5m, a seconda delle necessità impiantistiche, al fine di garantire un arretramento del palo rispetto al filo interno del guard-rail non inferiore a 2,10 m.

f) **Riepilogo potenza installata SVINCOLO DI AREA DI SERVIZIO CASTEL BENTIVOGLIO ovest**

Per l'illuminazione di ogni singola rampa saranno necessarie le seguenti potenze:

Rampa Nord.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
9	122	0	122	1.098
TOTALE COMPLESSIVO				1.098

Rampa Sud.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
10	122	0	122	1.220
TOTALE COMPLESSIVO				1.220

g) **Tipo di posa**

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti metallici ad un'altezza pari a 10,00 m.f.t. e dotati di sbraccio di lunghezza massima pari a 2,5m, a seconda delle necessità impiantistiche, al fine di garantire un arretramento del palo rispetto al filo interno del guard-rail non inferiore a 2,10 m.

h) Riepilogo potenza installata SVINCOLO DI ALTEDO

Per l'illuminazione di ogni singola rampa saranno necessarie le seguenti potenze:

Rampa Nord.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
9	122	0	122	1.098
TOTALE COMPLESSIVO				1.098

Rampa Nord.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
11	122	0	122	1.342
TOTALE COMPLESSIVO				1.342

Rampa Nord Ingresso

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
3	122	0	122	366
TOTALE COMPLESSIVO				366

Rampa Sud.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
9	122	0	122	1.098
TOTALE COMPLESSIVO				1.098

Rampa Sud.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
15	122	0	122	1.830
TOTALE COMPLESSIVO				1.830

i) Tipo di posa

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti metallici ad un'altezza pari a 10,00 m.f.t. e dotati di sbraccio di lunghezza massima pari a 2,5m, a seconda delle necessità impiantistiche, al fine di garantire un arretramento del palo rispetto al filo interno del guard-rail non inferiore a 2,10 m.

j) **Riepilogo potenza installata SVINCOLO FERRARA SUD**

Per l'illuminazione di ogni singola rampa saranno necessarie le seguenti potenze:

Rampa Nord.A

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
9	122	0	122	1.098
TOTALE COMPLESSIVO				1.098

Rampa Nord.B

n°	Potenza W	perdite di linea e autoconsumo W	Totale W	Totale W
15	122	0	122	1.830
TOTALE COMPLESSIVO				1.830

k) **Tipo di posa**

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti metallici ad un'altezza pari a 10,00 m.f.t. e dotati di sbraccio di lunghezza massima pari a 2,5m, a seconda delle necessità impiantistiche, al fine di garantire un arretramento del palo rispetto al filo interno del guard-rail non inferiore a 2,10 m.

7. RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riportano rispettivamente i calcoli di dimensionamento delle linee ed i calcoli illuminotecnici della viabilità in oggetto.

In considerazione del fatto che le condizioni e i parametri di progetto corrispondono in tutte le rampe di svincolo sia in accelerazione che in decelerazione (Uscita/Ingresso), si assume unico tipologico di calcolo in allegato: - **CALCOLO ILLUMINOTECNICO TIPOLOGICO RAMPA**

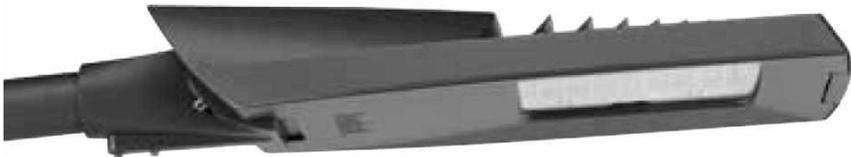
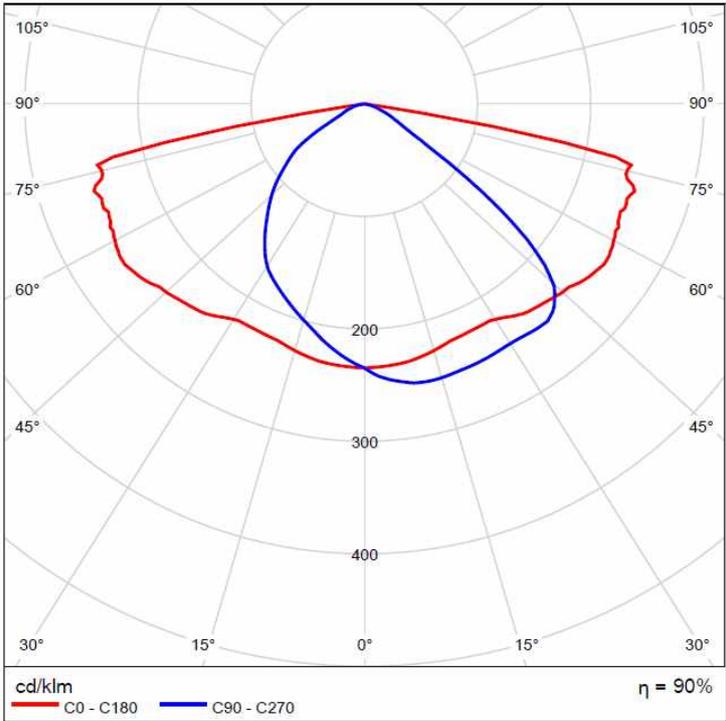
Per quanto riguarda i calcoli, dimensionamenti e protezioni, avendo per ogni rampa e alimentazione caratteristiche di carico, e distanze diverse, si producono specifiche relazioni di calcolo per ognuno degli svincoli e dei carichi distribuiti ed alimentati sull'intero tratto considerato.

8. Apparecchi di illuminazione.

Per meglio dettagliare le caratteristiche costruttive e il valore tecnico ed estetico degli elementi componenti l'impianto, seguono delle brevi schede tecniche che costituiscono il riferimento prestazionale minimo atteso.

Saranno valutate diverse proposte aventi pari o migliori caratteristiche.

Utilizzo: RAMPE SVINCOLI

Codice tipologia		ARMATURA STRADALE MODELLO TIPO PHILIPS LUMA O EQUIVALENTE	
TIPOLOGIA SORGENTE	LED	IMMAGINE DI RIFERIMENTO	
POTENZA	122W		
FLUSSO LUMINOSO APPARECCHI O (lm)	19000		
TEMPERATURA DI COLORE (K)	4000 K		
RESA CROMATICA	Ra≥70		
OTTICA	Asimmetrica		
CLASSE DI ISOLAMENTO	II		
GRADO DI PROTEZIONE	IP66	CURVE FOTOMETRICHE	
ALIMENTAZIONE	230V AC 50Hz		
CORRENTE DI PILOTAGGIO	500 mA		
Profilo di Regolazione personalizzato	NESSUNO		

9. DOCUMENTI ALLEGATI ALLA PRESENTE RELAZIONE DI CALCOLO:

- CALCOLO ILLUMINOTECNICO RAMPA DI ACCELERAZIONE E DECELERAZIONE

Cavalcavia tipo 37m

Indice

Cavalcavia tipo 37m

Cavalcavia tipo 37m

Philips - BGP623 T25 DM11 LED190/- NO (1xLED190-4S/740).....4

Bologna Interporto - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 1

Risultati della pianificazione.....7

Bologna Interporto - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 1 / Carreggiata 1 (M2)

Sintesi dei risultati..... 8

Tabella.....9

Isolinee..... 11

Grafica dei valori..... 12

Area Serv. Castel Bentivoglio Est/Ovest - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 4

Risultati della pianificazione.....13

Area Serv. Castel Bentivoglio Est/Ovest - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 4 / Carreggiata 1 (M2)

Sintesi dei risultati..... 14

Tabella.....15

Isolinee.....17

Grafica dei valori..... 18

Area Serv. Castel Bentivoglio Est/Ovest - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 4 / Corsia di emergenza (C2)

Sintesi dei risultati..... 19

Tabella.....20

Isolinee.....21

Grafica dei valori..... 22

Svincolo di altdo - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 5

Risultati della pianificazione.....23

Svincolo di altdo - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 5 / Carreggiata 1 (M2)

Sintesi dei risultati..... 24

Tabella.....25

Isolinee.....27

Grafica dei valori..... 28

Svincolo di altdo - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 5 / Corsia di emergenza (C2)

Sintesi dei risultati..... 29

Tabella.....30

Isolinee.....31

Grafica dei valori..... 32

Svincolo di altdo - Rampa accesso Nord tipo interdist. 37m: Alternativa 6

Risultati della pianificazione.....33

Svincolo di altdo - Rampa accesso Nord tipo interdist. 37m: Alternativa 6 / Carreggiata 1 (M2)

Sintesi dei risultati..... 34

Tabella.....35

Isolinee.....39

Grafica dei valori..... 41

Svincolo di altdo - Rampa accesso Nord tipo interdist. 37m: Alternativa 6 / Corsia di emergenza (C2)

Sintesi dei risultati..... 43

Tabella.....44

Isolinee.....45

Grafica dei valori..... 46

Area Serv. Ferrara Sud - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 8

Risultati della pianificazione.....47

Area Serv. Ferrara Sud - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 8 / Carreggiata 1 (M2)

Sintesi dei risultati..... 48

Tabella.....49

Isolinee.....51

Grafica dei valori..... 52

Area Serv. Ferrara Sud - Rampa tipo interdist. 37m: Alternativa 8 / Corsia di emergenza (C2)

Sintesi dei risultati..... 53

Tabella.....54

Isolinee.....55

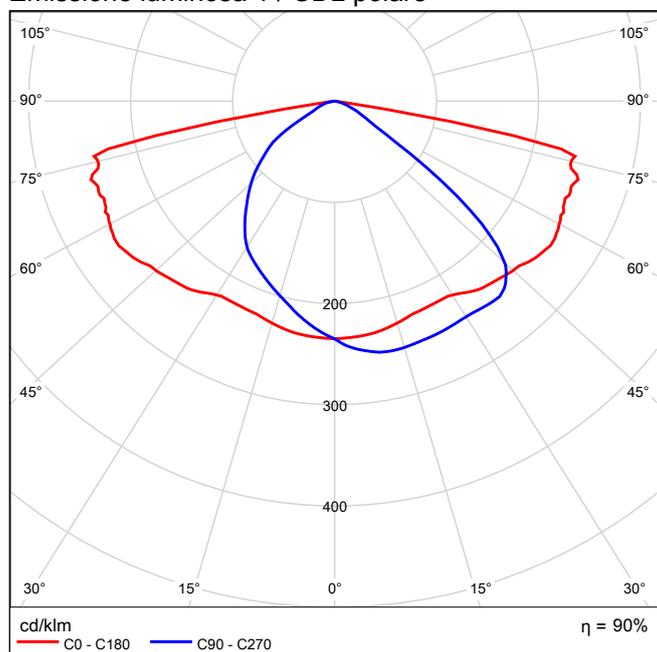
Grafica dei valori..... 56

Philips BGP623 T25 DM11 LED190/- NO 1xLED190-4S/740

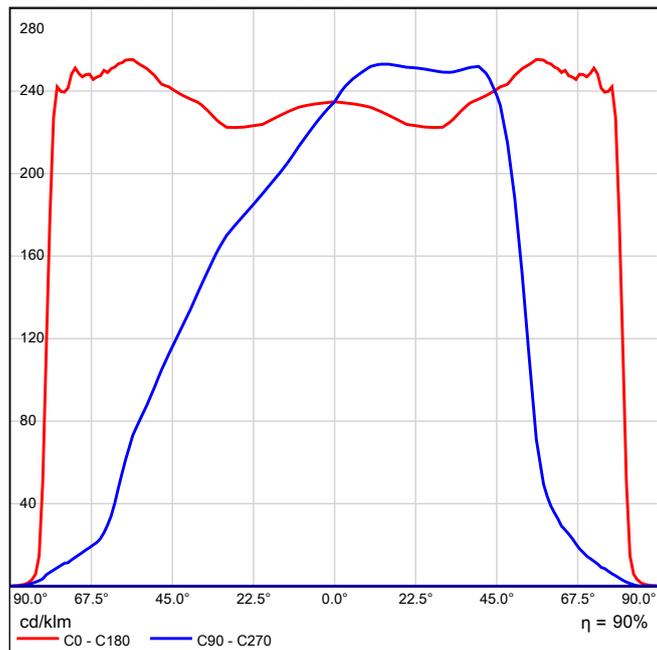
Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Rendimento: 89.77%
Flusso luminoso lampadina: 19000 lm
Flusso luminoso lampade: 17056 lm
Potenza: 114.0 W
Rendimento luminoso: 149.6 lm/W

Emissione luminosa 1 / CDL polare

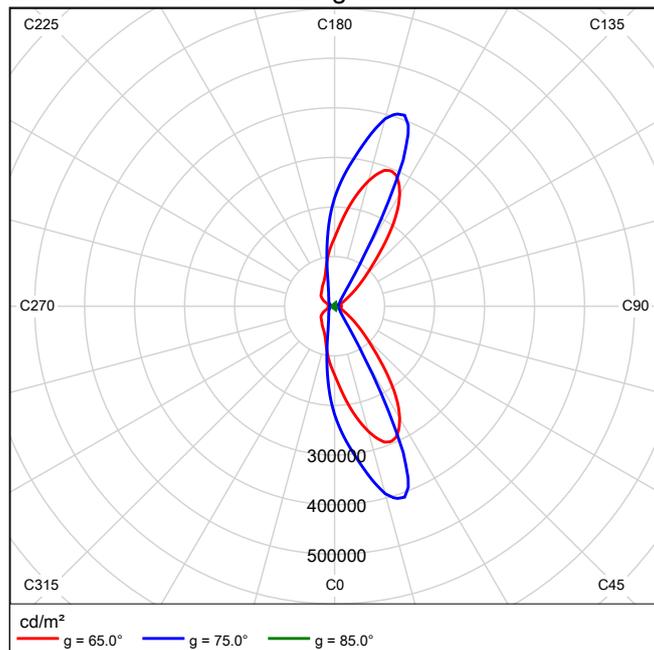


Emissione luminosa 1 / CDL lineare

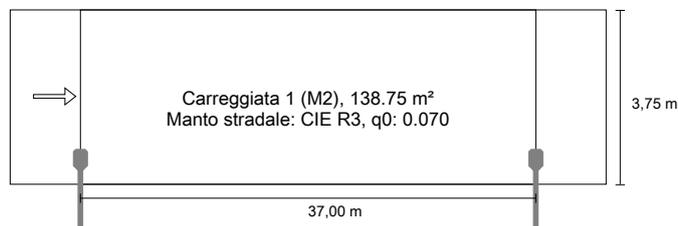


Non è possibile creare un diagramma conico, poiché la diffusione luminosa è asimmetrica.

Emissione luminosa 1 / Diagramma della luminanza



Non è possibile creare un diagramma UGR, poiché la diffusione luminosa è asimmetrica.

**Bologna Interporto - Rampa tipo interdist. 37m in direzione EN
 13201:2015**


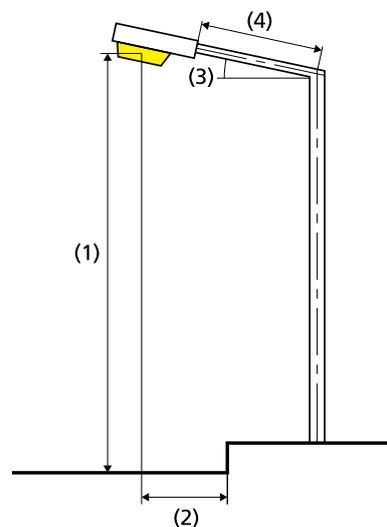
Risultati per i campi di valutazione
 Fattore di diminuzione: 0.86

Carreggiata 1 (M2)

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	Ui ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.81	✓ 0.80	✓ 0.78	✓ 7	✓ 0.73

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.038 W/lxm ²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: BGP623 T25 DM11 LED190/- NO (456.0 kWh/anno)	3.3 kWh/m ² anno

Philips BGP623 T25 DM11 LED190/- NO


Lampadina:	1xLED190-4S/740
Flusso luminoso (lampada):	17055.84 lm
Flusso luminoso (lampadina):	19000.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 114.0 W
W/km:	3078.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	37.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.500 m
Altezza fuochi (1):	10.000 m
Sporgenza punto luce (2):	0.500 m

ULR: 0.00

ULOR: 0.00

Valori massimi dell'intensità luminosa

a 70° e oltre 633 cd/klm *

a 80° e oltre 174 cd/klm *

a 90° e oltre 0.00 cd/klm *

Classe intensità luminose: G*1

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.5

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.81	✓ 0.80	✓ 0.78	✓ 7	✓ 0.73

Osservatori corrispondenti (1):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10
Osservatore 1	(-60.000, 1.875, 1.500)	1.81	0.80	0.78	7

Carreggiata 1 (M2)

Illuminamento orizzontale [lx]

3.125	37.6	31.1	24.7	19.0	15.0	12.9	12.2	12.9	15.0	19.0	24.7	31.1	37.6
1.875	39.6	31.4	24.1	17.9	13.7	11.5	10.8	11.5	13.7	17.9	24.1	31.4	39.6
0.625	38.5	30.0	22.4	16.2	12.3	10.00	9.21	10.00	12.3	16.2	22.4	30.0	38.5
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
21.7	9.21	39.6	0.424	0.233

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

3.125	1.60	1.55	1.44	1.46	1.52	1.60	1.69	1.79	1.81	1.79	1.84	1.74	1.68
1.875	1.92	1.80	1.70	1.67	1.72	1.81	1.93	2.05	2.09	2.12	2.10	2.01	2.00
0.625	1.87	1.74	1.66	1.60	1.64	1.71	1.81	1.95	2.02	2.08	2.06	2.01	2.01
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.81	1.44	2.12	0.795	0.678

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

3.125	1.86	1.80	1.67	1.69	1.77	1.86	1.97	2.08	2.10	2.08	2.14	2.03	1.95
1.875	2.24	2.10	1.98	1.94	2.00	2.11	2.24	2.38	2.43	2.47	2.44	2.34	2.33
0.625	2.18	2.03	1.93	1.86	1.91	1.99	2.11	2.27	2.35	2.42	2.39	2.33	2.33
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
2.11	1.67	2.47	0.795	0.678

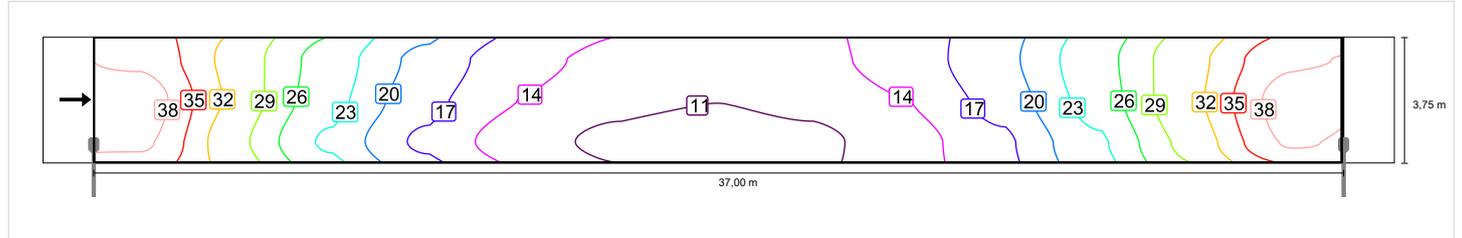
Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

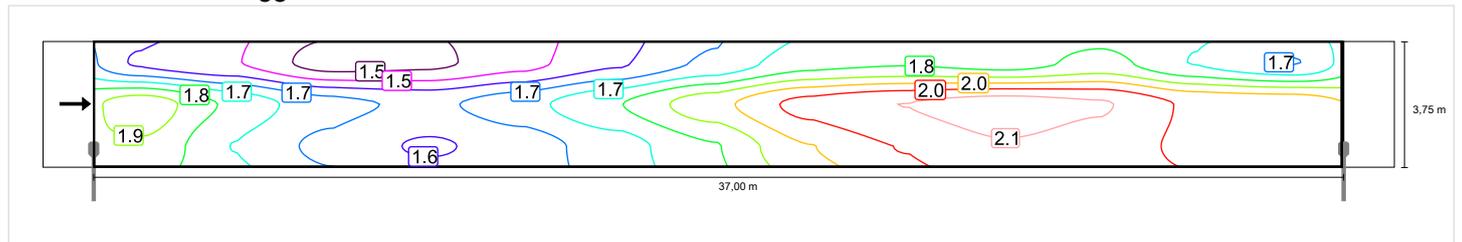
Lm [cd/m ²]	Uo	UI	TI [%]	EIR
≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10	≥ 0.35
✓ 1.81	✓ 0.80	✓ 0.78	✓ 7	✓ 0.73

Illuminamento orizzontale

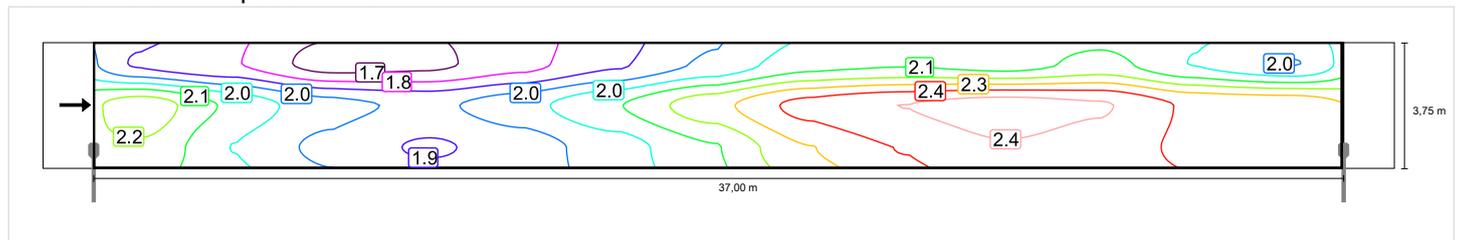


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova

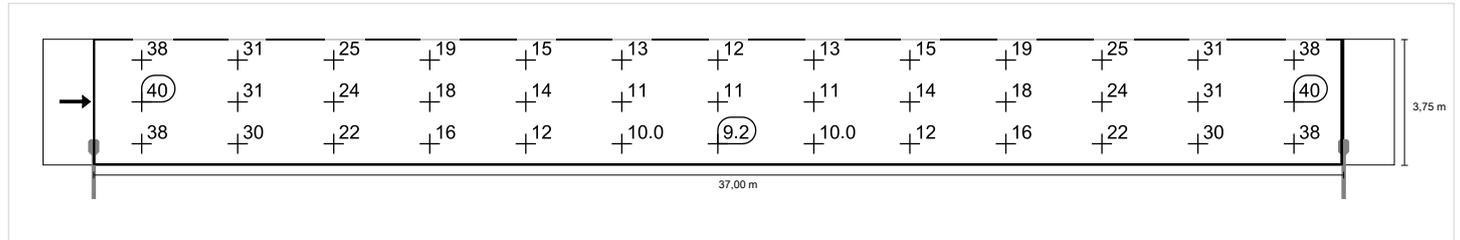


Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86
Reticolo: 13 x 3 Punti

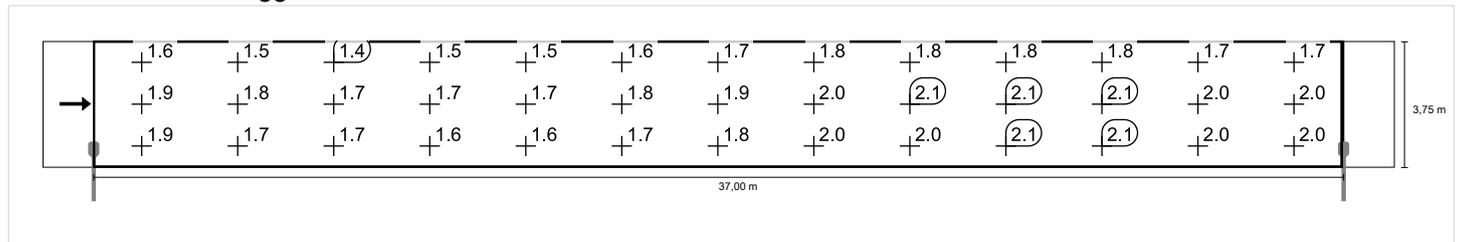
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.81	✓ 0.80	✓ 0.78	✓ 7	✓ 0.73

Illuminamento orizzontale

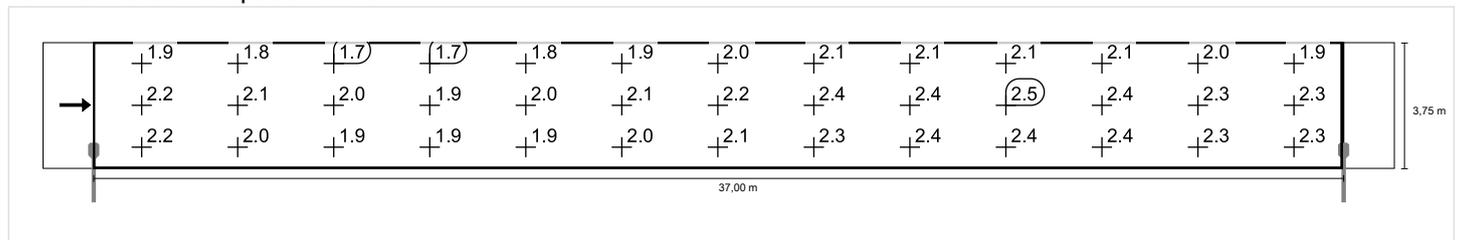


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

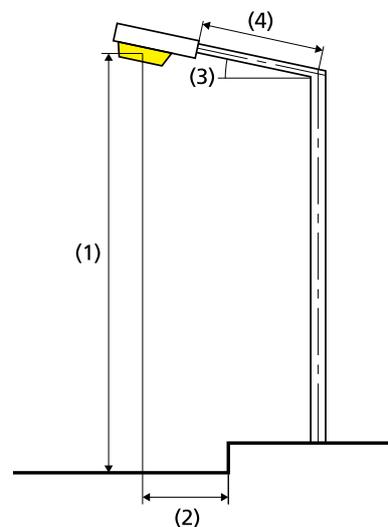
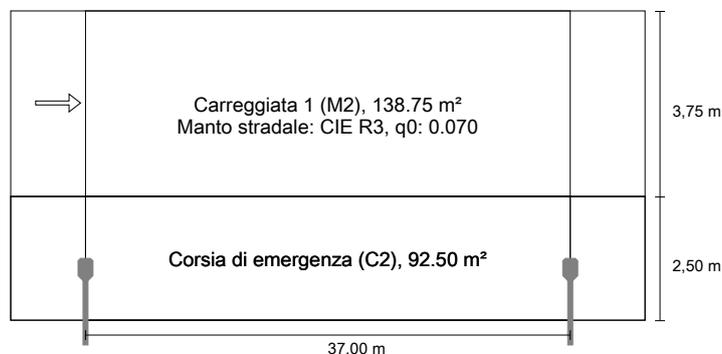


Luminanza con lampada nuova



Area Serv. Castel Bentivoglio Est/Ovest - Rampa tipo interdist.
 37m in direzione EN 13201:2015

Philips BGP623 T25 DM11 LED190/- NO



Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.86

Carreggiata 1 (M2)

Lm [cd/m ²]	U _o	U _l	TI [%]	EIR
≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10	≥ 0.35
✓ 1.65	✓ 0.73	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.85

Corsia di emergenza (C2)

Em [lx]	U _o
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.023 W/lxm ²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: BGP623 T25 DM11 LED190/- NO (456.0 kWh/anno)	2.0 kWh/m ² anno

Lampadina:	1xLED190-4S/740
Flusso luminoso (lampada):	17055.84 lm
Flusso luminoso (lampadina):	19000.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 114.0 W
W/km:	3078.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	37.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.500 m
Altezza fuochi (1):	10.000 m
Sporgenza punto luce (2):	-1.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valori massimi dell'intensità luminosa	
a 70° e oltre	633 cd/klm *
a 80° e oltre	174 cd/klm *
a 90° e oltre	0.00 cd/klm *
Classe intensità luminose:	G*1

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.5

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.65	✓ 0.73	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.85

Osservatori corrispondenti (1):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10
Osservatore 1	(-60.000, 4.375, 1.500)	1.65	0.73	0.83	9

Carreggiata 1 (M2)

Illuminamento orizzontale [lx]

5.625	31.9	28.0	23.7	19.6	16.6	14.8	14.1	14.8	16.6	19.6	23.7	28.0	31.9
4.375	35.5	30.2	24.6	19.5	15.7	13.7	13.0	13.7	15.7	19.5	24.6	30.2	35.5
3.125	38.6	31.5	24.6	18.6	14.5	12.3	11.7	12.3	14.5	18.6	24.6	31.5	38.6
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.2	11.7	38.6	0.525	0.302

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

5.625	1.31	1.28	1.20	1.24	1.30	1.38	1.41	1.51	1.52	1.49	1.47	1.39	1.36
4.375	1.58	1.55	1.48	1.50	1.55	1.61	1.68	1.79	1.77	1.75	1.78	1.66	1.59
3.125	1.95	1.87	1.75	1.73	1.80	1.89	1.99	2.06	2.09	2.11	2.10	2.01	1.97
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.65	1.20	2.11	0.727	0.570

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

5.625	1.52	1.49	1.40	1.44	1.51	1.60	1.64	1.76	1.76	1.73	1.71	1.61	1.58
4.375	1.83	1.81	1.72	1.74	1.80	1.87	1.95	2.08	2.05	2.04	2.07	1.94	1.85
3.125	2.27	2.17	2.04	2.01	2.09	2.20	2.32	2.40	2.43	2.45	2.44	2.34	2.29
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.92	1.40	2.45	0.727	0.570

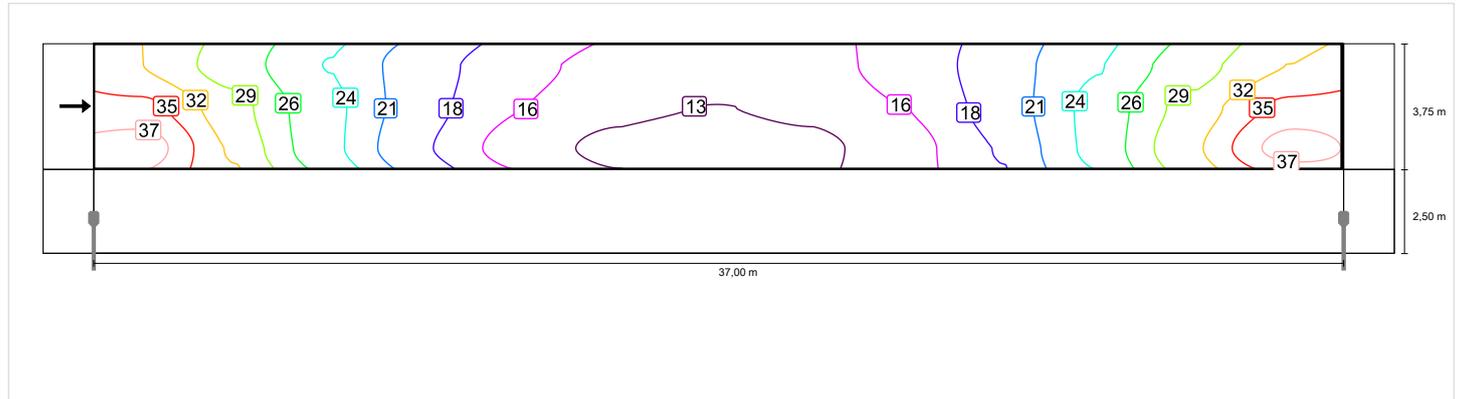
Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

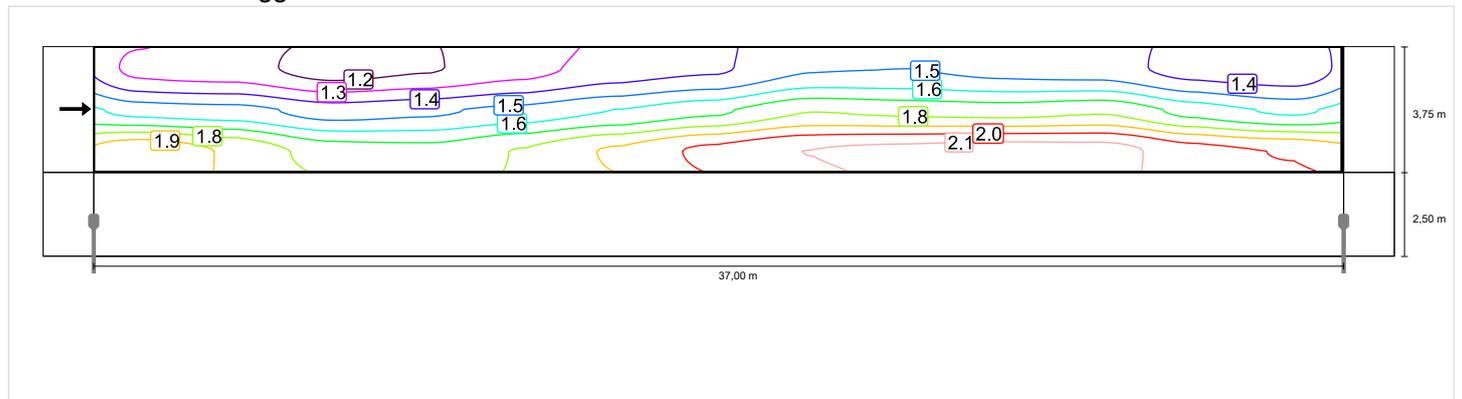
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.65	✓ 0.73	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.85

Illuminamento orizzontale

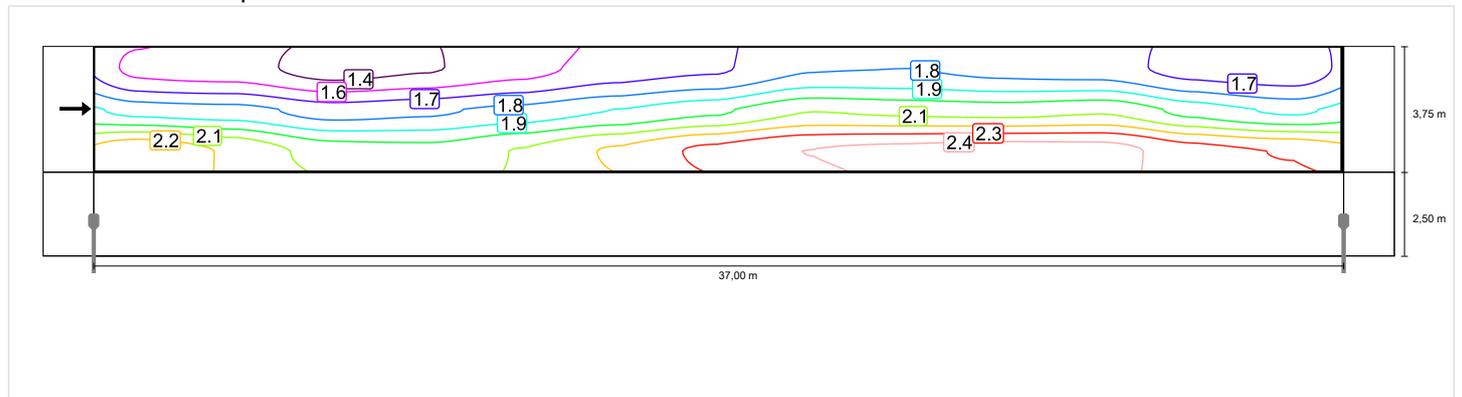


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



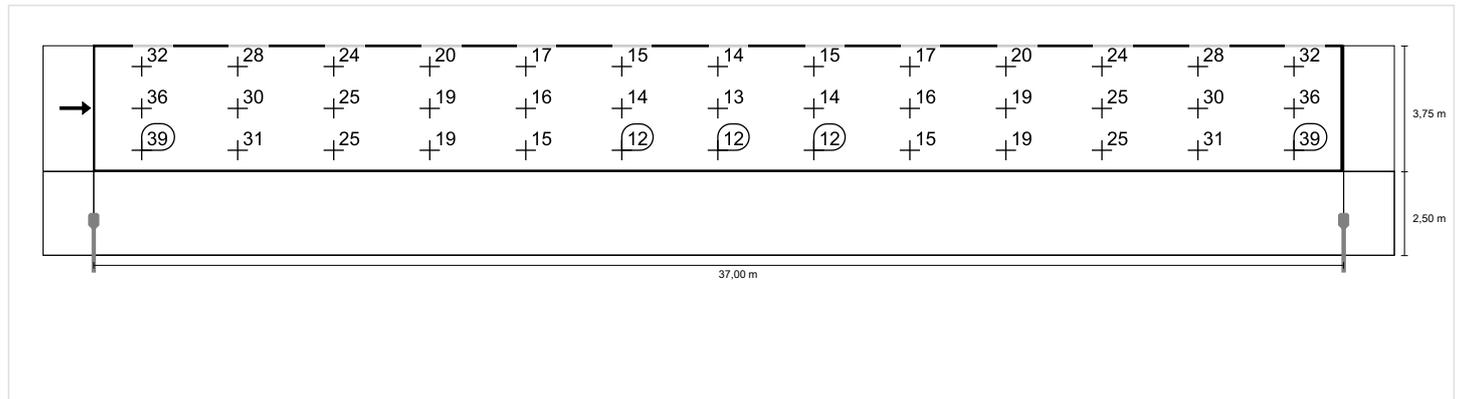
Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

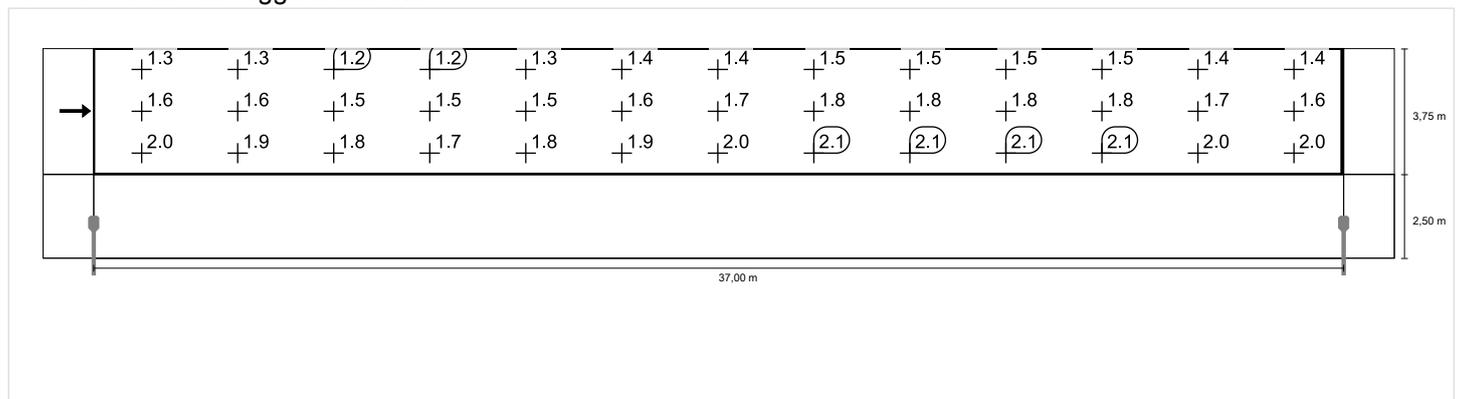
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	U _o ≥ 0.40	U _I ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.65	✓ 0.73	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.85

Illuminamento orizzontale

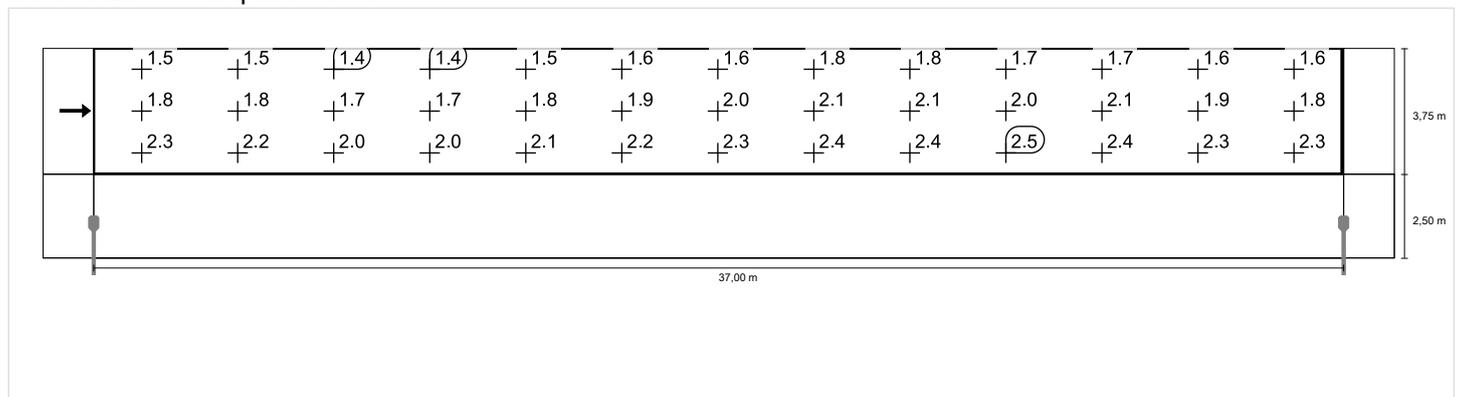


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Corsia di emergenza (C2)

Illuminamento orizzontale [lx]

2.083	39.4	31.3	23.8	17.5	13.4	11.1	10.4	11.1	13.4	17.5	23.8	31.3	39.4
1.250	38.7	30.2	22.6	16.4	12.4	10.1	9.35	10.1	12.4	16.4	22.6	30.2	38.7
0.417	36.9	28.6	21.0	15.2	11.3	9.21	8.52	9.21	11.3	15.2	21.0	28.6	36.9
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
20.7	8.52	39.4	0.412	0.216

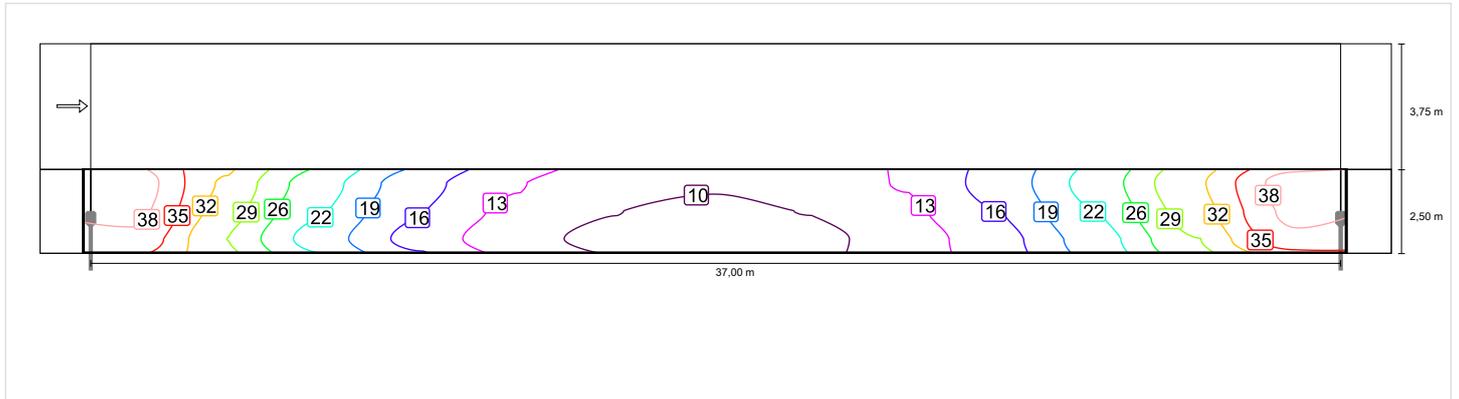
Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Illuminamento orizzontale



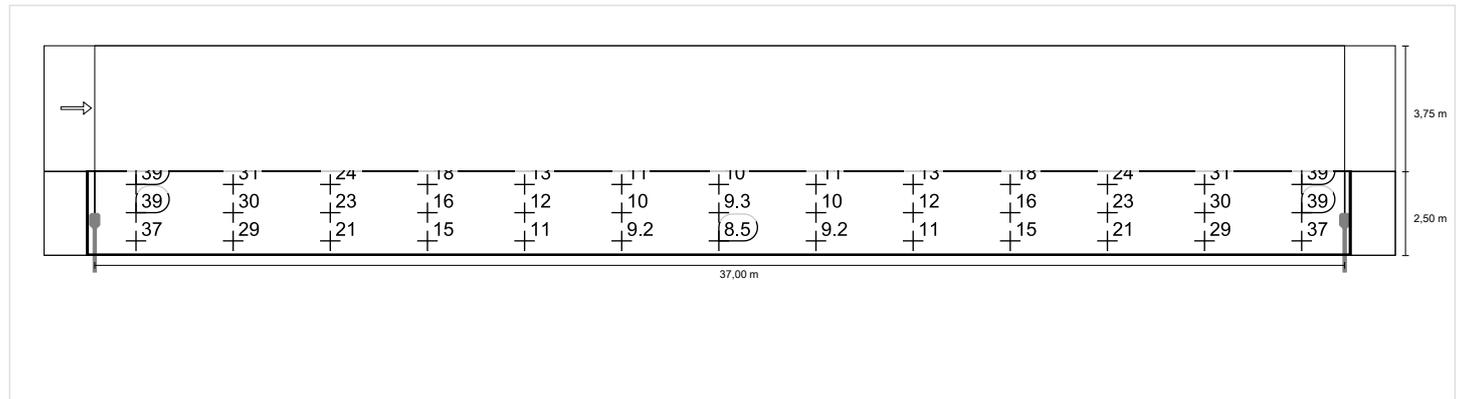
Corsia di emergenza (C2)

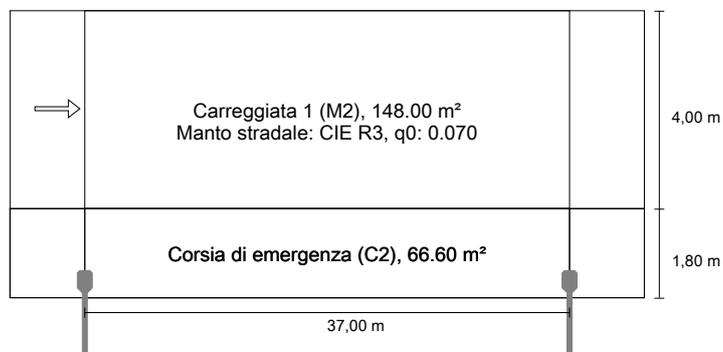
Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

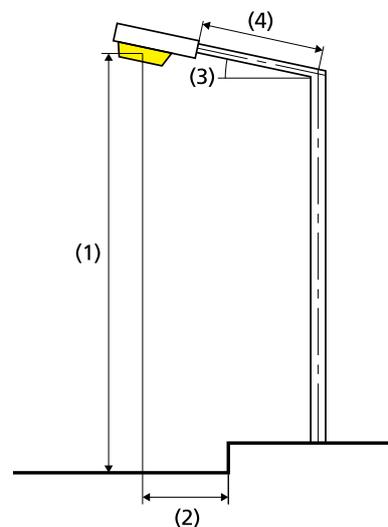
Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Illuminamento orizzontale



Svincolo di altdo - Rampa tipo interdist. 37m in direzione EN
 13201:2015


Philips BGP623 T25 DM11 LED190/- NO



Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.86

Carreggiata 1 (M2)

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Corsia di emergenza (C2)

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 21.21	✓ 0.43

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.024 W/lxm ²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: BGP623 T25 DM11 LED190/- NO (456.0 kWh/anno)	2.1 kWh/m ² anno

Lampadina:	1xLED190-4S/740
Flusso luminoso (lampada):	17055.84 lm
Flusso luminoso (lampadina):	19000.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 114.0 W
W/km:	3078.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	37.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.500 m
Altezza fuochi (1):	10.000 m
Sporgenza punto luce (2):	-1.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valori massimi dell'intensità luminosa	
a 70° e oltre	633 cd/klm *
a 80° e oltre	174 cd/klm *
a 90° e oltre	0.00 cd/klm *
Classe intensità luminose:	G*1

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.5

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Osservatori corrispondenti (1):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10
Osservatore 1	(-60.000, 3.800, 1.500)	1.64	0.72	0.83	9

Carreggiata 1 (M2)

Illuminamento orizzontale [lx]

5.133	31.3	27.5	23.4	19.6	16.7	14.9	14.3	14.9	16.7	19.6	23.4	27.5	31.3
3.800	35.2	30.0	24.5	19.5	15.8	13.8	13.1	13.8	15.8	19.5	24.5	30.0	35.2
2.467	38.5	31.5	24.6	18.6	14.6	12.4	11.7	12.4	14.6	18.6	24.6	31.5	38.5
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.2	11.7	38.5	0.529	0.304

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

5.133	1.27	1.24	1.18	1.22	1.28	1.35	1.39	1.47	1.49	1.45	1.43	1.35	1.33
3.800	1.56	1.54	1.46	1.49	1.53	1.59	1.67	1.77	1.75	1.73	1.75	1.63	1.57
2.467	1.96	1.87	1.76	1.74	1.80	1.90	2.00	2.07	2.09	2.10	2.10	2.01	1.96
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.64	1.18	2.10	0.721	0.561

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

5.133	1.47	1.44	1.37	1.42	1.49	1.57	1.62	1.71	1.73	1.69	1.66	1.57	1.54
3.800	1.81	1.79	1.70	1.73	1.78	1.85	1.94	2.06	2.03	2.01	2.03	1.90	1.83
2.467	2.27	2.18	2.04	2.02	2.09	2.21	2.32	2.40	2.43	2.45	2.44	2.34	2.28
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

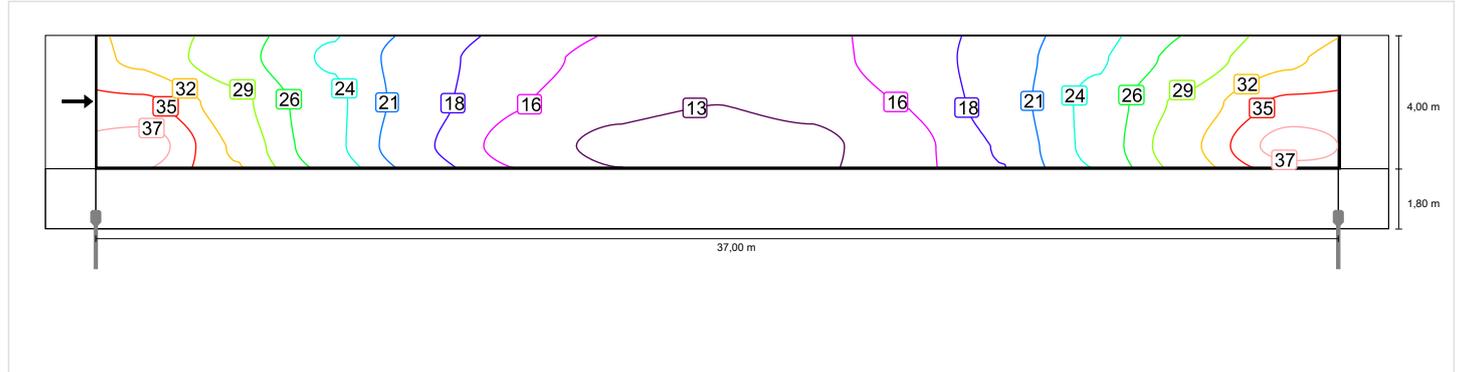
Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.90	1.37	2.45	0.721	0.561

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86
Reticolo: 13 x 3 Punti

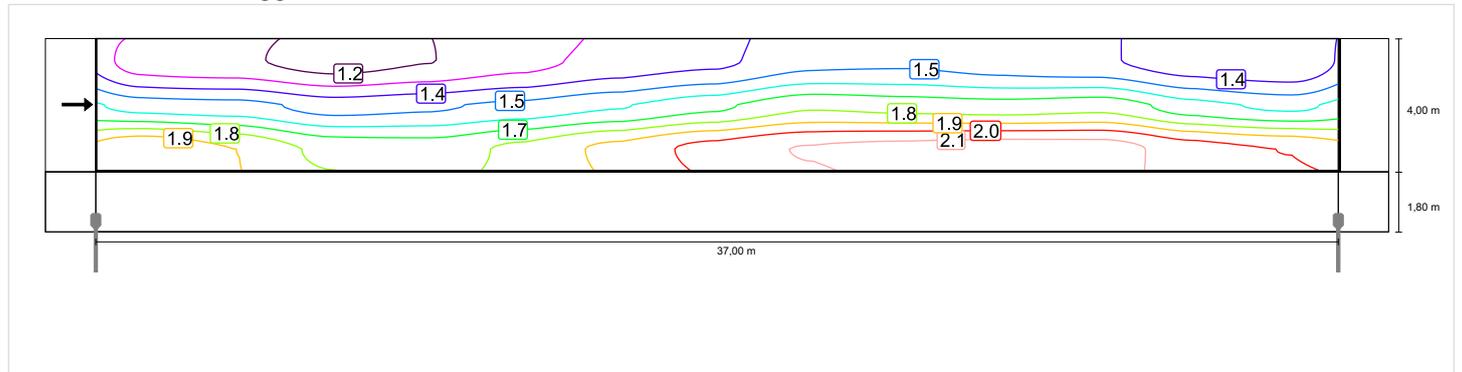
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Illuminamento orizzontale

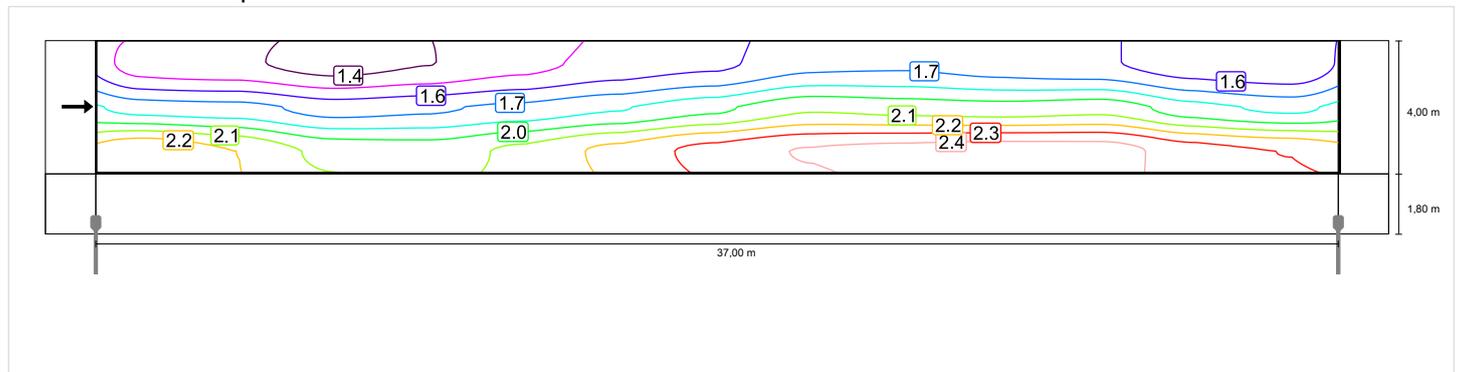


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova

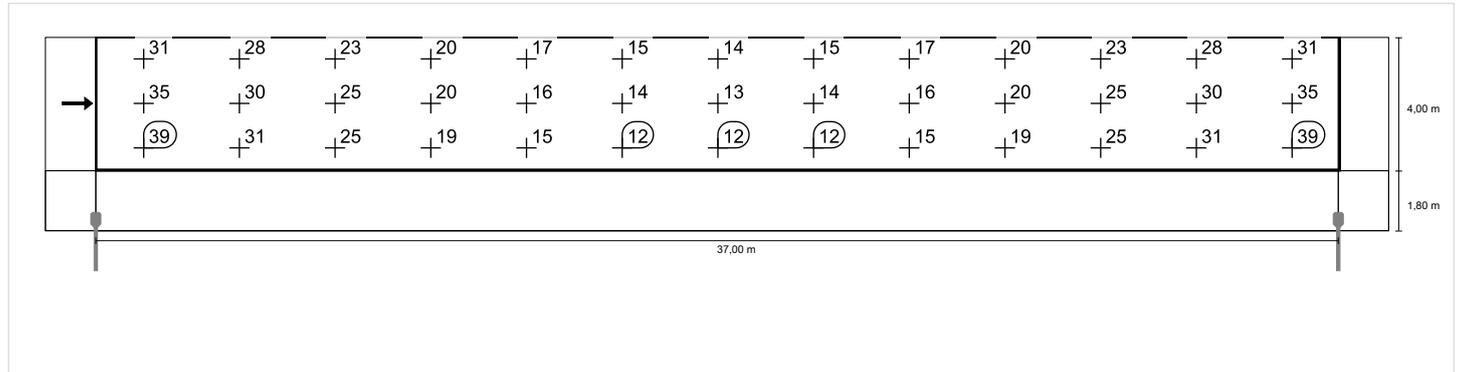


Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86
Reticolo: 13 x 3 Punti

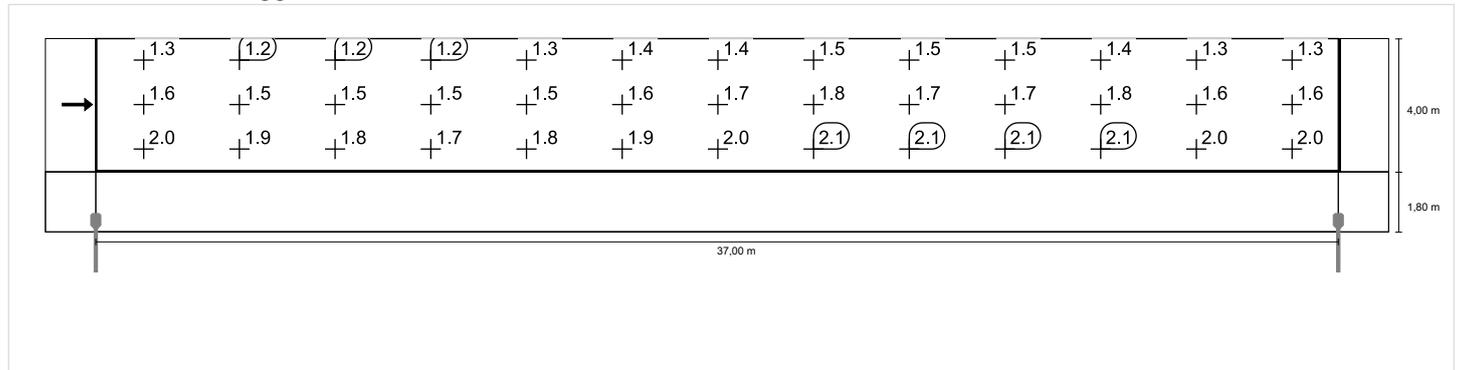
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Illuminamento orizzontale

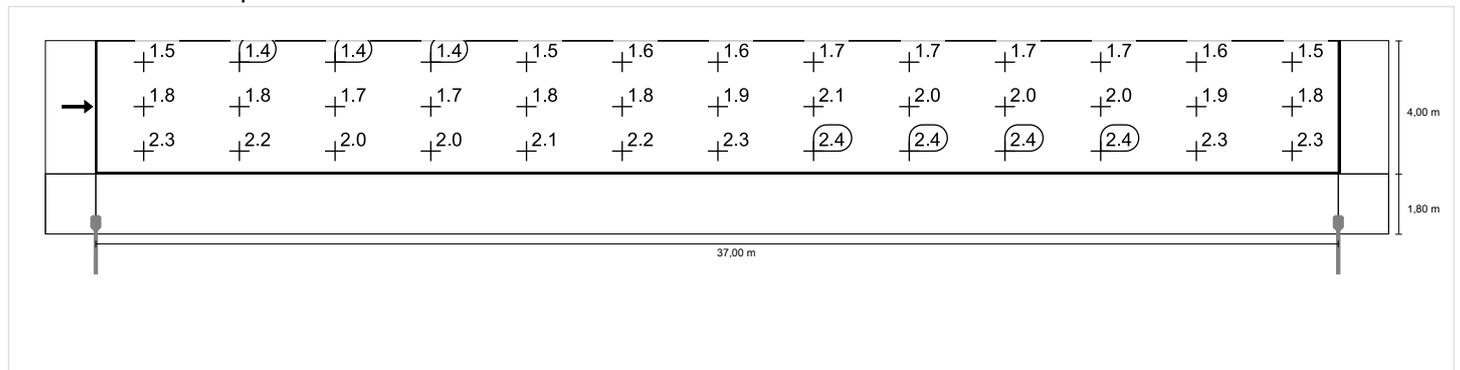


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 21.21	✓ 0.43

Corsia di emergenza (C2)

Illuminamento orizzontale [lx]

1.500	39.5	31.3	23.9	17.7	13.5	11.3	10.5	11.3	13.5	17.7	23.9	31.3	39.5
0.900	39.1	30.8	23.2	16.9	12.8	10.6	9.74	10.6	12.8	16.9	23.2	30.8	39.1
0.300	38.4	29.9	22.2	16.0	12.1	9.85	9.06	9.85	12.1	16.0	22.2	29.9	38.4
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
21.2	9.06	39.5	0.427	0.230

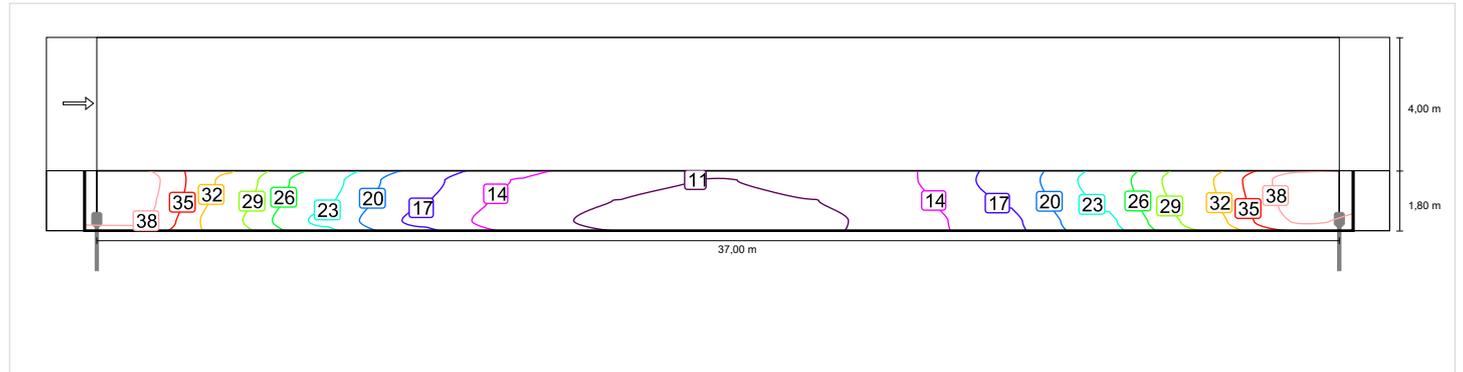
Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 21.21	✓ 0.43

Illuminamento orizzontale



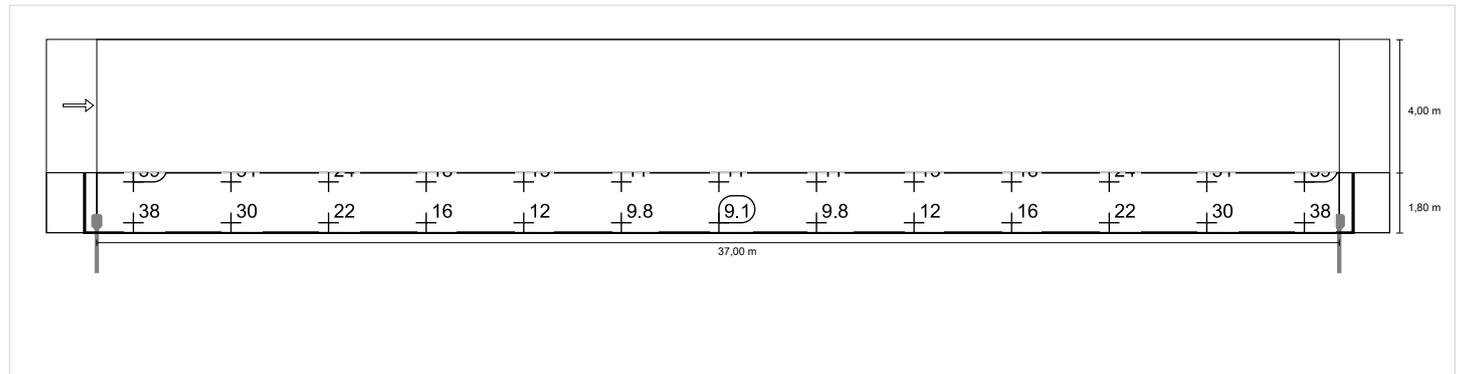
Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

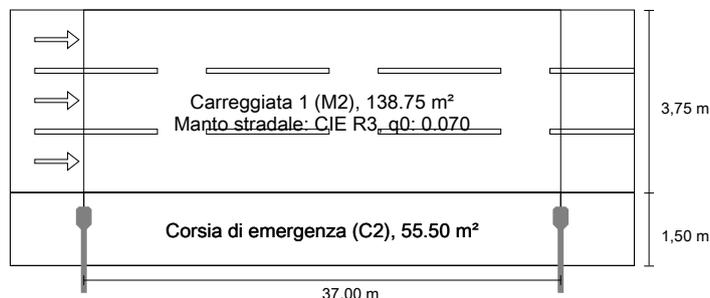
Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 21.21	✓ 0.43

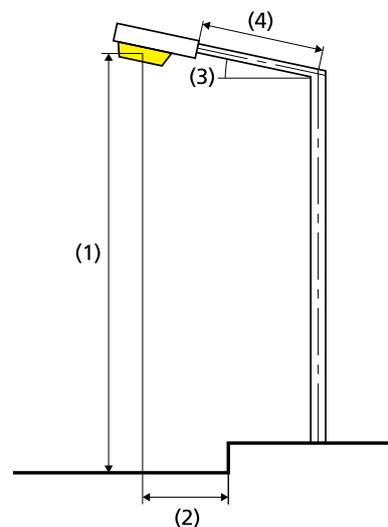
Illuminamento orizzontale



Svincolo di altdo - Rampa accesso Nord tipo interdist. 37m in direzione EN 13201:2015



Philips BGP623 T25 DM11 LED190/- NO



Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.86

Carreggiata 1 (M2)

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.68	✓ 0.69	✓ 0.79	✓ 8	✓ 0.97

Corsia di emergenza (C2)

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 20.08	✓ 0.42

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.027 W/lxm ²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: BGP623 T25 DM11 LED190/- NO (456.0 kWh/anno)	2.3 kWh/m ² anno

Lampadina:	1xLED190-4S/740
Flusso luminoso (lampada):	17055.84 lm
Flusso luminoso (lampadina):	19000.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 114.0 W
W/km:	3078.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	37.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.500 m
Altezza fuochi (1):	10.000 m
Sporgenza punto luce (2):	-0.550 m

ULR: 0.00

ULOR: 0.00

Valori massimi dell'intensità luminosa

a 70° e oltre 633 cd/klm *

a 80° e oltre 174 cd/klm *

a 90° e oltre 0.00 cd/klm *

Classe intensità luminose: G*1

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.5

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 9 Punti

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.68	✓ 0.69	✓ 0.79	✓ 8	✓ 0.97

Osservatori corrispondenti (3):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10
Osservatore 1	(-60.000, 2.125, 1.500)	1.68	0.69	0.79	8
Osservatore 2	(-60.000, 3.375, 1.500)	1.76	0.70	0.80	8
Osservatore 3	(-60.000, 4.625, 1.500)	1.83	0.74	0.83	8

Carreggiata 1 (M2)

Illuminamento orizzontale [lx]

5.042	33.5	29.0	24.2	19.6	16.3	14.3	13.7	14.3	16.3	19.6	24.2	29.0	33.5
4.625	34.7	29.8	24.5	19.6	16.0	13.9	13.3	13.9	16.0	19.6	24.5	29.8	34.7
4.208	35.9	30.4	24.6	19.4	15.6	13.5	12.8	13.5	15.6	19.4	24.6	30.4	35.9
3.792	37.0	30.9	24.7	19.2	15.2	13.1	12.4	13.1	15.2	19.2	24.7	30.9	37.0
3.375	38.0	31.3	24.7	18.8	14.8	12.7	12.0	12.7	14.8	18.8	24.7	31.3	38.0
2.958	38.8	31.5	24.5	18.5	14.4	12.2	11.5	12.2	14.4	18.5	24.5	31.5	38.8
2.542	39.3	31.5	24.2	18.1	14.0	11.7	11.1	11.7	14.0	18.1	24.2	31.5	39.3
2.125	39.5	31.3	23.9	17.7	13.5	11.3	10.5	11.3	13.5	17.7	23.9	31.3	39.5
1.708	39.4	31.0	23.4	17.1	13.0	10.7	9.93	10.7	13.0	17.1	23.4	31.0	39.4
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.2	9.93	39.5	0.447	0.252

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

5.042	1.29	1.24	1.16	1.19	1.25	1.33	1.38	1.49	1.51	1.49	1.51	1.41	1.39
4.625	1.38	1.33	1.23	1.23	1.28	1.38	1.46	1.56	1.58	1.57	1.60	1.50	1.46
4.208	1.47	1.42	1.32	1.32	1.35	1.43	1.53	1.64	1.64	1.64	1.68	1.59	1.54
3.792	1.55	1.49	1.39	1.40	1.45	1.53	1.62	1.73	1.74	1.72	1.76	1.67	1.61
3.375	1.62	1.56	1.46	1.47	1.54	1.63	1.73	1.82	1.85	1.83	1.88	1.78	1.72
2.958	1.74	1.65	1.54	1.54	1.61	1.71	1.82	1.91	1.95	1.96	1.97	1.88	1.84
2.542	1.85	1.74	1.63	1.61	1.68	1.78	1.90	1.99	2.03	2.08	2.05	1.96	1.94
2.125	1.93	1.82	1.73	1.68	1.73	1.82	1.92	2.04	2.11	2.13	2.11	2.02	2.01
1.708	1.95	1.83	1.75	1.69	1.75	1.83	1.94	2.06	2.13	2.16	2.13	2.07	2.04
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.68	1.16	2.16	0.690	0.534

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

5.042	1.50	1.44	1.34	1.38	1.45	1.55	1.61	1.74	1.75	1.74	1.76	1.64	1.61
4.625	1.60	1.55	1.43	1.43	1.49	1.61	1.70	1.82	1.83	1.83	1.86	1.75	1.70
4.208	1.70	1.65	1.53	1.53	1.57	1.66	1.78	1.91	1.91	1.90	1.95	1.85	1.79
3.792	1.80	1.74	1.62	1.63	1.69	1.78	1.88	2.01	2.02	2.00	2.05	1.94	1.87
3.375	1.89	1.81	1.69	1.71	1.79	1.89	2.01	2.11	2.15	2.12	2.18	2.07	2.00
2.958	2.03	1.92	1.78	1.79	1.88	1.99	2.12	2.22	2.26	2.28	2.29	2.18	2.14
2.542	2.15	2.02	1.90	1.87	1.95	2.06	2.21	2.31	2.37	2.42	2.38	2.28	2.25
2.125	2.25	2.11	2.01	1.95	2.01	2.11	2.24	2.38	2.46	2.48	2.45	2.35	2.33
1.708	2.27	2.13	2.03	1.97	2.03	2.13	2.26	2.40	2.47	2.52	2.48	2.40	2.37
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.95	1.34	2.52	0.690	0.534

Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

5.042	1.37	1.33	1.24	1.24	1.31	1.40	1.46	1.56	1.57	1.55	1.56	1.45	1.43
4.625	1.46	1.42	1.34	1.34	1.37	1.46	1.55	1.64	1.64	1.62	1.65	1.55	1.50
4.208	1.54	1.51	1.42	1.44	1.48	1.54	1.63	1.74	1.72	1.71	1.74	1.63	1.58
3.792	1.62	1.58	1.49	1.51	1.57	1.65	1.73	1.83	1.83	1.81	1.86	1.76	1.69
3.375	1.76	1.69	1.57	1.58	1.66	1.75	1.84	1.92	1.94	1.93	1.97	1.87	1.81
2.958	1.88	1.79	1.67	1.66	1.73	1.83	1.93	2.01	2.04	2.07	2.06	1.97	1.93
2.542	1.97	1.87	1.77	1.73	1.79	1.88	1.99	2.09	2.13	2.16	2.12	2.03	2.02
2.125	2.00	1.88	1.79	1.76	1.82	1.91	2.01	2.12	2.19	2.20	2.16	2.07	2.05
1.708	1.97	1.86	1.78	1.72	1.76	1.84	1.95	2.09	2.16	2.20	2.18	2.11	2.08
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.76	1.24	2.20	0.705	0.562

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

5.042	1.59	1.55	1.45	1.44	1.52	1.63	1.70	1.81	1.82	1.80	1.82	1.69	1.66
4.625	1.69	1.66	1.56	1.56	1.59	1.69	1.80	1.91	1.90	1.88	1.92	1.80	1.75
4.208	1.79	1.75	1.65	1.67	1.72	1.80	1.89	2.02	2.00	1.99	2.02	1.90	1.84
3.792	1.89	1.84	1.73	1.76	1.83	1.92	2.02	2.12	2.13	2.11	2.16	2.05	1.96
3.375	2.05	1.96	1.82	1.83	1.93	2.03	2.14	2.23	2.26	2.25	2.29	2.17	2.11
2.958	2.19	2.08	1.94	1.93	2.01	2.12	2.25	2.34	2.37	2.40	2.39	2.29	2.24
2.542	2.29	2.18	2.05	2.01	2.08	2.18	2.32	2.43	2.48	2.51	2.47	2.36	2.34
2.125	2.32	2.19	2.09	2.04	2.12	2.22	2.34	2.47	2.54	2.56	2.51	2.41	2.39
1.708	2.30	2.17	2.07	1.99	2.05	2.14	2.27	2.43	2.51	2.56	2.53	2.45	2.42
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
2.04	1.44	2.56	0.705	0.562

Osservatore 3

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

5.042	1.45	1.43	1.36	1.36	1.38	1.48	1.55	1.63	1.63	1.60	1.61	1.50	1.47
4.625	1.53	1.52	1.44	1.46	1.50	1.55	1.64	1.74	1.72	1.70	1.71	1.59	1.55
4.208	1.63	1.60	1.52	1.55	1.61	1.67	1.73	1.84	1.82	1.80	1.83	1.73	1.65
3.792	1.77	1.71	1.60	1.62	1.70	1.78	1.85	1.93	1.93	1.90	1.95	1.85	1.78
3.375	1.90	1.83	1.71	1.70	1.78	1.87	1.96	2.02	2.04	2.04	2.06	1.96	1.90
2.958	2.00	1.93	1.81	1.78	1.84	1.93	2.04	2.11	2.14	2.16	2.13	2.04	2.02
2.542	2.03	1.93	1.84	1.82	1.89	1.97	2.08	2.17	2.22	2.23	2.18	2.08	2.06
2.125	2.01	1.91	1.82	1.77	1.82	1.92	2.04	2.15	2.21	2.25	2.21	2.12	2.10
1.708	1.91	1.80	1.73	1.68	1.74	1.82	1.93	2.06	2.11	2.16	2.13	2.06	2.05
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.83	1.36	2.25	0.740	0.603

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

5.042	1.68	1.66	1.58	1.59	1.61	1.72	1.81	1.90	1.89	1.86	1.87	1.75	1.71
4.625	1.78	1.76	1.68	1.70	1.75	1.81	1.91	2.02	2.00	1.97	1.99	1.85	1.80
4.208	1.89	1.86	1.77	1.80	1.87	1.95	2.02	2.13	2.12	2.10	2.13	2.01	1.92
3.792	2.06	1.99	1.86	1.89	1.97	2.07	2.15	2.24	2.25	2.21	2.27	2.16	2.07
3.375	2.21	2.13	1.99	1.98	2.07	2.17	2.27	2.35	2.37	2.37	2.39	2.28	2.21
2.958	2.32	2.24	2.11	2.07	2.14	2.25	2.38	2.46	2.49	2.51	2.48	2.38	2.35
2.542	2.36	2.25	2.14	2.11	2.20	2.30	2.42	2.53	2.59	2.59	2.53	2.42	2.40
2.125	2.33	2.22	2.12	2.06	2.12	2.23	2.37	2.50	2.57	2.61	2.57	2.47	2.44
1.708	2.22	2.10	2.01	1.96	2.02	2.12	2.24	2.39	2.46	2.52	2.48	2.40	2.38
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 9 Punti

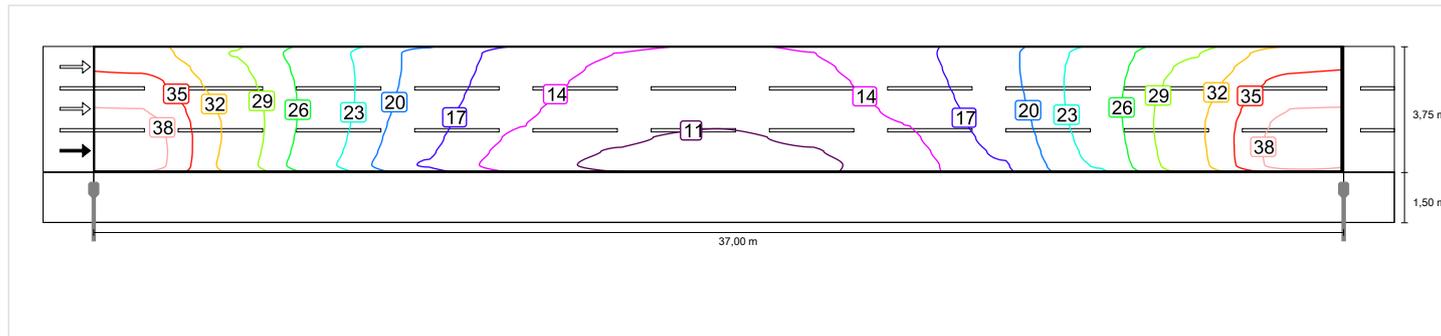
Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
2.13	1.58	2.61	0.740	0.603

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86
Reticolo: 13 x 9 Punti

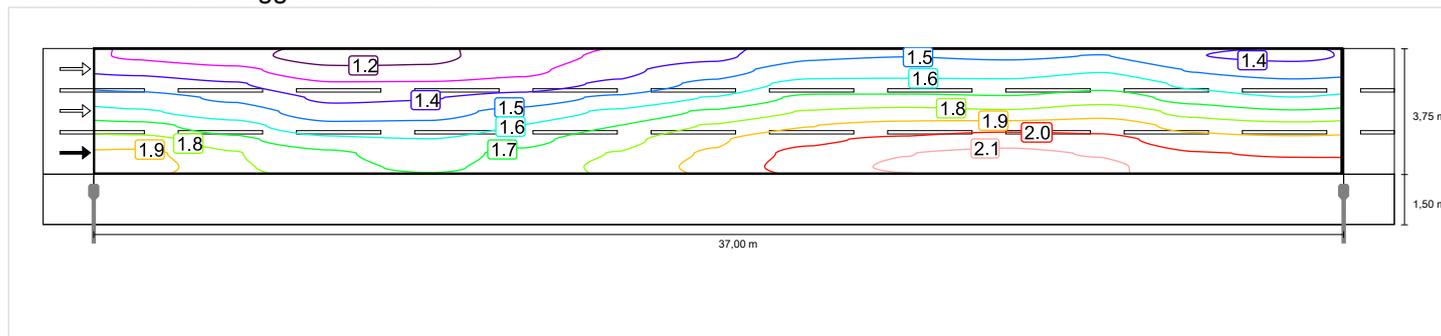
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	U _o ≥ 0.40	U _I ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.68	✓ 0.69	✓ 0.79	✓ 8	✓ 0.97

Illuminamento orizzontale

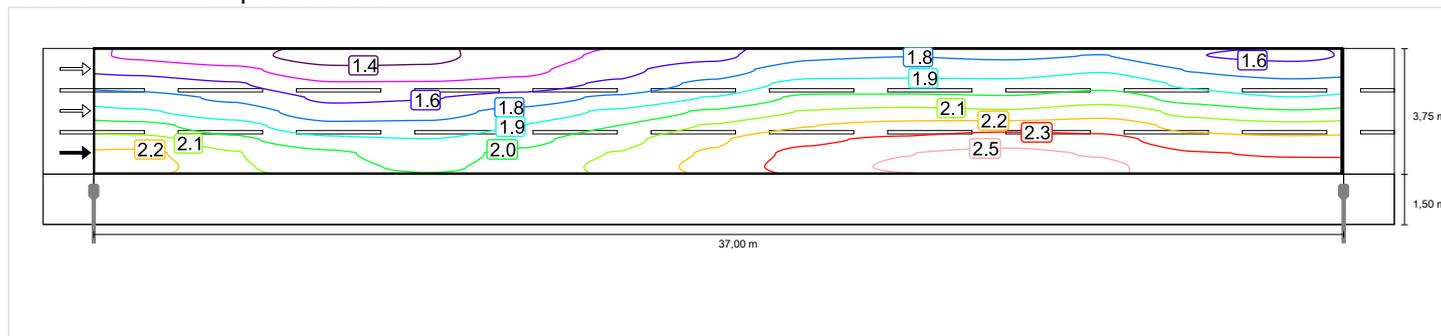


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

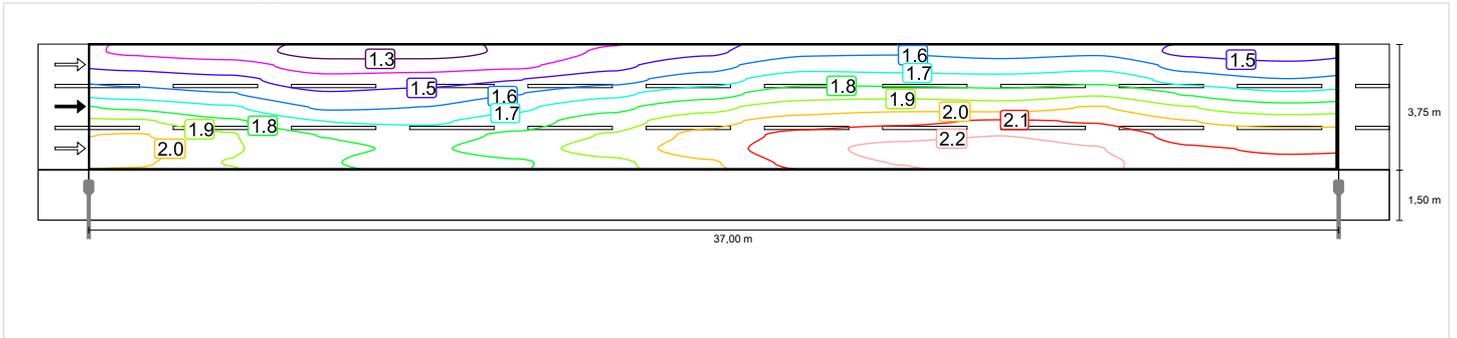


Luminanza con lampada nuova

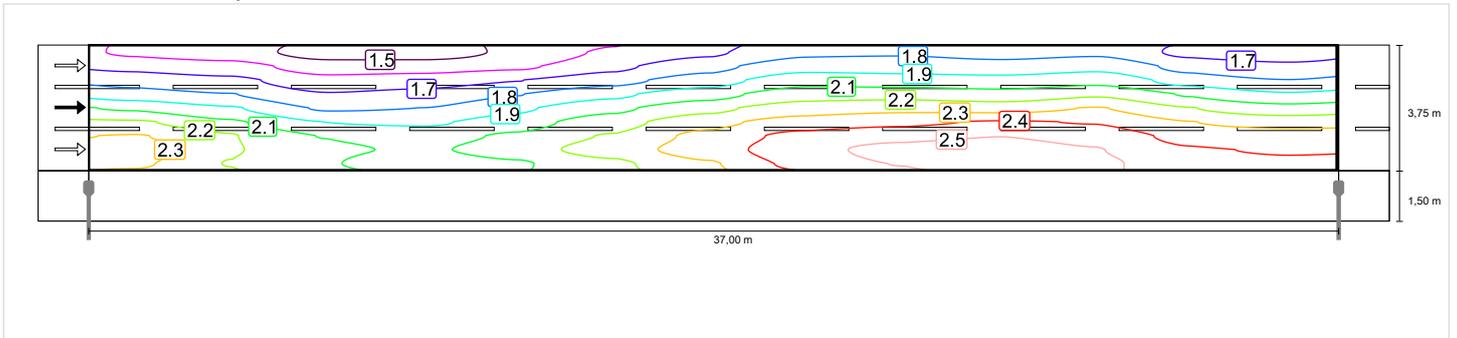


Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta

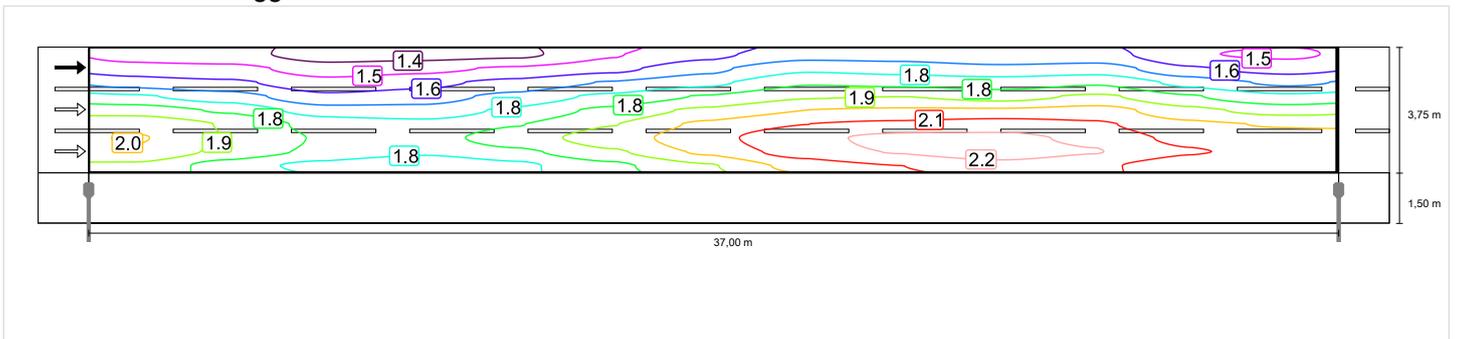


Luminanza con lampada nuova

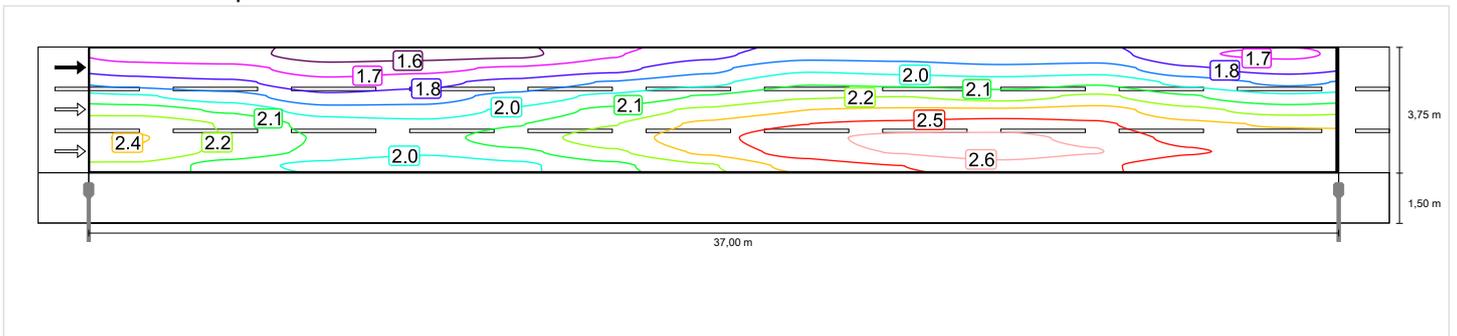


Osservatore 3

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



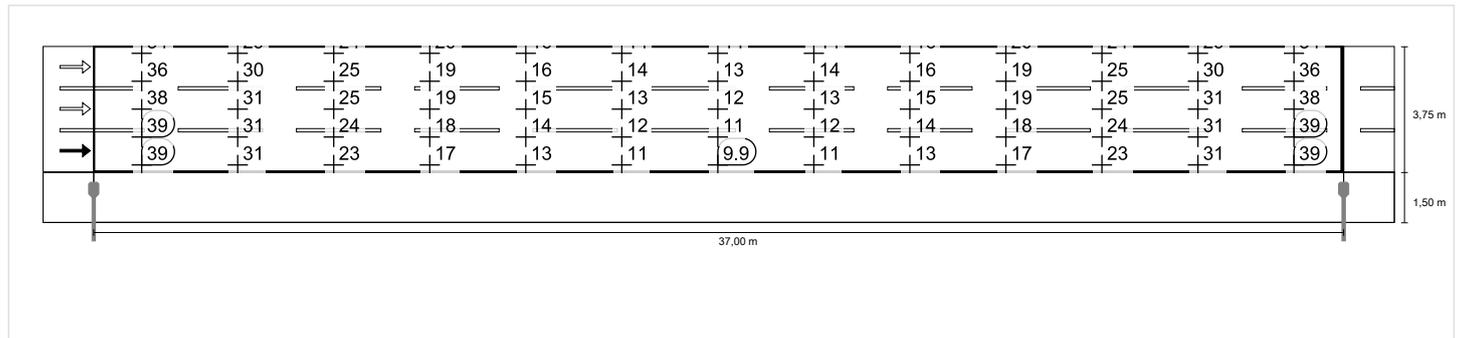
Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 9 Punti

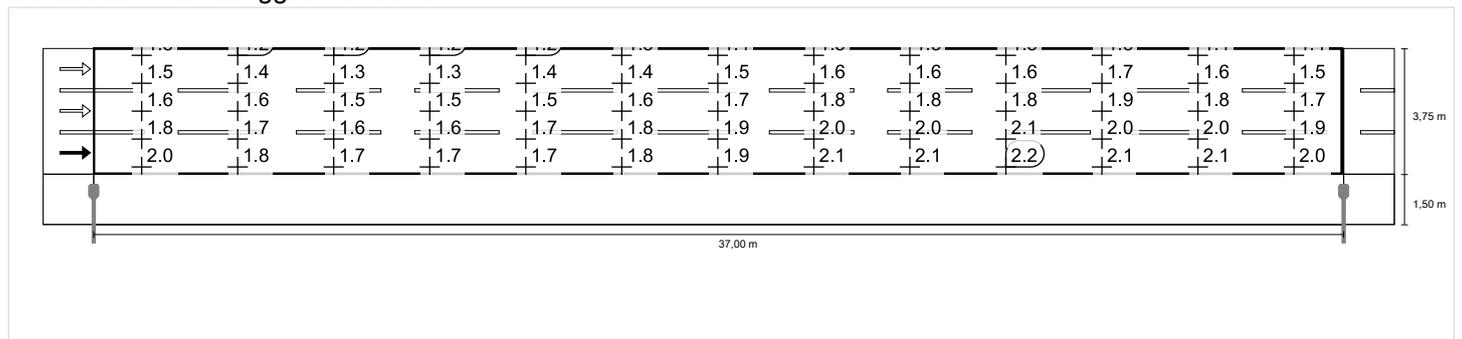
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.68	✓ 0.69	✓ 0.79	✓ 8	✓ 0.97

Illuminamento orizzontale

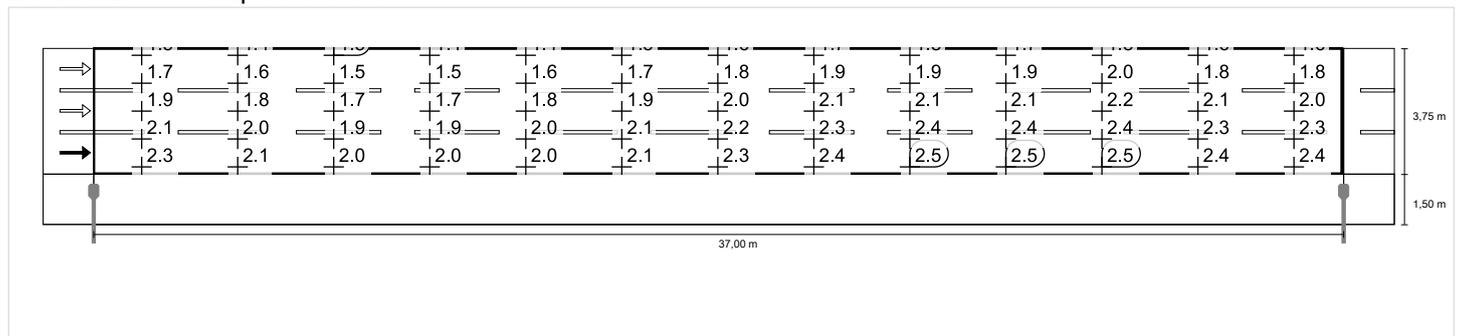


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

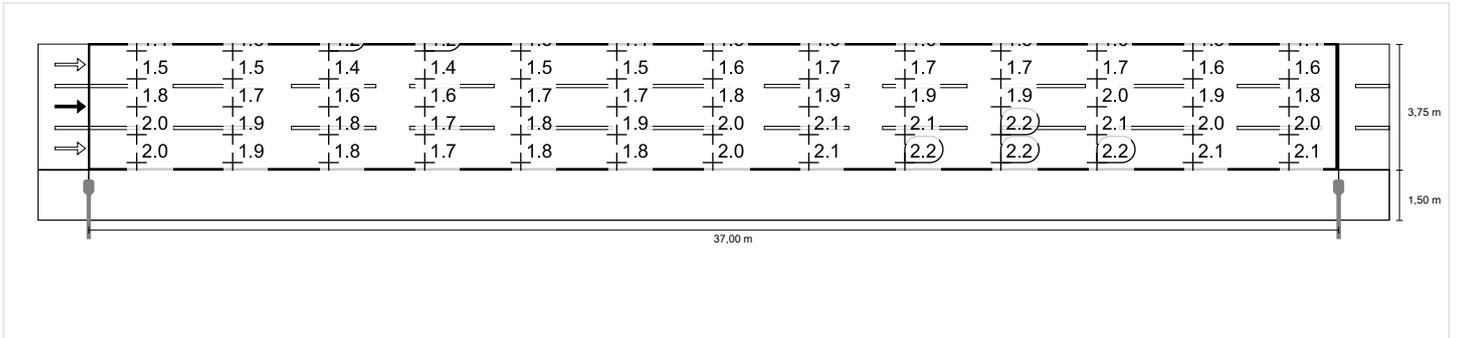


Luminanza con lampada nuova

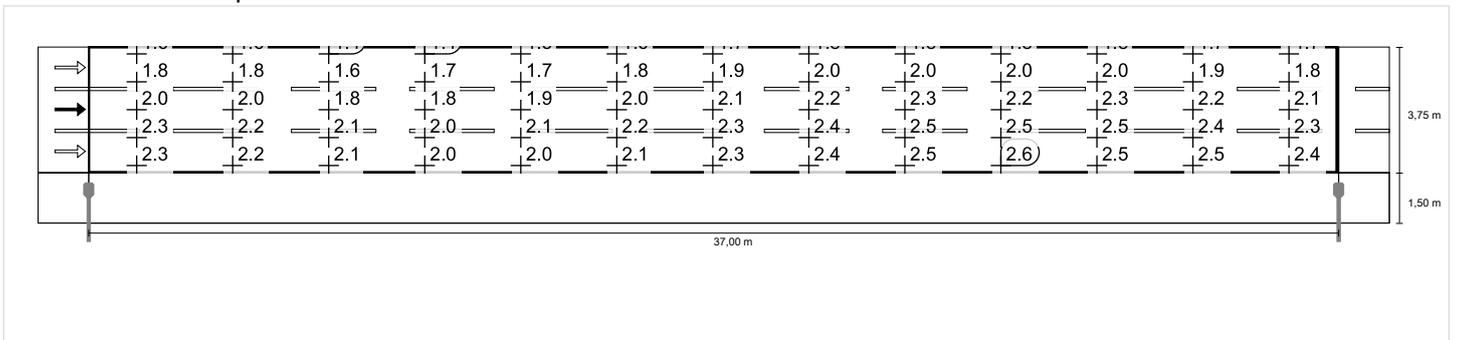


Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta

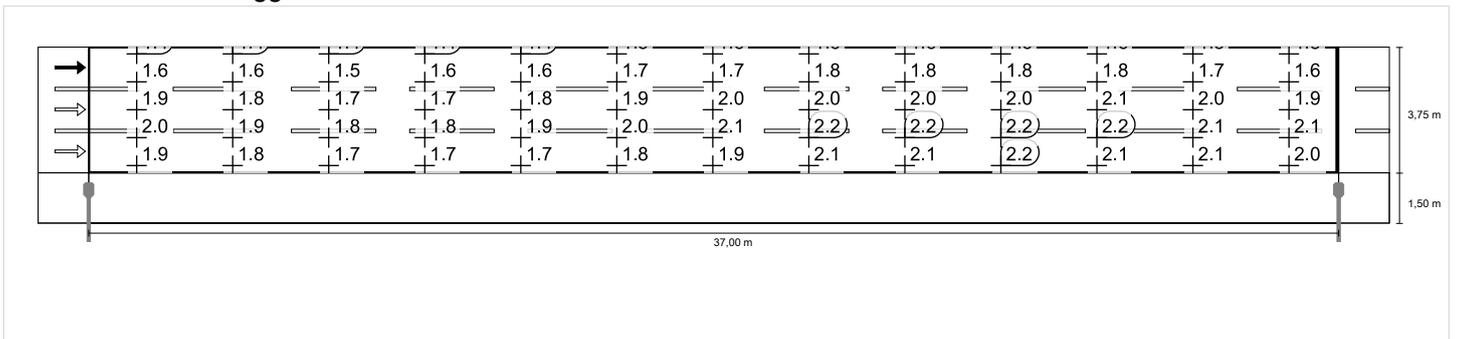


Luminanza con lampada nuova

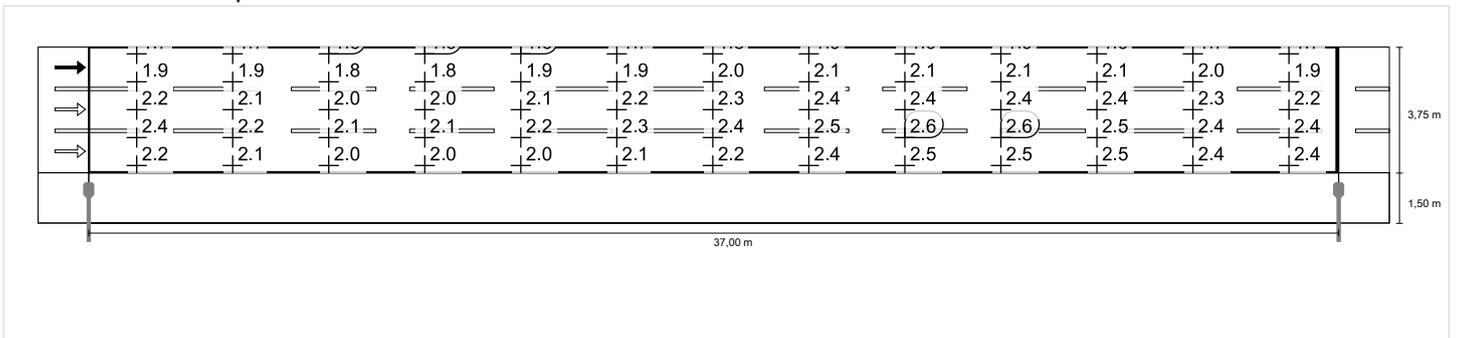


Osservatore 3

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 20.08	✓ 0.42

Corsia di emergenza (C2)

Illuminamento orizzontale [lx]

1.250	38.9	30.3	22.7	16.5	12.5	10.2	9.41	10.2	12.5	16.5	22.7	30.3	38.9
0.750	37.9	29.4	21.8	15.8	11.8	9.63	8.88	9.63	11.8	15.8	21.8	29.4	37.9
0.250	36.6	28.3	20.8	15.0	11.2	9.09	8.42	9.09	11.2	15.0	20.8	28.3	36.6
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
20.1	8.42	38.9	0.419	0.217

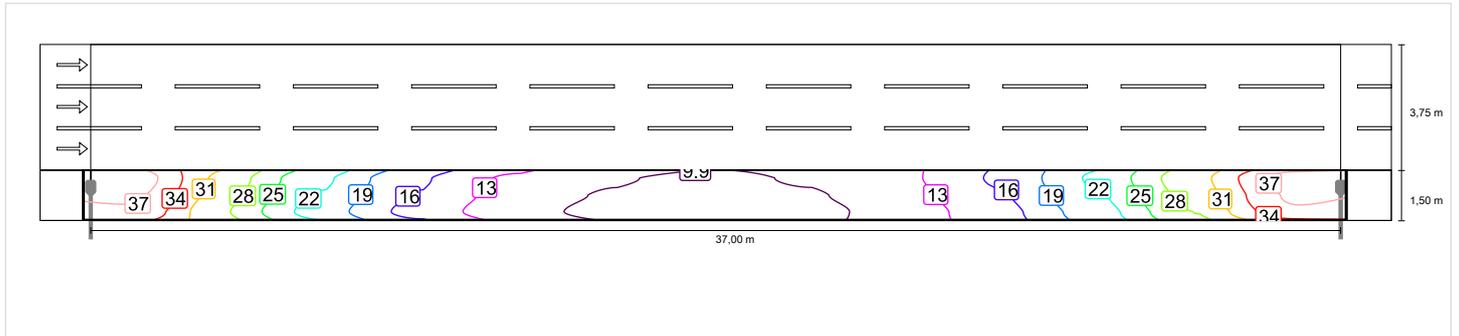
Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.08	✓ 0.42

Illuminamento orizzontale



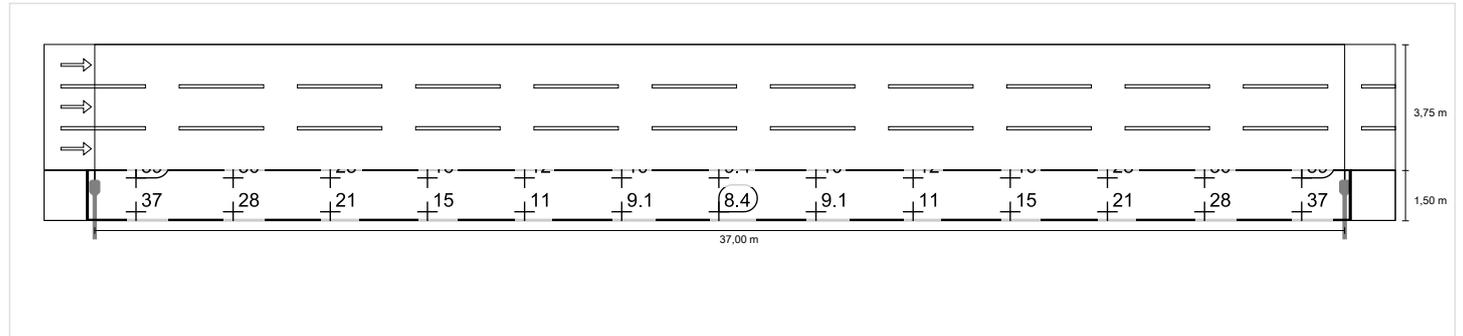
Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

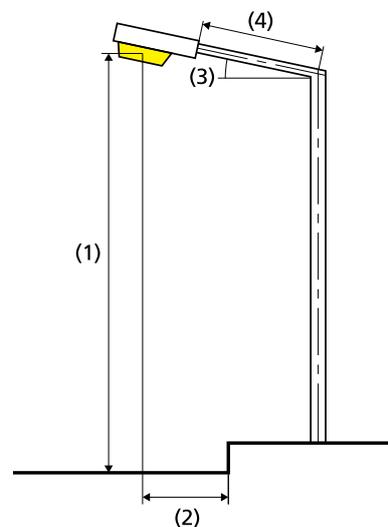
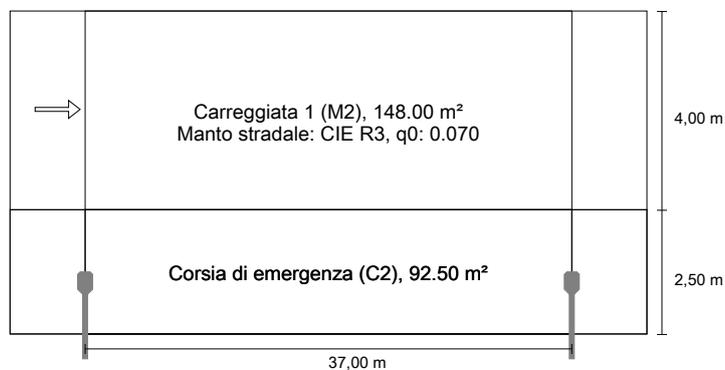
Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.08	✓ 0.42

Illuminamento orizzontale



Area Serv. Ferrara Sud - Rampa tipo interdist. 37m in direzione
 EN 13201:2015

Philips BGP623 T25 DM11 LED190/- NO



Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.86

Carreggiata 1 (M2)

Lm [cd/m²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	Ui ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Corsia di emergenza (C2)

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.022 W/lxm²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: BGP623 T25 DM11 LED190/- NO (456.0 kWh/anno)	1.9 kWh/m² anno

Lampadina:	1xLED190-4S/740
Flusso luminoso (lampada):	17055.84 lm
Flusso luminoso (lampadina):	19000.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 114.0 W
W/km:	3078.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	37.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.500 m
Altezza fuochi (1):	10.000 m
Sporgenza punto luce (2):	-1.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valori massimi dell'intensità luminosa	
a 70° e oltre	633 cd/klm *
a 80° e oltre	174 cd/klm *
a 90° e oltre	0.00 cd/klm *
Classe intensità luminose:	G*1

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.5

Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Osservatori corrispondenti (1):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10
Osservatore 1	(-60.000, 4.500, 1.500)	1.64	0.72	0.83	9

Carreggiata 1 (M2)

Illuminamento orizzontale [lx]

5.833	31.3	27.5	23.4	19.6	16.7	14.9	14.3	14.9	16.7	19.6	23.4	27.5	31.3
4.500	35.2	30.0	24.5	19.5	15.8	13.8	13.1	13.8	15.8	19.5	24.5	30.0	35.2
3.167	38.5	31.5	24.6	18.6	14.6	12.4	11.7	12.4	14.6	18.6	24.6	31.5	38.5
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.2	11.7	38.5	0.529	0.304

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

5.833	1.27	1.24	1.18	1.22	1.28	1.35	1.39	1.47	1.49	1.45	1.43	1.35	1.33
4.500	1.56	1.54	1.46	1.49	1.53	1.59	1.67	1.77	1.75	1.73	1.75	1.63	1.57
3.167	1.96	1.87	1.76	1.74	1.80	1.90	2.00	2.07	2.09	2.10	2.10	2.01	1.96
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.64	1.18	2.10	0.721	0.561

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

5.833	1.47	1.44	1.37	1.42	1.49	1.57	1.62	1.71	1.73	1.69	1.66	1.57	1.54
4.500	1.81	1.79	1.70	1.73	1.78	1.85	1.94	2.06	2.03	2.01	2.03	1.90	1.83
3.167	2.27	2.18	2.04	2.02	2.09	2.21	2.32	2.40	2.43	2.45	2.44	2.34	2.28
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.90	1.37	2.45	0.721	0.561

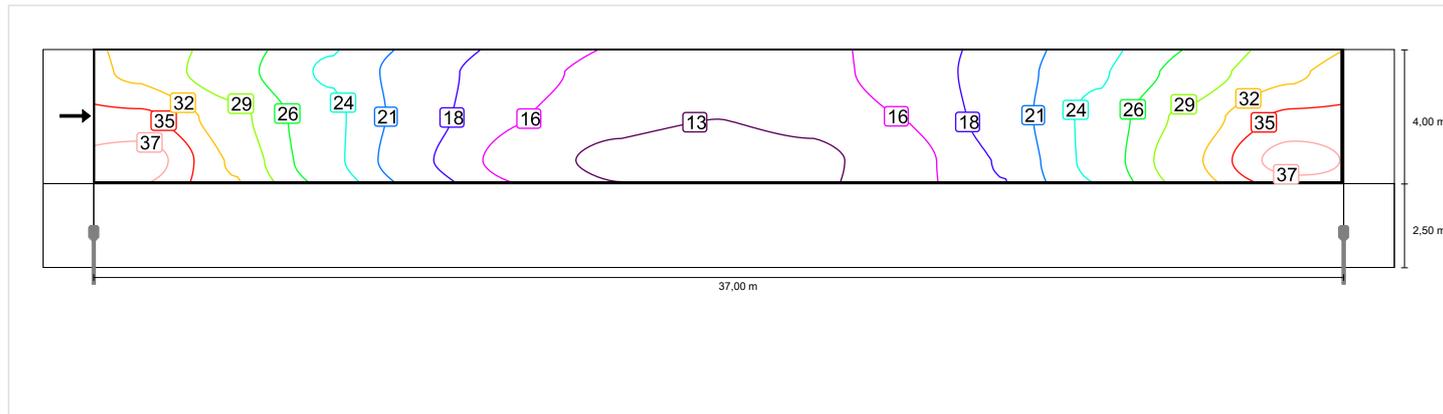
Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

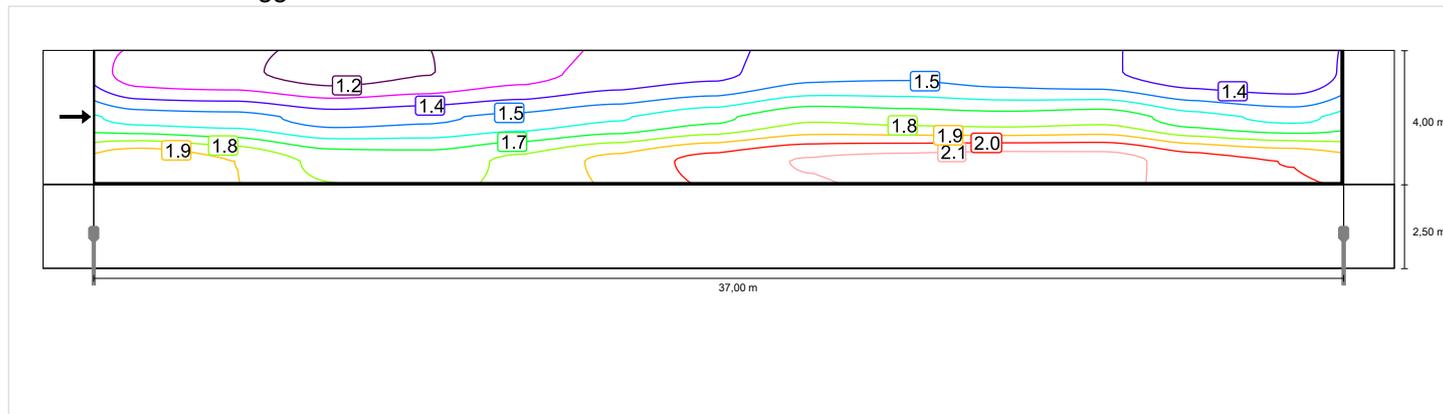
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Illuminamento orizzontale

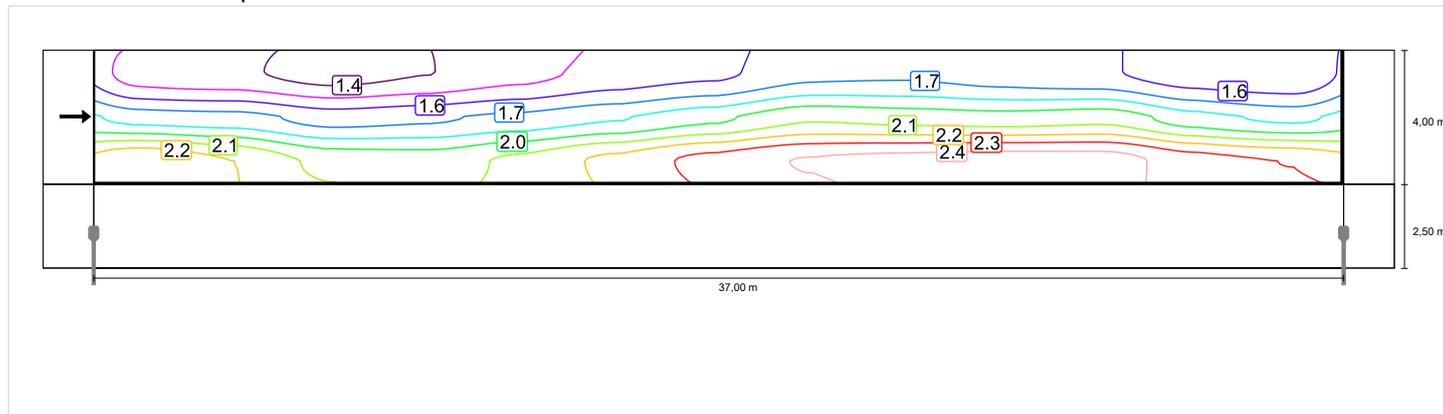


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova

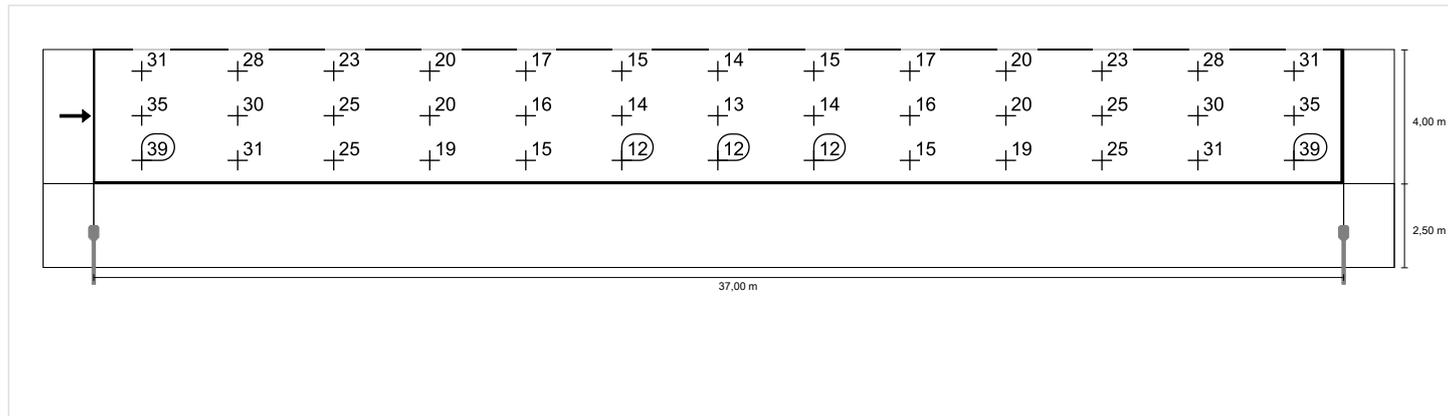


Carreggiata 1 (M2)

Fattore di diminuzione: 0.86
Reticolo: 13 x 3 Punti

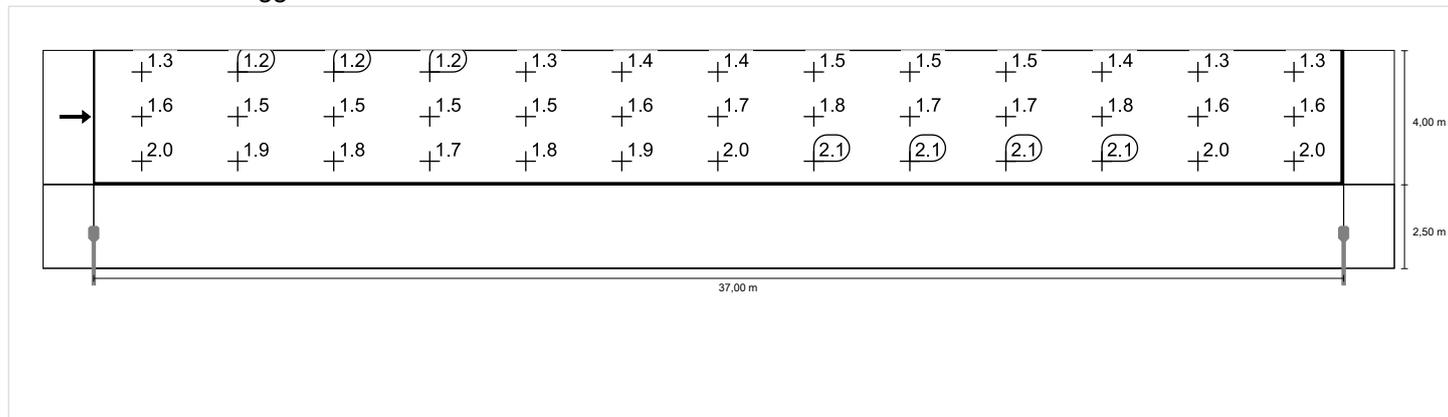
Lm [cd/m ²] ≥ 1.50	U ₀ ≥ 0.40	U _I ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 1.64	✓ 0.72	✓ 0.83	✓ 9	✓ 0.83

Illuminamento orizzontale

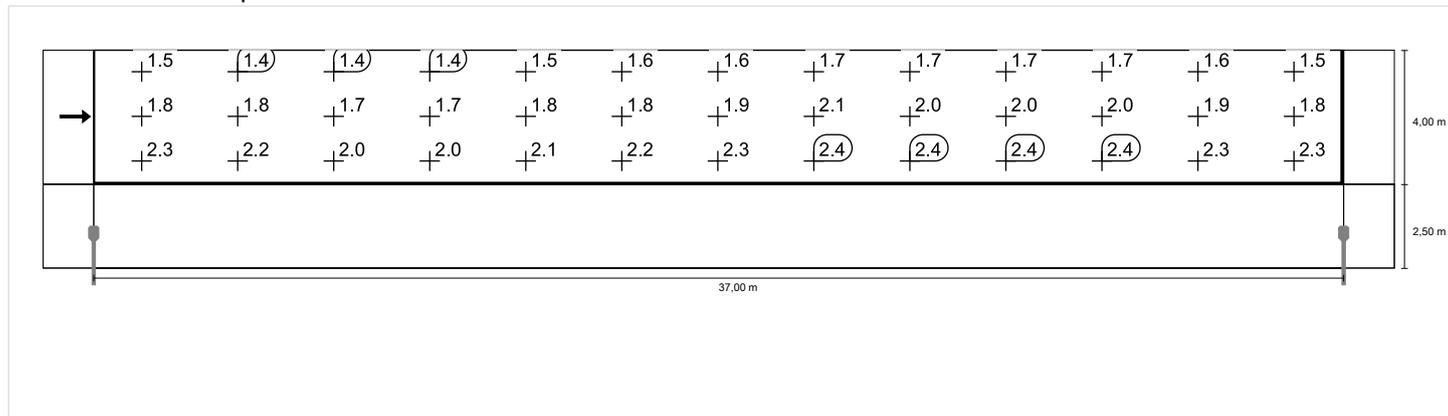


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx] ≥ 20.00	Uo ≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Corsia di emergenza (C2)

Illuminamento orizzontale [lx]

2.083	39.4	31.3	23.8	17.5	13.4	11.1	10.4	11.1	13.4	17.5	23.8	31.3	39.4
1.250	38.7	30.2	22.6	16.4	12.4	10.1	9.35	10.1	12.4	16.4	22.6	30.2	38.7
0.417	36.9	28.6	21.0	15.2	11.3	9.21	8.52	9.21	11.3	15.2	21.0	28.6	36.9
m	1.423	4.269	7.115	9.962	12.808	15.654	18.500	21.346	24.192	27.038	29.885	32.731	35.577

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
20.7	8.52	39.4	0.412	0.216

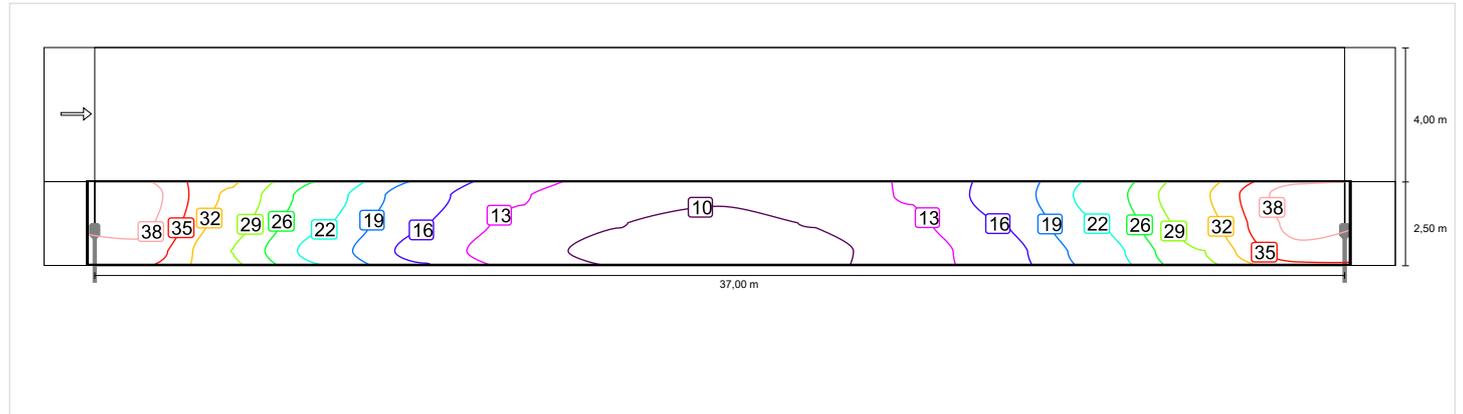
Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86

Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Illuminamento orizzontale



Corsia di emergenza (C2)

Fattore di diminuzione: 0.86
Reticolo: 13 x 3 Punti

Em [lx]	Uo
≥ 20.00	≥ 0.40
✓ 20.69	✓ 0.41

Illuminamento orizzontale

