



## REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI MILANO

COMUNE DI PIOLTELLO

Via C. Cattaneo 1, 20096  
Pioltello (MI)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

### RIGENERAZIONE URBANA RELATIVA A LAVORI DI REALIZZAZIONE DELLA BICIPOLITANA DI PIOLTELLO

#### LOTTO 1 – REALIZZAZIONE CICLOPEDONALE VIA DON CARRERA E RIQUALIFICAZIONE SOTTOPASSO VIA MONZA

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA NEXT GENERATION EU – LINEA DI FINANZIAMENTO PIANI INTEGRATI – M5C2 –  
INVESTIMENTO 2.1 – PNRR  
CUP: E61B21002750007

#### PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO



SINPRO srl

Via dell'Artigianato, 20

30030 Vigonovo (VE)

info@sinprosrl.com – Tel: 049/9801745

UNI EN ISO 14001:2015  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI CEI 11352:2014  
UNI ISO 45001:2018



Progettista e progettista incaricato dell'integrazione  
delle prestazioni specialistiche:

**Ing. Massimo Brait**

Ordine degli Ingegneri di Venezia n. 3353

EGE\_0066 del 16/05/2016 Certificato con Kiwa Cermet

**Ing. Patrizio Glisoni**

Ordine degli Ingegneri di Venezia n. 2983

EGE\_0065 del 16/05/2016 Certificato con Kiwa Cermet



## B.2.1

### RELAZIONE SPECIALISTICA – CICLOPEDONALE – ILLUMINOTECNICA

Sindaco:	Ivonne Cosciotti	Data progetto	28/11/2022
RUP:	Ing. Arch. Paolo Bottani	Rev n./data	
Commessa:	202212171		

Nome file:	B.2.1_Relazione illumibotecnica_cicl	Controllato da:	Ing. Patrizio Glisoni
Redatto da:	M.B.	Approvato da:	Ing. Massimo Brait

A termini di legge ci riserviamo la proprietà di questo documento con divieto di riprodurlo o di renderlo noto a terzi senza la nostra autorizzazione



## INDICE

1.	PREMESSA .....	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3.	OPERE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	5
4.	DETERMINAZIONE DEI VALORI ILLUMINOTECNICI .....	7
4.1	UNI EN 11248:2016 - UNI EN 13201-2:2016 .....	7
4.2	LEGGE REGIONALE N. 17 DEL 07 AGOSTO 2009.....	20
4.3	NORMA UNI/TS 11726:2018 – PER ATTRAVERSAMENTI PEDONALI .....	23
5.	ALLEGATO – VERIFICA ILLUMINOTECNICA.....	29

## 1. PREMESSA

La presente Relazione Specialistica Illuminotecnica si inserisce a corredo del Progetto Definitivo Esecutivo: **“Rigenerazione urbana relativa ai lavori di realizzazione della bicipolitana di Pioltello. Lotto 1 – Realizzazione ciclopedonale via Don Carrera e riqualificazione sottopasso via Monza”**, e si pone l’obiettivo di definire le caratteristiche tecniche e funzionali dei diversi elementi che compongono l’opera da realizzare.



Fig.1 – Inquadramento intervento

Oggetto dell’intervento è:

- la realizzazione di una percorso ciclopedonale lungo via Don Carrera, che funge da collegamento tra i tratti già esistenti a monte e a valle dell’area oggetto di intervento;
- modifica dell’intersezione tra le vie Milano e Don Carrera;
- modifica della viabilità lungo un tratto di via Don Carrera.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella definizione dell’Impianto di Illuminazione Pubblica di progetto e dei requisiti generali di illuminazione ci si è attenuti essenzialmente a quanto stabilito da:

- Norma UNI 11248:2016 “Illuminazione stradale – Selezione delle Categorie Illuminotecniche”



- UNI EN 13201-2:2016 “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”.
- L.R. n. 17 “Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna”.
- UNI-TS 11726:2018, progettazione illuminotecnica degli impianti per illuminazione dell'attraversamento pedonale.

### 3. OPERE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Allo stato attuale esiste una linea di illuminazione pubblica posta sul lato est di via Don Carrera (sul lato opposto rispetto alla pista ciclopedonale di progetto), composta da punti luce a led. L'illuminazione verrà potenziata con l'inserimento di una nuova linea lungo via Don Carrera sul lato della nuova pista ciclopedonale, composta da pali a doppia voluta e punti luce a led con interdistanza di 25 m.

In particolare, le armature stradali del tipo a Kai S della Cariboni Group, con le seguenti caratteristiche:

- Lato pista ciclopedonale, h = 4,50 m

P	13.5 W
$\Phi_{Lampadina}$	2020 lm
$\Phi_{Lampada}$	2020 lm
$\eta$	100.00 %
Efficienza	149.6 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70

- Lato strada, h = 8,00 m

P	52.5 W
$\Phi_{Lampadina}$	7160 lm
$\Phi_{Lampada}$	7160 lm
$\eta$	100.00 %
Efficienza	136.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70

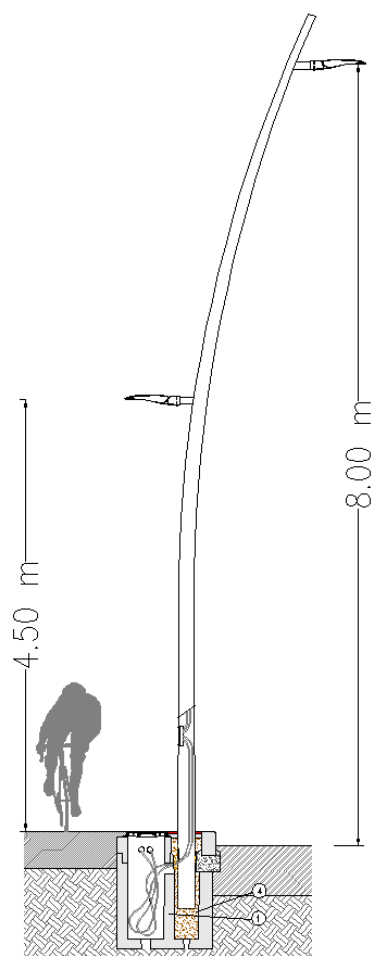


Fig.2 – Tipologico palo IP a doppia voluta

La zona relativa all'intersezione tra via Milano e via Don Carrera verrà anch'essa adeguata dal punto di vista dell'illuminazione. In particolare verranno spostati i pali a sbraccio ora presenti in funzione della nuova configurazione dell'incrocio e sostituiti a favore di pali della stessa tipologia sopra citata.

Gli attraversamenti pedonali rialzati nei pressi dell'intersezione tra via Don Carrera e via Milano, e tra via sauro e via Milano, verranno resi maggiormente visibili mediante la realizzazione di un attraversamento luminoso composto da:

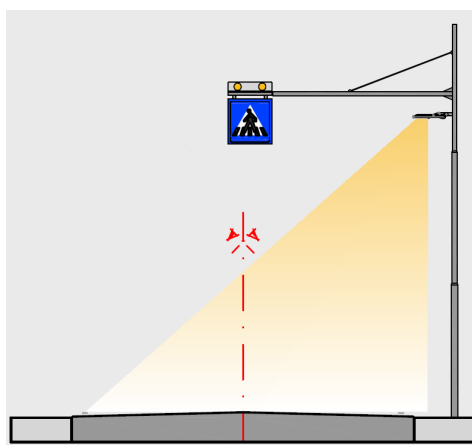
- n. 1 punti luce equipaggiati con armatura a led su palo dritti h = 4,5 m;
- n. 1 Led box lampeggianti certificati da abbinare ai retroilluminati per aumentare visibilità dell'attraversamento pedonale soprattutto nelle ore diurne;
- n.1 segnale retroilluminato a led 90x90.



Basic 102

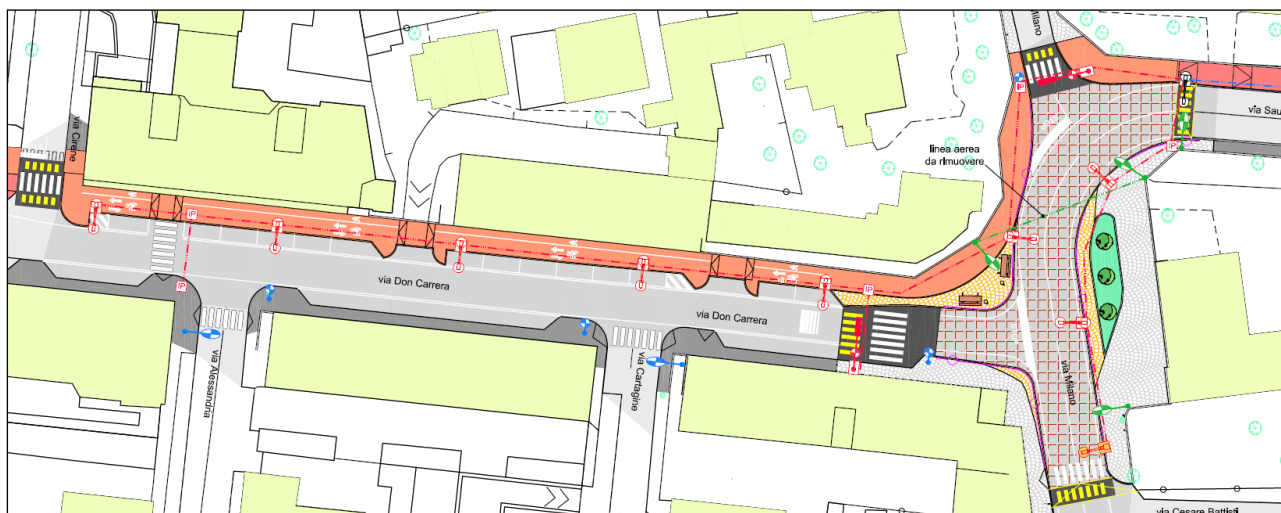


Basic 201



*Fig.3 – Tipologico attraversamento pedonale illuminato*

Si riporta di seguito la nuova configurazione della rete di illuminazione pubblica:



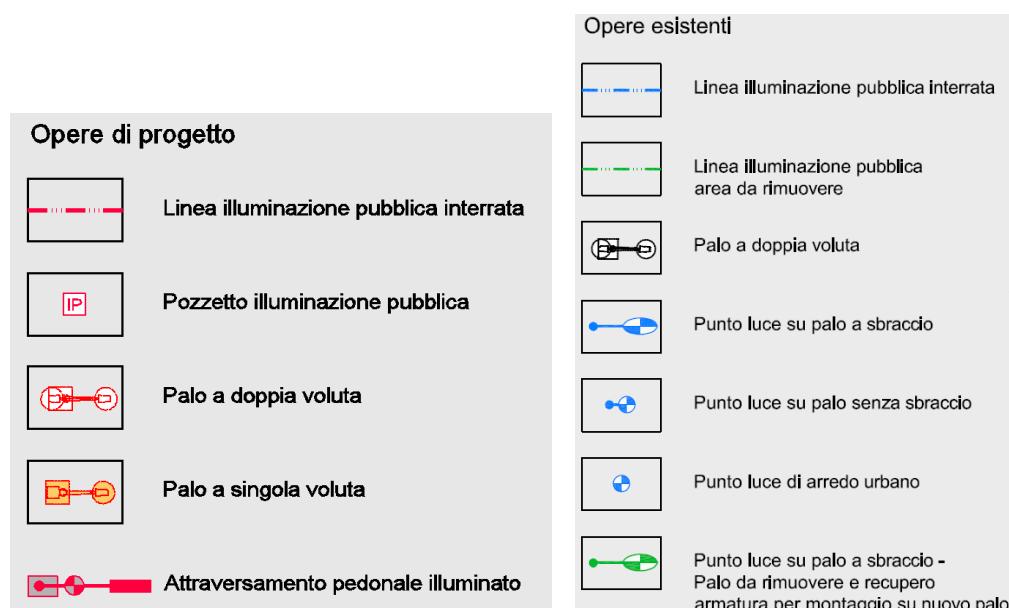


Fig.4 – Planimetria con illuminazione pubblica di progetto e relativa legenda

## 4. DETERMINAZIONE DEI VALORI ILLUMINOTECNICI

### 4.1 UNI EN 11248:2016 - UNI EN 13201-2:2016

La norma fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione da adottare in una data zona della strada identificata per le sue peculiarità nelle condizioni del traffico e nelle necessità di illuminazione. Le possibili condizioni di illuminazione sono identificate e definite in modo esaustivo nella UNI EN 13201-2, mediante la definizione di categorie illuminotecniche.

La norma si basa, nei suoi principi fondamentali, sui contenuti scientifici della CIE 115:2010 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1:2015. Tal fine introduce il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

La norma UNI EN 11248 – 2016 identifica e prescrive una metodologia da adottare nelle fasi di programmazione e progettazione. Tale norma, a partire da dati specifici del tipo di strada (valori di input per la procedura) consente di attribuire a ciascuna strada la categoria illuminotecnica adeguata. Tale metodologia è basata su un procedimento sottrattivo che, a seguito di un'analisi dei rischi (fase in cui il progettista valuta i parametri di influenza) permette di individuare sia la categoria illuminotecnica di progetto sia quello di esercizio.

La norma UNI EN 11248:

- Indica come classificare una zona esterna destinata al traffico (zona di studio), ai fini di determinazione della categoria illuminotecnica di ingresso;
- Fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio che competono alla zona di studio classificata;

- Identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette l'ottimizzazione dei consumi energetici con conseguente possibile riduzione dell'impatto ambientale e dell'inquinamento luminoso;
- Introduce una corrispondenza tra varie serie di categorie illuminotecniche comparabili o alternative;
- Fornisce, per l'illuminazione delle intersezioni stradali, prescrizioni sulla determinazione delle zone di studio e introduce griglie di calcolo integrative rispetto a quelle considerate nella UNI EN 13201-3:2016.
- Fornisce elementi per l'applicazione delle metodologie di misurazione descritte nella UNI EN 13201-4;
- Fornisce elementi per la selezione delle caratteristiche fotometriche della pavimentazione stradale di riferimento per i calcoli.

## **Definizioni**

Carreggiata: Parte della strada tipicamente usata dal traffico veicolare (UNI EN 12665:2011, punto 3.5.29).

Categoria illuminotecnica: Condizioni di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.

Categoria illuminotecnica di ingresso: Categoria illuminotecnica necessaria ai fini dell'analisi dei rischi determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.

Categoria illuminotecnica di progetto: Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di ingresso in base al valore dei parametri di influenza individuati nella analisi dei rischi e considerati costanti nel tempo.

Categoria illuminotecnica di esercizio: Categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa.

Complessità del campo visivo: Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo (UNI EN 12665:2011, punto 3.1.1 O) di un utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito.

Condizione di illuminazione: Insieme coerente di parametri illuminotecnici e dei loro valori numerici in grado di quantificare le prestazioni illuminotecniche di un impianto in una data zona di studio.

Flusso orario di traffico: Numero di utenti della strada che attraversano una data sezione della zona di studio in un definito intervallo di tempo pari a 1 h e in ambedue le direzioni.

Guida visiva: Configurazione geometrica di sorgenti di luce e/o segnaletica che assicura l'individuazione del tracciato stradale da parte dell'utente della strada.

Illuminazione a regolazione: Illuminazione con variazioni controllate nel tempo della luminanza o dell'illuminamento in relazione al flusso orario di traffico, condizioni meteo o altri parametri.

Illuminazione a regolazione predefinita: Illuminazione a regolazione che opera secondo delle valutazioni a

priori esplicitate dal progettista nella valutazione dei rischi.

Illuminazione a regolazione in tempo reale (illuminazione adattiva): Illuminazione a regolazione nella quale le variazioni controllate nel tempo della luminanza o dell'illuminamento sono attuate in brevi tempi prestabiliti e con continuità in base alle reali condizioni dei parametri di influenza come il flusso orario di traffico, la tipologia di traffico o le condizioni atmosferiche, misurati senza interruzioni.

Incidenti pregressi: Statistica degli incidenti avvenuti, nel passato, in condizioni diurne e notturne nella strada da illuminare o in una zona equivalente, nel caso di strade di nuova costruzione.

Intersezioni a livelli sfalsati (svincoli): Insieme di infrastrutture (sovrappassi, sottopassi e rampe) che consente lo smistamento delle correnti veicolari tra rami di strade posti a diversi livelli.

Intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci): Area comune a più strade organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra di esse.

Luminosità ambientale: Livello delle luminanze dell'ambiente considerando tutte sorgenti di luce presenti.

Parametro di influenza: Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica. I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi. Parametri quantitativi potrebbero essere noti solo in modo qualitativo. Per comodità non viene fatta distinzione tra parametri propriamente detti (per esempio il flusso orario di traffico) o valutazione di una determinata condizione della zona di studio (per esempio la presenza o assenza di zone di conflitto).

Parametri di influenza costanti nel lungo periodo: Parametri per i quali non si prevedono variazioni significative durante la vita presunta dell'impianto o per una ragionevole parte di essa.

Parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale: Parametri per i quali si prevedono variazioni significative nel tempo, per esempio durante la notte, la settimana, le stagioni.

Portata di servizio: Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada con il livello di servizio assegnato.

Portata di servizio per corsia: Valore massimo del flusso orario di traffico smaltibile dalla corsia con il livello di servizio assegnato.

Rallentatori di velocità: Dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso orario di traffico.

Regolatore di flusso luminoso: Sistema o metodo che permette, associato a una adeguata procedura, di regolare il flusso luminoso emesso da uno o più apparecchi di illuminazione in funzione di uno o più parametri specificati.

Segnaletica cospicua: Segnali stradali che attraggono l'attenzione degli utenti della strada a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e che, pertanto, sono facilmente individuati dagli stessi e correttamente interpretati. La luminanza del segnale rispetto allo sfondo e quindi il suo contrasto rappresenta il parametro principale per valutare la cospicuità del segnale rispetto alle condizioni ambientali e di visione.



Strada: Area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio, rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.

Tipo di strada: Classificazione delle strade riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.

Tipo di utente: Classificazione delle persone o dei veicoli presenti in una zona adibita al traffico.

Zona di conflitto: Zona della strada nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da tipi di utenti diversi.

Esempi di zone di conflitto sono gli svincoli, le intersezioni e/o le zone con contemporanea presenza di flussi di traffico diversi (per esempio ciclisti e veicoli).

Zona di studio: Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione e che presenta condizioni di traffico omogenee.

Le fasi della classificazione possono esser meglio esplicate secondo le definizioni espresse nei seguenti paragrafi.

Categoria illuminotecnica di riferimento: tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore tra cui il Codice della strada.

Categoria illuminotecnica di progetto: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.

Categorie illuminotecniche di esercizio: in relazione all'analisi dei rischi e agli aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto della variazione nel tempo dei parametri di influenza, tra cui la variazione del flusso del traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto vengono individuati i parametri di influenza applicabili e definiti dalle stesse categorie illuminotecniche attraverso una valutazione dei rischi con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi sopra citata consiste nella valutazione dei parametri di influenza ed ha lo scopo di garantire la massima efficacia degli impianti di illuminazione rispetto alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione.

### **Analisi dei rischi**

L'analisi dei rischi è parte obbligatoria e integrante del progetto illuminotecnico e consiste nella valutazione dei parametri d'influenza al fine d'individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

Può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

a) Sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di

influenza rilevanti per le strade esaminate;

b) Individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali Direttive e norme cogenti, dalla norma e da esigenze specifiche;

c) Studio preliminare del rischio determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto tra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;

d) Creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da direttive e norme cogenti per quanto dipendenti dalle condizioni di illuminazione.

La sintesi conclusiva stabilisce la messa in sicurezza della zona di studio in base all'importanza delle considerazioni emerse nella fase di analisi. Lo stesso documento individua le conseguenze relative all'esercizio di ogni impianto, fissando i criteri da seguire per garantire, nel tempo, livelli di sicurezza adeguati al caso.

La classificazione illuminotecnica delle strade è condotta a partire dalle categorie illuminotecniche in ingresso, in accordo con il Prospetto 1 della Norma UNI 11248:2016.

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

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

1)

Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>10)</sup>.

2)

Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).

3)

Vedere punto 6.3.

4)

Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Prospetto 1 - UNI 11248:2016

### **Parametri di influenza**

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo determinano la categoria illuminotecnica di progetto. I più significativi parametri di questo gruppo sono elencati nel prospetto 2.

prospetto 2

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

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

I parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto. I più significativi parametri di questo gruppo sono elencati nel prospetto 3. La valutazione dei parametri di influenza costanti nel lungo periodo può avvenire su indicazioni del committente, mediante analisi statistiche, a seguito di misurazioni ad hoc e di sopralluogo, attraverso indicazioni ricavabili da situazioni analoghe o assimilabili. Con apparecchi che emettono luce con indice generale di resa dei colori Ra maggiore o uguale a 60, e rapporto S/P maggiore o uguale a 1, 1 O, previa verifica, nell'analisi dei rischi, delle condizioni di visione, il progettista può considerare questa situazione tra i parametri di influenza generalmente costanti nel lungo periodo con valore massimo di riduzione pari a 1.

Si ricorda che la riduzione tiene conto dell'influenza della visione periferica e della percezione dei colori nella visione notturna ai fini della sicurezza del traffico.

Nel caso di traffico motorizzato (categorie illuminotecniche M) tra i parametri di influenza costanti nel lungo periodo può essere considerato il fattore di visibilità di oggetti (FV0)11.

La valutazione dei parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale può avvenire su indicazioni del committente, attraverso metodi statistici noti, con misurazioni ad hoc prolungate nel tempo o con misurazioni continue in tempo reale, come negli impianti adattivi.

Altri parametri possono essere individuati dal progettista in base alle condizioni della zona di studio.

Il valore della riduzione, associato a ogni parametro di influenza, è compreso tra O e il valore massimo indicato nel prospetto 2, nel prospetto 3 o nel testo.

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

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

Il valore della riduzione associato a ogni parametro di influenza eventualmente aggiunto dal progettista, è compreso tra 0 e 1. Il valore della riduzione associato a ogni parametro di influenza deve essere proposto e giustificato dal progettista nell'analisi dei rischi.

La somma del valore della riduzione di tutti i parametri di influenza generalmente costanti nel lungo periodo, ridotta al più grande intero minore o uguale alla somma stessa, rappresenta la riduzione per ottenere la categoria illuminotecnica di progetto nota la categoria illuminotecnica di ingresso.

Il valore numerico ottenuto corrisponde all'incremento da apportare al numero che appare nella sigla della categoria di ingresso, ottenendo la categoria di progetto.

In modo analogo, ma considerando i parametri di influenza variabili nel tempo, si ottengono una o più categorie Illuminotecniche di esercizio.

Le portate di servizio sono indicate nel D.M. del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", alla colonna 16 (Portata di servizio per corsia) della Tabella 3.4.a - Composizione della carreggiata.

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	V <sub>p</sub> min [km/h]	q <sub>max</sub>	f <sub>t max</sub>	Raggio minimo [m]
<b>AUTOSTRADA</b> <b>A</b>	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	90	0,07	0,118	339
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	80	0,07	0,130	252
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,035	0,210	51
<b>EXTRAURBANA PRINCIPALE</b> <b>B</b>	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	70	0,07	0,147	178
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
<b>EXTRAURBANA SECONDARIA</b> <b>C</b>	EXTRAURBANO		60	0,07	0,170	118
<b>URBANA DI SCORRIMENTO</b> <b>D</b>	URBANO	STRADA PRINCIPALE	50	0,05	0,205	77
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	25	0,035	0,220	19
<b>URBANA DI QUARTIERE</b> <b>E</b>	URBANO		40	0,035	0,210	51
<b>LOCALE</b> <b>F</b>	EXTRAURBANO		40	0,07	0,210	45
	URBANO		25	0,035	0,220	19



Per quanto riguarda le intersezioni stradali quali rotonde e svincoli, secondo quanto stabilito dalla norma UNI 11248, si è fatto riferimento alle categorie illuminotecniche della serie C, tenendo conto del fatto che la categoria illuminotecnica di ingresso dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade d'accesso, facendo riferimento al Prospetto 5 della norma UNI 11248.

prospetto 5] **Esempi di provvedimenti integrativi all'impianto di illuminazione**

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminosità ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnaletica stradale attiva e/o a riflessione catadiottrica di classe adeguata per mantenere la condizione di cospicuità
Intersezioni, svincoli, rotonde (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità)	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Presenza di rallentatori di velocità	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnarli adeguatamente
Attraversamenti pedonali in zone con flusso orario di traffico e/o velocità elevate	
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

### **Requisiti per il traffico motorizzato**

Si riportano di seguito i parametri illuminotecnici per le categorie illuminotecniche M, C e P previsti dalla norma UNI EN 13201-2: 2016.

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

La luminanza media del manto stradale ( $L$ ), l'uniformità generale della luminanza ( $U_0$ ), l'uniformità longitudinale della luminanza ( $U_l$ ), l'incremento di soglia ( $f_{TI}$ ) e il rapporto dell'illuminamento ai bordi ( $REI$ ) devono essere calcolati e misurati in conformità alle norme UNI EN 13201-3 e UNI EN 13201-4.

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

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

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

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

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

### **Requisiti per le zone di conflitto**

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.

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

L'illuminamento medio ( $E$ ) e l'uniformità generale dell'illuminamento ( $U_0$ ) 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.

prospetto 2

### Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale

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

### Requisiti per pedoni e ciclisti

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.

L'illuminamento medio ( $E$ ), l'illuminamento minimo ( $E_{\min}$ ), l'illuminamento emisferico medio ( $E_{hs}$ ) e l'uniformità generale dell'illuminamento emisferico ( $U_0$ ) 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 3

### Categorie illuminotecniche P

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

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

**Categorie illuminotecniche HS**

Categoria	Illuminamento emisferico	
	$\bar{E}_{hs}$ [minimo mantenuto] lx	$U_0$ [minimo]
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata

**Requisiti aggiuntivi**

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.

**Categorie illuminotecniche SC**

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

**Categorie illuminotecniche EV**

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

**Comparazione delle categorie illuminotecniche**

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.

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.						

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.

### **Inquinamento luminoso**

In fase di progettazione degli impianti di illuminazione pubblica è necessario analizzare le problematiche inerenti all'inquinamento luminoso, fenomeno che avviene quando la luce emessa dai corpi illuminanti per esterni è rivolta verso l'alto e di conseguenza dispersa. Questo fenomeno provoca danni di vario genere:

- Ambientali (perdita di orientamento per gli animali, alterazione dei ritmi circadiani nell'uomo),
- Culturali (sparizione del cielo stellato a causa della troppa luce rivolta verso il cielo),
- Economici (spreco di energia elettrica per zone che non necessitano di illuminazione).

Quasi tutte le regioni italiane si sono dotate di disposizioni legislative, regolamenti comunali e/o circolari prefettizie in materia di inquinamento luminoso allo scopo di garantire il rispetto dei requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto di flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale. In assenza di riferimenti legislativi regionali viene applicata la norma UNI 10819 "Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso". Quest'ultima tuttavia non considera la limitazione della



luminanza notturna del cielo, dovuta alla riflessione delle superfici illuminate o a particolari condizioni locali, tra le quali l'inquinamento atmosferico.

## **4.2 LEGGE REGIONALE N. 17 DEL 07 AGOSTO 2009**

In particolare si rimanda all'art 9 della L.R. n.17 "Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna".

1. Ai fini di cui all'articolo 1, dalla data di entrata in vigore della presente legge la progettazione e l'esecuzione successiva degli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata devono conformarsi alle disposizioni di cui al presente articolo. Per gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata, per i quali, alla data di entrata in vigore della presente legge, il progetto sia stato approvato o che siano in fase di realizzazione, è prevista la sola predisposizione di sistemi che garantiscano la non dispersione della luce verso l'alto.

2. Si considerano conformi ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti:

a) sono costituiti di apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi ed oltre;

b) sono equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a  $R_a=65$ , ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w esclusivamente per l'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e zone pedonalizzate dei centri storici. I nuovi apparecchi d'illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale, a condizione siano conformi alle disposizioni di cui al comma 2 lettere a) e c) e l'efficienza delle sorgenti sia maggiore di 90lm/W;

c) sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di sicurezza specifiche; in assenza di norme di sicurezza specifiche la luminanza media sulle superfici non deve superare 1 cd/mq;

d) sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto e riducono il flusso luminoso in misura superiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro. La riduzione di luminanza, in funzione dei livelli di traffico, è obbligatoria per i nuovi impianti d'illuminazione stradale.

3. Si considerano conformi ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico i lampioni fotovoltaici autoalimentati che utilizzano pannelli aventi rendimento pari o superiore al dieci per cento e comunque corrispondenti alle caratteristiche indicate al comma 2, lettere a), b), c).

4. È concessa deroga ai requisiti di cui al comma 2:

a) per le sorgenti di luce internalizzate e quindi non inquinanti, quali gli impianti di illuminazione sotto

tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari, con effetto totalmente schermante verso l'alto;

b) per le sorgenti di luce facenti parte di installazione temporanea, che vengano rimosse entro un mese dalla messa in opera, o che vengano spente entro le ore ventuno nel periodo di ora solare ed entro le ore ventidue nel periodo di ora legale;

c) per gli impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione;

d) per i porti, gli aeroporti e le altre strutture non di competenza statale, limitatamente agli impianti e ai dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione marittima e aerea;

e) per le installazioni e per gli impianti di strutture, la cui progettazione, realizzazione e gestione sia regolata da specifica normativa statale;

f) per impianti dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza, gruppi di led o di sorgenti simili, caratterizzati dai seguenti requisiti:

- 1) in ciascun apparecchio, il flusso totale emesso dalle sorgenti non sia superiore a 1800 lumen;
- 2) ogni apparecchio emetta meno di 150 lumen verso l'alto;
- 3) gli apparecchi dell'impianto d'illuminazione non emettano, complessivamente, più di 2.250 lumen verso l'alto;

g) per gli impianti installati per le manifestazioni all'aperto e itineranti con carattere di temporaneità regolarmente autorizzate dai comuni;

h) per le insegne ad illuminazione propria, anche se costituite da tubi di neon nudi.

5. L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata utilizzando apparecchi che illuminino dall'alto verso il basso. Le insegne dotate di luce propria non devono superare i 4.500 lumen di flusso totale, emesso in ogni direzione per ogni singolo esercizio. In ogni caso tutte le insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente alla chiusura dell'esercizio e comunque entro le ore ventiquattro.

6. Fari, torri-faro e riflettori illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali e grandi aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non irradiare oltre 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre. Si privilegiano gli apparecchi d'illuminazione con proiettori di tipo asimmetrico. In particolare, l'installazione di torri-faro deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali; qualora il fattore di utilizzazione di torri-faro, riferito alla sola superficie di utilizzo, superi il valore di 0,5, gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza, nei periodi di non utilizzazione o di traffico ridotto.

7. Nell'illuminazione degli impianti sportivi progettati per contenere oltre cinquemila spettatori, le

disposizioni di cui al comma 2, lettera a) sono derogabili, salvo l'obbligo di contenere al minimo la dispersione di luce verso il cielo e al di fuori delle aree verso le quali l'illuminazione è orientata. Devono essere tecnicamente assicurate la parzializzazione dell'illuminazione, funzionale alla natura del suo utilizzo, e l'accensione dell'impianto limitata al tempo necessario allo svolgimento della manifestazione sportiva. Negli impianti sportivi è ammesso l'utilizzo di sorgenti luminose diverse da quelle di cui al comma 2, lettera b). L'illuminazione delle piste da sci deve aver luogo, compatibilmente con le esigenze di sicurezza, contenendo la dispersione di luce al di fuori della pista medesima ed il calcolo della luminanza deve tener conto dell'elevata riflettività del manto nevoso.

8. È vietato, su tutto il territorio regionale, l'utilizzo anche temporaneo, di fasci di luce fissi o rotanti, di qualsiasi colore e potenza, come i fari, i fari laser, le giostrine luminose e ogni tipo di richiamo luminoso, a scopo pubblicitario o voluttuario, come i palloni aerostatici luminosi e le immagini luminose che disperdono luce verso la volta celeste. È altresì vietata l'illuminazione di elementi del paesaggio e l'utilizzo delle superfici di edifici o di elementi architettonici o naturali, per la proiezione o l'emissione di immagini, messaggi o fasci luminosi, a scopo pubblicitario o voluttuario.

9. Le modalità di illuminazione degli edifici devono essere conformi ai requisiti di cui al comma 2, lettera a), con spegnimento o riduzione della potenza d'illuminazione pari ad almeno il trenta per cento, entro le ventiquattro ore. Qualora l'illuminazione di edifici di interesse storico, architettonico o monumentale non sia tecnicamente realizzabile secondo i requisiti di cui al comma 2, lettera a), è ammesso il ricorso a sistemi d'illuminazione dal basso verso l'alto, con una luminanza media mantenuta massima sulla superficie da illuminare pari a 1 cd/m<sup>2</sup> o ad un illuminamento medio fino a 15 lux. In tal caso i fasci di luce devono comunque essere contenuti all'interno della sagoma dell'edificio e, qualora la sagoma sia irregolare, il flusso diretto verso l'alto non intercettato dalla struttura non deve superare il dieci per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.

10. Per gli impianti di illuminazione esistenti alla data d'entrata in vigore della presente legge e non rispondenti ai requisiti di cui al presente articolo, fatte salve le norme vigenti in materia di sicurezza, è disposta la modifica dell'inclinazione degli apparecchi secondo angoli prossimi all'orizzonte, con inserimento di schermi paralucente atti a limitare l'emissione luminosa oltre i novanta gradi.

11. Ai fini dell'alta efficienza degli impianti si osservano le seguenti prescrizioni:

a) impiegare, a parità di luminanza, apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni massime di interesse dei punti luce e che minimizzino costi e interventi di manutenzione nell'illuminazione pubblica e privata per esterni. In particolare per i nuovi impianti di illuminazione stradale è fatto obbligo di utilizzare apparecchi con rendimento superiore al sessanta per cento, intendendosi per rendimento il rapporto fra il flusso luminoso che fuoriesce dall'apparecchio e quello emesso dalla sorgente interna allo stesso. Gli impianti di illuminazione stradale devono altresì garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7; sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli, fisici o arborei, o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto; soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada sono consentite nei casi in cui le luminanze di progetto debbano essere superiori a 1.5cd/m<sup>2</sup> o per carreggiate con larghezza superiore

ai 9 metri;

b) massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza). La progettazione degli impianti di illuminazione esterna notturna dev'essere tale da contenere al massimo la luce intrusiva all'interno delle abitazioni e di ogni ambiente adiacente l'impianto.

#### **4.3 NORMA UNI/TS 11726:2018 – PER ATTRAVERSAMENTI PEDONALI**

##### **1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**

La presente specifica tecnica fornisce linee guida e prescrizioni per la progettazione illuminotecnica degli impianti per illuminazione dell'attraversamento pedonale in strade con traffico motorizzato e nel campo di applicazione della norma UNI11248.

##### **2. [...]**

##### **3. TERMINI E DEFINIZIONI**

###### *3.1. Stato minimo di sicurezza (di un impianto di illuminazione per l'attraversamento pedonale)*

Per un impianto di illuminazione per l'attraversamento pedonale, stato di funzionamento che garantisce adeguate condizioni di visione al guidatore e al pedone, affinché quest'ultimo possa attraversare in sicurezza la strada.

Nota: Ai fini della presente specifica tecnica, i requisiti per lo stato di minimo di sicurezza sono riportati al punto 7.

###### *3.2. Zona di attesa*

Tratto adiacente alla carreggiata ove il pedone staziona in attesa di attraversare la strada.

Nota 1: ad esempio la parte del marciapiede confinante con la carreggiata in prossimità di un attraversamento pedonale è una zona di attesa.

Nota 2: vedere figura 1.

###### *3.3. Zona di attraversamento*

Tratto trasversale della carreggiata ove il pedone transita per attraversare la strada.

Nota 1: le strisce pedonali sono la zona di attraversamento.

Nota 2: vedere figura 1

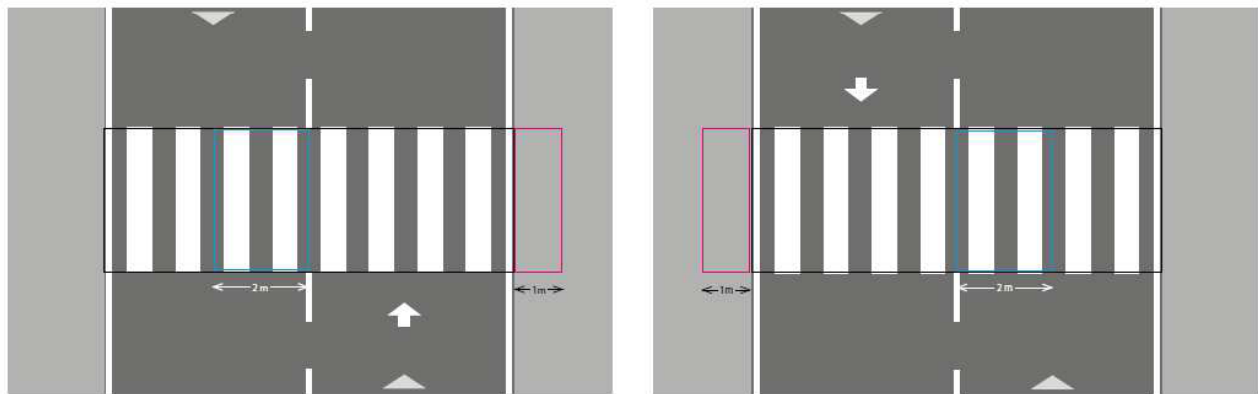
###### *3.4. Zona di studio per l'attraversamento pedonale*

Zona della strada composta dalla zona di attraversamento e dalla zona di attesa

### 3.5. Zona di presa in carico

Nelle strade a doppio senso di marcia, parte della zona di attraversamento nella corsia con senso di marcia opposto a quello preso come riferimento, ove il pedone, in movimento, deve essere visto.

Zona della strada composta dalla zona di attraversamento e dalla zona di attesa



(a) Corsia di marcia destra

(b) Corsia di marcia sinistra

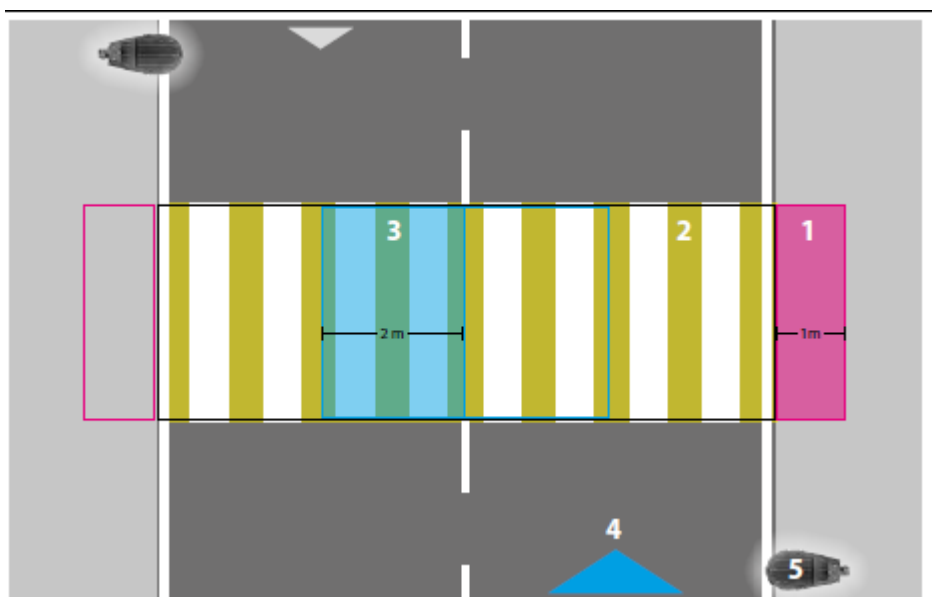
- zona di attraversamento
- zona di attesa
- zona di presa in carico

(c) Legenda

**Figura 1:** Dimensioni e nomenclatura del tratto di strada che forma la zona di studio per l'attraversamento pedonale.

Sono evidenziate le parti relative al senso di marcia della corsia di destra:

1. zona di attesa
2. zona di attraversamento
3. zona di presa in carico
4. corsia di marcia
5. corpo illuminante





STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ZONA DI STUDIO PER L'ATTRAVERSAMENTO PEDONALE
M1	-
M2	EV1 (50 LUX MIN.)
M3	EV2 (30 LUX MIN.)
M4	EV2 (30 LUX MIN.)
M5	EV3 (10 LUX MIN.)
M6	EV3 (10 LUX MIN.)

4. [...]

5. [...]

## 6. PROCEDURA PROGETTUALE

La procedura progettuale per definire l'illuminazione specifica per la zona di studio per l'attraversamento pedonale, richiede i seguenti passi:

1. Si determina la categoria illuminotecnica necessaria per fornire adeguate condizioni di illuminazione (vedere 7.1):

- al pedone, per attraversare in sicurezza la strada;
- al guidatore, per assicurare la visibilità del pedone.

2. Si valutano gli indicatori delle prestazioni energetiche dell'impianto di illuminazione, così ottenuto, secondo la norma UNI EN 13201-5.

## 7. REQUISITI NORMATIVI PER L'ILLUMINAZIONE

### 7.1 Scelta della categoria illuminotecnica

#### 7.1.1 Strada non illuminata

In caso di strada non illuminata si deve scegliere la categoria illuminotecnica EV3.

#### 7.1.2 Strada illuminata

Nel caso di strada illuminata, ricordando che le condizioni di luminosità ambientale sono già considerate nell'analisi dei rischi per definire le categorie illuminotecniche di pertinenza della strada in conformità alla UNI 11248, si deve adottare la categoria illuminotecnica della zona di studio per l'attraversamento pedonale secondo il prospetto 1.

In caso di particolare complessità del campo visivo, correlata a peculiari condizioni nella zona di studio per l'attraversamento pedonale, si può passare alla categoria illuminotecnica con prestazioni superiori o attivare l'illuminazione su richiesta (punto 10).

## 8. GRIGLIA DI CALCOLO

Nel caso di zone di studio per l'attraversamento pedonale la griglia è specificata per le:

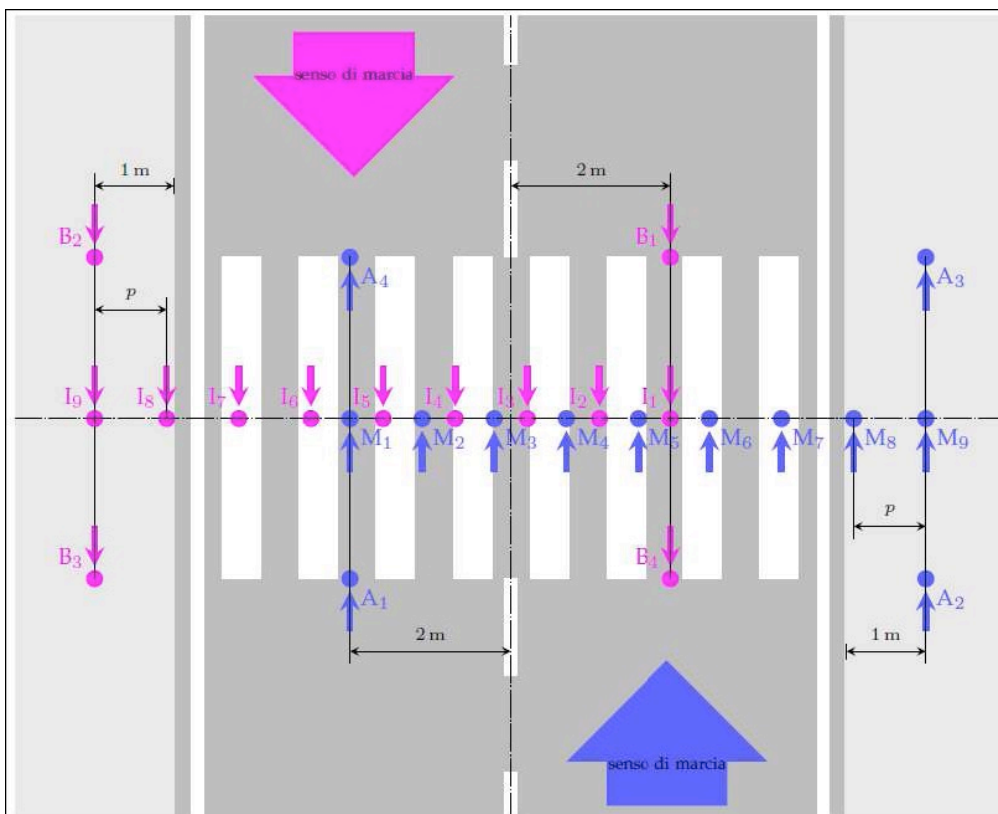
**strade a doppio senso di circolazione: in figura 2;**

**strade a senso unico di circolazione: in figura 3.**

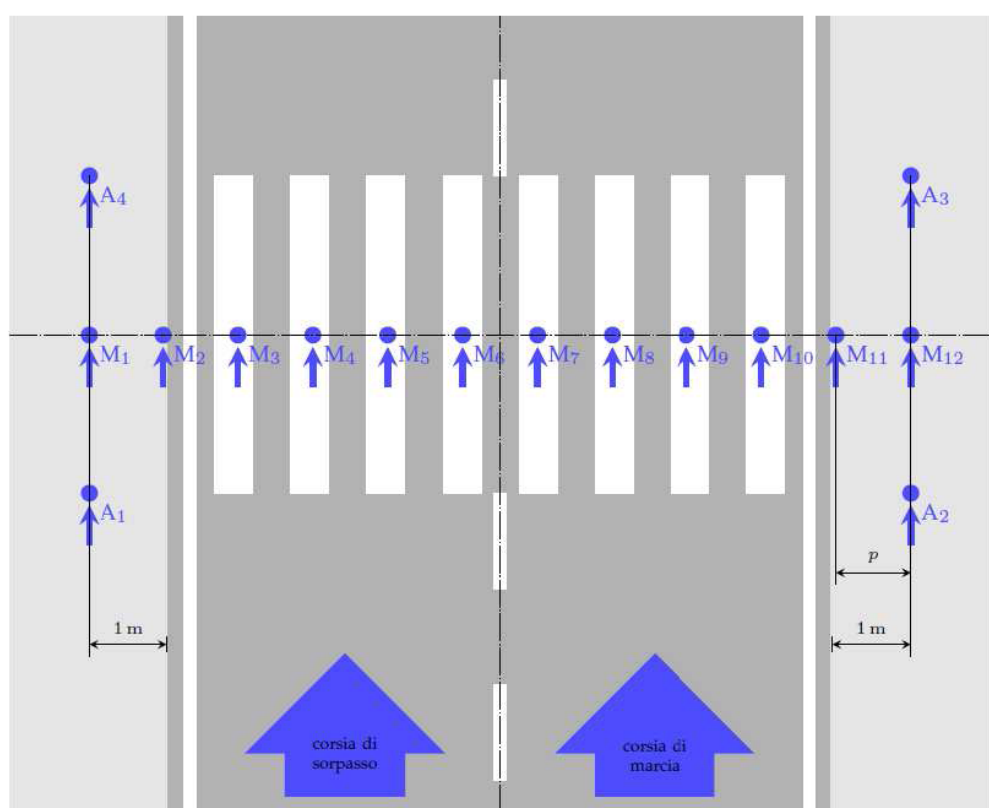
Nelle figure le frecce sono perpendicolari all'ipotetica superficie sulla quale è valutato l'illuminamento verticale e individuano il semispazio dal quale proviene la luce che incide sulla superficie stessa.

Nella definizione dei punti della griglia valgono le seguenti regole:

1. I punti lungo l'asse trasversale della strada passante per il centro della zona di studio per l'attraversamento pedonale (punti Mx e lx in figura 2 e punti Mx in figura 3) hanno interdistanza costante  $p$  non superiore a 1m e per:  
  
**strade a doppio senso di circolazione:** partono dal limite destro della zona di attesa a destra rispetto al senso di marcia preso come riferimento e terminano al limite sinistro della zona di presa in carico, riferita al senso di marcia preso come riferimento;  
  
**strade a senso unico di circolazione:** partono dal limite destro della zona di attesa a destra e terminano al limite sinistro della zona di attesa a sinistra rispetto al senso di marcia.
2. L'interdistanza  $p$  e il numero dei punti devono essere calcolati in modo che il primo e l'ultimo punto cadano rispettivamente sul limite sinistro e destro sopra definiti.
3. Ulteriori punti sono piazzati ai vertici esterni della zona di attesa (punti A2, A3 e B2, B3 in figura 2 e punti A1, A2, A3 e A4 in figura 3).
4. Se presente, ulteriori punti sono piazzati ai vertici esterni (rispetto alla linea che separa i due versi di marcia) della zona di presa in carico (punti A1, A4, e B1, B4 in figura 2).
5. Tutti i punti sono su un piano ad altezza di 1m rispetto al piano stradale.



**Figura 2:** Definizione della griglia di calcolo nel caso di strada a doppio senso di marcia



**Figura 3:** Definizione della griglia di calcolo nel caso di strada a senso unico di marcia

## 9. SEGNALETICA COSPICUA

La segnaletica cospicua rappresenta un ulteriore mezzo per segnalare all'automobilista la presenza dell'attraversamento pedonale. Affinché la segnaletica presente possa ritenersi cospicua, essa deve soddisfare le seguenti condizioni:

**segnaletica retroilluminata:** classe minima L2 secondo UNI EN 12899;

**segnaletica lampeggiante:** classe minima L8 (se di dimensioni pari a 90 cm x 90 cm) o L2 (se di dimensioni pari a 60 cm \_ 60 cm) secondo UNI EN 12352.

## 10. REGOLE PER L'ILLUMINAZIONE SU RICHIESTA

Nel caso di illuminazione su richiesta del pedone, il sistema di illuminazione deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. Inizialmente l'impianto di illuminazione specifico per l'attraversamento pedonale si trova nello stato di minimo di sicurezza, ossia nelle condizioni di illuminazione descritte al punto 7.
2. Alla richiesta del pedone viene attivato un incremento nei livelli di illuminazione, pari almeno a una categoria illuminotecnica (prospetto 1), per rendere maggiormente cospicuo l'attraversamento pedonale e il pedone stesso al guidatore dell'eventuale veicolo incrociante. Nel caso in cui lo stato minimo di sicurezza corrisponda alla categoria EV1 l'incremento minimo sarà del 50%.
3. Le nuove condizioni di illuminazione previste devono essere raggiunte in massimo 3 s.
4. Al completamento del passaggio del pedone l'impianto può tornare immediatamente allo stato minimo di sicurezza (punto 1), in ogni caso entro un tempo massimo di 30 s.

## 11. ASPETTI AMBIENTALI

Nella progettazione dell'illuminazione degli attraversamenti pedonali, il progettista deve minimizzare la presenza di luce intrusiva verso le proprietà e residenze adiacenti.

Particolare cura dovrà essere posta nel limitare l'inquinamento luminoso prodotto dall'impianto, seguendo requisiti e linee guida previste nella UNI 10819 e nella legislazione cogente.

Al fine di contenere i consumi energetici e di minimizzare l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso, i valori di illuminamento ottenuti dai calcoli di progetto devono soddisfare i requisiti massimi riportati al punto 7.2 e, nel caso di illuminazione su richiesta del punto 10.

## 5. ALLEGATO – VERIFICA ILLUMINOTECNICA

**PRJ15071\_REV\_0 Comune di Pioltello (MI)**

## Contatti



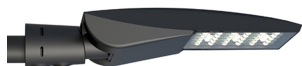
### Lighting Dept.

Cariboni Group Spa  
Via della Tecnica, 19 23875  
Osnago (LC) - Italy

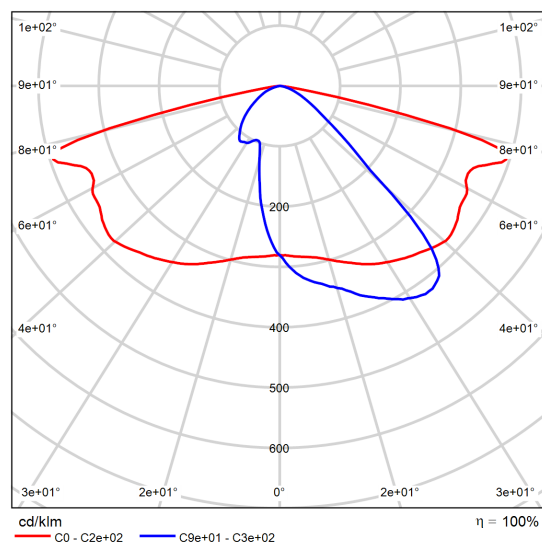
T +39 039.95211

## Scheda tecnica prodotto

CARIBONI GROUP - KAI S R1 ST-01 350mA 4K



Articolo No.	01KI1B20030CHM3_3 50
P	13.5 W
$\Phi_{\text{Lampadina}}$	2020 lm
$\Phi_{\text{Lampada}}$	2020 lm
$\eta$	100.00 %
Efficienza	149.6 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polare

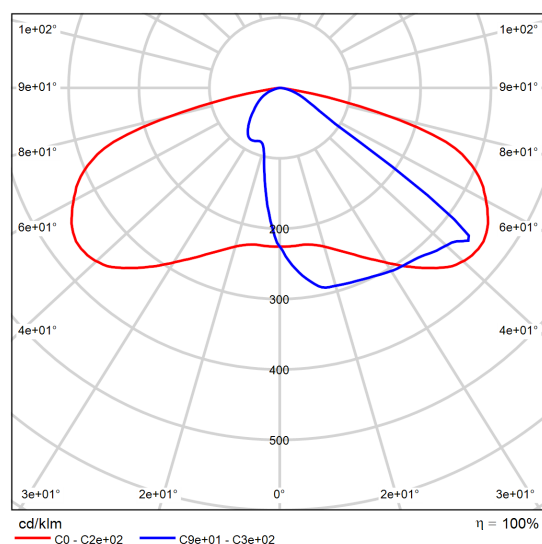


## Scheda tecnica prodotto

CARIBONI GROUP - KAI S R2 LA-01 700mA 4K

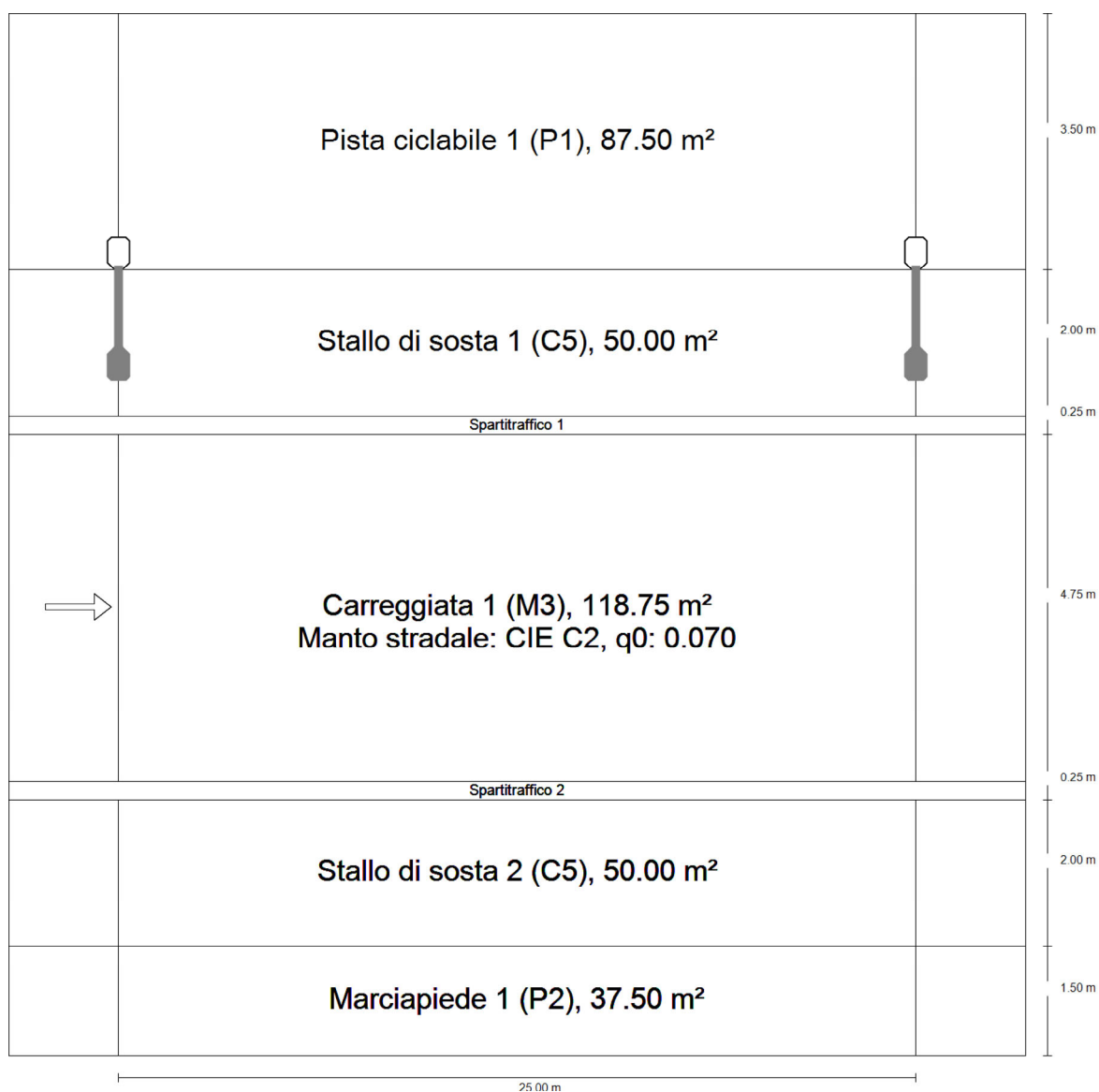


Articolo No.	01KI1C40031CHM3_700
P	52.5 W
$\Phi_{\text{Lampadina}}$	7160 lm
$\Phi_{\text{Lampada}}$	7160 lm
$\eta$	100.00 %
Efficienza	136.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70

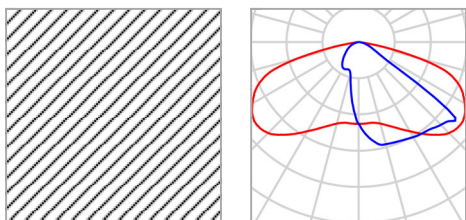


CDL polare

Strada 1

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

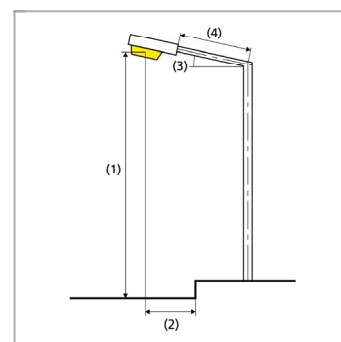
Strada 1

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


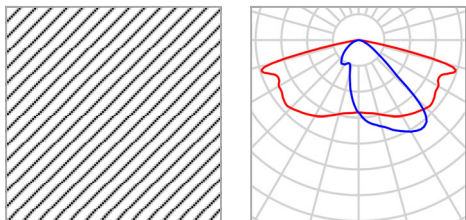
Produttore	CARIBONI GROUP	P	52.5 W
Articolo No.	01KI1C40031CHM3_700	$\Phi_{Lampadina}$	7160 lm
Nome articolo	KAI S R2 LA-01 700mA 4K	$\Phi_{Lampada}$	7160 lm
Dotazione	1x R2 52.5W700mA 4K	$\eta$	100.00 %

KAI S R2 LA-01 700mA 4K (su un lato sopra)

Distanza pali	25.000 m
(1) Altezza fuochi	8.000 m
(2) Distanza fuochi	-1.000 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	1.300 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 52.5 W
Consumo	2100.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminosa Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	$\geq 70^\circ$ : 521 cd/klm $\geq 80^\circ$ : 51.9 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 0.00 cd/klm
Classe intensità luminosa I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*3
Classe indici di abbagliamento	D.4



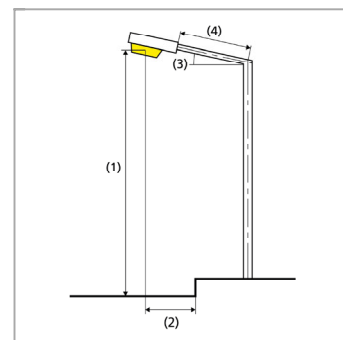
Strada 1

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


Produttore	CARIBONI GROUP	P	13.5 W
Articolo No.	01KI1B20030CHM3_350	$\Phi_{Lampadina}$	2020 lm
Nome articolo	KAI S R1 ST-01 350mA 4K	$\Phi_{Lampada}$	2020 lm
Dotazione	1x R1 13.5W350mA 4K	$\eta$	100.00 %

KAI S R1 ST-01 350mA 4K (su un lato sotto)

Distanza pali	25.000 m
(1) Altezza fuochi	4.500 m
(2) Distanza fuochi	7.200 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 13.5 W
Consumo	540.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminosa Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	$\geq 70^\circ$ : 609 cd/klm $\geq 80^\circ$ : 63.5 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 0.00 cd/klm
Classe intensità luminosa I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*3
Classe indici di abbagliamento	D.6



Strada 1

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

Risultati per i campi di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	$E_m$	16.27 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	$E_{min}$	5.35 lx	$\geq 3.00$ lx	✓
Stallo di sosta 1 (C5)	$E_m$	19.46 lx	$\geq 7.50$ lx	✓
	$U_o$	0.52	$\geq 0.40$	✓
Carreggiata 1 (M3)	$L_m$	1.22 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 1.00$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.70	$\geq 0.40$	✓
	$U_l$	0.92	$\geq 0.60$	✓
	TI	0 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{Et}$	0.62	$\geq 0.30$	✓
Stallo di sosta 2 (C5)	$E_m$	13.19 lx	$\geq 7.50$ lx	✓
	$U_o$	0.86	$\geq 0.40$	✓
Marciapiede 1 (P2)	$E_m$	10.52 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	$E_{min}$	9.60 lx	$\geq 2.00$ lx	✓

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

Strada 1

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

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo
Strada 1	D <sub>p</sub>	0.002 W/lx*m <sup>2</sup>	-
KAI S R2 LA-01 700mA 4K (su un lato sopra)	D <sub>e</sub>	0.6 kWh/m <sup>2</sup> anno,	210.0 kWh/anno
KAI S R1 ST-01 350mA 4K (su un lato sotto)	D <sub>e</sub>	0.2 kWh/m <sup>2</sup> anno,	54.0 kWh/anno

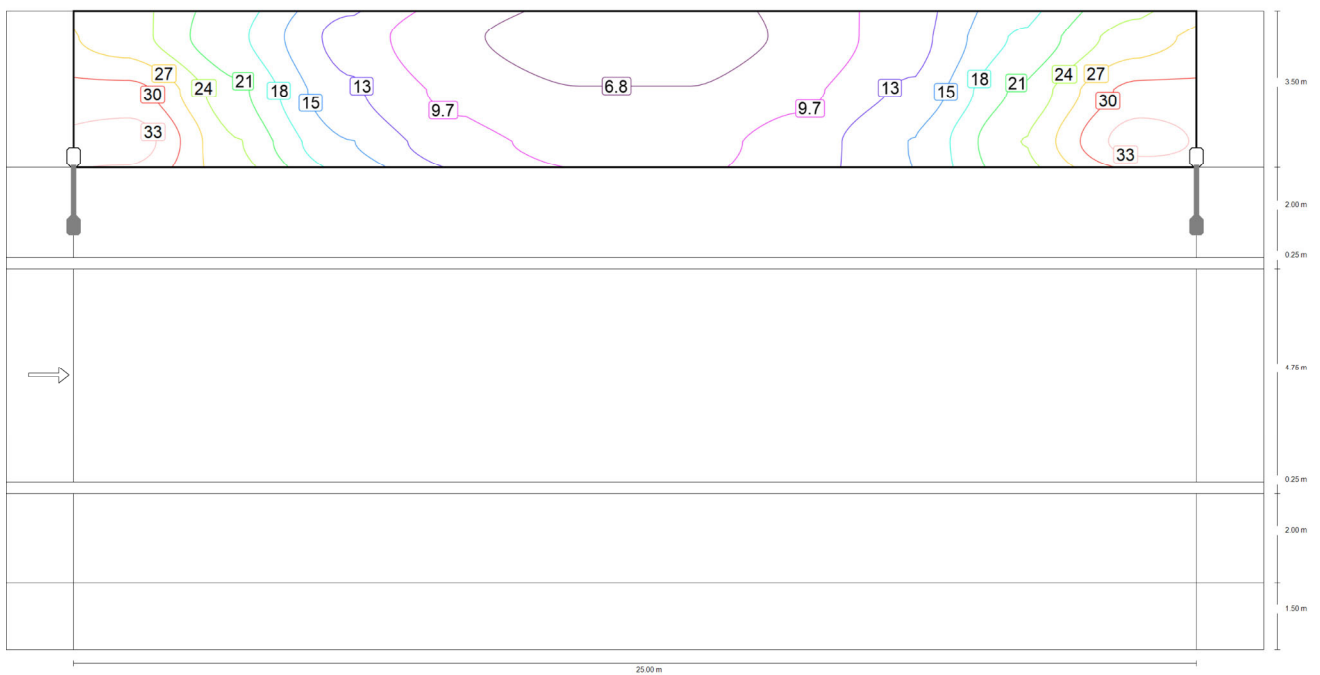
La norma EN 13201:2015-5 non comprende la pianificazione con più disposizioni lampade. Il calcolo dei valori di potenza viene eseguito pertanto solo per la disposizione lampade la cui distanza tra i pali determina la lunghezza dei campi di valutazione.

Strada 1

**Pista ciclabile 1 (P1)**

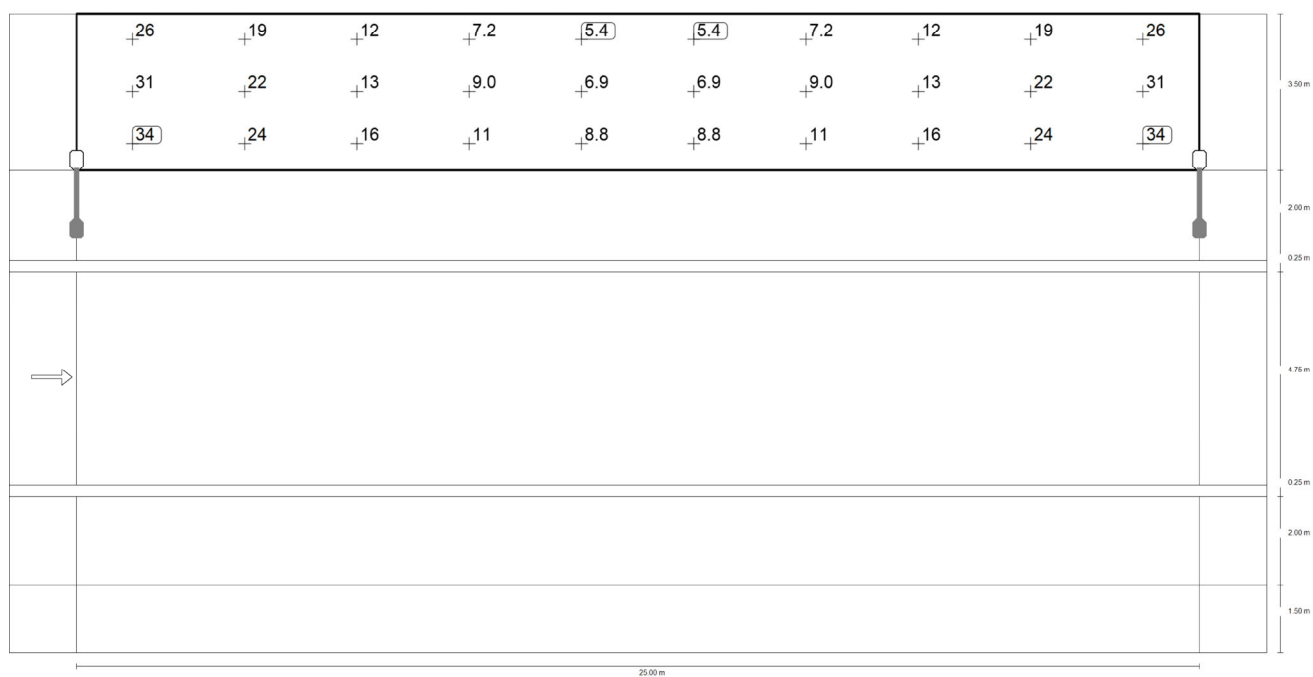
Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	$E_m$	16.27 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	$E_{min}$	5.35 lx	$\geq 3.00$ lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1

**Pista ciclabile 1 (P1)**

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
13.667	25.56	18.86	11.54	7.24	5.35	5.35	7.24	11.54	18.86	25.56
12.500	30.88	21.89	13.09	8.95	6.92	6.92	8.95	13.09	21.89	30.88
11.333	34.33	24.26	15.54	10.89	8.76	8.76	10.89	15.54	24.26	34.33

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	16.3 lx	5.35 lx	34.3 lx	0.329	0.156

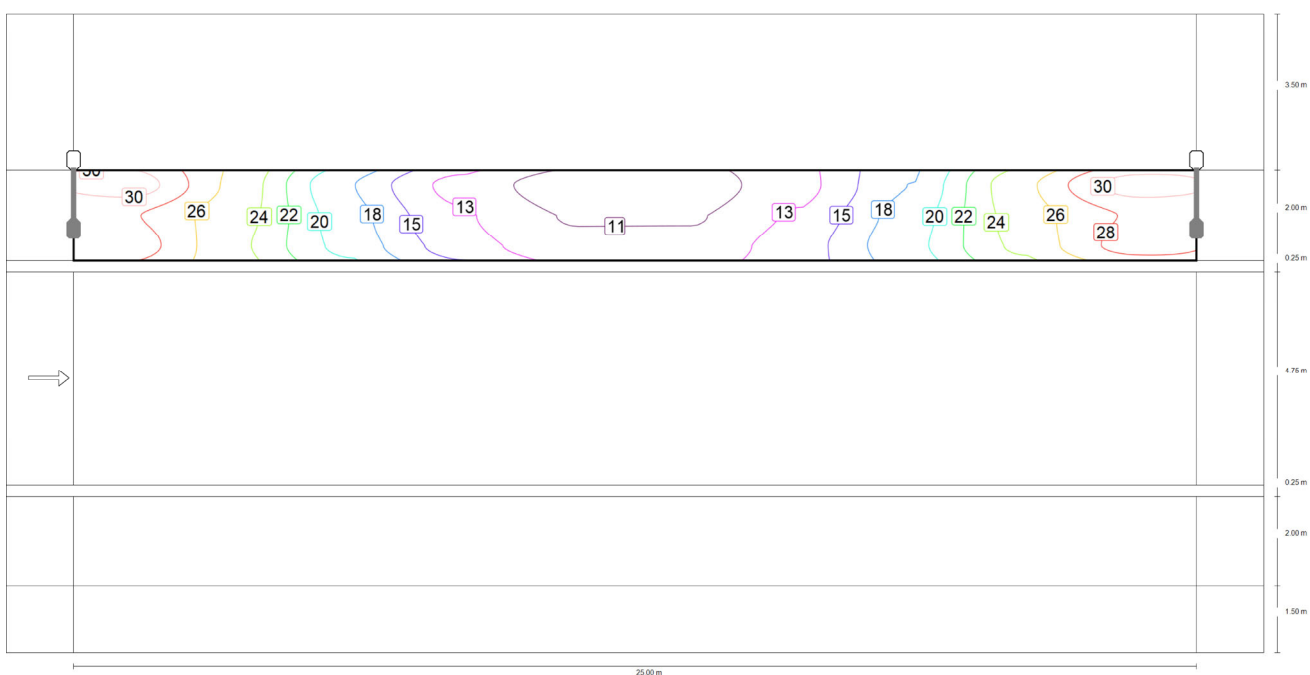


Strada 1

### Stallo di sosta 1 (C5)

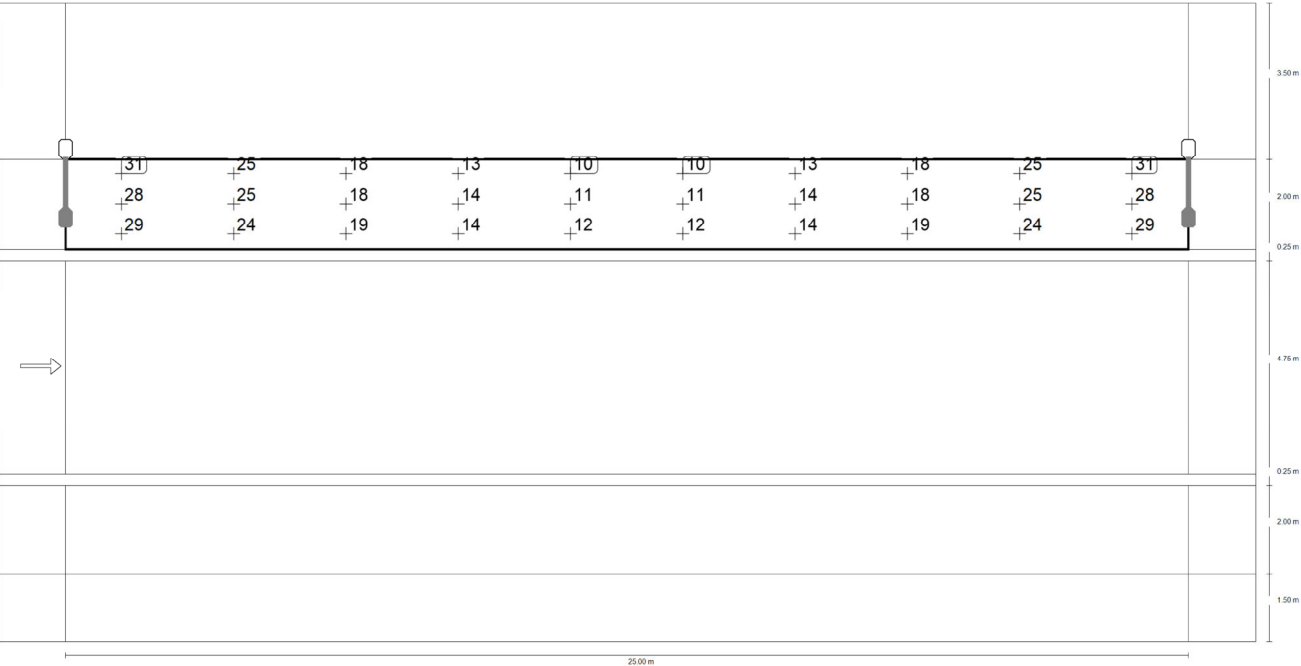
## Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Stallo di sosta 1 (C5)	E <sub>m</sub>	19.46 lx	≥ 7.50 lx	✓
	U <sub>o</sub>	0.52	≥ 0.40	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1  
Stallo di sosta 1 (C5)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
10.417	31.32	25.44	17.59	12.56	10.09	10.09	12.56	17.59	25.44	31.32
9.750	28.37	24.82	18.50	13.59	10.99	10.99	13.59	18.50	24.82	28.37
9.083	29.05	24.36	18.99	14.38	11.84	11.84	14.38	18.99	24.36	29.05

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	19.5 lx	10.1 lx	31.3 lx	0.519	0.322

Strada 1

**Carreggiata 1 (M3)**

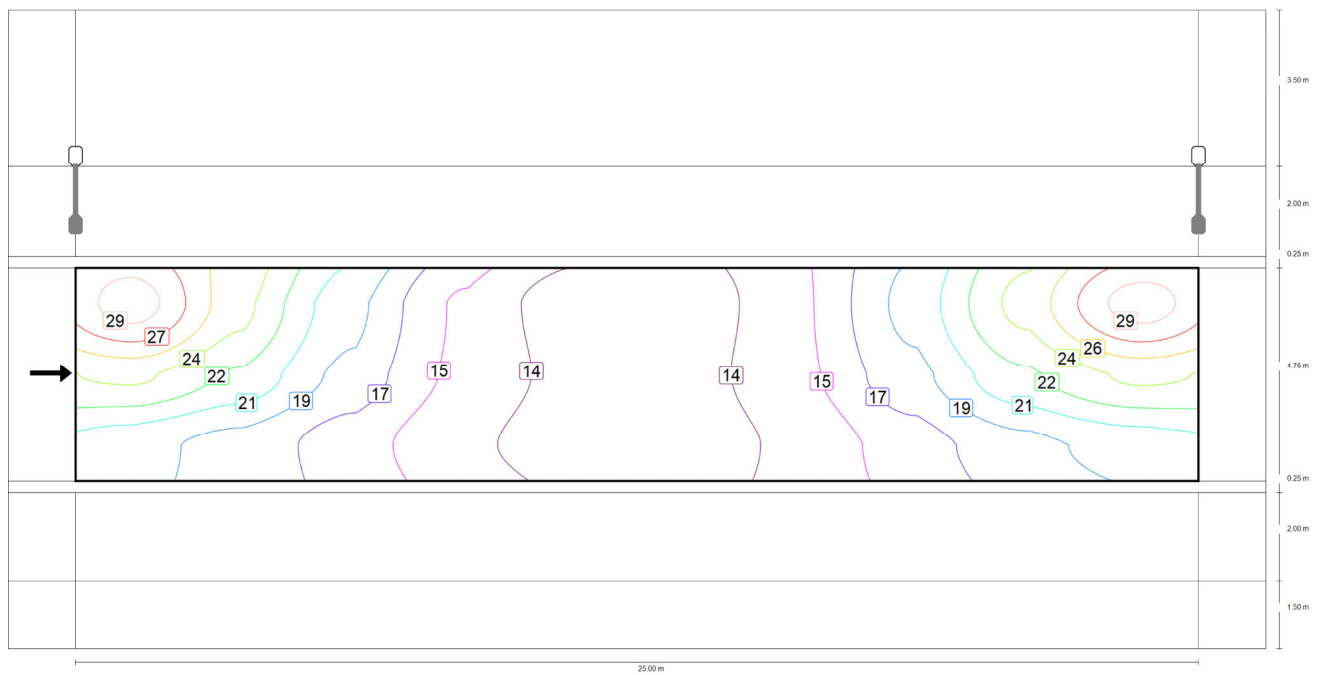
Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (M3)	L <sub>m</sub>	1.22 cd/m <sup>2</sup>	≥ 1.00 cd/m <sup>2</sup>	✓
	U <sub>o</sub>	0.70	≥ 0.40	✓
	U <sub>l</sub>	0.92	≥ 0.60	✓
	TI	0 %	≤ 15 %	✓
	R <sub>El</sub>	0.62	≥ 0.30	✓

Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 6.125 m, 1.500 m	L <sub>m</sub>	1.22 cd/m <sup>2</sup>	≥ 1.00 cd/m <sup>2</sup>	✓
	U <sub>o</sub>	0.70	≥ 0.40	✓
	U <sub>l</sub>	0.92	≥ 0.60	✓
	TI	0 %	≤ 15 %	✓

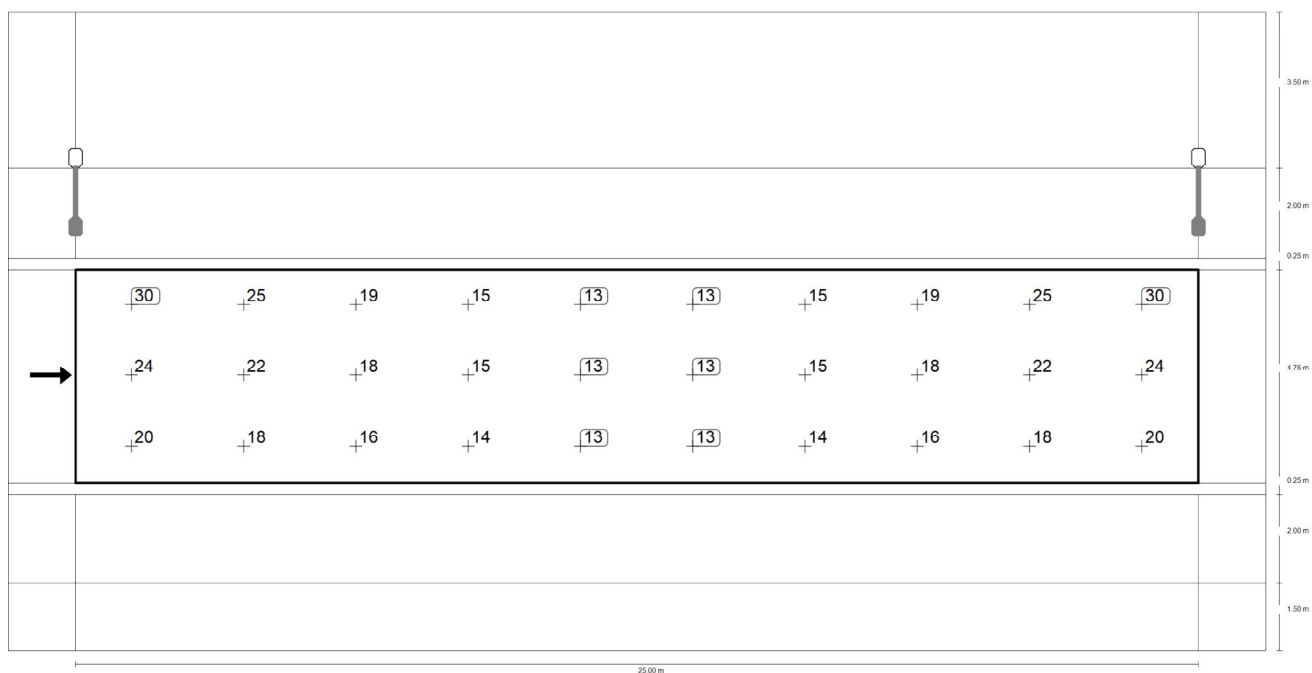
Strada 1

**Carreggiata 1 (M3)**

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1

### Carreggiata 1 (M3)



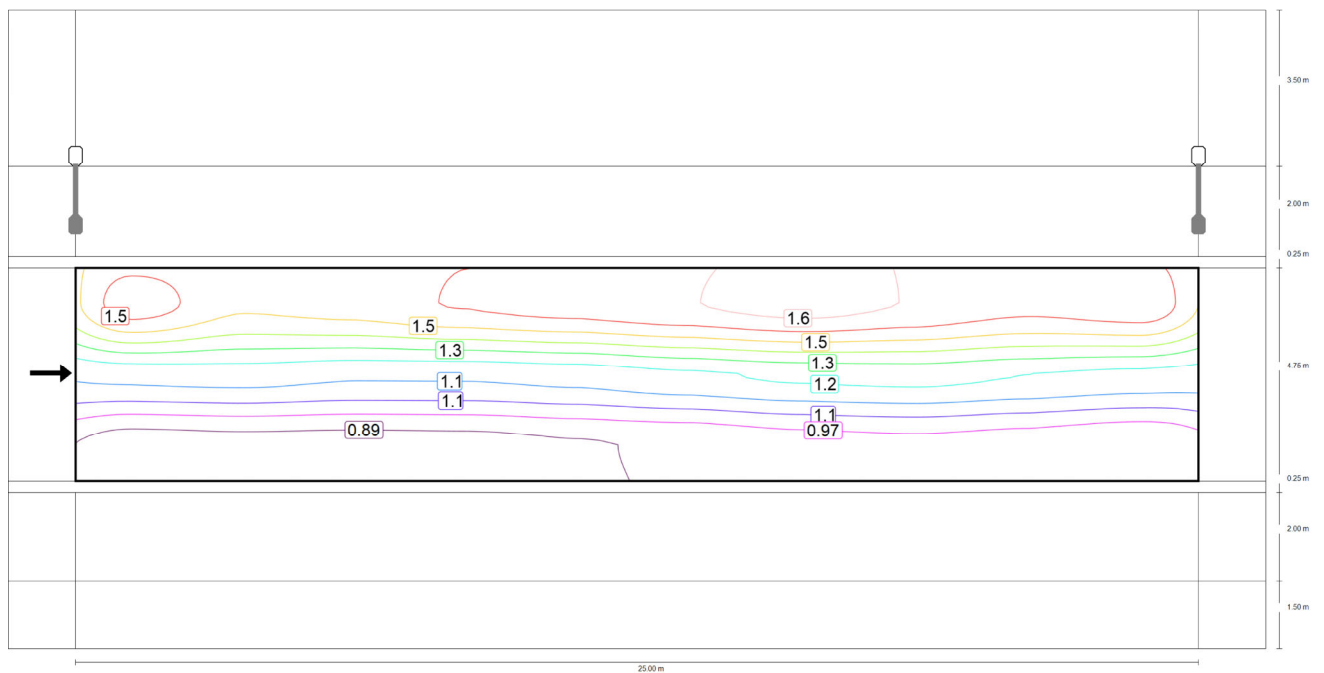
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
7.708	30.00	24.62	19.47	15.22	12.93	12.93	15.22	19.47	24.62	30.00
6.125	24.36	22.00	18.35	15.09	13.30	13.30	15.09	18.35	22.00	24.36
4.542	19.57	18.35	16.34	14.21	13.00	13.00	14.21	16.34	18.35	19.57

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

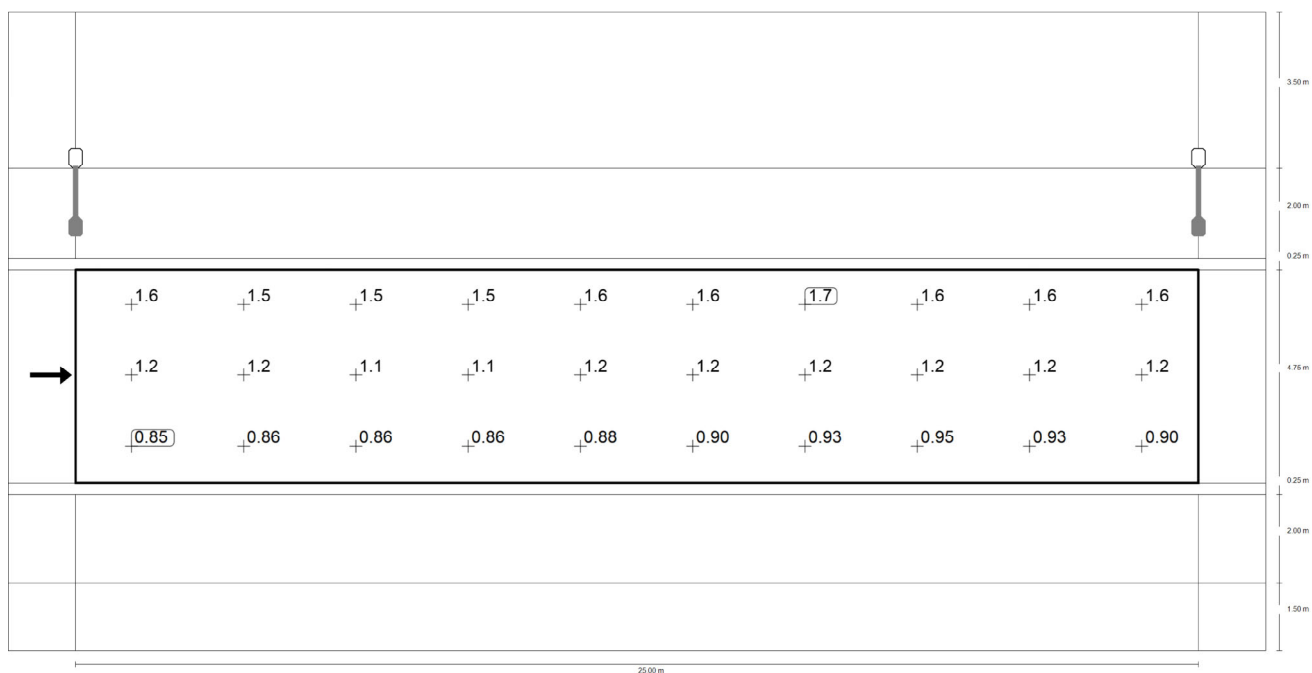
	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	18.5 lx	12.9 lx	30.0 lx	0.701	0.431

Strada 1

**Carreggiata 1 (M3)**

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Curve isolux)

Strada 1

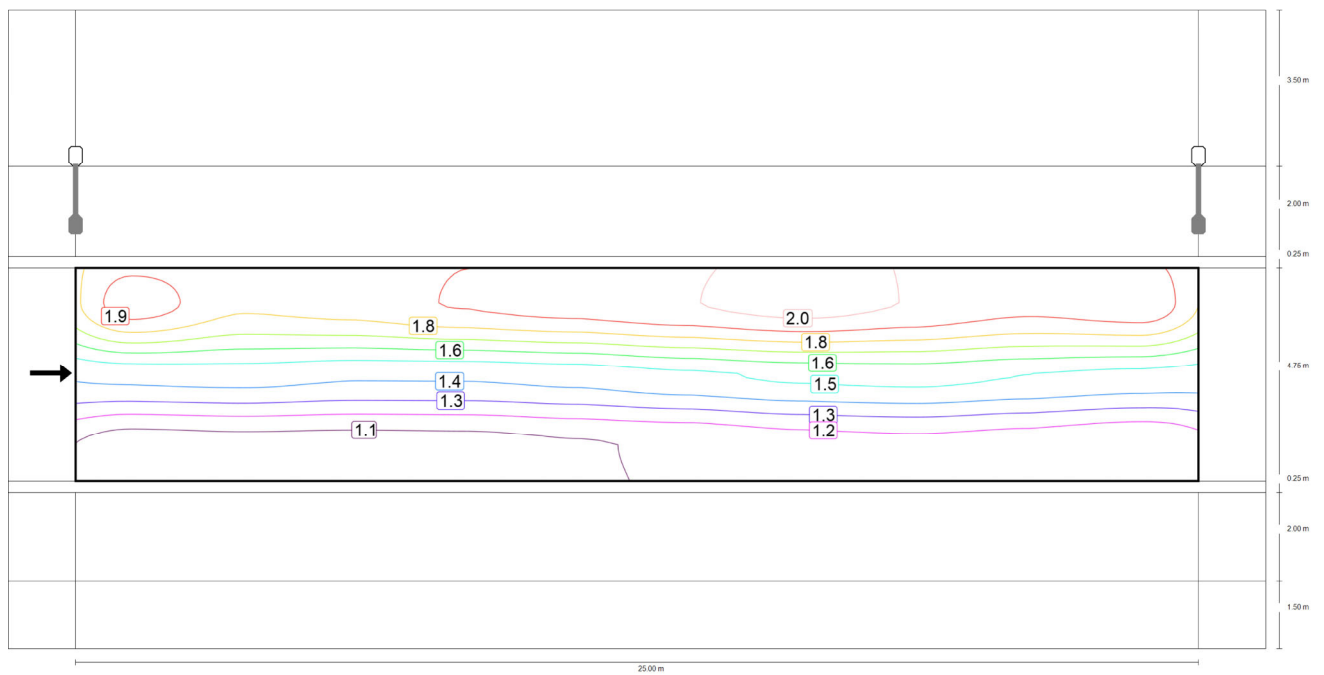
**Carreggiata 1 (M3)**Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
7.708	1.58	1.47	1.49	1.54	1.58	1.61	1.66	1.61	1.56	1.60
6.125	1.15	1.16	1.14	1.14	1.16	1.20	1.23	1.24	1.21	1.19
4.542	0.85	0.86	0.86	0.86	0.88	0.90	0.93	0.95	0.93	0.90

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] (Tabella valori)

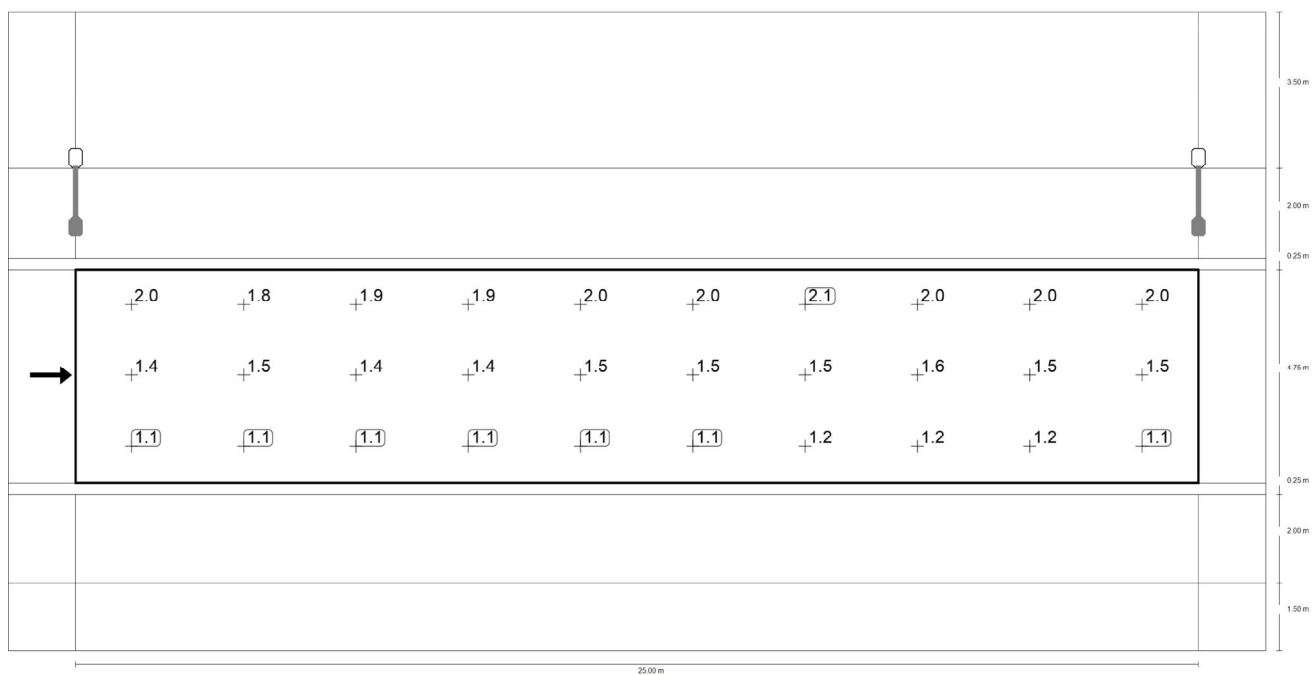
	$L_m$	$L_{min}$	$L_{max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.22 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.85 $\text{cd}/\text{m}^2$	1.66 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.699	0.512

Strada 1

**Carreggiata 1 (M3)**Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [ $\text{cd/m}^2$ ] (Curve isolux)



Strada 1

**Carreggiata 1 (M3)**

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
7.708	1.98	1.84	1.87	1.93	1.97	2.02	2.07	2.02	1.95	2.00
6.125	1.44	1.46	1.43	1.43	1.45	1.50	1.54	1.55	1.52	1.49
4.542	1.06	1.08	1.07	1.08	1.10	1.12	1.16	1.18	1.16	1.12

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

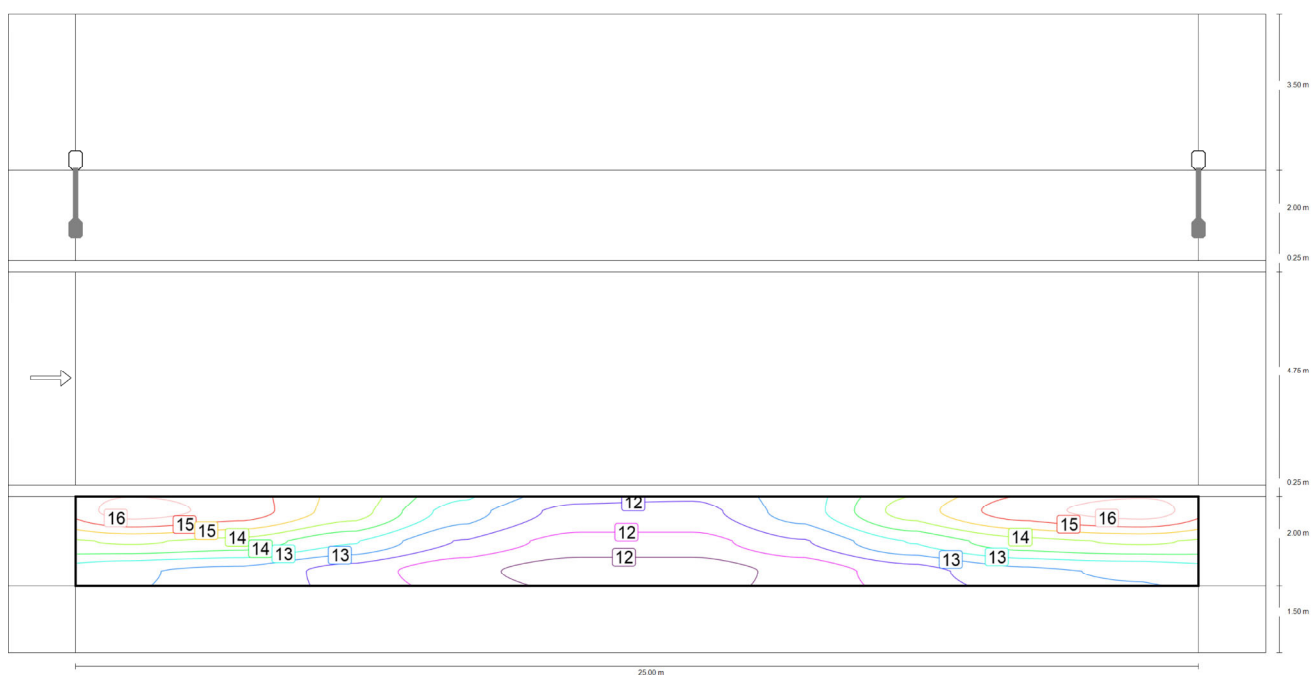
	L <sub>m</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	1.52 cd/m²	1.06 cd/m²	2.07 cd/m²	0.699	0.512

Strada 1

**Stallo di sosta 2 (C5)**

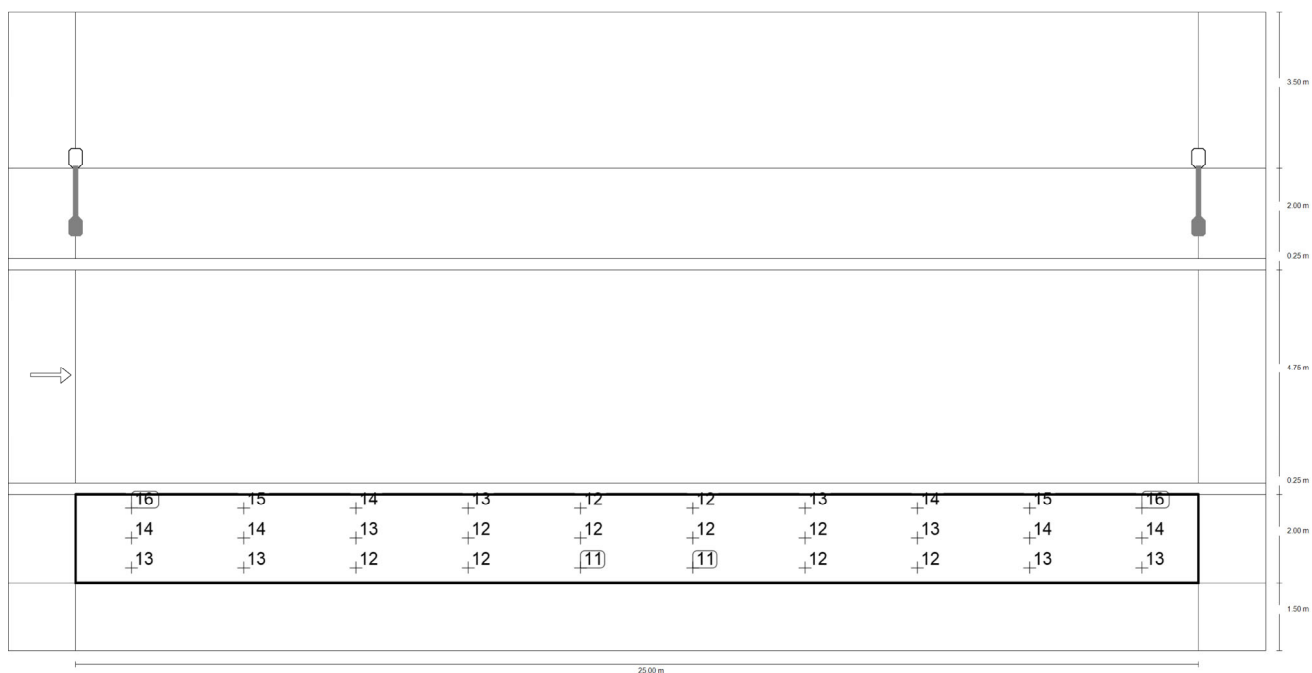
Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Stallo di sosta 2 (C5)	$E_m$	13.19 lx	$\geq 7.50$ lx	✓
	$U_o$	0.86	$\geq 0.40$	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1

**Stallo di sosta 2 (C5)**

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
3.167	15.80	15.38	14.44	13.09	12.29	12.29	13.09	14.44	15.38	15.80
2.500	14.28	14.06	13.36	12.39	11.81	11.81	12.39	13.36	14.06	14.28
1.833	12.94	12.76	12.24	11.67	11.30	11.30	11.67	12.24	12.76	12.94

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

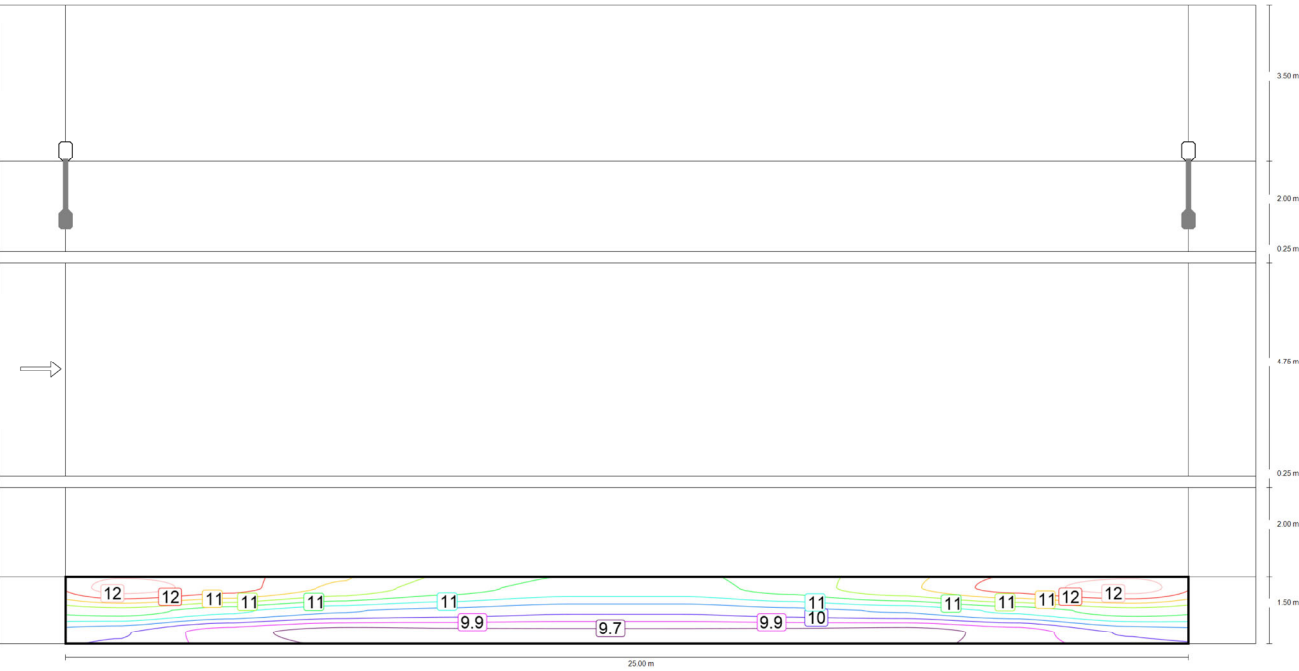
	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	13.2 lx	11.3 lx	15.8 lx	0.857	0.716

Strada 1

Marciapiede 1 (P2)

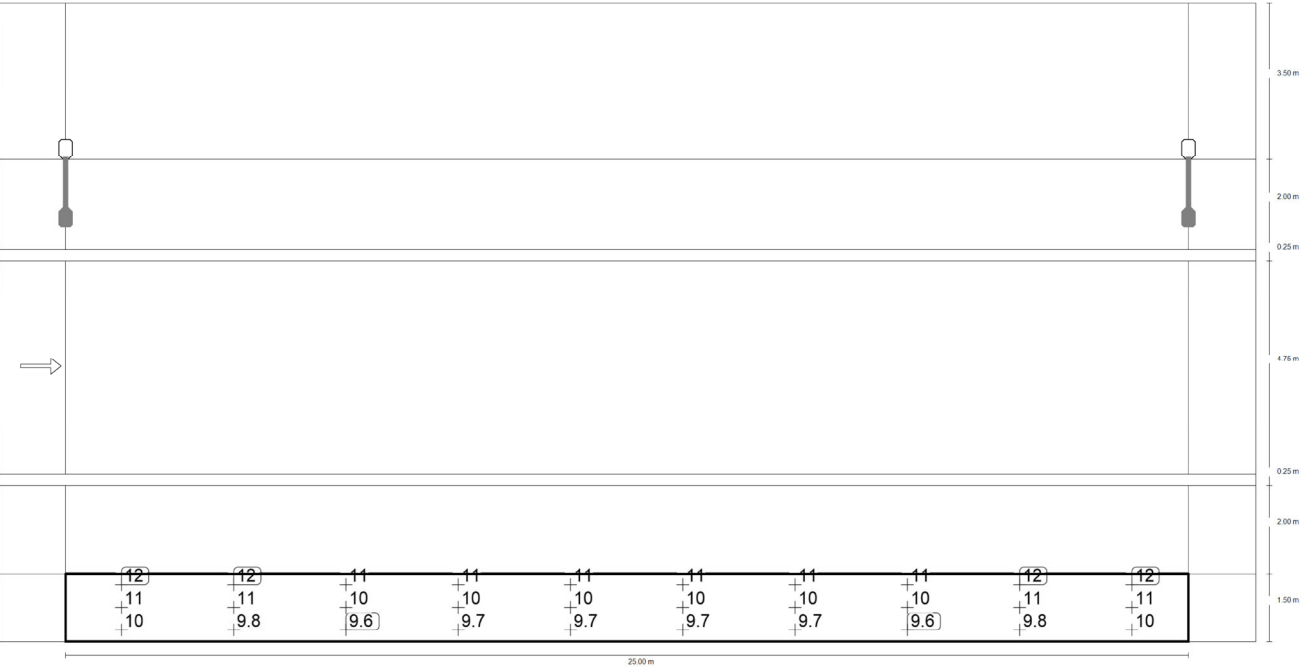
Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (P2)	E <sub>m</sub>	10.52 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E <sub>min</sub>	9.60 lx	≥ 2.00 lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1  
**Marciapiede 1 (P2)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
1.250	11.84	11.60	11.23	10.93	10.74	10.74	10.93	11.23	11.60	11.84
0.750	10.95	10.67	10.41	10.31	10.21	10.21	10.31	10.41	10.67	10.95
0.250	10.19	9.82	9.60	9.65	9.67	9.67	9.65	9.60	9.82	10.19

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	10.5 lx	9.60 lx	11.8 lx	0.913	0.811