



# COMUNE DI SAN GIORGIO DI PIANO

Servizio Lavori Pubblici



## CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

Servizio Progettazione Costruzioni e Manutenzione Strade

### RIORGANIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DI ADDUZIONE ALL'ACCESSO NORD DELL'INTERPORTO DI BOLOGNA NEL COMUNE DI SAN GIORGIO DI PIANO

SOGGETTO ATTUATORE



COMUNE DI SAN GIORGIO DI PIANO

CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

DIRITTORE AREA PROGRAMMAZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO  
Arch. Elena Chiarelli

DIRIGENTE DEL SERVIZIO VIABILITÀ  
Ing. Pietro Luminasi

REFERENTE TECNICO  
Arch. Alessandro Gaiani

REFERENTE TECNICO  
Ing. Francesco Vitale

## PROGETTO DEFINITIVO

## DOCUMENTAZIONE GENERALE

### OPERE TECNOLOGICHE

Relazione tecnica di Dimensionamento  
Impianto di illuminazione

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Andrea Tanzi  
Ord. Ingg. Parma n.1154

RESPONSABILE OPERE  
TECNOLOGICHE

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Michele Angelo Parrella  
Ord. Ingg. Avellino N. 933

PROJECT ENGINEER

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi  
Ord. Ingg. Parma N. 1154

CODICE IDENTIFICATIVO

| RIFERIMENTO PROGETTO |          |       |           | RIFERIMENTO DIRETTORIO |          |           |           |        |               | RIFERIMENTO ELABORATO |            |             |      | Ordinatore: |
|----------------------|----------|-------|-----------|------------------------|----------|-----------|-----------|--------|---------------|-----------------------|------------|-------------|------|-------------|
| Codice               | Commessa | Lotto | Sub-Prog. | Fase                   | Capitolo | Paragrafo | tipologia | WBS    | PARTE D'OPERA | Tip.                  | Disciplina | Progressivo | Rev. |             |
| 57                   | 1001     | SP    | 01        | PDDG                   | IMP      |           | 000000    | 000000 | ROPT          | 0002                  |            | 0           |      | 0           |
| SCALA:               |          |       |           |                        |          |           |           |        |               |                       |            |             |      | -           |



PROJECT MANAGER:

SUPPORTO SPECIALISTICO:

REVISIONE

REDATTO:

-

VERIFICATO:

-

n.

data

0

MAGGIO 2020

1

2

3

4

-

-

-

-

## Sommar

|          |                                                                                                                                                         |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>NOTE GENERALI .....</b>                                                                                                                              | <b>3</b>  |
| 1.1      | NOTE RELATIVE ALLE FASI DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI .....                                                                                           | 3         |
| 1.2      | NOTE RELATIVE A MARCHE COMMERCIALI .....                                                                                                                | 3         |
| <b>2</b> | <b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>                                                                                                                   | <b>4</b>  |
| 2.1      | PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64.8/7 – Sez. 714.....                                                                                                      | 8         |
| 2.1.1    | Protezione contro i contatti diretti (Norme CEI 64.8 - art. 714.412).....                                                                               | 8         |
| 2.1.2    | Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 - art. 714.413).....                                                                             | 8         |
| 2.1.3    | Resistenza d'isolamento (Norme CEI 64.8 - art. 714.31.1).....                                                                                           | 9         |
| 2.1.4    | Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 - art. 714.525).....                                                                                   | 10        |
| 2.1.5    | Caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione (Norme CEI 64.8/7 - art. A.1.1) .....                                                              | 10        |
| 2.1.6    | Barriere di sicurezza e distanziamenti dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata e della sede stradale (Norme CEI 64.8/7 - art. A.2) ..... | 10        |
| 2.1.7    | Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche .....                                                                                    | 10        |
| 2.1.8    | Altezza minima degli impianti sulla carreggiata.....                                                                                                    | 10        |
| 2.1.9    | Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne (Norme CEI 64.8/7 - art. A.3.1) .....                   | 11        |
| <b>3</b> | <b>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....</b>                                                                                                           | <b>12</b> |
| 3.1      | PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE .....                                                                                                                     | 12        |
| 3.1.1    | Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248:2016 .....                                                                                             | 12        |
| 3.1.2    | Procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche secondo le Norme UNI EN 11248:2016 .....                                                | 13        |
| 3.1.3    | Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi .....                                | 15        |
| 3.1.4    | Classificazione delle intersezioni in funzione alla viabilità (UNI 11248:2016).....                                                                     | 23        |
| 3.1.5    | Illuminazione delle intersezioni stradali (UNI 11248:2016) .....                                                                                        | 25        |
| <b>4</b> | <b>DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE .....</b>                                                                                                                | <b>29</b> |
| 4.1      | OGGETTO DELLA SPECIFICA .....                                                                                                                           | 29        |
| 4.2      | RISPONDE A NORME TECNICHE .....                                                                                                                         | 29        |
| 4.3      | AMBIENTE DI INSTALLAZIONE E CARATTERISTICHE .....                                                                                                       | 31        |
| 4.4      | DATI TECNICI.....                                                                                                                                       | 31        |
| 4.5      | CRITERI DI DIMENSIONAMENTO .....                                                                                                                        | 32        |
| 4.5.1    | Dimensionamento dei conduttori .....                                                                                                                    | 32        |
| 4.5.2    | Corrente massima (portata) nelle condizioni di posa previste così ricalcolata .....                                                                     | 33        |
| 4.5.3    | Livello di isolamento.....                                                                                                                              | 33        |
| 4.5.4    | Caduta di tensione .....                                                                                                                                | 33        |
| <b>5</b> | <b>RELAZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI.....</b>                                                                                                          | <b>34</b> |
| 5.1      | INTERVENTO 1 – ROTATORIA SANTA MARIA IN DUNO .....                                                                                                      | 34        |
| 5.1.1    | Dati di base .....                                                                                                                                      | 34        |
| 5.1.2    | Risultati dei calcoli .....                                                                                                                             | 35        |
| 5.1.3    | Riepilogo potenza installata .....                                                                                                                      | 35        |
| 5.1.4    | Tipo di posa .....                                                                                                                                      | 36        |
| 5.2      | INTERVENTO 2 – ROTATORIA SU SP 4 GALLIERA CON SP 44 BASSA BOLOGNESE E CON SP 42 CENTESE .....                                                           | 37        |
| 5.2.1    | Dati di base .....                                                                                                                                      | 37        |
| 5.2.2    | Risultati dei calcoli .....                                                                                                                             | 38        |
| 5.2.3    | Riepilogo potenza installata .....                                                                                                                      | 38        |
| 5.2.4    | Tipo di posa .....                                                                                                                                      | 39        |
| 5.3      | INTERVENTO 3 – ROTATORIA SU S.P. 4 GALLIERA CON VIA MARCONI .....                                                                                       | 40        |
| 5.3.1    | Dati di base .....                                                                                                                                      | 40        |

---

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.3.2    | <i>Risultati dei calcoli</i> .....                                        | 41        |
| 5.3.3    | <i>Riepilogo potenza installata</i> .....                                 | 41        |
| 5.3.4    | <i>Tipo di posa</i> .....                                                 | 42        |
| 5.4      | INTERVENTO 5 – ROTATORIA SU S.P. 44 BASSA BOLOGNESE CON VIA MARCONI ..... | 43        |
| 5.4.1    | <i>Dati di base</i> .....                                                 | 43        |
| 5.4.2    | <i>Risultati dei calcoli</i> .....                                        | 44        |
| 5.4.3    | <i>Riepilogo potenza installata</i> .....                                 | 44        |
| 5.4.4    | <i>Tipo di posa</i> .....                                                 | 44        |
| <b>6</b> | <b>ALLEGATI (CALCOLI ILLUMINOTECNICI)</b> .....                           | <b>45</b> |

## 1 NOTE GENERALI

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento seguita nella progettazione definitiva degli impianti di illuminazione. In particolare si evidenzia che i calcoli allegati sono sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano armature illuminanti delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente validati.

### 1.1 NOTE RELATIVE ALLE FASI DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

La dorsale elettrica di illuminazione dell'illuminazione stradale, oggetto di nuova realizzazione, dovrà essere:

- intercettata all'interno dei nuovi pozzetti in cls previsti a progetto
- posata la nuova linea trifase da quadro generale QEG-LE esistente oggetto di modifica o di nuova realizzazione, mediante cavo in rame trifase di nuova fornitura e posa in opera. Si rimanda agli elaborati di progetto per specifiche della dorsale di distribuzione e relativo interruttore di protezione posto su quadro elettrico.

La dorsale elettrica di illuminazione dei sottopassi oggetto di nuova realizzazione dovrà essere:

- intercettata all'interno dei nuovi pozzetti in cls previsti a progetto
- posata la nuova linea da quadro generale QE esistente oggetto di modifica (nuovo o esistente da revisionare) mediante cavo in rame trifase di nuova fornitura e posa in opera. Si rimanda agli elaborati di progetto per specifiche della dorsale di distribuzione e relativo interruttore di protezione posto su quadro elettrico.

La dorsale passante all'interno dell'intersezione sarà realizzata mediante n°2 tubazioni in pvc a doppia camera di sezione 110mm posate sotto il manto stradale.

### 1.2 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

- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione
- Norma UNI 11095:2011 e EC 1-2013 UNI 11095:2011 Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali
- Norma UNI 11248:2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- Norma UNI EN 13201:2016 Illuminazione stradale:
  - Parte 2: Requisiti prestazionali;
  - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
  - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
  - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche.
- Raccomandazioni CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)
- Legge Regionale del 5 ottobre 2015, n. 31 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e s.m.i. della Regione Lombardia
- Norma CEI 64-8; Parte 7; Sezione 714 - Impianti di illuminazione situati all'esterno
- D.Lgs. del 9 aprile 2008 n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Gli impianti ed i componenti devono essere realizzati a regola d'arte e specificatamente da tabella seguente:

*Tabella 2-1. Norme di riferimento*

| NORMA                                                                                                                         | TITOLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CEI 11.17                                                                                                                     | Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica<br>- Linee in cavo                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CEI EN 60073<br>(CEI 16-3)                                                                                                    | Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori                                                                                                                                                                            |
| CEI EN 62271 200:<br>2013-07 (CEI 17-6)                                                                                       | Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso                                                                                                                                                                                                  |
| CEI EN 60947-3/A2<br>(CEI 17-11;V2)                                                                                           | Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili                                                                                                                                                                                                       |
| CEI EN 61439-1(17-113)<br>CEI EN 61439-2(17-114)<br>CEI EN 61439-3(17-116)<br>CEI EN 61439-4(17-117)<br>CEI EN 61439-4(121-4) | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT): Parte 1: Regole generali; Parte 2: Quadri di potenza; Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO); Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC); Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche. |
| CEI EN 61386-1 (CEI 23-80)                                                                                                    | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| CEI EN 61386-21 (CEI 23-81)                                                                                                   | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori                                                                                                                                                                                                                       |

|                                    |                                                                                                                                             |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CEI EN 61386-24 (CEI 23-116)       | Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati                    |
| CEI EN 61537 (CEI 23-76)           | Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini                           |
| CEI EN 50085-1/A1 (CEI 23-58;V1)   | Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali                                                 |
| CEI EN 50085-2-1/A1 (CEI 23-93;V1) | Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto |

I tipi dei conduttori da impiegare negli impianti devono essere conformi e certificati secondo CPR UE305/11 come da tabella sottostante.

*Tabella 2-2. Cavi CPR in funzione dell'ambiente di installazione*

| LIVELLO RISCHIO<br>EUROCLASSE CPR CEI-UNEL 35016        | LUOGHI DI IMPIEGO<br>CEI 64-8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | NUOVI CAVI<br>CPR                                                                                  | Cavi non CPR non più conformi<br>dopo entrata in vigore variante<br>CEI 64-8                                          |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ALTO</b><br><b>B2ca - s1a, d1, a1</b>                | Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane<br>in tutto o in parte sotterranee.<br>Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie<br>superiori a 1000 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>FG18OM18 - 0,6/1 kV</b><br><b>FG18OM16 - 0,6/1 kV</b>                                           | <b>FG10OM2 - 0,6/1 kV</b><br><b>FG10OM1 - 0,6/1 kV</b>                                                                |
| <b>MEDIO</b><br><b>Cca - s1b, d1, a1</b>                | Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero<br>ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno,<br>case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture<br>sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica<br>in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di<br>diagnostica strumentale e di laboratorio.<br>Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e<br>centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato.<br>Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere,<br>villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini,<br>bed & breakfast, dormitori,<br>case per ferie, con oltre 25 posti-letto; strutture turistico-ricettive<br>nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con<br>capacità ricettiva superiore a 400 persone.<br>Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre<br>100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti.<br>Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al<br>dettaglio, fiere e quartieri fieristici.<br>Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche<br>ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre.<br>Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore<br>a 24 m. | <b>FG16OM16 - 0,6/1 kV</b><br><br><b>FG17 - 450/750 V</b><br><br><b>H07Z1-K type 2 - 450/750 V</b> | <b>FG7OM1 - 0,6/1 kV</b><br><br><b>N07G9-K</b><br><br><b>H07Z1-K type 2 - 450/750 V</b><br><b>Non marcato Eca(CE)</b> |
| <b>BASSO (posa a fascio)</b><br><b>Cca - s3, d1, a3</b> | Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza<br>antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante,<br>studio medico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>FG16OR16 - 0,6/1 kV</b><br><b>FS17 - 450/750 V</b>                                              | <b>FG7OR - 0,6/1 kV</b><br><b>N07V-K</b>                                                                              |
| <b>BASSO (posa singola)</b><br><b>Eca</b>               | Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui<br>sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per<br>persone e/o cose.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>H07RN-F</b><br><b>H07V-K</b>                                                                    | <b>ARMONIZZATI</b><br><b>Non marcati Eca(CE)</b>                                                                      |

*Tabella 2-3. Norme di riferimento cavi CPR*

| NORMA          | TITOLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CEI-UNEL 35324 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1 |
| CEI-UNEL 35328 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1 |
| CEI-UNEL 35318 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3                       |
| CEI-UNEL 35322 | Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3      |
| CEI-UNEL 35310 | Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale Uo/U 450/750V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1                                                                                                                      |
| CEI-UNEL 35312 | Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi con conduttori flessibili per posa fissa - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1                                                                                   |
| CEI-UNEL 35316 | Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari flessibili per posa fissa - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1                                                                       |
| CEI-UNEL 35716 | Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale Uo/U 450/750V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3                                                                                                                                     |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CEI-UNEL 35326 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1 |
| CEI-UNEL 35320 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3         |
| CEI-UNEL 35314 | Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi con conduttori rigidi per posa fissa - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1                             |
| CEI-UNEL 35718 | Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 450/750 V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3                                                                              |

Inoltre, devono essere rispettati i specifici articoli delle Norme CEI 64.8 Sez. 714:

## **2.1 PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64.8/7 – SEZ. 714**

### **2.1.1 Protezione contro i contatti diretti (Norme CEI 64.8 - art. 714.412)**

Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti.

Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate.

Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m.

### **2.1.2 Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 - art. 714.413)**

La protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Nel caso di impianti di illuminazione esterna installati su sostegni che sorreggono anche linee elettriche adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti indicati negli articoli della presente Sezione, si applicano solo all'impianto di illuminazione esterna e non alle linee elettriche aeree, per le quali valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione purchè:

- tali parti metalliche risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- tali parti metalliche vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di alimentazione per quanto concerne i distanziamenti di sicurezza che devono essere osservati dagli

operatori in occasione di interventi sugli impianti.

#### **Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione art. 714.413.1**

Non è necessario collegare all'impianto di terra dell'impianto di illuminazione le strutture metalliche (quali recinti, griglie, ecc.), che sono situate in prossimità ma non fanno parte dell'impianto di illuminazione esterno.

NOTA 1 - L'utilizzo di un singolo dispositivo di protezione a corrente differenziale all'origine dell'impianto di illuminazione, nel caso di un singolo guasto in un apparecchio di illuminazione, può determinare il distacco dell'intero impianto di illuminazione e rischi per la sicurezza degli utenti.

NOTA 2 - Si raccomanda di proteggere gli impianti di illuminazione situati in posti quali quelli indicati nel secondo alinea del 714.1 mediante dispositivi di protezione a corrente differenziale aventi corrente nominale differenziale non superiore a 30mA. Tali dispositivi di protezione forniscono inoltre una protezione addizionale contro i contatti diretti.

#### **Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente art. 714.413.2**

Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Per le condutture elettriche si veda l'articolo 413.2. Ai fini di questo articolo si devono utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1 kV.

### **2.1.3 Resistenza d'isolamento (Norme CEI 64.8 - art. 714.31.1)**

- A. Con apparecchi di illuminazione disinseriti, ogni circuito di illuminazione alimentato a tensione fino a 1000 V, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore ai valori presenti nella Tabella 61A della Norma CEI 64-8.

**Tabella 6A – Valore minimo della resistenza di isolamento**

| Tensione nominale del circuito<br>(V) | Tensione di prova c.c.<br>(V) | Resistenza di isolamento<br>(MΩ) |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| SELV e PELV                           | 250                           | ≥ 0,5                            |
| Fino a 500 V, compreso FELV           | 500                           | ≥ 1,0                            |
| Oltre 500 V                           | 1 000                         | ≥ 1,0                            |

B. Con apparecchi di illuminazione inseriti, ogni circuito di illuminazione, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

b1) per gli impianti di categoria 0:  $0,25 \text{ M}\Omega$

b2) per gli impianti di categoria I:

$$[2 / (L+N)] \text{ M}\Omega$$

dove:

$L$  = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in chilometri (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);

$N$  = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

Questa misura deve essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti. La tensione di prova deve essere applicata per circa 60 s.

#### **2.1.4 Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 - art. 714.525)**

Si applica quanto indicato in 525, e nel relativo commento, con la differenza di considerare la caduta di tensione al 5% della tensione nominale dell'impianto.

#### **2.1.5 Caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione (Norme CEI 64.8/7 - art. A.1.1)**

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione (materiale, dimensioni, protezione dalle corrosione, ipotesi di carico, progetto e la sua verifica), si deve fare riferimento alla serie di norme UNI EN 40.

#### **2.1.6 Barriere di sicurezza e distanziamenti dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata e della sede stradale (Norme CEI 64.8/7 - art. A.2)**

I pali di illuminazione devono essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale. L'uso di opportune barriere di sicurezza o di stanziamenti sono stabiliti da appositi decreti ministeriali (DM 3 giugno 1998; DM 18 febbraio 1992 n. 223; DM 15 ottobre 1996, DM 21 giugno 2004). Si veda anche la Norma UNI 1317.

*NOTA Per quanto riguarda l'altezza minima dal piano della carreggiata degli apparecchi di illuminazione nonché la sporgenza dei sostegni rispetto alla stessa carreggiata si vedano le disposizioni del Codice della strada.*

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm secondo quanto specificato nel DM 14 giugno 1989 n. 236, 8.2.1.

#### **2.1.7 Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche**

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls.

#### **2.1.8 Altezza minima degli impianti sulla carreggiata**

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 10 m.

### **2.1.9 Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne (Norme CEI 64.8/7 - art. A.3.1)**

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree (conduttori supposti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella Norma CEI 11-4 in 2.2.4 - ipotesi 3) non devono essere inferiori a:

- a) 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I;

Il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato.

- b)  $(3 + 0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kilovolt.

Il distanziamento può essere ridotto a  $(1 + 0,015 U)$  m per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi.

*NOTA I distanziamenti sopra indicati si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici; distanziamenti maggiori sono di regola necessari per tenere conto anche delle esigenze di sicurezza degli operatori che intervengono sugli impianti di illuminazione pubblica.*

### 3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

#### 3.1 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

##### 3.1.1 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.

### 3.1.2 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

- suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei pari parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada;
- 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 espresse 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.

### 3.1.3 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 <sup>-1</sup> ] | Categoria illuminotecnica di ingresso |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>A<sub>1</sub></b>  | Autostrade extraurbane                                                                                    | 130 - 150                                | M1                                    |
|                       | Autostrade urbane                                                                                         | 130                                      |                                       |
| <b>A<sub>2</sub></b>  | Strade di servizio alle autostrade                                                                        | 70 - 90                                  | M <sup>2</sup>                        |
|                       | Strade di servizio alle autostrade urbane                                                                 | 50                                       |                                       |
| <b>B</b>              | Strade extraurbane principali                                                                             | 110                                      | M <sup>2</sup>                        |
|                       | Strade di servizio alle autostrade principali                                                             | 70 - 90                                  | M3                                    |
| <b>C</b>              | Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>1)</sup> )                                               | 70 - 90                                  | M <sup>2</sup>                        |
|                       | Strade extraurbane secondarie                                                                             | 50                                       | M3                                    |
|                       | Strade extraurbane secondarie con limiti particolari                                                      | 70 - 90                                  | M <sup>2</sup>                        |
| <b>D</b>              | Strade urbane di scorrimento                                                                              | 70                                       | M <sup>2</sup>                        |
|                       |                                                                                                           | 50                                       |                                       |
| <b>E</b>              | Strade urbane di quartiere                                                                                | 50                                       | M3                                    |
| <b>F<sup>3)</sup></b> | Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>1)</sup> )                                                   | 70 - 90                                  | M <sup>2</sup>                        |
|                       | 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                                |
| <b>Fbis</b>           | 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 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".

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                  |
|           | $L$<br>[minima mantenuta]<br>cd x m <sup>2</sup>                                                  | $U_o$<br>[minima] | $U_l^{a)}$<br>[minima] | $U_{ow}^{b)}$<br>[minima] | $f_{TI}^{c)}$<br>[massima]<br>% | $R_{EI}^{d)}$<br>[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 ( $f_{TI}$ ) e il rapporto dell'illuminamento ai bordi ( $R_{EI}$ ) 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 ( $f_T$ ) 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  $f_T$  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             |                   |
|-----------|---------------------------------------|-------------------|
|           | $\bar{E}$<br>[minimo mantenuto]<br>lx | $U_o$<br>[minimo] |
| <b>C0</b> | 50                                    | 0,40              |
| <b>C1</b> | 30                                    | 0,40              |
| <b>C2</b> | 20,0                                  | 0,40              |
| <b>C3</b> | 15,0                                  | 0,40              |
| <b>C4</b> | 10,0                                  | 0,40              |
| <b>C5</b> | 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 |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                     | $\bar{E}^a$<br>[minimo mantenuto]<br>lx | $\bar{E}_{min}$<br>[mantenuto]<br>lx | $\bar{E}_{v,min}$<br>[mantenuto]<br>lx                          | $\bar{E}_{sc,min}$<br>[mantenuto]<br>lx |
| <b>P1</b>                                                                                                                                                                           | 15,0                                    | 3,00                                 | 5,0                                                             | 5,0                                     |
| <b>P2</b>                                                                                                                                                                           | 10,0                                    | 2,00                                 | 3,0                                                             | 2,0                                     |
| <b>P3</b>                                                                                                                                                                           | 7,50                                    | 1,50                                 | 2,5                                                             | 1,5                                     |
| <b>P4</b>                                                                                                                                                                           | 5,0                                     | 1,00                                 | 1,5                                                             | 1,0                                     |
| <b>P5</b>                                                                                                                                                                           | 3,0                                     | 0,60                                 | 1,0                                                             | 0,6                                     |
| <b>P6</b>                                                                                                                                                                           | 2,0                                     | 0,40                                 | 0,6                                                             | 0,2                                     |
| <b>P7</b>                                                                                                                                                                           | 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. |                                         |                                      |                                                                 |                                         |

Prospetto 4. Categorie illuminotecniche HS

CATEGORIE HS:

| Categoria  | Illuminamento semisferico                  |                             |
|------------|--------------------------------------------|-----------------------------|
|            | $\bar{E}_{hs}$<br>[minimo mantenuto]<br>lx | $U_o$<br>[minimo]           |
| <b>HS1</b> | 5,00                                       | 0,15                        |
| <b>HS2</b> | 2,50                                       | 0,15                        |
| <b>HS3</b> | 1,00                                       | 0,15                        |
| <b>HS4</b> | Prestazione non determinata                | Prestazione non determinata |

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                    | $\bar{E}_{sc,min}$<br>[mantenuto] lx |
| <b>SC1</b>                   | 10,00                                |
| <b>SC2</b>                   | 7,50                                 |
| <b>SC3</b>                   | 5,00                                 |
| <b>SC4</b>                   | 3,00                                 |
| <b>SC5</b>                   | 2,00                                 |
| <b>SC6</b>                   | 1,50                                 |
| <b>SC7</b>                   | 1,00                                 |
| <b>SC8</b>                   | 0,75                                 |
| <b>SC9</b>                   | 0,50                                 |

Prospetto 6. Categorie illuminotecniche EV

CATEGORIE EV:

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

### 3.1.4 Classificazione delle intersezioni in funzione alla viabilità (UNI 11248:2016)

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.

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 | -  | -  | -  | -  | -  |    |

### 3.1.5 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.

#### 3.1.5.1 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.

### 3.1.5.2 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.

#### 3.1.5.3 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<sup>[10]</sup>.

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 <sub>1</sub> | Autostrade extraurbane                               | 2                                  | 2                                       | 2                     | 1 100                                             |                                                                                                                                                                                                            |
|                | Autostrade urbane                                    | 2                                  | 2                                       | 2                     | 1 550                                             |                                                                                                                                                                                                            |
| A <sub>2</sub> | 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<br>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<br>Strade tipo provinciali, regionali e statali<br>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.                                                                              |

## 4 DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE

### 4.1 OGGETTO DELLA SPECIFICA

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme di carattere generale e in particolare per il calcolo dei cavi di alimentazione degli impianti illuminazione esterna, relativi alla opere connesse con la riorganizzazione della viabilità di adduzione all'accesso nord dell'Interporto di Bologna

### 4.2 RISPONDENZA A NORME TECNICHE

L'appaltatore con l'accettazione della presente specifica si impegna a rispettare:

- Tutte le leggi pertinenti in vigore nella Repubblica Italiana alla data di definizione dell'appalto e le Norme e Leggi in materia anti-infortunistica;
- Norme applicabili del Comitato Elettrotecnico italiano ed in particolare

*Tabella 4-1. Norme di riferimento cavi*

| Titolo Norma   | Titolo Norma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Fascicolo                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| CEI 11-17      | Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8402                                                            |
| CEI-UNEL 35318 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3          |                                                                 |
| CEI 11-25      | Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata – Parte 0: Calcolo delle correnti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6317                                                            |
| CEI 11-28      | Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4142 R                                                          |
| CEI 64-8       | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.<br>Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali<br>Parte 2: Definizioni<br>Parte 3: Caratteristiche generali<br>Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza<br>Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici<br>Parte 6: Verifiche<br>Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari | 11956<br>11957<br>11958<br>11959<br>11960<br><br>11961<br>11962 |

- Le tabelle UNEL applicabili per le caratteristiche dei materiali unificati per le portate di corrente ecc e le equivalenti norme Europee.

|                  |                                                                                                                                                                                                                    |  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| CEI-UNEL 35026   | Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata |  |
| CEI-UNEL 35024/2 | Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria                 |  |

### 4.3 AMBIENTE DI INSTALLAZIONE E CARATTERISTICHE

Le condizioni di impiego essenzialmente saranno tipo multipolare per: posa interrata entro tubazioni in PVC; a vista sempre entro tubi protettivi circolari con le seguenti condizioni ambientali:

- Posa interrata
  - Temperatura massima: +20°C
  - Temperatura minima: -5°C
- Posa a vista
  - Temperatura massima: +40°C
  - Temperatura minima: -15°C

### 4.4 DATI TECNICI

|                                     |   |                                                  |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------------------|
| Identificazione del cavo            | : | FG16R16 - 0,6/1kV                                |
| Tensione nominale                   | : | 0,6/1kV                                          |
| Tensione di prova                   | : | 4kV                                              |
| Temperatura d'esercizio             | : | max 90°C                                         |
| Temperatura di corto-circuito (max) | : | 250°C                                            |
| Conduttore                          | : | a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto |
| Isolamento                          | : | gomma HEPR ad alto modulo qualità G16            |
| Guaina                              | : | guaina in PVC speciale di qualità R16            |
| Colore                              | : | grigio chiaro                                    |

## 4.5 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

### 4.5.1 Dimensionamento dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori è eseguito per assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

Le altre considerazioni che hanno influenzato la sezione del conduttore, coordinate con l'organo di protezione sono:

- protezione contro i sovraccarichi verificando che:

$$I_Z \geq I_N \geq I_B$$

$$I_F \leq 1,45 \leq I_Z$$

Dove:

$I_B$  = è la corrente di regime

$I_N$  = è la corrente nominale dell'organi di protezione

$I_Z$  = è la portata del conduttore nelle condizioni di posa previste

$I_F$  = è la corrente di sicurezza di funzionamento della protezione

- protezione contro i corto-circuiti verificando che:
  - tutti gli apparecchi di protezione sono stati scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare ( $I_2t$ ) sia inferiore a quella della linea e delle apparecchiature da proteggere;
  - la caduta di tensione non sia superiore a quella prevista del 5%;
  - la lunghezza massima protetta non è riportata nei documenti allegati, ma è ugualmente verificata dal calcolo computerizzato effettuato, anche se non richiesto dalle normative, in quanto i conduttori sono tutti verificati per la protezione contro i sovraccarichi;

#### 4.5.2 Corrente massima (portata) nelle condizioni di posa previste così ricalcolata

Dalle tabelle CEI-UNEL 35026 si avrà

$$I_z = I_o \times K_1 \times K_7$$

Dove:

$I_o$  portata con temperatura del terreno a 20°C relativo al metodo di installazione previsto, ricavato dalla tabella 1

$K_1$  è il fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 20°C (tabella II)

$K_7$  è il fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (tabella IV CEI UNEL 35024/1)

#### 4.5.3 Livello di isolamento

La resistenza di isolamento dell'impianto predisposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti dovrà soddisfare la seguente relazione

$$R_{iso} < \frac{2}{(L+N)} \text{ M}\Omega$$

dove

$L$  : è la lunghezza massima della linea in chilometri (con un minimo di 1km)

$N$  : è il numero degli apparecchi illuminanti connessi

#### 4.5.4 Caduta di tensione

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'emissione luminosa degli apparecchi di illuminazione.

Le Norme CEI 64.8 - Parte 5 - art. 525 prescrivono che le cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative norme CEI. Possono non essere prese in considerazione condizioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario

## 5 RELAZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI

### 5.1 INTERVENTO 1 – ROTATORIA SANTA MARIA IN DUNO

#### 5.1.1 Dati di base

La nuova rotatoria oggetto di intervento, si sviluppa in asse con il tracciato urbano collegando e raccordando lo stesso alla viabilità urbana/interurbana di quartiere esistente. Il progetto prevede la realizzazione dell'illuminazione stradale a corredo della rotatoria stessa, delle strade di conflitto in essa confluenti e delle piste ciclabili contigue.

Per i tratti stradali esistenti la classificazione della strada è di tipo "Strade urbane di quartiere o strade extraurbane secondarie" avendo velocità di percorrenza limitata a 50 km/h. Ne deriva una categoria illuminotecnica di riferimento riconducibile alla classe "M3".

Strada principale di riferimento (a doppio senso di marcia)

Categoria illuminotecnica di riferimento M3

Parametro di influenza applicabile: Presenza di attraversamenti pedonali (+1)

Parametro tecnico lampade LED: Utilizzo di sorgenti led aventi CRI>60 (-1)

Variazione della categoria illuminotecnica 0

Categoria illuminotecnica di progetto M3

**Categoria illuminotecnica di esercizio M3**

Luminanza 1 cd/m<sup>2</sup> (luminanza prescritta per strada M2)

Uniformità Uo 40%

Uniformità UL 60%

Sulla base della tabella comparativa delle categorie illuminotecniche tra zone adiacenti al punto 3.1.4 si definiscono le seguenti classi illuminotecniche di riferimento:

Rotatoria

**Categoria illuminotecnica di esercizio C2**

Emedio min mant.  $\bar{E}$  20 lux

Uniformità Uo 40%

### 5.1.2 Risultati dei calcoli

| Zona di studio | Class.<br>Strada di<br>riferimento | Categoria illuminotecnica di<br>progetto/esercizio |                      |                     | Risultati dei calcoli      |                      |                     |
|----------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | L<br>[cd/m²]                                       | Uo [min/med]         | UI                  | L [cd/m²]                  | Uo [min/med]         | UI                  |
| Strada         | M2                                 | 1,0                                                | 0,4                  | 0,6                 | 1,00                       | 0,58                 | 0,83                |
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | Emedio<br>min<br>mant.<br>[É]                      | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/me<br>d] | Emedio<br>min mant.<br>[É] | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/m<br>ed] |
| Rotatoria      | C2                                 | 20                                                 | N.A.                 | 0,4                 | 20,5                       | N.A.                 | 0,77                |

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.

### 5.1.3 Riepilogo potenza installata

Per l'illuminazione dell'intersezione in oggetto saranno necessarie le seguenti potenze:

| N° app. installati            | Potenza (W) | Totale (W)  |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| 5                             | 140         | 700         |
| 5                             | 98          | 490         |
| 1                             | 40          | 40          |
| <b>Totale complessivo (W)</b> |             | <b>1230</b> |

#### **5.1.4 Tipo di posa**

Per l'altezza di installazione, distanza dal bordo stradale e tipologia apparecchi illuminanti vedere tavole planimetriche e sezioni di dettaglio dedicato.

## 5.2 INTERVENTO 2 – ROTATORIA SU SP 4 GALLIERA CON SP 44 BASSA BOLOGNESE E CON SP 42 CENTESE

### 5.2.1 Dati di base

La nuova rotatoria oggetto di intervento, si sviluppa in asse con il tracciato urbano collegando e raccordando lo stesso alla viabilità urbana/interurbana di quartiere esistente. Il progetto prevede la realizzazione dell'illuminazione stradale a corredo della rotatoria stessa, delle strade di conflitto in essa confluenti e delle piste ciclabili contigue.

Per i tratti stradali esistenti la classificazione della strada è di tipo "Strade urbane di quartiere o strade extraurbane secondarie" avendo velocità di percorrenza limitata a 50 km/h. Ne deriva una categoria illuminotecnica di riferimento riconducibile alla classe "M3".

Strada principale di riferimento (a doppio senso di marcia)

Categoria illuminotecnica di riferimento M3

Parametro di influenza applicabile: Presenza di attraversamenti pedonali (+1)

Parametro tecnico lampade LED: Utilizzo di sorgenti led aventi CRI>60 (-1)

Variazione della categoria illuminotecnica 0

Categoria illuminotecnica di progetto M3

**Categoria illuminotecnica di esercizio M3**

Luminanza 1 cd/m<sup>2</sup> (luminanza prescritta per strada M2)

Uniformità Uo 40%

Uniformità UL 60%

Sulla base della tabella comparativa delle categorie illuminotecniche tra zone adiacenti al punto 3.1.4 si definiscono le seguenti classi illuminotecniche di riferimento:

Rotatoria

**Categoria illuminotecnica di esercizio C2**

Emedio min mant.  $\bar{E}$  20 lux

Uniformità Uo 40%

## 5.2.2 Risultati dei calcoli

| Zona di studio | Class.<br>Strada di<br>riferimento | Categoria illuminotecnica di<br>progetto/esercizio |                      |                     | Risultati dei calcoli      |                      |                     |
|----------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | L<br>[cd/m²]                                       | Uo [min/med]         | UI                  | L [cd/m²]                  | Uo [min/med]         | UI                  |
| Strada         | M2                                 | 1,0                                                | 0,4                  | 0,6                 | 1,00                       | 0,58                 | 0,83                |
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | Emedio<br>min<br>mant.<br>[É]                      | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/me<br>d] | Emedio<br>min mant.<br>[É] | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/m<br>ed] |
| Rotatoria A    | C2                                 | 20,0                                               | N.A.                 | 0,4                 | 21,8                       | N.A.                 | 0,44                |
| Rotatoria B    | C2                                 | 20,0                                               | N.A.                 | 0,4                 | 20,6                       | N.A.                 | 0,65                |

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.

## 5.2.3 Riepilogo potenza installata

Per l'illuminazione dell'intersezione in oggetto saranno necessarie le seguenti potenze:

| N° app. installati     | Potenza (W) | Totale (W) |
|------------------------|-------------|------------|
| 8                      | 140         | 1120       |
| 10                     | 98          | 980        |
| Totale complessivo (W) |             | 2100       |

#### **5.2.4 Tipo di posa**

Per l'altezza di installazione, distanza dal bordo stradale e tipologia apparecchi illuminanti vedere tavole planimetriche e sezioni di dettaglio dedicato.

### 5.3 INTERVENTO 3 – ROTATORIA SU S.P. 4 GALLIERA CON VIA MARCONI

#### 5.3.1 Dati di base

La nuova rotatoria oggetto di intervento, si sviluppa in asse con il tracciato urbano collegando e raccordando lo stesso alla viabilità urbana/interurbana di quartiere esistente. Il progetto prevede la realizzazione dell'illuminazione stradale a corredo della rotatoria stessa, delle strade di conflitto in essa confluenti e delle piste ciclabili contigue.

Per i tratti stradali esistenti la classificazione della strada è di tipo "Strade urbane di quartiere o strade extraurbane secondarie" avendo velocità di percorrenza limitata a 50 km/h. Ne deriva una categoria illuminotecnica di riferimento riconducibile alla classe "M3".

Strada principale di riferimento (a doppio senso di marcia)

Categoria illuminotecnica di riferimento M3

Parametro di influenza applicabile: Presenza di attraversamenti pedonali (+1)

Parametro tecnico lampade LED: Utilizzo di sorgenti led aventi CRI>60 (-1)

Variazione della categoria illuminotecnica 0

Categoria illuminotecnica di progetto M3

**Categoria illuminotecnica di esercizio M3**

Luminanza 1 cd/m<sup>2</sup> (luminanza prescritta per strada M2)

Uniformità Uo 40%

Uniformità UL 60%

Sulla base della tabella comparativa delle categorie illuminotecniche tra zone adiacenti al punto 3.1.4 si definiscono le seguenti classi illuminotecniche di riferimento:

Rotatoria

**Categoria illuminotecnica di esercizio C2**

Emedio min mant.  $\bar{E}$  20 lux

Uniformità Uo 40%

### 5.3.2 Risultati dei calcoli

| Zona di studio | Class.<br>Strada di<br>riferimento | Categoria illuminotecnica di<br>progetto/esercizio |                      |                     | Risultati dei calcoli      |                      |                     |
|----------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | L<br>[cd/m²]                                       | Uo [min/med]         | UI                  | L [cd/m²]                  | Uo [min/med]         | UI                  |
| Strada         | M2                                 | 1,0                                                | 0,4                  | 0,6                 | 1,17                       | 0,56                 | 0,84                |
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | Emedio<br>min<br>mant.<br>[Ē]                      | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/me<br>d] | Emedio<br>min mant.<br>[Ē] | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/m<br>ed] |
| Rotatoria      | C2                                 | 20                                                 | N.A.                 | 0,4                 | 22,3                       | N.A.                 | 0,75                |

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.

### 5.3.3 Riepilogo potenza installata

Per l'illuminazione della rotatoria in oggetto saranno necessarie le seguenti potenze:

| N° app. installati | Potenza (W) | Totale (W) |
|--------------------|-------------|------------|
| 4                  | 140         | 560        |
| 2                  | 98          | 196        |
| 4                  | 40          | 160        |
| 15                 | 68          | 1020       |
| 4                  | 68          | 272        |
| 2                  | 114         | 228        |

---

|                        |      |
|------------------------|------|
| Totale complessivo (W) | 2536 |
|------------------------|------|

#### 5.3.4 Tipo di posa

Per l'altezza di installazione, distanza dal bordo stradale e tipologia apparecchi illuminanti vedere tavole planimetriche e sezioni di dettaglio dedicato.

## 5.4 INTERVENTO 5 – ROTATORIA SU S.P. 44 BASSA BOLOGNESE CON VIA MARCONI

### 5.4.1 Dati di base

La nuova rotatoria oggetto di intervento, si sviluppa in asse con il tracciato urbano collegando e raccordando lo stesso alla viabilità urbana/interurbana di quartiere esistente. Il progetto prevede la realizzazione dell'illuminazione stradale a corredo della rotatoria stessa, delle strade di conflitto in essa confluenti e delle piste ciclabili contigue.

Per i tratti stradali esistenti la classificazione della strada è di tipo "Strade urbane di quartiere o strade extraurbane secondarie" avendo velocità di percorrenza limitata a 50 km/h. Ne deriva una categoria illuminotecnica di riferimento riconducibile alla classe "M3".

Strada principale di riferimento (a doppio senso di marcia)

Categoria illuminotecnica di riferimento M3

Parametro di influenza applicabile: Presenza di attraversamenti pedonali (+1)

Parametro tecnico lampade LED: Utilizzo di sorgenti led aventi CRI>60 (-1)

Variazione della categoria illuminotecnica 0

Categoria illuminotecnica di progetto M3

**Categoria illuminotecnica di esercizio M3**

Luminanza 1 cd/m<sup>2</sup> (luminanza prescritta per strada M2)

Uniformità Uo 40%

Uniformità UL 60%

Sulla base della tabella comparativa delle categorie illuminotecniche tra zone adiacenti al punto 3.1.4 si definiscono le seguenti classi illuminotecniche di riferimento:

Rotatoria

**Categoria illuminotecnica di esercizio C2**

Emedio min mant.  $\bar{E}$  20 lux

Uniformità Uo 40%

#### 5.4.2 Risultati dei calcoli

| Zona di studio | Class.<br>Strada di<br>riferimento | Categoria illuminotecnica di<br>progetto/esercizio |                      |                     | Risultati dei calcoli      |                      |                     |
|----------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | L<br>[cd/m²]                                       | Uo [min/med]         | UI                  | L [cd/m²]                  | Uo [min/med]         | UI                  |
| Strada         | M2                                 | 1,0                                                | 0,4                  | 0,6                 | 1,00                       | 0,58                 | 0,83                |
|                |                                    | Valori UNI 13201-2                                 |                      |                     | Valori UNI 13201-2         |                      |                     |
|                |                                    | Emedio<br>min<br>mant.<br>[É]                      | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/me<br>d] | Emedio<br>min mant.<br>[É] | Emin mant.<br>[Emin] | Uo<br>[min/m<br>ed] |
| Rotatoria      | C2                                 | 20                                                 | N.A.                 | 0,4                 | 20,5                       | N.A.                 | 0,80                |

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.

#### 5.4.3 Riepilogo potenza installata

Per l'illuminazione dell'intersezione in oggetto saranno necessarie le seguenti potenze:

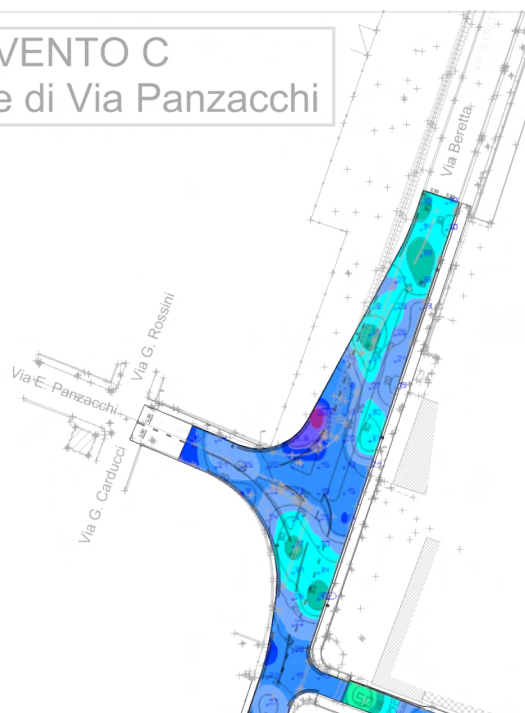
| N° app. installati            | Potenza (W) | Totale (W) |
|-------------------------------|-------------|------------|
| 4                             | 140         | 560        |
| 3                             | 98          | 294        |
| <b>Totale complessivo (W)</b> |             | <b>854</b> |

#### 5.4.4 Tipo di posa

Per l'altezza di installazione, distanza dal bordo stradale e tipologia apparecchi illuminanti vedere tavole planimetriche e sezioni di dettaglio dedicato.

## **6 ALLEGATI (CALCOLI ILLUMINOTECNICI)**

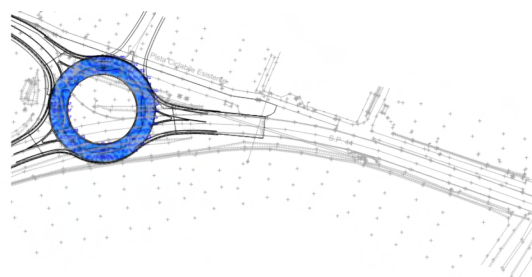
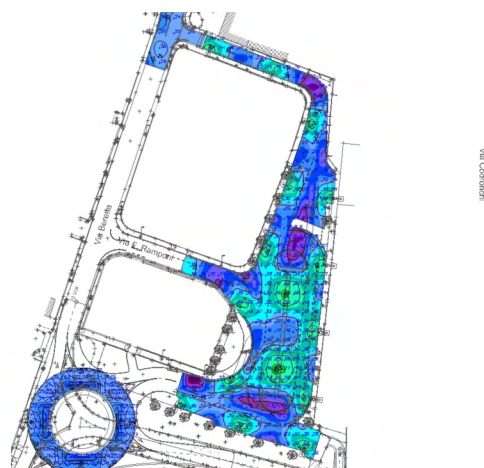
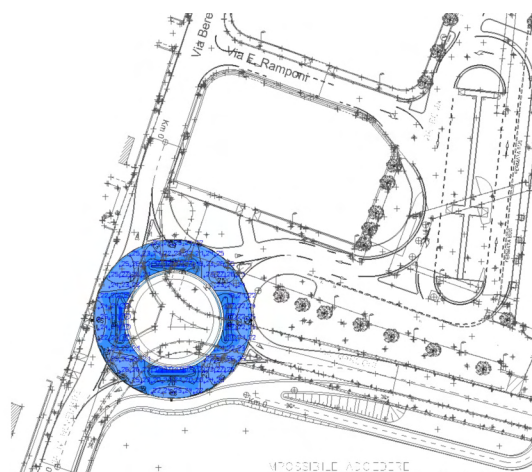
## INTERVENTO C Canalizzazione di Via Panzacchi



## Descrizione

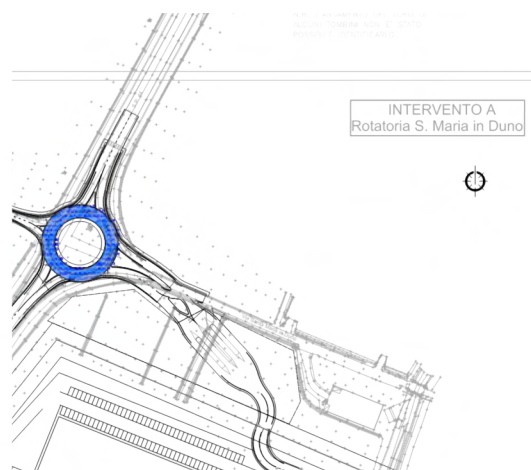
Verifica Illuminotecnica Stradale

## Immagini



INTERVENTO E  
Rotatoria Via Marconi -SP44

## Immagini



## Lista lampade

 $\Phi_{\text{totale}}$ 

797234 lm

 $P_{\text{totale}}$ 

5321.0 W

Rendimento luminoso

149.8 lm/W

| Pz. | Produttore | Articolo No. | Nome articolo                    | P       | $\Phi$   | Rendimento luminoso |
|-----|------------|--------------|----------------------------------|---------|----------|---------------------|
| 15  | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DM11 | 65.0 W  | 9974 lm  | 153.5 lm/W          |
| 4   | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DW10 | 65.0 W  | 9997 lm  | 153.8 lm/W          |
| 16  | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11 | 90.0 W  | 13465 lm | 149.6 lm/W          |
| 21  | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50 | 126.0 W | 18676 lm | 148.2 lm/W          |

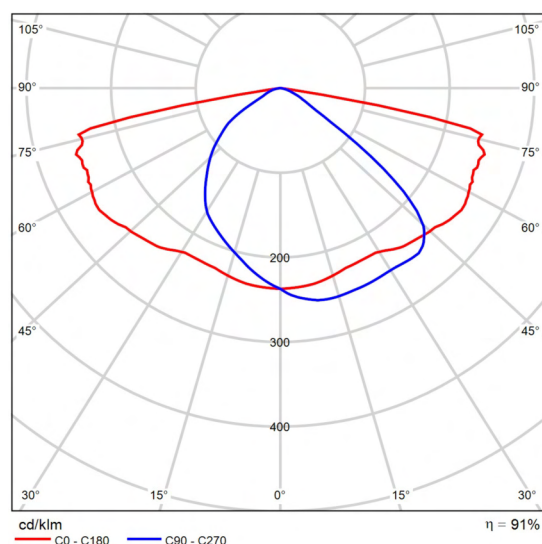
## Scheda tecnica prodotto

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DM11



### Articolo No.

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| P                         | 65.0 W     |
| $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 11000 lm   |
| $\Phi_{\text{Lampada}}$   | 9974 lm    |
| $\eta$                    | 90.68 %    |
| Rendimento luminoso       | 153.5 lm/W |
| CCT                       | 3000 K     |
| CRI                       | 100        |



CDL polare

Luma - La visione diventa realtà Luma è un apparecchio per l'illuminazione stradale dalle performance elevate e dal design ricercato, che offre una soluzione "installa e dimentica", con raffreddamento ottimale, adatta a qualsiasi strada o via. Pacchetto lumen, durata e profilo energetico possono essere adattati per creare la soluzione desiderata in termini di consumo energetico e risparmio. Luma può essere programmato per mantenere il flusso delle luci LED ad un livello costante, predefinito nel corso della durata dell'apparecchio, aumentando la corrente operativa nel tempo così da compensare il deprezzamento dei lumen delle luci LED. Luma utilizza il motore LEDGINE-O ad alto rendimento, caratterizzato dalle più recenti performance LED, e un'ampia gamma di ottiche basate sugli standard più recenti. Inoltre, il design totalmente piatto di Luma previene la dispersione luminosa verso l'alto. Per ottimizzare la distribuzione della luce in modo da adattarla alle diverse geometrie delle strade e/o alle restrizioni in termini di riverbero, l'angolo di inclinazione può essere facilmente regolato durante l'installazione.

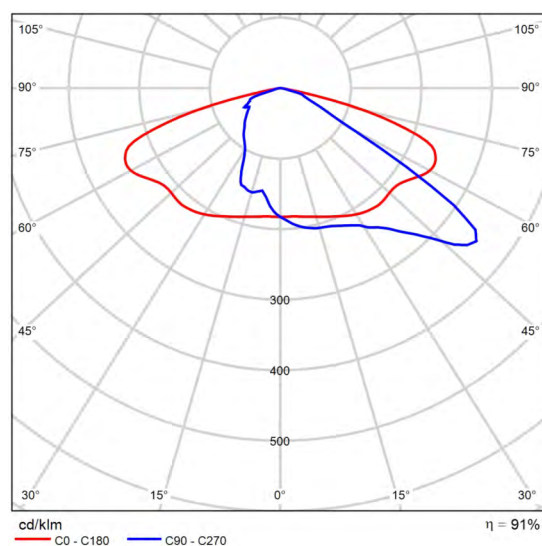
## Scheda tecnica prodotto

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DW10



### Articolo No.

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| P                         | 65.0 W     |
| $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 11000 lm   |
| $\Phi_{\text{Lampada}}$   | 9997 lm    |
| $\eta$                    | 90.88 %    |
| Rendimento luminoso       | 153.8 lm/W |
| CCT                       | 3000 K     |
| CRI                       | 100        |



CDL polare

Luma - La visione diventa realtà Luma è un apparecchio per l'illuminazione stradale dalle performance elevate e dal design ricercato, che offre una soluzione "installa e dimentica", con raffreddamento ottimale, adatta a qualsiasi strada o via. Pacchetto lumen, durata e profilo energetico possono essere adattati per creare la soluzione desiderata in termini di consumo energetico e risparmio. Luma può essere programmato per mantenere il flusso delle luci LED ad un livello costante, predefinito nel corso della durata dell'apparecchio, aumentando la corrente operativa nel tempo così da compensare il deprezzamento dei lumen delle luci LED. Luma utilizza il motore LEDGINE-O ad alto rendimento, caratterizzato dalle più recenti performance LED, e un'ampia gamma di ottiche basate sugli standard più recenti. Inoltre, il design totalmente piatto di Luma previene la dispersione luminosa verso l'alto. Per ottimizzare la distribuzione della luce in modo da adattarla alle diverse geometrie delle strade e/o alle restrizioni in termini di riverbero, l'angolo di inclinazione può essere facilmente regolato durante l'installazione.

## Scheda tecnica prodotto

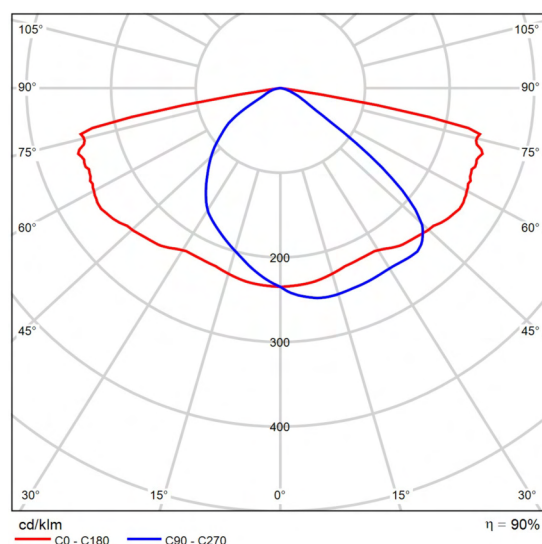
PHILIPS BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11



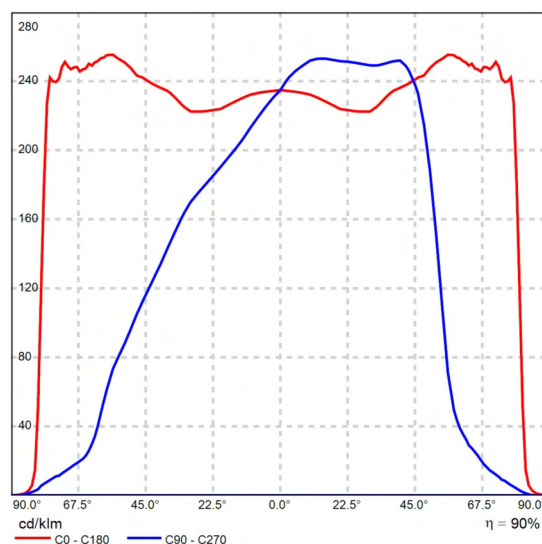
### Articolo No.

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| P                         | 90.0 W     |
| $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 15000 lm   |
| $\Phi_{\text{Lampada}}$   | 13465 lm   |
| $\eta$                    | 89.77 %    |
| Rendimento luminoso       | 149.6 lm/W |
| CCT                       | 3000 K     |
| CRI                       | 100        |

Luma - La visione diventa realtà Luma è un apparecchio per l'illuminazione stradale dalle performance elevate e dal design ricercato, che offre una soluzione "installa e dimentica", con raffreddamento ottimale, adatta a qualsiasi strada o via. Pacchetto lumen, durata e profilo energetico possono essere adattati per creare la soluzione desiderata in termini di consumo energetico e risparmio. Luma può essere programmato per mantenere il flusso delle luci LED ad un livello costante, predefinito nel corso della durata dell'apparecchio, aumentando la corrente operativa nel tempo così da compensare il deprezzamento dei lumen delle luci LED. Luma utilizza il motore LEDGINE-O ad alto rendimento, caratterizzato dalle più recenti performance LED, e un'ampia gamma di ottiche basate sugli standard più recenti. Inoltre, il design totalmente piatto di Luma previene la dispersione luminosa verso l'alto. Per ottimizzare la distribuzione della luce in modo da adattarla alle diverse geometrie delle strade e/o alle restrizioni in termini di riverbero, l'angolo di inclinazione può essere facilmente regolato durante l'installazione.



CDL polare



CDL lineare

## Scheda tecnica prodotto

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11

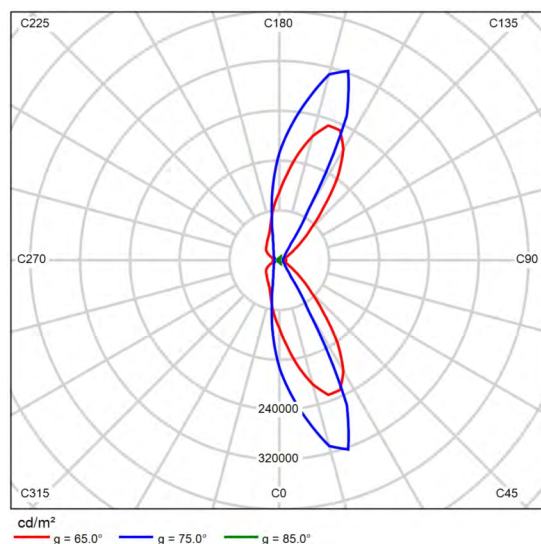


Diagramma della luminanza

| Valutazione di abbagliamento secondo UGR                                    |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |       |      |      |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|---------------------------------------------------|------|------|-------|------|------|--|
| p. Soffitto                                                                 | 70                                                     | 70   | 50   | 50   | 30   | 70                                                | 70   | 50   | 50    | 30   |      |  |
| p. Pareti                                                                   | 50                                                     | 30   | 50   | 30   | 30   | 50                                                | 30   | 50   | 30    | 30   |      |  |
| p. Pavimento                                                                | 20                                                     | 20   | 20   | 20   | 20   | 20                                                | 20   | 20   | 20    | 20   |      |  |
| Dimensioni del locale<br>X Y                                                | Linea di mira perpendicolare<br>all'asse delle lampade |      |      |      |      | Linea di mira parallela<br>all'asse delle lampade |      |      |       |      |      |  |
| 2H                                                                          | 2H                                                     | 31.0 | 32.5 | 31.3 | 32.7 | 33.0                                              | 25.6 | 27.1 | 25.9  | 27.3 | 27.6 |  |
|                                                                             | 3H                                                     | 34.7 | 36.1 | 35.1 | 36.3 | 36.6                                              | 25.5 | 26.9 | 25.9  | 27.2 | 27.4 |  |
|                                                                             | 4H                                                     | 36.3 | 37.5 | 36.6 | 37.8 | 38.1                                              | 25.5 | 26.7 | 25.8  | 27.0 | 27.3 |  |
|                                                                             | 6H                                                     | 37.1 | 38.3 | 37.5 | 38.6 | 38.9                                              | 25.4 | 26.6 | 25.8  | 26.9 | 27.2 |  |
|                                                                             | 8H                                                     | 37.1 | 38.2 | 37.5 | 38.6 | 38.9                                              | 25.4 | 26.5 | 25.7  | 26.8 | 27.2 |  |
|                                                                             | 12H                                                    | 37.1 | 38.2 | 37.4 | 38.5 | 38.8                                              | 25.3 | 26.4 | 25.7  | 26.7 | 27.1 |  |
| 4H                                                                          | 2H                                                     | 31.4 | 32.7 | 31.8 | 33.0 | 33.3                                              | 28.3 | 29.6 | 28.7  | 29.9 | 30.2 |  |
|                                                                             | 3H                                                     | 35.6 | 36.7 | 36.0 | 37.0 | 37.4                                              | 28.3 | 29.3 | 28.6  | 29.7 | 30.0 |  |
|                                                                             | 4H                                                     | 37.4 | 38.4 | 37.8 | 38.7 | 39.1                                              | 28.2 | 29.2 | 28.6  | 29.5 | 29.9 |  |
|                                                                             | 6H                                                     | 38.4 | 39.2 | 38.8 | 39.6 | 40.0                                              | 28.1 | 29.0 | 28.6  | 29.4 | 29.8 |  |
|                                                                             | 8H                                                     | 38.4 | 39.1 | 38.8 | 39.5 | 40.0                                              | 28.1 | 28.9 | 28.6  | 29.3 | 29.7 |  |
|                                                                             | 12H                                                    | 38.3 | 39.0 | 38.8 | 39.5 | 39.9                                              | 28.1 | 28.8 | 28.5  | 29.2 | 29.6 |  |
| 8H                                                                          | 4H                                                     | 37.3 | 38.1 | 37.8 | 38.5 | 38.9                                              | 30.1 | 30.9 | 30.5  | 31.3 | 31.7 |  |
|                                                                             | 6H                                                     | 38.3 | 38.9 | 38.8 | 39.4 | 39.8                                              | 30.1 | 30.7 | 30.5  | 31.1 | 31.6 |  |
|                                                                             | 8H                                                     | 38.3 | 38.9 | 38.8 | 39.3 | 39.8                                              | 30.0 | 30.6 | 30.5  | 31.0 | 31.5 |  |
|                                                                             | 12H                                                    | 38.3 | 38.8 | 38.8 | 39.2 | 39.7                                              | 30.0 | 30.5 | 30.5  | 30.9 | 31.4 |  |
| 12H                                                                         | 4H                                                     | 37.3 | 38.0 | 37.7 | 38.4 | 38.9                                              | 30.3 | 31.0 | 30.7  | 31.4 | 31.8 |  |
|                                                                             | 6H                                                     | 38.3 | 38.8 | 38.8 | 39.3 | 39.8                                              | 30.2 | 30.8 | 30.7  | 31.2 | 31.7 |  |
|                                                                             | 8H                                                     | 38.3 | 38.8 | 38.8 | 39.2 | 39.7                                              | 30.2 | 30.7 | 30.7  | 31.1 | 31.6 |  |
| Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |       |      |      |  |
| S = 1.0H                                                                    |                                                        | +0.1 | /    | -0.1 |      |                                                   | +0.9 | /    | -1.0  |      |      |  |
| S = 1.5H                                                                    |                                                        | +0.4 | /    | -0.7 |      |                                                   | +2.3 | /    | -5.1  |      |      |  |
| S = 2.0H                                                                    |                                                        | +1.8 | /    | -1.8 |      |                                                   | +3.6 | /    | -10.1 |      |      |  |
| Tabella standard                                                            |                                                        | ---  |      |      |      |                                                   | ---  |      |       |      |      |  |
| Addendo di correzione                                                       |                                                        | ---  |      |      |      |                                                   | ---  |      |       |      |      |  |
| Indici di abbagliamento corretti riferiti a 15000lm Flusso luminoso sferico |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |       |      |      |  |

Diagramma UGR (SHR: 0.25)

## Scheda tecnica prodotto

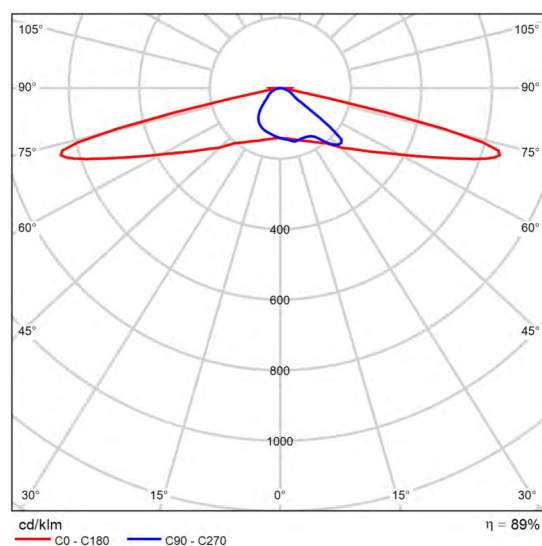
PHILIPS BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50



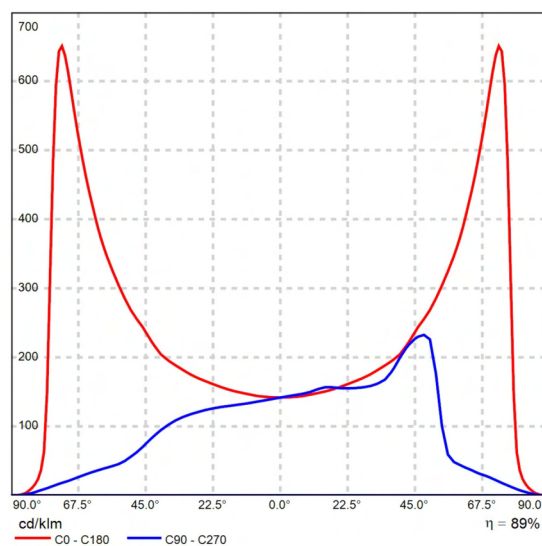
### Articolo No.

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| P                         | 126.0 W    |
| $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 21000 lm   |
| $\Phi_{\text{Lampada}}$   | 18676 lm   |
| $\eta$                    | 88.93 %    |
| Rendimento luminoso       | 148.2 lm/W |
| CCT                       | 3000 K     |
| CRI                       | 100        |

Luma - La visione diventa realtà Luma è un apparecchio per l'illuminazione stradale dalle performance elevate e dal design ricercato, che offre una soluzione "installa e dimentica", con raffreddamento ottimale, adatta a qualsiasi strada o via. Pacchetto lumen, durata e profilo energetico possono essere adattati per creare la soluzione desiderata in termini di consumo energetico e risparmio. Luma può essere programmato per mantenere il flusso delle luci LED ad un livello costante, predefinito nel corso della durata dell'apparecchio, aumentando la corrente operativa nel tempo così da compensare il deprezzamento dei lumen delle luci LED. Luma utilizza il motore LEDGINE-O ad alto rendimento, caratterizzato dalle più recenti performance LED, e un'ampia gamma di ottiche basate sugli standard più recenti. Inoltre, il design totalmente piatto di Luma previene la dispersione luminosa verso l'alto. Per ottimizzare la distribuzione della luce in modo da adattarla alle diverse geometrie delle strade e/o alle restrizioni in termini di riverbero, l'angolo di inclinazione può essere facilmente regolato durante l'installazione.



CDL polare



CDL lineare

Scheda tecnica prodotto

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50

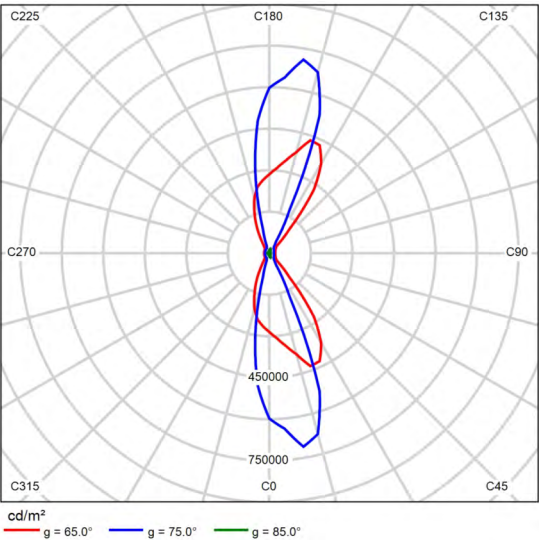
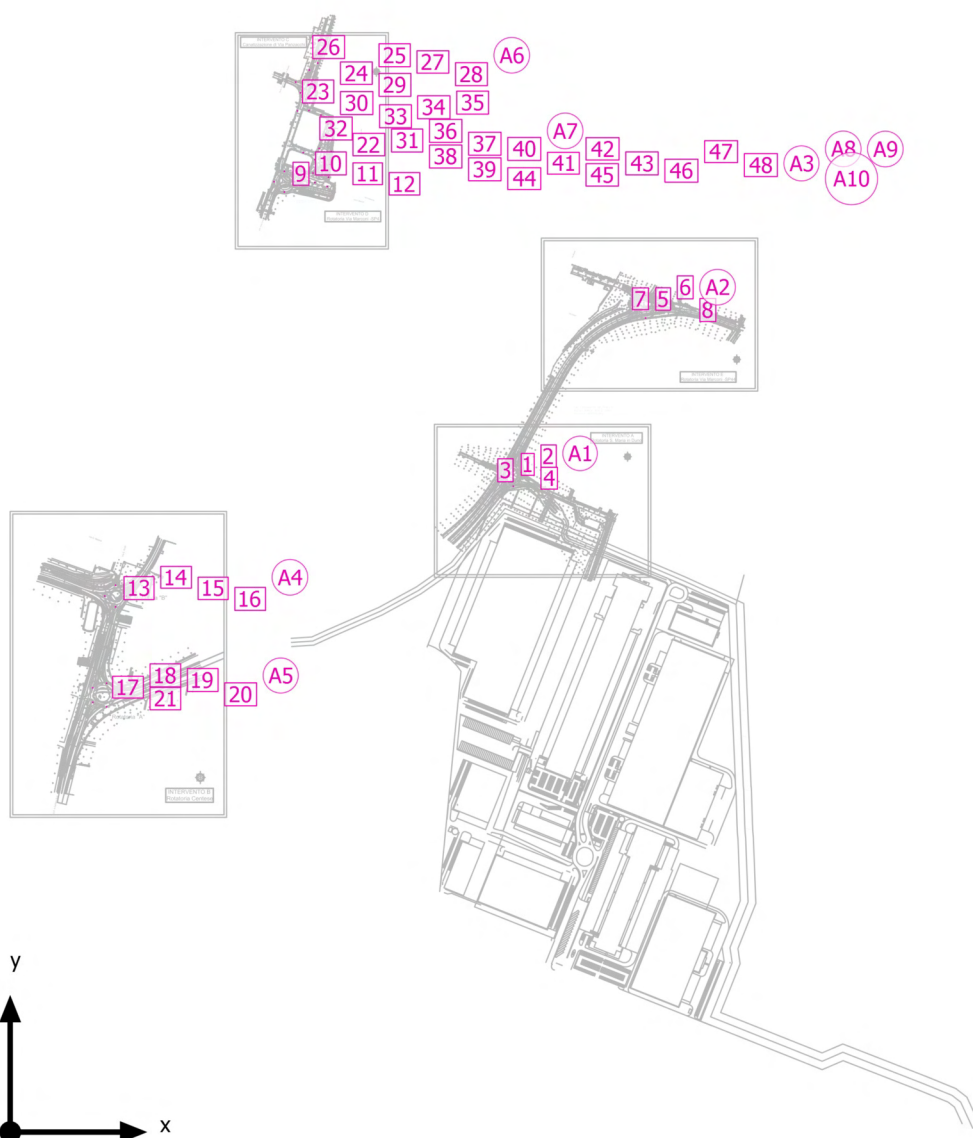


Diagramma della luminanza

| Valutazione di abbagliamento secondo UGR                                    |           |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |      |      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|----|
|                                                                             |           | 70                                                     | 70   | 50   | 50   | 30   | 70                                                | 70   | 50   | 50   | 30   | 30 |
| p                                                                           | Soffitto  |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |      |      |    |
| p                                                                           | Pareti    | 50                                                     | 30   | 50   | 50   | 30   | 50                                                | 30   | 50   | 30   | 50   | 30 |
| p                                                                           | Pavimento | 20                                                     | 20   | 20   | 20   | 20   | 20                                                | 20   | 20   | 20   | 20   | 20 |
| Dimensioni del locale<br>X Y                                                |           | Linea di mira perpendicolare<br>all'asse delle lampade |      |      |      |      | Linea di mira parallela<br>all'asse delle lampade |      |      |      |      |    |
| 2H                                                                          | 2H        | 33.7                                                   | 35.4 | 34.0 | 35.6 | 35.9 | 26.6                                              | 28.3 | 27.0 | 28.5 | 28.8 |    |
|                                                                             | 3H        | 39.3                                                   | 40.8 | 39.7 | 41.1 | 41.4 | 26.7                                              | 28.2 | 27.1 | 28.5 | 28.8 |    |
|                                                                             | 4H        | 41.5                                                   | 42.9 | 41.9 | 43.2 | 43.6 | 26.8                                              | 28.2 | 27.1 | 28.5 | 28.8 |    |
|                                                                             | 6H        | 41.8                                                   | 43.1 | 42.1 | 43.4 | 43.7 | 26.7                                              | 28.1 | 27.1 | 28.4 | 28.7 |    |
|                                                                             | 8H        | 41.7                                                   | 43.0 | 42.1 | 43.3 | 43.7 | 26.7                                              | 28.0 | 27.1 | 28.3 | 28.7 |    |
|                                                                             | 12H       | 41.7                                                   | 42.9 | 42.1 | 43.2 | 43.6 | 26.7                                              | 27.9 | 27.1 | 28.2 | 28.6 |    |
| 4H                                                                          | 2H        | 34.0                                                   | 35.4 | 34.4 | 35.7 | 36.0 | 29.8                                              | 31.2 | 30.2 | 31.5 | 31.8 |    |
|                                                                             | 3H        | 39.7                                                   | 40.9 | 40.1 | 41.2 | 41.6 | 29.8                                              | 31.0 | 30.2 | 31.4 | 31.7 |    |
|                                                                             | 4H        | 41.9                                                   | 43.0 | 42.3 | 43.3 | 43.7 | 29.8                                              | 30.9 | 30.3 | 31.3 | 31.7 |    |
|                                                                             | 6H        | 42.2                                                   | 43.1 | 42.6 | 43.5 | 43.9 | 29.8                                              | 30.8 | 30.3 | 31.2 | 31.6 |    |
|                                                                             | 8H        | 42.1                                                   | 43.0 | 42.6 | 43.4 | 43.8 | 29.8                                              | 30.7 | 30.2 | 31.1 | 31.5 |    |
|                                                                             | 12H       | 42.1                                                   | 42.9 | 42.6 | 43.3 | 43.8 | 29.8                                              | 30.6 | 30.2 | 31.0 | 31.4 |    |
| 8H                                                                          | 4H        | 41.8                                                   | 42.7 | 42.2 | 43.1 | 43.5 | 31.8                                              | 32.7 | 32.2 | 33.1 | 33.5 |    |
|                                                                             | 6H        | 42.1                                                   | 42.8 | 42.6 | 43.2 | 43.7 | 31.8                                              | 32.5 | 32.3 | 32.9 | 33.4 |    |
|                                                                             | 8H        | 42.1                                                   | 42.7 | 42.6 | 43.1 | 43.6 | 31.8                                              | 32.4 | 32.3 | 32.8 | 33.3 |    |
|                                                                             | 12H       | 42.1                                                   | 42.6 | 42.6 | 43.0 | 43.5 | 31.8                                              | 32.3 | 32.3 | 32.8 | 33.3 |    |
| 12H                                                                         | 4H        | 41.8                                                   | 42.6 | 42.2 | 43.0 | 43.4 | 31.8                                              | 32.6 | 32.3 | 33.0 | 33.5 |    |
|                                                                             | 6H        | 42.1                                                   | 42.7 | 42.5 | 43.1 | 43.6 | 31.8                                              | 32.4 | 32.3 | 32.9 | 33.4 |    |
|                                                                             | 8H        | 42.1                                                   | 42.6 | 42.5 | 43.0 | 43.5 | 31.8                                              | 32.3 | 32.3 | 32.8 | 33.3 |    |
|                                                                             |           |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |      |      |    |
| Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S |           |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |      |      |    |
| S = 1.0H                                                                    |           | +0.1 / -0.1                                            |      |      |      |      | +2.1 / -3.4                                       |      |      |      |      |    |
| S = 1.5H                                                                    |           | +0.8 / -1.3                                            |      |      |      |      | +3.5 / -7.6                                       |      |      |      |      |    |
| S = 2.0H                                                                    |           | +1.6 / -1.4                                            |      |      |      |      | +4.9 / -8.7                                       |      |      |      |      |    |
| Tabella standard                                                            |           | ---                                                    |      |      |      |      | ---                                               |      |      |      |      |    |
| Addendo di correzione                                                       |           | ---                                                    |      |      |      |      | ---                                               |      |      |      |      |    |
| Indici di abbagliamento corretti riferiti a 21000lm Flusso luminoso sferico |           |                                                        |      |      |      |      |                                                   |      |      |      |      |    |

Diagramma UGR (SHR: 0.25)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| Produttore    | PHILIPS                                |
| Articolo No.  |                                        |
| Nome articolo | BGP623 T25 1<br>xLED210-4S/740<br>DM50 |

## 4 x Philips BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50

| Tipo               | Disposizione in cerchio           | X         | Y          | Altezza di montaggio | Lampada |
|--------------------|-----------------------------------|-----------|------------|----------------------|---------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 992.014 m / 1280.828 m / 10.000 m | 992.014 m | 1280.828 m | 10.000 m             | 1       |
| Disposizione       | A1                                | 965.070 m | 1296.385 m | 10.000 m             | 2       |
|                    |                                   | 949.513 m | 1269.440 m | 10.000 m             | 3       |
|                    |                                   | 976.458 m | 1253.884 m | 10.000 m             | 4       |

## 4 x Philips BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50

| Tipo               | Disposizione in cerchio            | X          | Y          | Altezza di montaggio | Lampada |
|--------------------|------------------------------------|------------|------------|----------------------|---------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 1255.186 m / 1602.464 m / 10.000 m | 1255.186 m | 1602.464 m | 10.000 m             | 5       |
| Disposizione       | A2                                 | 1233.186 m | 1624.464 m | 10.000 m             | 6       |
|                    |                                    | 1211.186 m | 1602.464 m | 10.000 m             | 7       |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

| X             | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 1233.186<br>m | 1580.464<br>m | 10.000 m                | 8       |

## 4 x Philips BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50

| Tipo               | Disposizione in<br>cerchio           | X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|-------------------------|---------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 552.134 m / 1845.137<br>m / 10.000 m | 552.134 m | 1845.137<br>m | 10.000 m                | 9       |
| Disposizione       | A3                                   | 532.134 m | 1865.137<br>m | 10.000 m                | 10      |
|                    |                                      | 512.134 m | 1845.137<br>m | 10.000 m                | 11      |
|                    |                                      | 532.134 m | 1825.137<br>m | 10.000 m                | 12      |

## 4 x Philips BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50

| Tipo               | Disposizione in<br>cerchio           | X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|-------------------------|---------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 225.601 m / 1040.629<br>m / 10.000 m | 225.601 m | 1040.629<br>m | 10.000 m                | 13      |
| Disposizione       | A4                                   | 204.601 m | 1061.629<br>m | 10.000 m                | 14      |
|                    |                                      | 183.601 m | 1040.629<br>m | 10.000 m                | 15      |
|                    |                                      | 204.601 m | 1019.629<br>m | 10.000 m                | 16      |

## 5 x Philips BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50

| Tipo | Disposizione in<br>cerchio | X | Y | Altezza di<br>montaggio | Lampada |
|------|----------------------------|---|---|-------------------------|---------|
|------|----------------------------|---|---|-------------------------|---------|

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

| 1ª lampada (X/Y/Z) | 203.834 m / 848.481 m / 10.000 m | X         | Y         | Altezza di montaggio | Lampada |
|--------------------|----------------------------------|-----------|-----------|----------------------|---------|
| Disposizione       | A5                               | 203.834 m | 848.481 m | 10.000 m             | 17      |
|                    |                                  | 187.251 m | 871.306 m | 10.000 m             | 18      |
|                    |                                  | 160.418 m | 862.587 m | 10.000 m             | 19      |
|                    |                                  | 160.418 m | 834.374 m | 10.000 m             | 20      |
|                    |                                  | 187.251 m | 825.655 m | 10.000 m             | 21      |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| Produttore    | PHILIPS                                |
| Articolo No.  |                                        |
| Nome articolo | BGP623 T25 1<br>xLED110-4S/740<br>DM11 |

**4 x Philips BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DM11**

| Tipo               | Disposizione in fila                | X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada         |
|--------------------|-------------------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 625.721 m / 1928.394<br>m / 6.000 m | 625.721 m | 1928.394<br>m | 6.000 m                 | <span>36</span> |
| direzione X        | 4 Pz., Centro - centro,<br>25.000 m | 623.117 m | 1903.530<br>m | 6.000 m                 | <span>37</span> |
| Disposizione       | A7                                  | 620.513 m | 1878.666<br>m | 6.000 m                 | <span>38</span> |
|                    |                                     | 617.908 m | 1853.802<br>m | 6.000 m                 | <span>39</span> |

**3 x Philips BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DM11**

| Tipo               | Disposizione in fila                | X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada         |
|--------------------|-------------------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 615.209 m / 1835.635<br>m / 6.000 m | 615.209 m | 1835.635<br>m | 6.000 m                 | <span>44</span> |
| direzione X        | 3 Pz., Centro - centro,<br>25.000 m | 591.433 m | 1843.360<br>m | 6.000 m                 | <span>45</span> |
| Disposizione       | A10                                 | 567.656 m | 1851.085<br>m | 6.000 m                 | <span>46</span> |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

Lampade singole

| X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada         |
|-----------|---------------|-------------------------|-----------------|
| 568.703 m | 1901.372<br>m | 6.000 m                 | <span>22</span> |
| 599.636 m | 1909.794<br>m | 6.000 m                 | <span>31</span> |
| 608.736 m | 1933.079<br>m | 6.000 m                 | <span>32</span> |
| 616.715 m | 1956.821<br>m | 6.000 m                 | <span>33</span> |
| 603.185 m | 1974.172<br>m | 6.000 m                 | <span>34</span> |
| 579.850 m | 1983.225<br>m | 6.000 m                 | <span>35</span> |
| 591.516 m | 1887.980<br>m | 6.000 m                 | <span>47</span> |
| 587.642 m | 1861.836<br>m | 6.000 m                 | <span>48</span> |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| Produttore    | PHILIPS                                |
| Articolo No.  |                                        |
| Nome articolo | BGP623 T25 1<br>xLED149-4S/740<br>DM11 |

**3 x Philips BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11**

| Tipo               | Disposizione in fila                 | X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada         |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 574.060 m / 2004.935<br>m / 10.000 m | 574.060 m | 2004.935<br>m | 10.000 m                | <span>23</span> |
| direzione X        | 3 Pz., Centro - centro,<br>37.000 m  | 585.493 m | 2040.125<br>m | 10.000 m                | <span>24</span> |
| Disposizione       | A6                                   | 596.927 m | 2075.314<br>m | 10.000 m                | <span>25</span> |

**Lampade singole**

| X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada         |
|-----------|---------------|-------------------------|-----------------|
| 594.115 m | 2091.160<br>m | 10.000 m                | <span>26</span> |
| 580.449 m | 2061.871<br>m | 10.000 m                | <span>27</span> |
| 554.166 m | 2038.450<br>m | 10.000 m                | <span>28</span> |
| 563.471 m | 2017.618<br>m | 10.000 m                | <span>29</span> |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

| X         | Y             | Altezza di<br>montaggio | Lampada |
|-----------|---------------|-------------------------|---------|
| 557.667 m | 1982.563<br>m | 10.000 m                | 30      |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Disposizione lampade**

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| Produttore    | PHILIPS                                |
| Articolo No.  |                                        |
| Nome articolo | BGP623 T25 1<br>xLED110-4S/740<br>DW10 |

**2 x Philips BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DW10**

| Tipo               | Disposizione in fila             | X         | Y          | Altezza di montaggio | Lampada |
|--------------------|----------------------------------|-----------|------------|----------------------|---------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 608.047 m / 1893.379 m / 6.000 m | 608.047 m | 1893.379 m | 6.000 m              | 40      |
| direzione X        | 2 Pz., Centro - centro, 28.000 m | 605.130 m | 1865.531 m | 6.000 m              | 41      |
| Disposizione       | A8                               |           |            |                      |         |

**2 x Philips BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DW10**

| Tipo               | Disposizione in fila             | X         | Y          | Altezza di montaggio | Lampada |
|--------------------|----------------------------------|-----------|------------|----------------------|---------|
| 1ª lampada (X/Y/Z) | 609.527 m / 1893.163 m / 6.000 m | 609.527 m | 1893.163 m | 6.000 m              | 42      |
| direzione X        | 2 Pz., Centro - centro, 28.000 m | 606.610 m | 1865.315 m | 6.000 m              | 43      |
| Disposizione       | A9                               |           |            |                      |         |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Lista lampade** $\Phi_{\text{totale}}$ 

689514 lm

 $P_{\text{totale}}$ 

4601.0 W

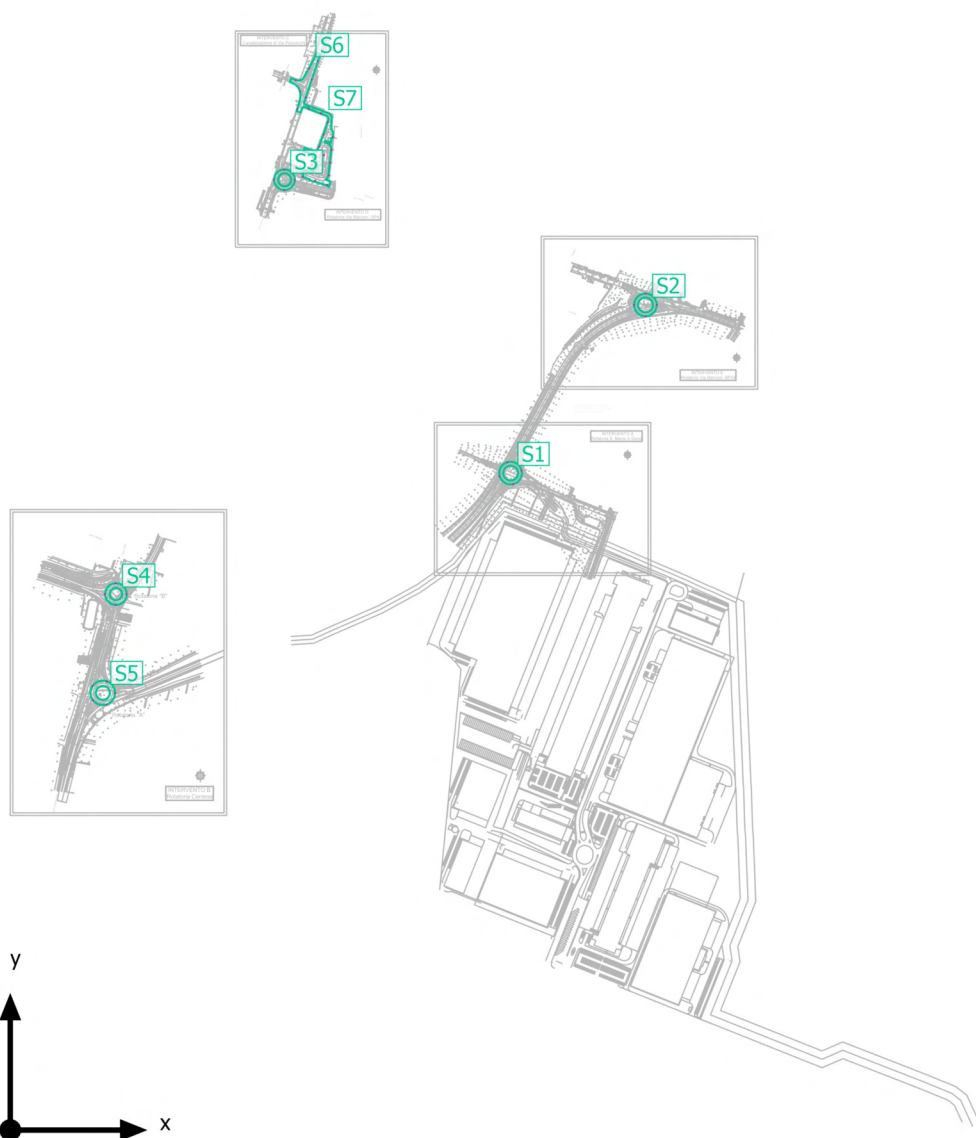
Rendimento luminoso

149.9 lm/W

| Pz. | Produttore | Articolo No. | Nome articolo                    | P       | $\Phi$   | Rendimento luminoso |
|-----|------------|--------------|----------------------------------|---------|----------|---------------------|
| 15  | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DM11 | 65.0 W  | 9974 lm  | 153.5 lm/W          |
| 4   | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED110-4S/740 DW10 | 65.0 W  | 9997 lm  | 153.8 lm/W          |
| 8   | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11 | 90.0 W  | 13465 lm | 149.6 lm/W          |
| 21  | PHILIPS    |              | BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM50 | 126.0 W | 18676 lm | 148.2 lm/W          |

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

## Oggetti di calcolo



Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Oggetti di calcolo**

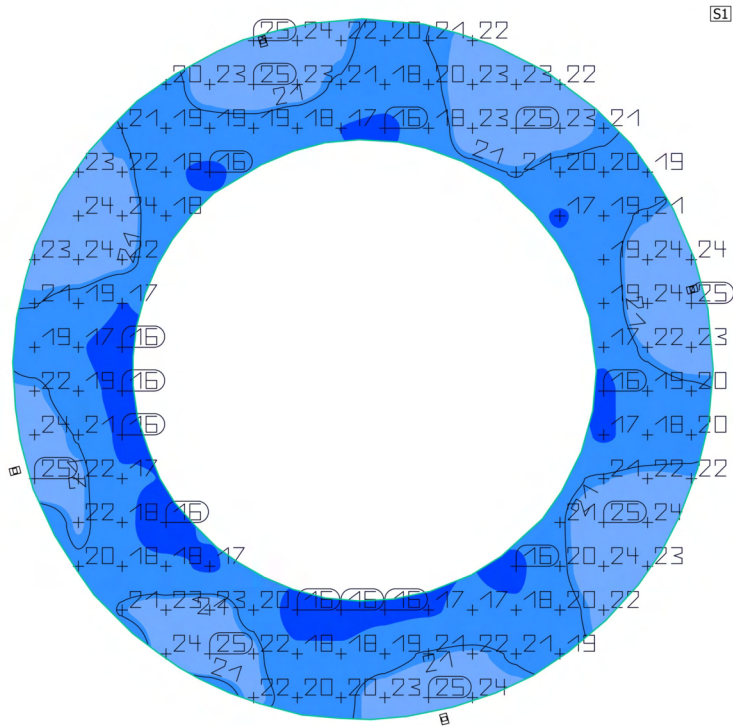
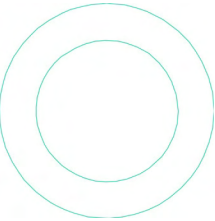
Superfici di calcolo

| Proprietà                                                                              | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Rotatoria S. Maria in Duno<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m         | 20.5 lx   | 15.8 lx    | 24.9 lx   | 0.77  | 0.63  | S1     |
| Rotatoria Via Marconi - SP44<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m       | 20.5 lx   | 16.5 lx    | 24.7 lx   | 0.80  | 0.67  | S2     |
| Rotatoria Via Marconi - SP4<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m        | 22.3 lx   | 16.7 lx    | 27.2 lx   | 0.75  | 0.61  | S3     |
| Intervento Centese - Rotatoria "B"<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 20.6 lx   | 13.3 lx    | 25.4 lx   | 0.65  | 0.52  | S4     |
| Intervento Centese - Rotatoria "A"<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 21.8 lx   | 9.66 lx    | 27.3 lx   | 0.44  | 0.35  | S5     |
| Canalizzazione di Via Panzacchi<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m    | 24.3 lx   | 6.79 lx    | 39.8 lx   | 0.28  | 0.17  | S6     |
| Piazzale Stazione<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m                  | 28.1 lx   | 3.67 lx    | 82.7 lx   | 0.13  | 0.044 | S7     |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

Rotatoria S. Maria in Duno

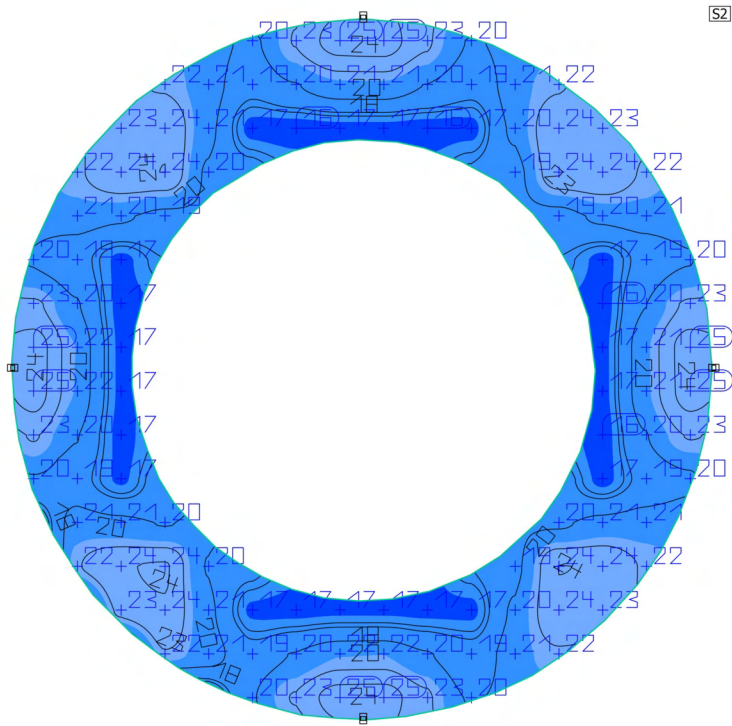
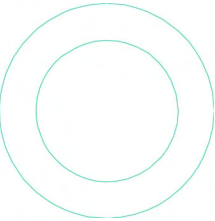


| Proprietà                                                                      | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Rotatoria S. Maria in Duno<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 20.5 lx   | 15.8 lx    | 24.9 lx   | 0.77  | 0.63  | S1     |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

Rotatoria Via Marconi - SP44

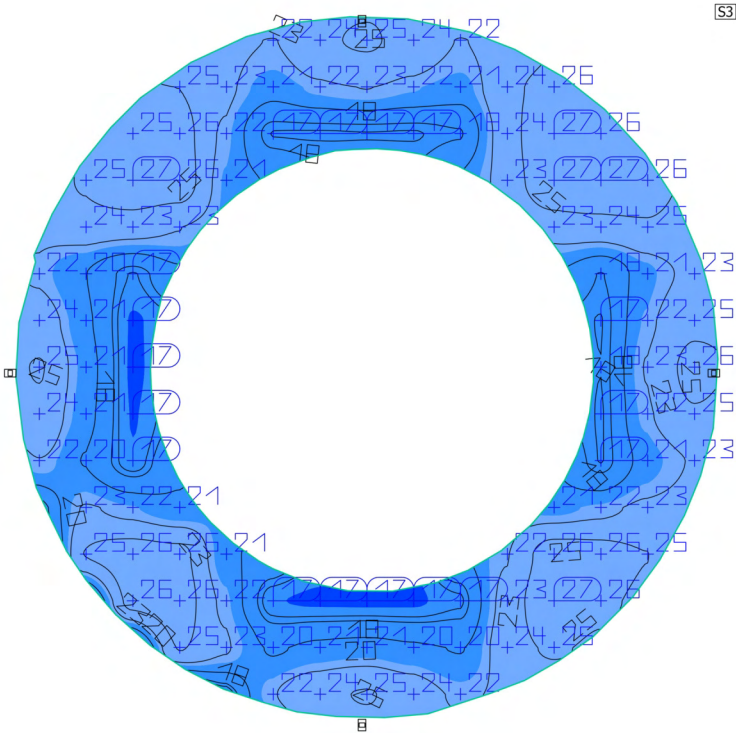
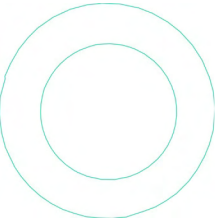


| Proprietà                                                                        | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Rotatoria Via Marconi - SP44<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 20.5 lx   | 16.5 lx    | 24.7 lx   | 0.80  | 0.67  | S2     |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

Rotatoria Via Marconi - SP4

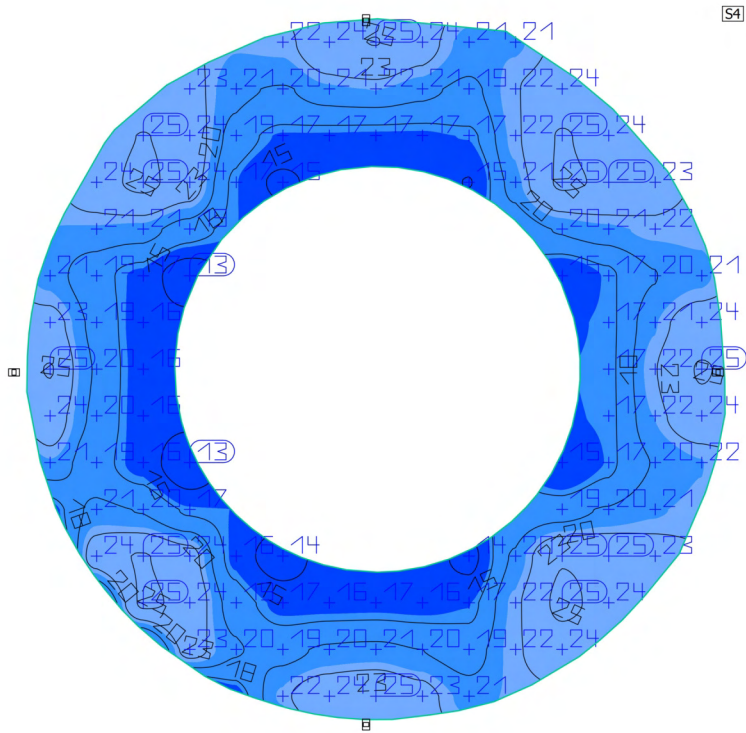
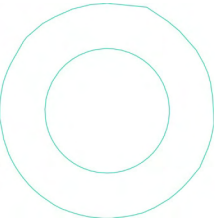


| Proprietà                                                                       | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Rotatoria Via Marconi - SP4<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 22.3 lx   | 16.7 lx    | 27.2 lx   | 0.75  | 0.61  | S3     |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Intervento Centese - Rotatoria "B"**

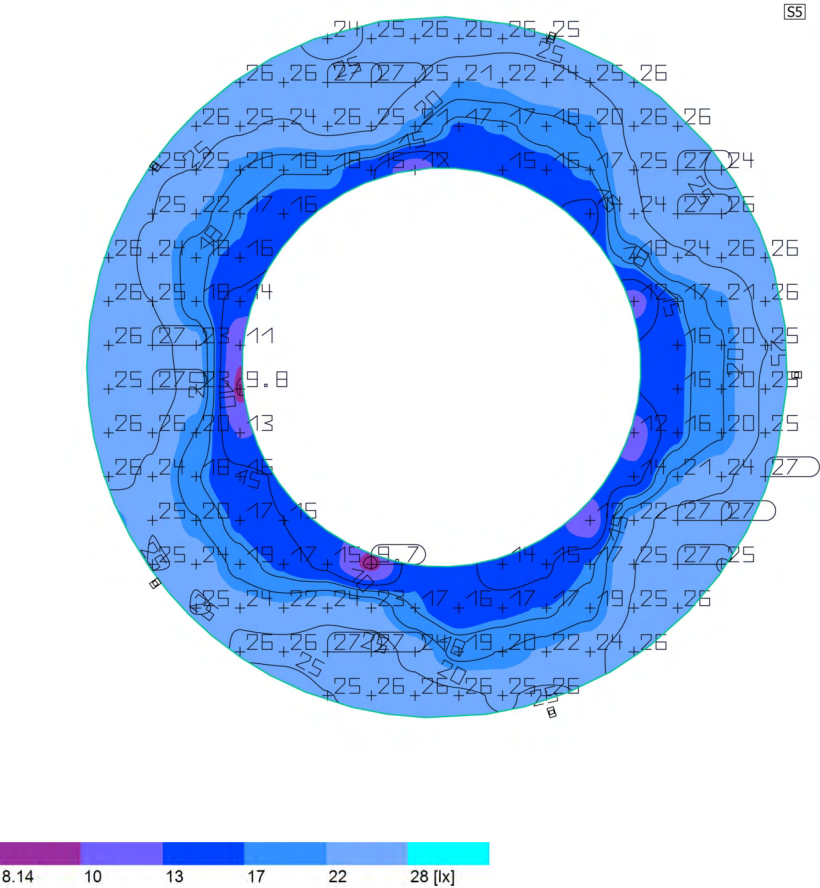
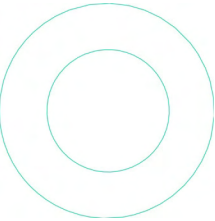


| Proprietà                          | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Intervento Centese - Rotatoria "B" | 20.6 lx   | 13.3 lx    | 25.4 lx   | 0.65  | 0.52  | S4     |
| Illuminamento perpendicolare       |           |            |           |       |       |        |
| Altezza: 0.000 m                   |           |            |           |       |       |        |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Intervento Centese - Rotatoria "A"**

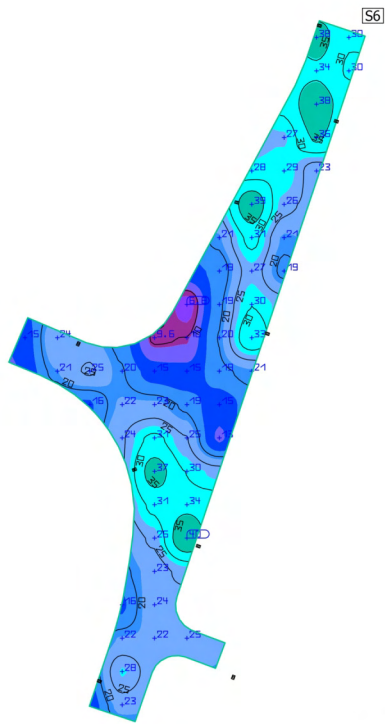


| Proprietà                          | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Intervento Centese - Rotatoria "A" | 21.8 lx   | 9.66 lx    | 27.3 lx   | 0.44  | 0.35  | S5     |
| Illuminamento perpendicolare       |           |            |           |       |       |        |
| Altezza: 0.000 m                   |           |            |           |       |       |        |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Canalizzazione di Via Panzacchi**

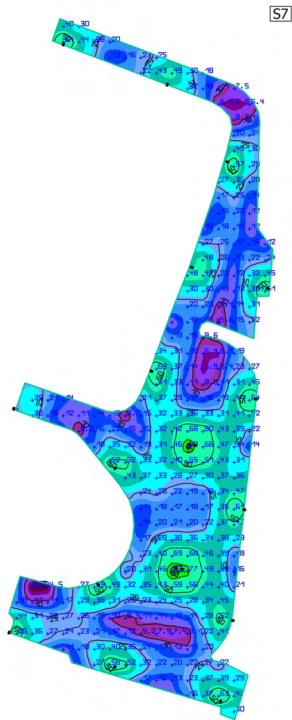


| Proprietà                                                                           | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Canalizzazione di Via Panzacchi<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 24.3 lx   | 6.79 lx    | 39.8 lx   | 0.28  | 0.17  | S6     |

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Illuminazione Esterna - interventi territoriali

**Piazzale Stazione**

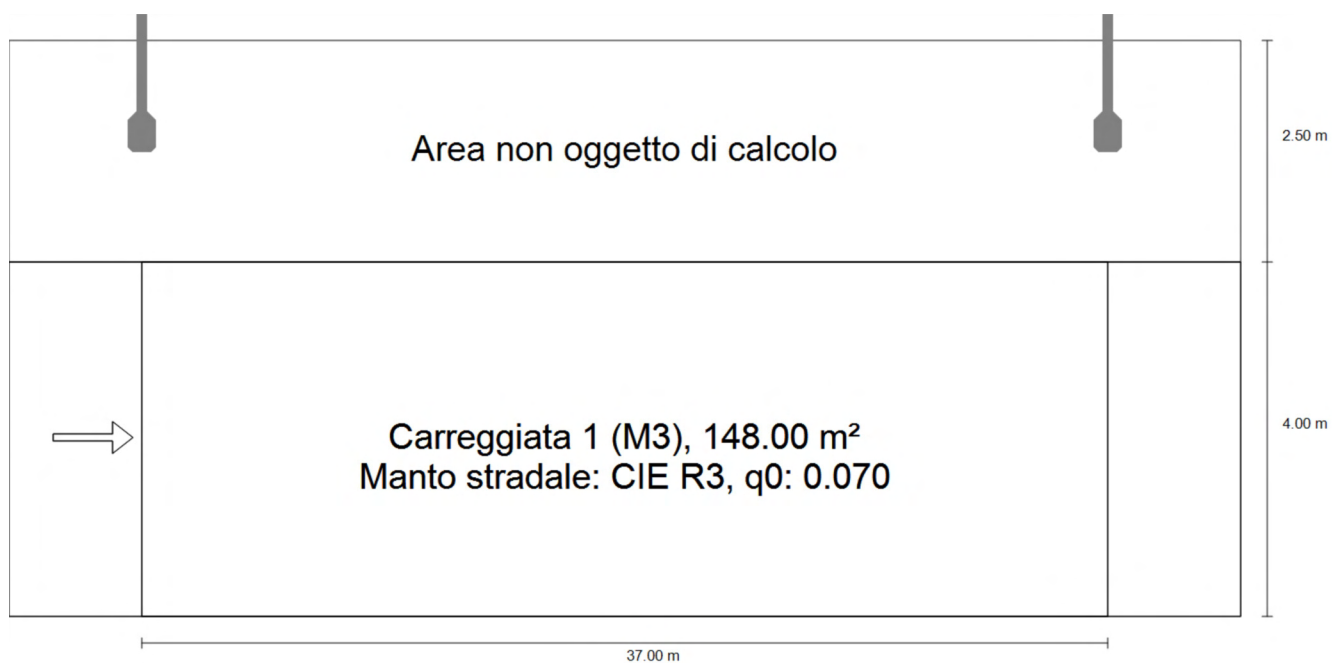


| Proprietà                                                             | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{max}$ | $g_1$ | $g_2$ | Indice |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-------|-------|--------|
| Piazzale Stazione<br>Illuminamento perpendicolare<br>Altezza: 0.000 m | 28.1 lx   | 3.67 lx    | 82.7 lx   | 0.13  | 0.044 | S7     |

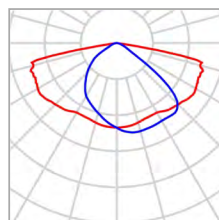
Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto, Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h)

Strada a un senso di marcia · Alternativa 1

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



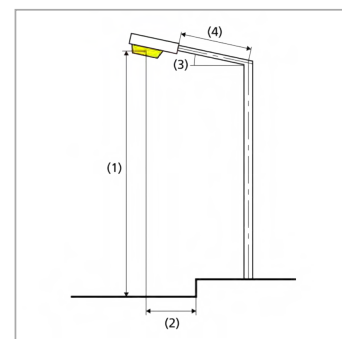
Strada a un senso di marcia · Alternativa 1

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

|               |                                        |                           |          |
|---------------|----------------------------------------|---------------------------|----------|
| Produttore    | PHILIPS                                | P                         | 90.0 W   |
| Articolo No.  |                                        | $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 15000 lm |
| Nome articolo | BGP623 T25 1<br>xLED149-4S/740<br>DM11 | $\Phi_{\text{Lampada}}$   | 13465 lm |
|               |                                        | $\eta$                    | 89.77 %  |
| Dotazione     | 1x LED149-4S/740                       |                           |          |

BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11 (su un lato sopra)

|                                                                                                                                                                  |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Distanza pali                                                                                                                                                    | 37.000 m                                |
| (1) Altezza fuochi                                                                                                                                               | 10.000 m                                |
| (2) Distanza fuochi                                                                                                                                              | -1.500 m                                |
| (3) Inclinazione braccio                                                                                                                                         | 0.0°                                    |
| (4) Lunghezza braccio                                                                                                                                            | 1.500 m                                 |
| Ore di esercizio annuali                                                                                                                                         | 4000 h: 100.0 %, 90.0 W                 |
| Consumo                                                                                                                                                          | 2430.0 W/km                             |
| ULR / ULOR                                                                                                                                                       | 0.00 / 0.00                             |
| Max. intensità luminose                                                                                                                                          | ≥ 70°: 633 cd/klm                       |
| Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.                                      | ≥ 80°: 174 cd/klm<br>≥ 90°: 0.00 cd/klm |
| Classe intensità luminose                                                                                                                                        | G*1                                     |
| I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade. |                                         |
| Classe indici di abbagliamento                                                                                                                                   | D.6                                     |



Strada a un senso di marcia · Alternativa 1

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

Risultati per i campi di valutazione

|                    | Unità    | Calcolato              | Nominale                 | OK |
|--------------------|----------|------------------------|--------------------------|----|
| Carreggiata 1 (M3) | $L_m$    | 1.20 cd/m <sup>2</sup> | ≥ 1.00 cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                    | $U_o$    | 0.72                   | ≥ 0.40                   | ✓  |
|                    | $U_l$    | 0.83                   | ≥ 0.60                   | ✓  |
|                    | TI       | 8 %                    | ≤ 15 %                   | ✓  |
|                    | $R_{EI}$ | 0.83                   | ≥ 0.30                   | ✓  |

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

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

|                                                     | Unità | Calcolato                   | Consumo        |
|-----------------------------------------------------|-------|-----------------------------|----------------|
| Strada a un senso di marcia                         | $D_p$ | 0.037 W/lx*m <sup>2</sup>   | -              |
| BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11 (su un lato sopra) | $D_e$ | 2.4 kWh/m <sup>2</sup> anno | 360.0 kWh/anno |

Strada a un senso di marcia · Alternativa 1

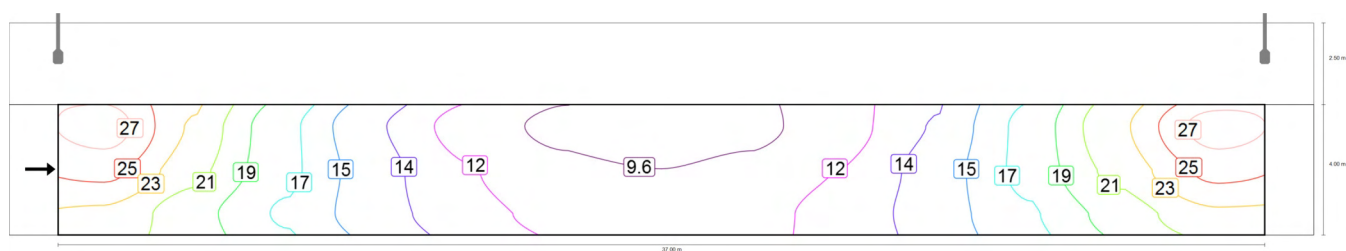
**Carreggiata 1 (M3)**

Risultati per campo di valutazione

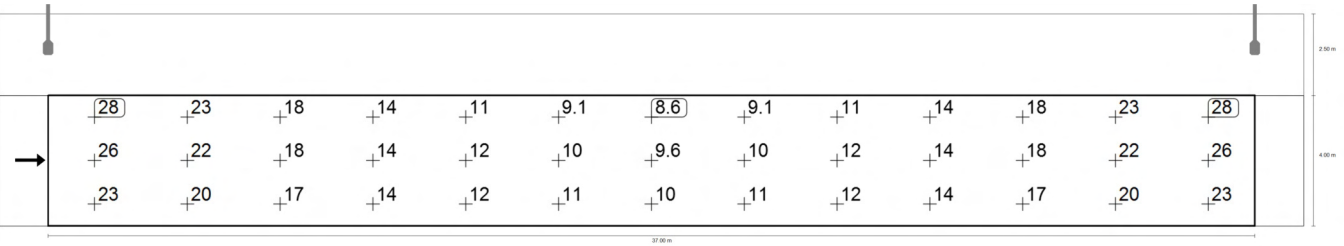
|                    | Unità    | Calcolato              | Nominale                      | OK |
|--------------------|----------|------------------------|-------------------------------|----|
| Carreggiata 1 (M3) | $L_m$    | 1.20 cd/m <sup>2</sup> | $\geq 1.00$ cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                    | $U_o$    | 0.72                   | $\geq 0.40$                   | ✓  |
|                    | $U_l$    | 0.83                   | $\geq 0.60$                   | ✓  |
|                    | TI       | 8 %                    | $\leq 15$ %                   | ✓  |
|                    | $R_{Et}$ | 0.83                   | $\geq 0.30$                   | ✓  |

Risultati per osservatore

|                                                            | Unità | Calcolato              | Nominale                      | OK |
|------------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------------------------|----|
| Osservatore 1<br>Posizione:<br>-60.000 m, 2.000 m, 1.500 m | $L_m$ | 1.20 cd/m <sup>2</sup> | $\geq 1.00$ cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                                                            | $U_o$ | 0.72                   | $\geq 0.40$                   | ✓  |
|                                                            | $U_l$ | 0.83                   | $\geq 0.60$                   | ✓  |
|                                                            | TI    | 8 %                    | $\leq 15$ %                   | ✓  |



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

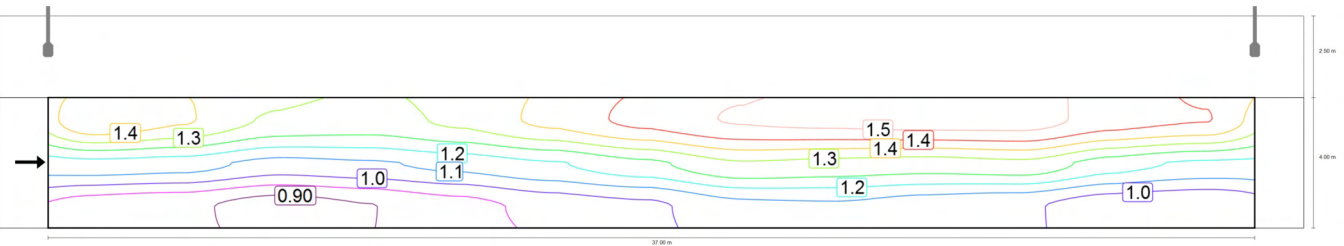


Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

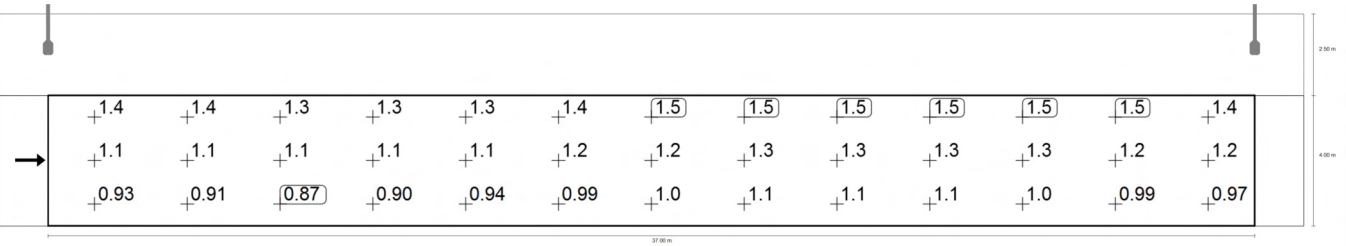
|       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m     | 1.423 | 4.269 | 7.115 | 9.962 | 12.808 | 15.654 | 18.500 | 21.346 | 24.192 | 27.038 | 29.885 | 32.731 | 35.577 |
| 3.333 | 28.30 | 23.09 | 18.03 | 13.66 | 10.68  | 9.08   | 8.59   | 9.08   | 10.68  | 13.66  | 18.03  | 23.09  | 28.30  |
| 2.000 | 25.86 | 22.06 | 18.01 | 14.31 | 11.63  | 10.11  | 9.59   | 10.11  | 11.63  | 14.31  | 18.01  | 22.06  | 25.86  |
| 0.667 | 22.96 | 20.21 | 17.20 | 14.38 | 12.25  | 10.91  | 10.48  | 10.91  | 12.25  | 14.38  | 17.20  | 20.21  | 22.96  |

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

|                                                  | Em      | Emin    | Emax    | g1    | g2    |
|--------------------------------------------------|---------|---------|---------|-------|-------|
| Valore di manutenzione illuminamento orizzontale | 16.3 lx | 8.59 lx | 28.3 lx | 0.528 | 0.304 |



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

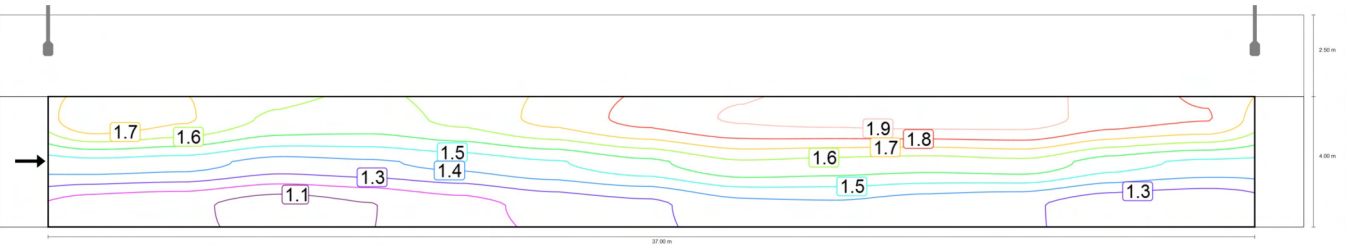


Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

|       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 |
| 3.333 | 1.44  | 1.38  | 1.29  | 1.28  | 1.32   | 1.39   | 1.46   | 1.51   | 1.53   | 1.54   | 1.54   | 1.47   | 1.44   |
| 2.000 | 1.15  | 1.13  | 1.07  | 1.09  | 1.12   | 1.16   | 1.22   | 1.29   | 1.28   | 1.27   | 1.28   | 1.20   | 1.16   |
| 0.667 | 0.93  | 0.91  | 0.87  | 0.90  | 0.94   | 0.99   | 1.02   | 1.08   | 1.09   | 1.07   | 1.05   | 0.99   | 0.97   |

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [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: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta | 1.20 cd/m²     | 0.87 cd/m²       | 1.54 cd/m²       | 0.722          | 0.564          |



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Curve isolux)



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

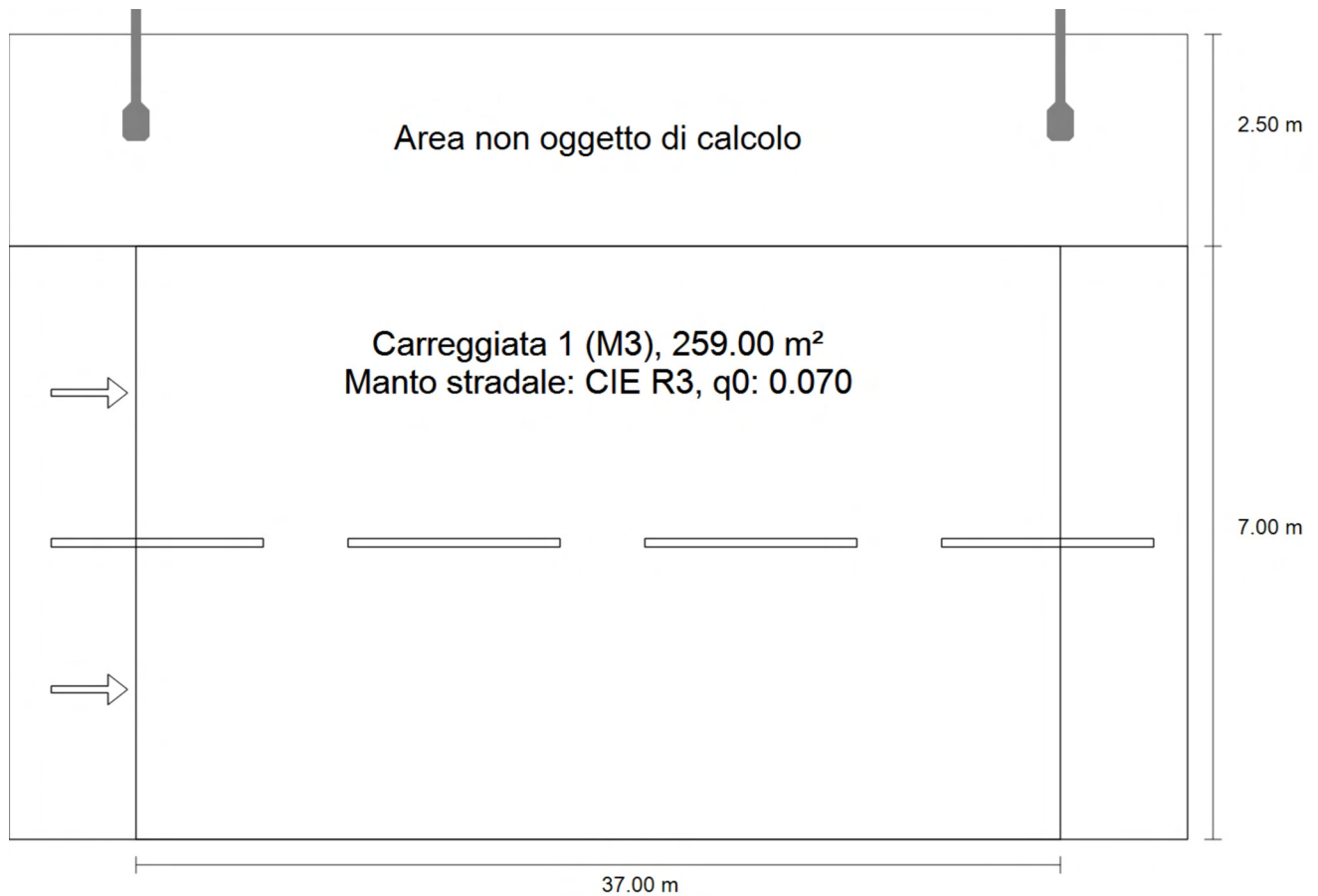
|       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m     | 1.423 | 4.269 | 7.115 | 9.962 | 12.808 | 15.654 | 18.500 | 21.346 | 24.192 | 27.038 | 29.885 | 32.731 | 35.577 |
| 3.333 | 1.80  | 1.72  | 1.61  | 1.59  | 1.65   | 1.74   | 1.82   | 1.89   | 1.91   | 1.92   | 1.92   | 1.84   | 1.80   |
| 2.000 | 1.43  | 1.41  | 1.34  | 1.36  | 1.40   | 1.45   | 1.52   | 1.62   | 1.60   | 1.58   | 1.60   | 1.50   | 1.44   |
| 0.667 | 1.16  | 1.14  | 1.08  | 1.12  | 1.18   | 1.24   | 1.28   | 1.35   | 1.36   | 1.33   | 1.31   | 1.24   | 1.22   |

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

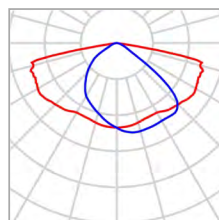
|                                                  | L <sub>m</sub> | L <sub>min</sub> | L <sub>max</sub> | g <sub>1</sub> | g <sub>2</sub> |
|--------------------------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione | 1.50 cd/m²     | 1.08 cd/m²       | 1.92 cd/m²       | 0.722          | 0.564          |

Strada a doppio senso di marcia · Alternativa 4

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



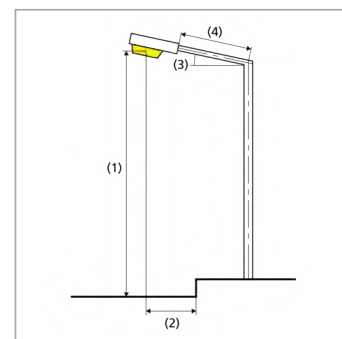
Strada a doppio senso di marcia · Alternativa 4

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

|               |                                        |                           |          |
|---------------|----------------------------------------|---------------------------|----------|
| Produttore    | PHILIPS                                | P                         | 90.0 W   |
| Articolo No.  |                                        | $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 15000 lm |
| Nome articolo | BGP623 T25 1<br>xLED149-4S/740<br>DM11 | $\Phi_{\text{Lampada}}$   | 13465 lm |
|               |                                        | $\eta$                    | 89.77 %  |
| Dotazione     | 1x LED149-4S/740                       |                           |          |

BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11 (su un lato sopra)

|                                                                                                                                                                  |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Distanza pali                                                                                                                                                    | 37.000 m                                |
| (1) Altezza fuochi                                                                                                                                               | 10.000 m                                |
| (2) Distanza fuochi                                                                                                                                              | -1.500 m                                |
| (3) Inclinazione braccio                                                                                                                                         | 0.0°                                    |
| (4) Lunghezza braccio                                                                                                                                            | 1.500 m                                 |
| Ore di esercizio annuali                                                                                                                                         | 4000 h: 100.0 %, 90.0 W                 |
| Consumo                                                                                                                                                          | 2430.0 W/km                             |
| ULR / ULOR                                                                                                                                                       | 0.00 / 0.00                             |
| Max. intensità luminose                                                                                                                                          | ≥ 70°: 633 cd/klm                       |
| Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.                                      | ≥ 80°: 174 cd/klm<br>≥ 90°: 0.00 cd/klm |
| Classe intensità luminose                                                                                                                                        | G*1                                     |
| I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade. |                                         |
| Classe indici di abbagliamento                                                                                                                                   | D.6                                     |



Strada a doppio senso di marcia · Alternativa 4

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

Risultati per i campi di valutazione

|                    | Unità    | Calcolato              | Nominale                      | OK |
|--------------------|----------|------------------------|-------------------------------|----|
| Carreggiata 1 (M3) | $L_m$    | 1.00 cd/m <sup>2</sup> | $\geq 1.00$ cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                    | $U_o$    | 0.58                   | $\geq 0.40$                   | ✓  |
|                    | $U_l$    | 0.83                   | $\geq 0.60$                   | ✓  |
|                    | TI       | 10 %                   | $\leq 15$ %                   | ✓  |
|                    | $R_{EI}$ | 0.69                   | $\geq 0.30$                   | ✓  |

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

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

|                                                     | Unità | Calcolato                   | Consumo        |
|-----------------------------------------------------|-------|-----------------------------|----------------|
| Strada a doppio senso di marcia                     | $D_p$ | 0.023 W/lx*m <sup>2</sup>   | -              |
| BGP623 T25 1 xLED149-4S/740 DM11 (su un lato sopra) | $D_e$ | 1.4 kWh/m <sup>2</sup> anno | 360.0 kWh/anno |

Strada a doppio senso di marcia · Alternativa 4

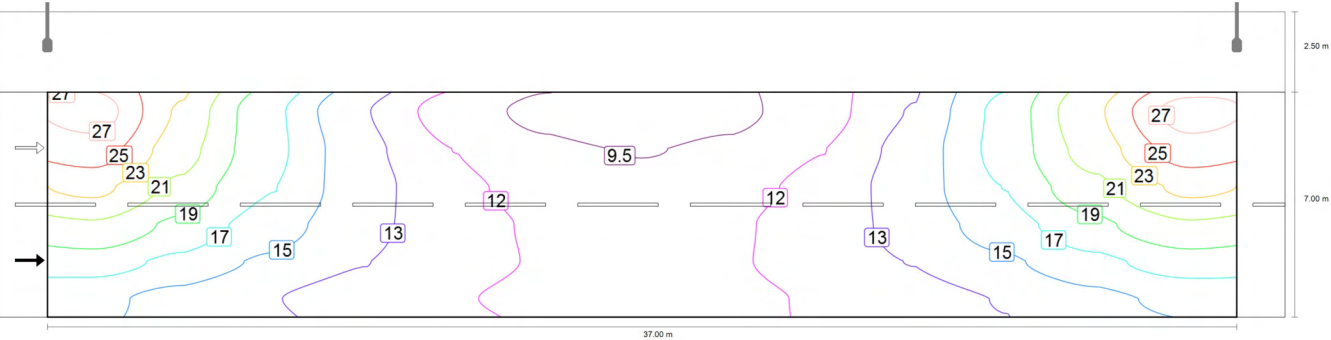
**Carreggiata 1 (M3)**

Risultati per campo di valutazione

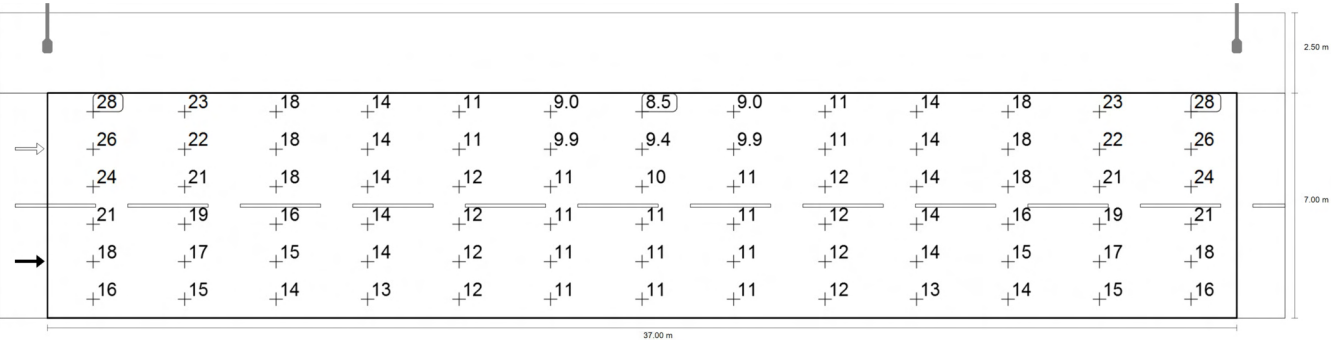
|                    | Unità           | Calcolato              | Nominale                 | OK |
|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|----|
| Carreggiata 1 (M3) | L <sub>m</sub>  | 1.00 cd/m <sup>2</sup> | ≥ 1.00 cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                    | U <sub>o</sub>  | 0.58                   | ≥ 0.40                   | ✓  |
|                    | U <sub>l</sub>  | 0.83                   | ≥ 0.60                   | ✓  |
|                    | TI              | 10 %                   | ≤ 15 %                   | ✓  |
|                    | R <sub>EI</sub> | 0.69                   | ≥ 0.30                   | ✓  |

Risultati per osservatore

|                                                            | Unità          | Calcolato              | Nominale                 | OK |
|------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|----|
| Osservatore 1<br>Posizione:<br>-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m | L <sub>m</sub> | 1.13 cd/m <sup>2</sup> | ≥ 1.00 cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                                                            | U <sub>o</sub> | 0.58                   | ≥ 0.40                   | ✓  |
|                                                            | U <sub>l</sub> | 0.84                   | ≥ 0.60                   | ✓  |
|                                                            | TI             | 8 %                    | ≤ 15 %                   | ✓  |
|                                                            |                |                        |                          |    |
| Osservatore 2<br>Posizione:<br>-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m | L <sub>m</sub> | 1.00 cd/m <sup>2</sup> | ≥ 1.00 cd/m <sup>2</sup> | ✓  |
|                                                            | U <sub>o</sub> | 0.61                   | ≥ 0.40                   | ✓  |
|                                                            | U <sub>l</sub> | 0.83                   | ≥ 0.60                   | ✓  |
|                                                            | TI             | 10 %                   | ≤ 15 %                   | ✓  |
|                                                            |                |                        |                          |    |



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

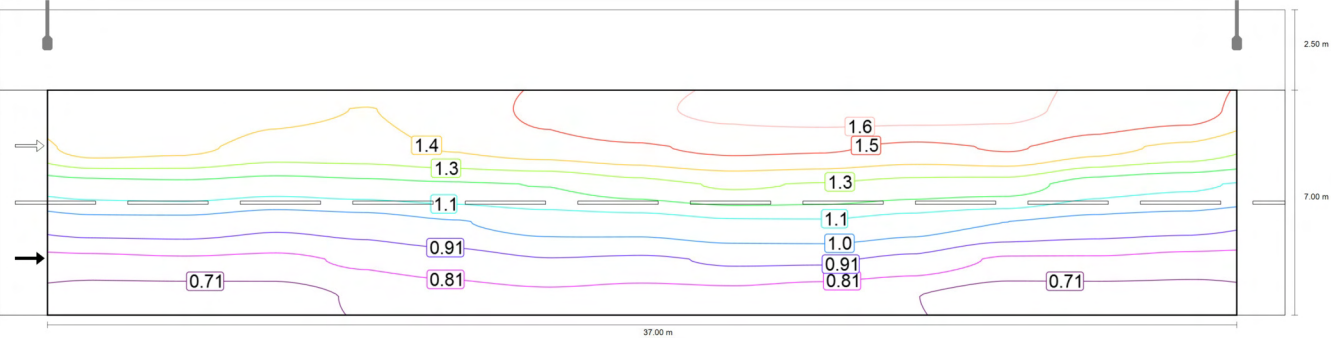


Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

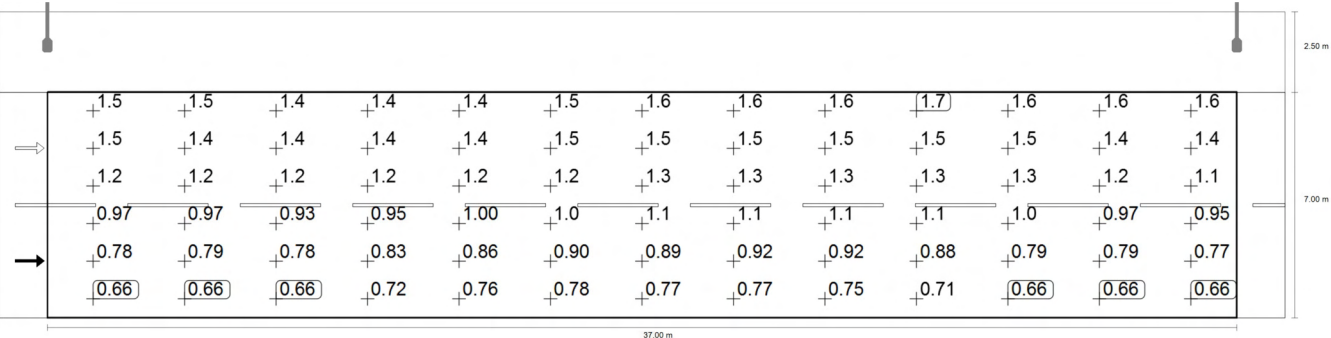
|       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m     | 1.423 | 4.269 | 7.115 | 9.962 | 12.808 | 15.654 | 18.500 | 21.346 | 24.192 | 27.038 | 29.885 | 32.731 | 35.577 |
| 6.417 | 28.40 | 23.12 | 18.00 | 13.61 | 10.62  | 9.02   | 8.52   | 9.02   | 10.62  | 13.61  | 18.00  | 23.12  | 28.40  |
| 5.250 | 26.37 | 22.31 | 18.08 | 14.22 | 11.47  | 9.93   | 9.42   | 9.93   | 11.47  | 14.22  | 18.08  | 22.31  | 26.37  |
| 4.083 | 23.90 | 20.87 | 17.51 | 14.42 | 12.11  | 10.70  | 10.22  | 10.70  | 12.11  | 14.42  | 17.51  | 20.87  | 23.90  |
| 2.917 | 21.17 | 18.97 | 16.48 | 14.16 | 12.36  | 11.24  | 10.80  | 11.24  | 12.36  | 14.16  | 16.48  | 18.97  | 21.17  |
| 1.750 | 18.42 | 16.92 | 15.10 | 13.55 | 12.22  | 11.36  | 11.14  | 11.36  | 12.22  | 13.55  | 15.10  | 16.92  | 18.42  |
| 0.583 | 15.94 | 14.92 | 13.57 | 12.55 | 11.66  | 11.11  | 10.84  | 11.11  | 11.66  | 12.55  | 13.57  | 14.92  | 15.94  |

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

|                                                  | Em      | Emin    | Emax    | g1    | g2    |
|--------------------------------------------------|---------|---------|---------|-------|-------|
| Valore di manutenzione illuminamento orizzontale | 15.3 lx | 8.52 lx | 28.4 lx | 0.557 | 0.300 |



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

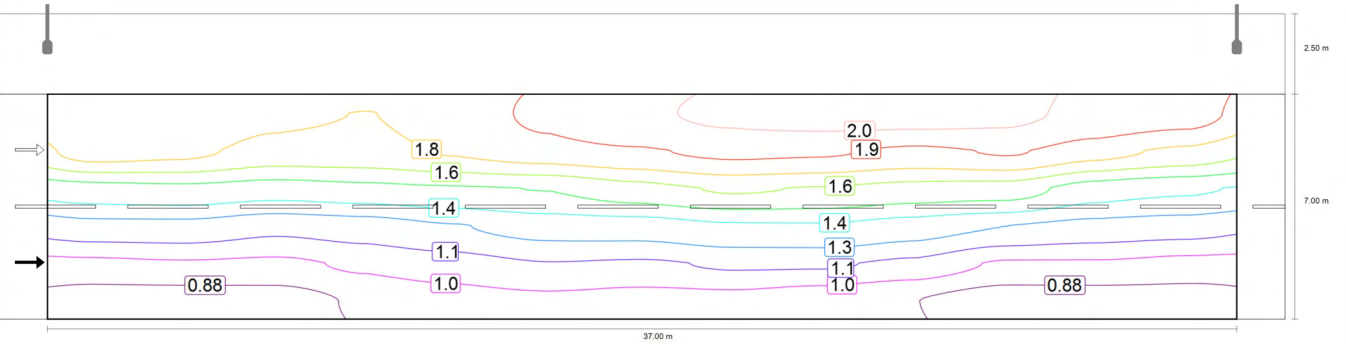


Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

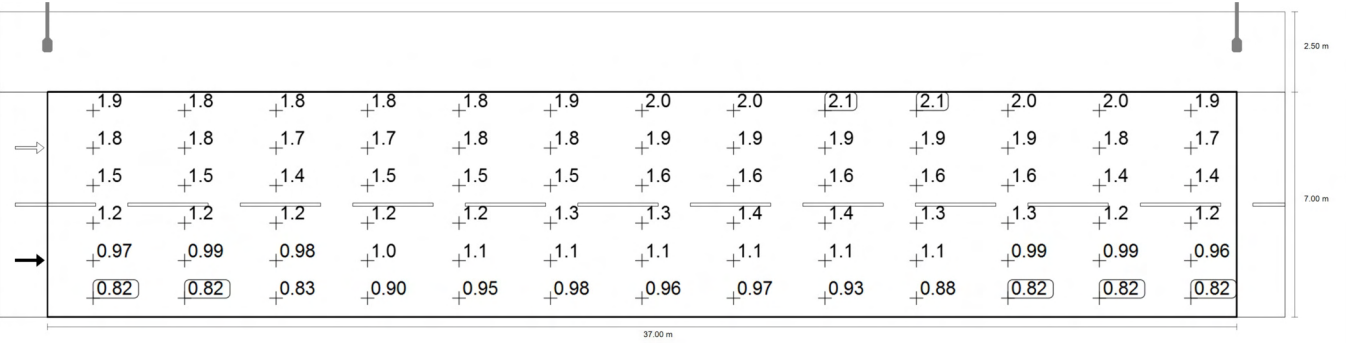
| m     | 1.423 | 4.269 | 7.115 | 9.962 | 12.808 | 15.654 | 18.500 | 21.346 | 24.192 | 27.038 | 29.885 | 32.731 | 35.577 |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6.417 | 1.49  | 1.47  | 1.43  | 1.40  | 1.45   | 1.53   | 1.58   | 1.63   | 1.65   | 1.66   | 1.63   | 1.58   | 1.55   |
| 5.250 | 1.46  | 1.43  | 1.37  | 1.37  | 1.42   | 1.47   | 1.49   | 1.53   | 1.52   | 1.48   | 1.52   | 1.45   | 1.38   |
| 4.083 | 1.16  | 1.18  | 1.15  | 1.17  | 1.19   | 1.21   | 1.27   | 1.32   | 1.30   | 1.27   | 1.25   | 1.15   | 1.12   |
| 2.917 | 0.97  | 0.97  | 0.93  | 0.95  | 1.00   | 1.05   | 1.05   | 1.09   | 1.09   | 1.05   | 1.01   | 0.97   | 0.95   |
| 1.750 | 0.78  | 0.79  | 0.78  | 0.83  | 0.86   | 0.90   | 0.89   | 0.92   | 0.92   | 0.88   | 0.79   | 0.79   | 0.77   |
| 0.583 | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.72  | 0.76   | 0.78   | 0.77   | 0.77   | 0.75   | 0.71   | 0.66   | 0.66   | 0.66   |

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [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: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta | 1.13 cd/m <sup>2</sup> | 0.66 cd/m <sup>2</sup> | 1.66 cd/m <sup>2</sup> | 0.582          | 0.396          |



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)

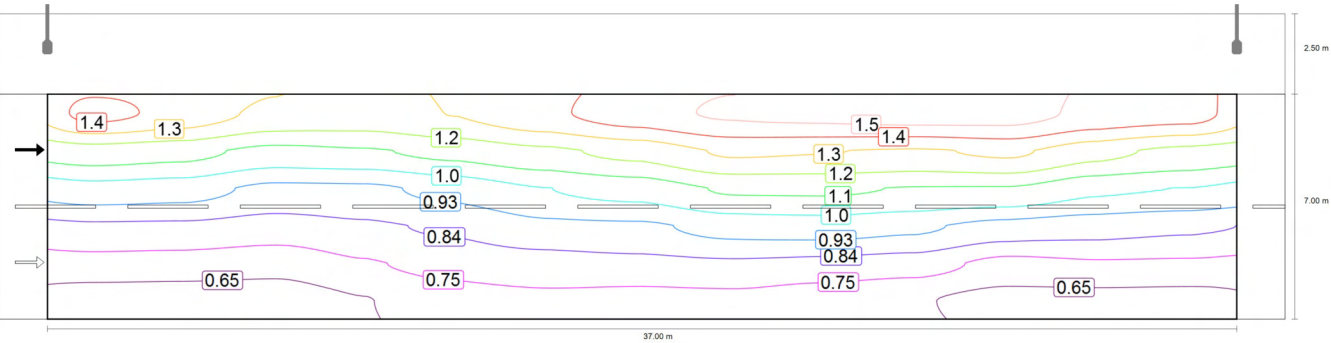


Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

|       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 |
| 6.417 | 1.86  | 1.84  | 1.78  | 1.76  | 1.81   | 1.91   | 1.98   | 2.04   | 2.06   | 2.07   | 2.04   | 1.98   | 1.94   |
| 5.250 | 1.82  | 1.79  | 1.71  | 1.71  | 1.77   | 1.83   | 1.87   | 1.91   | 1.90   | 1.85   | 1.90   | 1.81   | 1.73   |
| 4.083 | 1.45  | 1.47  | 1.44  | 1.47  | 1.49   | 1.51   | 1.58   | 1.65   | 1.62   | 1.58   | 1.57   | 1.44   | 1.40   |
| 2.917 | 1.21  | 1.21  | 1.16  | 1.19  | 1.25   | 1.31   | 1.32   | 1.36   | 1.37   | 1.32   | 1.26   | 1.21   | 1.19   |
| 1.750 | 0.97  | 0.99  | 0.98  | 1.03  | 1.08   | 1.13   | 1.11   | 1.15   | 1.15   | 1.10   | 0.99   | 0.99   | 0.96   |
| 0.583 | 0.82  | 0.82  | 0.83  | 0.90  | 0.95   | 0.98   | 0.96   | 0.97   | 0.93   | 0.88   | 0.82   | 0.82   | 0.82   |

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 | 1.41 cd/m²     | 0.82 cd/m²       | 2.07 cd/m²       | 0.582          | 0.396          |



Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Curve isolux)

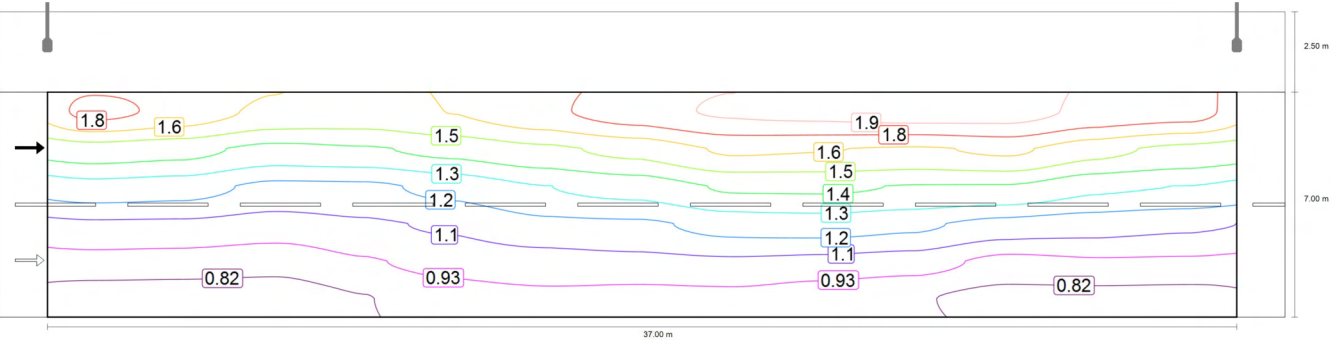


Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

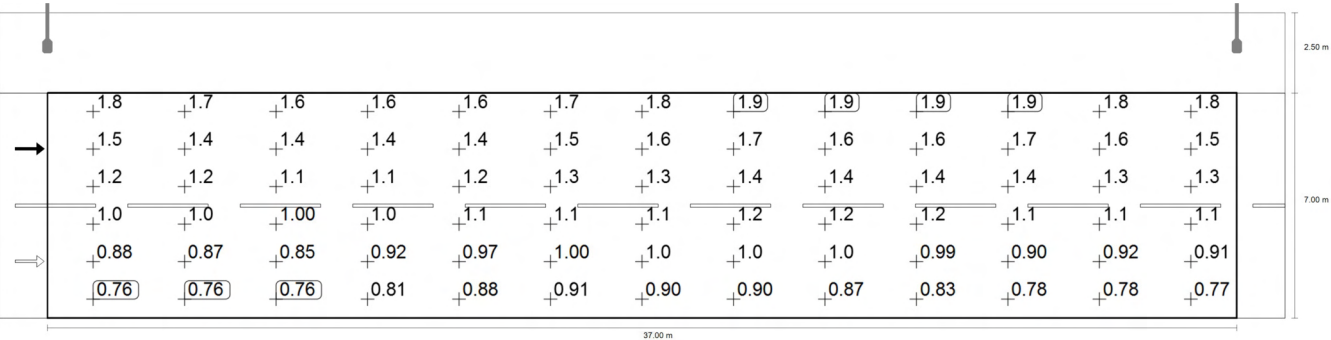
| m     | 1.423 | 4.269 | 7.115 | 9.962 | 12.808 | 15.654 | 18.500 | 21.346 | 24.192 | 27.038 | 29.885 | 32.731 | 35.577 |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6.417 | 1.43  | 1.37  | 1.29  | 1.27  | 1.31   | 1.38   | 1.45   | 1.51   | 1.52   | 1.54   | 1.53   | 1.47   | 1.44   |
| 5.250 | 1.17  | 1.15  | 1.09  | 1.11  | 1.15   | 1.20   | 1.24   | 1.32   | 1.31   | 1.30   | 1.32   | 1.25   | 1.19   |
| 4.083 | 0.99  | 0.97  | 0.91  | 0.92  | 0.97   | 1.03   | 1.06   | 1.13   | 1.13   | 1.12   | 1.11   | 1.04   | 1.03   |
| 2.917 | 0.83  | 0.82  | 0.80  | 0.83  | 0.85   | 0.91   | 0.92   | 0.97   | 0.98   | 0.95   | 0.90   | 0.88   | 0.86   |
| 1.750 | 0.71  | 0.70  | 0.68  | 0.74  | 0.78   | 0.80   | 0.81   | 0.83   | 0.81   | 0.79   | 0.72   | 0.74   | 0.73   |
| 0.583 | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.65  | 0.70   | 0.73   | 0.72   | 0.72   | 0.69   | 0.66   | 0.62   | 0.62   | 0.62   |

Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Tabella valori)

|                                                                          | $L_m$      | $L_{min}$  | $L_{max}$  | $g_1$ | $g_2$ |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|-------|-------|
| Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta | 1.00 cd/m² | 0.61 cd/m² | 1.54 cd/m² | 0.611 | 0.394 |



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Curve isolux)



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

|       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 |
| 6.417 | 1.79  | 1.71  | 1.61  | 1.59  | 1.64   | 1.73   | 1.82   | 1.88   | 1.91   | 1.93   | 1.92   | 1.84   | 1.80   |
| 5.250 | 1.46  | 1.44  | 1.37  | 1.39  | 1.44   | 1.49   | 1.55   | 1.65   | 1.64   | 1.62   | 1.65   | 1.56   | 1.49   |
| 4.083 | 1.24  | 1.22  | 1.14  | 1.15  | 1.21   | 1.28   | 1.33   | 1.42   | 1.42   | 1.40   | 1.39   | 1.31   | 1.28   |
| 2.917 | 1.03  | 1.03  | 1.00  | 1.03  | 1.07   | 1.14   | 1.15   | 1.21   | 1.22   | 1.19   | 1.12   | 1.10   | 1.07   |
| 1.750 | 0.88  | 0.87  | 0.85  | 0.92  | 0.97   | 1.00   | 1.01   | 1.03   | 1.02   | 0.99   | 0.90   | 0.92   | 0.91   |
| 0.583 | 0.76  | 0.76  | 0.76  | 0.81  | 0.88   | 0.91   | 0.90   | 0.90   | 0.87   | 0.83   | 0.78   | 0.78   | 0.77   |

Osservatore 2: 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 2: Luminanza per nuova installazione | 1.24 cd/m²     | 0.76 cd/m²       | 1.93 cd/m²       | 0.611          | 0.394          |

