

R 4

STUDIO DI INGEGNERIA ROSSI

PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI VERONA

P.U.A. DI AREA RESIDUA - AR7 SITA IN VIA LAZZARETTO

**RELAZIONE ILLUMINOTECNICA
RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

COMMITTENTI

sig. Bazzani Giovanni

sig.ra Bazzani Rita

PROGETTISTI

DATA

Luglio 2013

AGGIORNAMENTI

37036 San Martino Buon Albergo (VR) - Via N.Bixio n° 9

tel. 045 4540141 - fax 045 4540141- e-mail: ingg.rossi@yahoo.it

PROGETTAZIONE E CONSULENZA IN AMBITO CIVILE, AMBIENTALE ED IDRAULICO

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	3
2.	REQUISITI DI UN PROGETTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE	4
3.	DISPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE	10
4.	INDICE DI EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE	11
5.	SUDDIVISIONE FUTURI TRATTI STRADALI	15
6.	ANALISI DI RISCHIO PER TRATTI OMOGENEI	16
6.1.	Tratto omogeneo	16
6.2.	Tratti omogenei privati est ed ovest	18
7.	DESCRIZIONE FUTURI TRATTI OMOGENEI	19
7.1.	NUOVO TRATTO.....	19
7.1.1	Classificazione della strada	19
7.1.2	Parametri di calcolo e griglia di calcolo	19
7.1.3	Piano di manutenzione	19
7.1.4	Scelta sostegni.....	20
7.1.5	Corpi illuminanti	20
7.1.6	Posizionamento sostegni.....	20
7.1.7	Classificazione energetica	21
7.2.	TRATTO PRIVATO EST	21
7.2.1	Classificazione della strada	21
7.2.2	Parametri di calcolo e griglia di calcolo	21
7.2.3	Piano di manutenzione	21
7.2.4	Scelta sostegni.....	22
7.2.5	Corpi illuminanti	22
7.2.6	Posizionamento sostegni.....	22
7.2.7	Classificazione energetica	23
7.3.	TRATTO PRIVATO OVEST	23
7.3.1	Classificazione della strada	23
7.3.2	Parametri di calcolo e griglia di calcolo	23
7.3.3	Piano di manutenzione	23
7.3.4	Scelta sostegni.....	24
7.3.5	Corpi illuminanti	24
7.3.6	Posizionamento sostegni.....	24
7.3.7	Classificazione energetica	25
8.	TUBAZIONI	25
9.	POZZETTI.....	26
10.	PLINTI DI FONDAZIONE.....	26
10.1.	Pali altezza fuori terra 8 metri	26
10.2.	Pali altezza fuori terra 4 metri	26
11.	ALIMENTAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	27

12.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL NUOVO TRATTO	27
13.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO PRIVATO EST	41
14.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO PRIVATO OVEST	45
15.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/2009 ..	49

1. PREMESSA

Su incarico dei Sig.ri Bazzani Giovanni e Bazzani Rita 1 quali stanno promuovendo il progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione inerenti al P.U.A. DI AREA RESIDUA - AR7 sita in Via Lazzaretto nel Comune di Verona, si è prodotta la presente relazione illuminotecnica allo scopo di verificare la correttezza delle scelte tecniche effettuate in fase di progettazione in accordo con le principali norme di riferimento, ossia la UNI 11248:2007 *“Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”*, la UNI 10819:1999 *“Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”*, e la L.R. 17 del 07/08/2009.

2. REQUISITI DI UN PROGETTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

Il Nuovo Codice della Strada (decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni), nonché il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 (*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*) dettano le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade. La classificazione delle strade risulta fondamentale per pianificare al meglio l'illuminazione in quanto le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare dipendono strettamente dal tipo di strada che si intende illuminare.

Il Codice della Strada divide le strade in sei grandi categorie riportate nella seguente tabella:

CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE IN FUNZIONE DEL TIPO DI TRAFFICO		
Classe ⁽¹⁾	Tipo di strada e ambito territoriale	Indice di categoria illuminotecnica
A	Autostrade extraurbane	6
A	Autostrade urbane	6
B	Strade extraurbane principali	6
C	Strade extraurbane secondarie	5
D⁽²⁾	Strade urbane di scorrimento veloce	6
D	Strade urbane di scorrimento	4
E⁽²⁾	Strade urbane interquartiere	5
E	Strade urbane di quartiere	4
F	Strade extraurbane locali	4
F⁽²⁾	Strade urbane locali internazionali	3
F	Strade urbane locali	2

(1) : La presente classificazione è in sintonia con quella riportata nel "Testo aggiornato dal Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n° 285 recante il nuovo codice della strada" pubblicato sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale Serie Generale - n°67 del 22 marzo 1994.

(2) : La presente classificazione è in sintonia con quella riportata nel Decreto LL.PP. Del 12 aprile 1995 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico", pubblicato sul supplemento ordinario n°77, Gazzetta Ufficiale n°146 del 24 aprile 1995.

Classificazione Strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi
A- autostrada	2	2+2	
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

Figura 1: Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il Codice della Strada.

La **UNI 11248** (*Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato*), recepisce la norma UNI EN 13201 e diventa pertanto la principale norma a cui fare riferimento per la progettazione degli impianti. Indica i requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale per la progettazione, verifica e manutenzione di un impianto. L'analisi dei parametri di influenza viene condotta dal progettista all'interno dell'analisi del rischio, e quest'ultimo può anche decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinando direttamente quella di progetto. La tabella riportata nella **Figura 2** riassume i prospetti 1-2-3-A della norma UNI 11248, e la classificazione secondo le leggi dello stato. La stessa permette di risalire alla classificazione illuminotecnica (riferimento/progetto/esercizio) del tracciato viario in funzione dei relativi parametri fondamentali di influenza.

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
									100%	50% 25%
A1	1100	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-	Normale	-	ME2	ME3a	ME4a
A1		Autostrade urbane	130		-	Elevata	-	ME1	ME2	ME3a
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	-
						Elevata	-	ME2	ME3a	-
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		Si	Normale	-	ME2	ME3b	-
						Elevata	-	ME1	ME2	-
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	ME4a
						Elevata	-	ME2	ME3a	ME3a
B	1100	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a	Si	Ininfluente	-	ME1	ME2	ME2
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ₄)	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
C	600	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
E	800	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
F	800	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	ME4b	No	-	-	ME5	ME6	ME6
					Si	-	-	ME4b	ME5	ME6

Figura 2: classificazione illuminotecnica di progetto e d'esercizio in funzione della categoria di una strada secondo la norma UNI 11248.

La norma UNI 11248 introduce e propone nei prospetti 2 e 3, alcuni possibili parametri di influenza ovviamente non tutti applicabili, in ciascun ambito illuminotecnico. Nello specifico il prospetto 2 identifica quelli fondamentali applicabili in ambito stradale e per piste ciclabili (direttamente riportati nelle tabelle di **Figura 2**, **Figura 3** e **Figura 4**), che possono essere integrati previa adeguata analisi dei

possibili rischi, in ambiti stradali, o pedonali/misti con alcuni dei parametri di influenza del prospetto 3 al fine di declassare ulteriormente l'ambito da illuminare e quindi di favorire, come appunto promuove in diversi punti la norma UNI 11248 il risparmio energetico.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Indice rischio di aggressione	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
									100%	50% 25%
F	Strade locali extraurbane	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30km/h	30	CE4	-	Normale	No	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
					Elevata	No	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
						Nei pressi	Normale	CE2	CE3	CE4
							Elevato	CE1	CE2	CE3
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	-	Normale	No	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
						Nei pressi	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
					Elevata	No	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali interzonali	50/30	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade a destinazione particolare	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4

Figura 3: classificazione illuminotecnica di strade e aree a traffico misto secondo la norma UNI 11248.

PISTE CICLABILI								
Descrizione del tipo della strada	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Ambiente	Flusso di Traffico ciclisti	Pedoni	Pendenza media	Tratto di progetto	Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di Esercizio
Piste ciclabili	S3	urbano	Normale	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					>2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					>2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
			Elevato	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					>2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
					>2%	Rettilineo	CE3	
						Curva	CE2	
		extraurbano	Normale	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S5	
						Curva	S4	
					>2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					>2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
			Elevato	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					>2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					>2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE2	

Figura 4: classificazione illuminotecnica delle piste ciclabili secondo la norma UNI 11248.

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento Ti max (%)	SR min*
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)		
ME1	2	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	Nessuna richiesta

Figura 5: requisiti illuminotecnici di progetto in ambito stradale secondo la norma UNI 11248.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U ₀ Emedio	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	Classe	E _{SC} Minimo (mantenuto) lx
CE0	50	0,4	10	ES1	10
CE1	30	0,4	10	ES2	7,5
CE2	20	0,4	10	ES3	5
CE3	15	0,4	15	ES4	3
CE4	10	0,4	15	ES5	2
CE5	7,5	0,4	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. min (mantenuto)	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	ES7	1
S1	15	5	15	ES8	0,75
S2	10	3	15	ES9	0,5
S3	7,5	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	5	1	20	Classe	E _V Minimo lx
S5	3	0,6	20	EV3	10
S6	2	0,6	20	EV4	7,5
S7	Non determinato			EV5	5

Figura 6: requisiti illuminotecnici di progetto per ambiti diversi da quelli stradali o stradali a destinazione particolare, secondo la norma UNI 11248.

La UNI 10819 ("Impianti d'illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso") tratta delle problematiche inerenti la limitazione della dispersione verso il cielo della luce artificiale. Essa ha valore nazionale e prescrive i requisiti degli impianti d'illuminazione esterna, per la limitazione della dispersione del flusso anche al fine di non ostacolare l'osservazione astronomica.

Non si applica in quelle regioni dove esiste già una normativa / legge regionale appropriata, come è nel caso della **Regione Veneto** ove è in vigore la **L.R. 17/2009** ("nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici").

L'art. 9 "regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna" della **L.R. 17/2009** recita testualmente:

...(omissis)...Per gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata,, è prevista la sola predisposizione di sistemi che garantiscano la non dispersione della luce verso l'alto.

Siano equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione....(omissis).

Limitare l'uso dei proiettori ai casi di reale necessità, in ogni caso mantenendo l'orientazione del fascio verso il basso, non oltre i sessanta gradi dalla verticale.



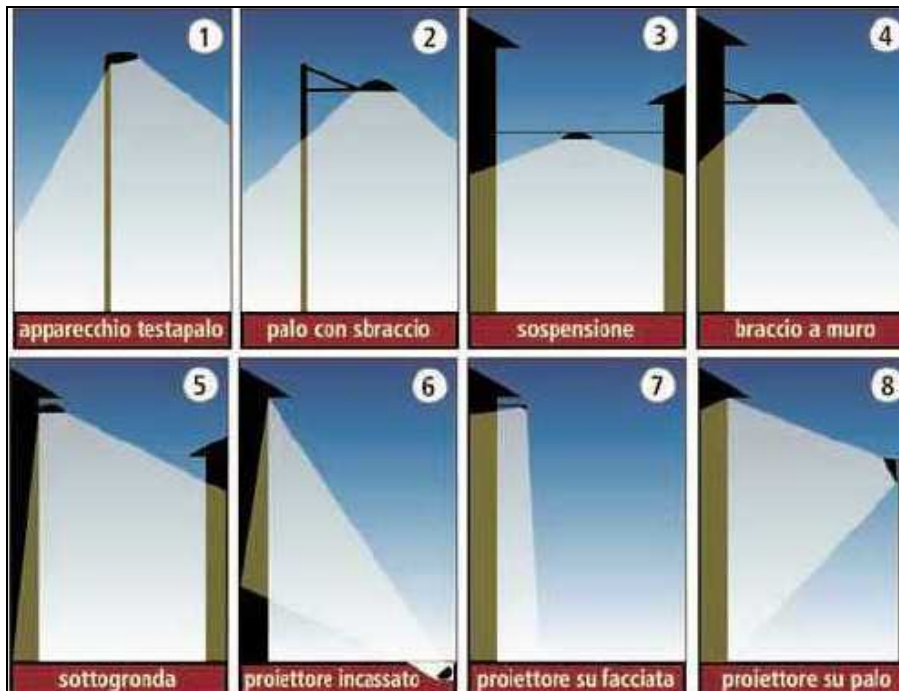


Figura 7: tipologia di apparecchi ammessi dalla L.R. 17/2009.

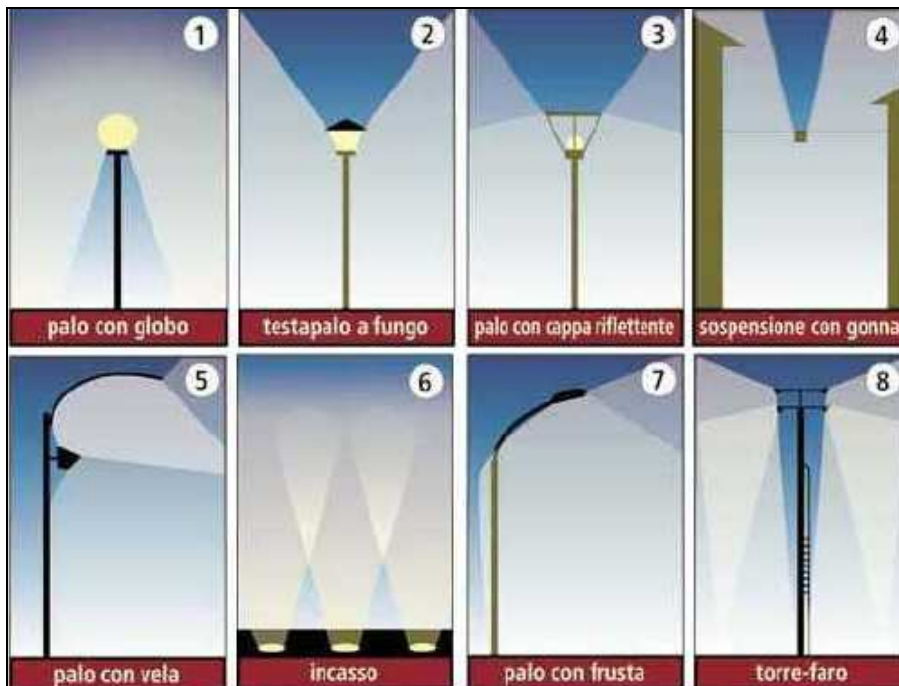


Figura 8: tipologia di apparecchi non ammessi dalla L.R. 17/2009.

L'allegato C prescrive che "quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile"; si riporta la tabella comparativa:

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice Ill. UNI10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m ²]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E. semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E.verticali		EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Figura 9: tavola di correlazione illuminotecnica per zone contigue, secondo la norma UNI 13201.

In particolare, per quanto riguarda le rotatorie, c'è un apposito capitolo che riporta quanto segue:

le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie **CE**, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

Strade di accesso (bracci di ingresso e di uscita) alla rotatoria illuminate: la categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla tabella di **Figura 9**. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME5, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE4.

3. DISPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE

L'altezza degli apparecchi (o centri luminosi) deve tenere conto della larghezza della strada da illuminare. Tale altezza è un compromesso tra l'esigenza di collocare i centri luminosi più in alto possibile, ottenendo una riduzione dell'abbagliamento ed un'elevata uniformità, e l'esigenza invece di abbassare il centro luminoso per ottenere una migliore utilizzazione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio. Pertanto, si cerca sempre di soddisfare le seguenti relazioni:

$$\frac{h}{L} \cong 1 \text{ dove } h \text{ è il parametro dell'altezza dell'apparecchio dal piano stradale ed } L \text{ è la larghezza}$$

del tratto di strada compreso tra i due cordoli dei marciapiedi.

$$Interasse_{pali} \cong 3,7 \cdot h \text{ dove } h \text{ è l'altezza del palo.}$$

Chiaramente, oltre alle predette relazioni previste dalle Norme occorre soddisfare soprattutto i parametri illuminotecnici previsti dalle Leggi Vigenti pertanto, tali relazioni possono essere non rispettate dovendo dare priorità al rispetto dei parametri delle Leggi.

Nei casi di curve i centri luminosi dovrebbero venire installati con interdistanza (I) minori rispetto a quelle adottate per i lati rettilinei, fino ai 3/4 dell'interdistanza adottata nel lato rettilineo. Il discorso degli incroci è molto più complesso e richiede una certa esperienza nella progettazione degli impianti.

Prima regola da seguire prevede che l'apparecchio di illuminazione non venga installato sull'angolo dell'incrocio, bensì alla distanza per cui si possa sfruttare al meglio il valore massimo di apertura e intensità del fascio luminoso dell'apparecchio stesso.

Per le rotatorie si possono avere 3 disposizioni fondamentali. Se la rotatoria ha un diametro inferiore ai 3.00 m non è ammessa la disposizione con pali/torre faro al centro e pertanto l'impianto va realizzato esternamente. Se il diametro è superiore ai 3.00 m si può prevedere la posa di un punto luce centrale, normalmente costituito da una torre faro. Con diametri maggiori, sui 12.00 m e oltre, è conveniente realizzare impianti con i punti luce disposti lungo il "perimetro esterno" delle strade che costituiscono la rotatoria.

4. INDICE DI EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Con la convenzione di Kyoto si è iniziato a pensare a soluzioni che limitino il surriscaldamento globale; in base a questo scenario i requisiti di limitazione del consumo di energia sono stati indirizzati dalla Comunità Europea attraverso le direttive EuP (*Energy Using Product*).

L'introduzione di criteri di efficienza energetica (come quello indicato dalla **prEN 13201-5**) rende più facile la scelta e lo sviluppo di prodotti e servizi legati all'illuminazione pubblica all'interno dei membri della Comunità Europea: un impianto di illuminazione ben progettato riduce i consumi, aumenta la vita media dei componenti e riduce gli interventi di manutenzione.

Per realizzare gli obiettivi di risparmio in TEP (o emissione di CO₂) è necessario quindi definire l'efficienza di un impianto di pubblica illuminazione in base all'energia utilizzata per soddisfare i requisiti illuminotecnici fissati dalla norma **UNI EN 13201-2**. Il parametro di riferimento scelto è il criterio di efficienza energetica dell'illuminazione stradale definito dalla **prEN 13201-5** e chiamato **SLEEC** (Street Lighting Energy Efficiency Criterion), differenziato in **SL** per la progettazione illuminotecnica in luminanza (zone di traffico prevalentemente motorizzato) e **SE** per la progettazione illuminotecnica in illuminamento (zone a traffico misto e prevalentemente pedonale).

I valori di SL o SE sono valori massimi di riferimento al di sopra dei quali l'impianto non soddisfa i requisiti minimi di efficienza energetica richiesti dal presente documento.

Definizioni

$$SL = \frac{P_{reale}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[\frac{W}{cd / m^2 \cdot m^2} \right] \quad SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

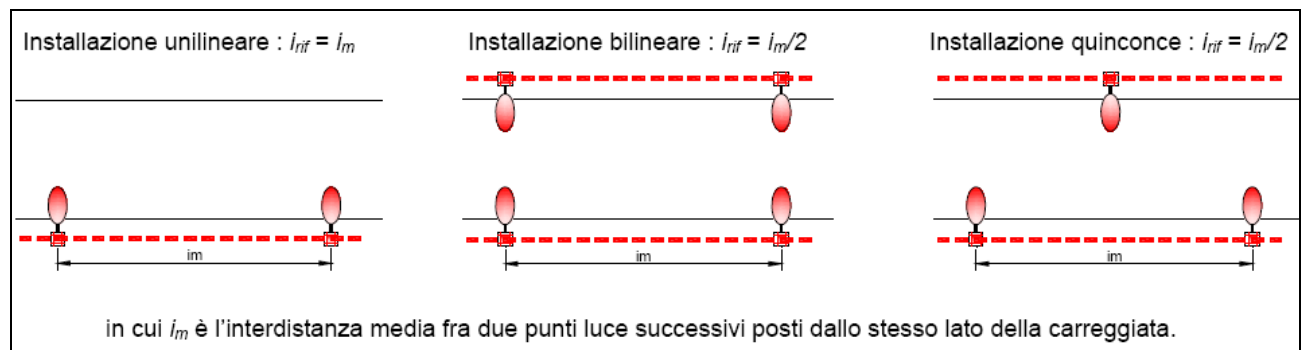
P_{reale} : la reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. Tale potenza può venire espressa come $P_{sorgente}/\eta_b$ in cui $P_{sorgente}$ è la potenza nominale della sorgente e η_b è il rendimento dell'alimentatore.

l_{media} : larghezza media della carreggiata o della zona illuminata.

L_m : luminanza media mantenuta calcolata secondo le direttive UNI EN 13201, calcolata adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale di classe C2.

E_m : illuminamento medio mantenuto calcolato secondo le direttive UNI EN 13201, calcolato adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

i_{rif} : L'interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro computata secondo lo schema espresso di seguito



Nel caso in cui, per il calcolo in illuminamento, non è possibile riferirsi ad una tipologia di installazione con file omogenee di apparecchi illuminanti, è possibile calcolare il valore SE nel modo seguente:

$$SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot s_{media}} = \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

in cui si definiscono:

P_{reale} : la reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria

l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. Tale potenza può venire espressa come $P_{\text{sorgente}}/\eta_b$ in cui P_{sorgente} è la potenza nominale della sorgente e η_b è l'efficienza dell'alimentatore.

E_m : illuminamento medio mantenuto calcolato secondo le direttive UNI EN 13201, calcolato adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

S_{media} : l'area media illuminata da ciascun apparecchio illuminante; nel caso di più apparecchi insistenti sulla stessa area, occorre dividere quest'area per il numero di apparecchi presenti al fine di ottenere l'area media illuminata teorica.

Le tabelle A e B che seguono, riportate anche nel documento sui criteri ambientali, danno i valori di Sleec di riferimento (SER ed SLR) in funzione di gruppi di classi illuminotecniche, quali definite dalla norma UNI 11248 ed EN 13201-2.

L'ICE è dato dal rapporto tra lo SLEEC di progetto e lo SLEEC di riferimento di cui alle tabelle A e B che seguono.

Per tratti stradali prevalentemente motorizzati, in cui viene richiesto dalla normativa UNI 11248 un calcolo che tenga conto della luminanza, occorre considerare lo SLEEC per luminanza SL; per tratti misti, in cui viene richiesto dalla normativa UNI 11248 un calcolo che tenga conto dell'illuminamento, occorre considerare lo SLEEC per illuminamento SE.

In entrambi i casi occorre calcolare il valore di SLEEC di progetto (SL) o (SE), in funzione della classe illuminotecnica di progetto, e dividerlo per il valore di SLEEC di riferimento (SLR) o (SER) scelto dalla tabella A o dalla tabella B per la stessa classe illuminotecnica.

Il rapporto tra i due valori (SL/ SLR o SE/ SER) è l'ICE dell'impianto e ne determina la classe energetica (tab. C).

L'ICE (indice di consumo energetico) raggiunto dall'impianto di pubblica illuminazione in fase progettuale; è dato dal rapporto tra lo SLEEC di progetto e lo SLEEC di riferimento dedotto dalle tabelle di seguito riportate.

Per tratti prevalentemente motorizzati, in cui viene richiesto dalla normativa UNI 11248 un calcolo in luminanza, occorre considerare lo SLEEC per luminanza seguendo la procedura qui illustrata: si determina la classe illuminotecnica di progetto, si calcola il valore di SL reale dell'installazione in oggetto. Si deduce dalla tabella A il valore di SL di riferimento (SLR) per quella classe illuminotecnica. Il rapporto tra i due determina l'ICE dell'installazione in oggetto, mediante il quale si accede alla tabella che riporta gli intervalli di classificazione energetica.

Per tratti misti, in cui viene richiesto dalla normativa UNI 11248 un calcolo in illuminamento, occorre considerare lo SLEEC per illuminamento seguendo la procedura qui illustrata: si determina la classe illuminotecnica di progetto, si calcola il valore di SE reale dell'installazione in oggetto. Si deduce

dalla tabella B il valore di SE di riferimento (SER) per quella classe illuminotecnica. Il rapporto tra i due determina l'ICE dell'installazione in oggetto, mediante il quale si accede alla tabella che riporta gli intervalli di classificazione energetica.

Tab. A	
Illuminazione stradale	
Classi illuminotecniche ME ed MEW	
Classe illuminotecnica	Sleec di riferimento SL_R [W/cdm ⁻² /m ²]
ME1 / MEW1	0.55
ME2 / MEW2	0.58
ME3a	0.74
ME3b / MEW3	0.77
ME3c	0.79
ME4a / MEW4	0.83
ME4b	0.87
ME5 / MEW5	0.93
ME6	1.00

Tab. A: valori di Sleec di riferimento (in rapporto alla luminanza) in funzione delle classi di illuminazione (norme UNI 11248 ed EN 13201).

Tab. B	
Illuminazione intersezioni, centri storici	
Classi illuminotecniche CE	
Classe illuminotecnica	Sleec di riferimento SE_R [W/lx/m ²]
CE0	0.039
CE1	0.045
CE2	0.048
CE3	0.056
CE4	0.062
CE5	0.070
Illuminazione marciapiedi, piste ciclopedonali, parcheggi	
Classi illuminotecniche S	
Classe illuminotecnica	Sleec di riferimento SE_R [W/lx/m ²]
S1	0,09
S2	0,11
S3	0,14
S4	0,16
S5	0,18
S6	0,19
S7	0.20

Tab. B: valori di Sleec di riferimento (in rapporto all'illuminamento) in funzione delle classi di illuminazione (norme UNI 11248 ed EN 13201).

Come sopra ricordato l'efficienza energetica dell'impianto viene espressa attraverso l'indice ICE (Indice di Consumo Energetico), ovvero il rapporto tra il valore di SLEEC di progetto e il valore di SLEEC di riferimento per le diverse tipologie di classe illuminotecnica. Minore è il valore ICE maggiore sarà l'efficienza dell'impianto (vedi Tabella C che segue). L'indice ICE pari a 1 corrisponde ad uno SLEEC di progetto identico allo SLEEC di riferimento.

Tab. C - CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Indice di consumo energetico ICE = SE/SE _R per calcolo in illuminamento oppure ICE = SL/SL _R per calcolo in luminanza	
ICE < 0,91	ALTA EFFICIENZA  BASSA EFFICIENZA
0,91 ≤ ICE < 1,09	
1,09 ≤ ICE < 1,35	
1,35 ≤ ICE < 1,79	
1,79 ≤ ICE < 2,63	
2,63 ≤ ICE < 3,10	
ICE ≥ 3,10	

Questo parametro appare più completo rispetto all'indicazione del consumo energetico per chilometro poiché introduce anche una valutazione sulle performance sviluppate.

5. SUDDIVISIONE FUTURI TRATTI STRADALI

Considerando la futura geometria dei tratti stradali di progetto, si individuano 5 macro tratti o zone aventi caratteristiche omogenee e sulle quali si effettueranno le verifiche illuminotecniche previste dalla vigente normativa.

I vari tratti saranno di seguito elencati e descritti:

- tratto **di nuova realizzazione**: carreggiata stradale di penetrazione nella zona parcheggio con sviluppo trasversale pari a 3,5 metri a senso unico di marcia e sviluppo longitudinale superiore a 60 metri; lungo il margine sud sono presenti in sequenza una zona stalli parcheggio di sviluppo trasversale pari a 2 metri, una striscia a verde di sviluppo pari a circa 1 metro, un marciapiede di sviluppo trasversale pari a 1,5 metri e la carreggiata stradale esistente di sviluppo trasversale pari a 7 metri.

- tratti privati **est ed ovest**: carreggiata stradale privata per l'accesso alle future unità abitative con sviluppo trasversale rispettivamente pari a 6 metri e 4 metri, a doppio senso di marcia.

6. ANALISI DI RISCHIO PER TRATTI OMOGENEI

La procedura utilizzata dalla norma UNI 11248 per definire la categoria illuminotecnica si basa sulla "valutazione del rischio" ovvero di valutare ciascun tratto di strada in base alle caratteristiche specifiche per poi stabilire i valori illuminotecnici di riferimento. Le caratteristiche specifiche sono individuate dalla norma con il termine "parametri di influenza".

Seguendo la norma è stata definita una categoria illuminotecnica di riferimento, eventualmente modificata sulla base delle osservazioni dello scrivente progettista di piano, relativamente ad ogni singolo tratto omogeneo.

6.1. *Tratto omogeneo*

Parametri di influenza presi a riferimento per classificazione CARREGGIATA STRADALE della strada di penetrazione a servizio dei parcheggi:

- Velocità tipica dell'utente principale: BASSA (tra 5 e 30 Km/h).
- Utenti principali e altri utenti: gli utenti principali sono il traffico motorizzato, i veicoli lenti (<40km/h) e i ciclisti. I pedoni devono utilizzare gli adiacenti marciapiedi.
- Condizioni atmosferiche principali: ASCIUTTO.
- Limitazioni del traffico: nel caso in esame NON si devono tenere in considerazione le misure per la limitazione del traffico perché non sono presenti zona a traffico limitato.
- Incroci: la strada è collegata ad altre strade mediante incroci semplici con densità < 3 pezzi per km.
- Difficoltà di navigazione: NORMALE essendo un tratto di strada percorso prevalentemente dai soli residenti.
- Flusso di traffico motorizzato: giornalmente percorrono il tratto di strada un numero di veicoli < 7000.
- Zone di conflitto: NON sono presenti zone di conflitto;
- Complessità del campo visivo: NORMALE.
- Veicoli parcheggiati: è necessario tenere in considerazione i veicoli parcheggiati al margine della carreggiata in quanto sono presenti zone dedicate.
- Livello della luminosità dell'ambiente: BASSO (ambiente rurale).
- Flusso di traffico non motorizzato: il flusso di traffico non motorizzato è BASSO.

Utilizzando i predetti parametri e procedendo secondo le indicazioni del Comitato Europeo di Normazione espresse con Comunicato Tecnico CEN prEN 132001-1 la strada ricade in categoria CE5.

Lo scrivente progettista, a seguito di sopralluogo in loco, ritiene opportuno mantenere l'area in oggetto (carreggiata stradale) nella **categoria illuminotecnica CE5**.

Parametri di influenza presi a riferimento per classificazione MARCIAPIEDE:

- Velocità tipica dell'utente principale: PASSO D'UOMO (≤ 5 Km/h).
- Utenti principali e altri utenti: solo pedoni.
- Flusso di traffico non motorizzato: il flusso di traffico di pedoni è NORMALE-BASSO.
- Identificazione persone: il rischio criminalità delle aree di traffico considerata è paragonato a quello dell'area circostante, ovvero NORMALE; l'identificazione dei visi delle persone si mantiene prudenzialmente NECESSARIA.
- Livello della luminanza dell'ambiente: BASSO (ambiente rurale).

Utilizzando i predetti parametri e procedendo secondo le indicazioni del Comitato Europeo di Normazione espresse con Comunicato Tecnico CEN prEN 132001-1 il marciapiede ricade in categoria S3. Lo scrivente progettista, sulla scorta delle indicazioni riportate nella precedente Fig. 3 e a seguito di sopralluogo in loco, per garantire una uniformità con la zona adiacente (carreggiata) ritiene tuttavia più opportuno ricondurre l'area in oggetto (marciapiede) ad una **categoria illuminotecnica CE5**.

Parametri di influenza presi a riferimento per classificazione POSTEGGI SOSTA:

- Velocità tipica dell'utente principale: BASSA (tra 5 e 30 Km/h).
- Utenti principali e altri utenti: gli utenti principali sono il traffico motorizzato, i veicoli lenti (<40 km/h). I pedoni ed i ciclisti devono utilizzare gli adiacenti marciapiedi a loro dedicati.
- Limitazioni del traffico: nel caso in esame NON si devono tenere in considerazione le misure per la limitazione del traffico perché non sono presenti zona a traffico limitato.
- Identificazione persone: il rischio criminalità delle aree di traffico considerata è paragonato a quello dell'area circostante, ovvero NORMALE; l'identificazione dei visi delle persone si mantiene prudenzialmente NECESSARIA.
- Difficoltà di navigazione: NORMALE essendo un tratto di strada percorso prevalentemente dai soli residenti.
- Livello della luminosità dell'ambiente: BASSO (ambiente rurale).

Utilizzando i predetti parametri e procedendo secondo le indicazioni del Comitato Europeo di Normazione espresse con Comunicato Tecnico CEN prEN 132001-1 la zona ricade in categoria CE5. Lo scrivente progettista, a seguito di sopralluogo in loco, ritiene opportuno mantenere l'area in oggetto (stalli di sosta) nella **categoria illuminotecnica CE5**.

Parametri di influenza presi a riferimento per classificazione CARREGGIATA STRADALE ESISTENTE:

- Velocità tipica dell'utente principale: MEDIA (tra 30 e 60 Km/h).
- Utenti principali e altri utenti: gli utenti principali sono il traffico motorizzato, i veicoli lenti (<40km/h) e i ciclisti. I pedoni devono utilizzare gli adiacenti marciapiedi.
- Condizioni atmosferiche principali: ASCIUTTO.
- Limitazioni del traffico: nel caso in esame NON si devono tenere in considerazione le misure per la limitazione del traffico perché non sono presenti zona a traffico limitato.
- Incroci: la strada è collegata ad altre strade mediante incroci semplici con densità < 3 pezzi per km.
- Difficoltà di navigazione: NORMALE essendo un tratto di strada percorso prevalentemente dai soli residenti.
- Flusso di traffico motorizzato: giornalmente percorrono il tratto di strada un numero di veicoli < 7000.
- Zone di conflitto: NON sono presenti zone di conflitto;
- Complessità del campo visivo: NORMALE.
- Veicoli parcheggiati: è necessario tenere in considerazione i veicoli parcheggiati al margine della carreggiata in quanto sono presenti zone dedicate.
- Livello della luminosità dell'ambiente: BASSO (ambiente rurale).
- Flusso di traffico non motorizzato: il flusso di traffico non motorizzato è BASSO.

Utilizzando i predetti parametri e procedendo secondo le indicazioni del Comitato Europeo di Normazione espresse con Comunicato Tecnico CEN prEN 132001-1 la strada ricade in categoria ME5. Lo scrivente progettista, a seguito di sopralluogo in loco, ritiene opportuno mantenere l'area in oggetto (carreggiata stradale) nella categoria illuminotecnica ME5.

6.2. *Tratti omogenei privati est ed ovest*

Ai tratti in esame si assegnerà una categoria illuminotecnica S3.

7. DESCRIZIONE FUTURI TRATTI OMOGENEI

7.1. NUOVO TRATTO

7.1.1 Classificazione della strada

Il nuovo tratto stradale sarà caratterizzato dalla presenza di una carreggiata stradale a senso unico di marcia avente sviluppo trasversale pari a 3,5 metri e longitudinale complessivo superiore a 60 metri; sul lato sud della carreggiata stradale è presente una zona stalli di sosta di sviluppo trasversale pari a 2 metri, quindi una striscia verde di ampiezza pari ad 1 metro, un marciapiede avente sviluppo trasversale pari a 1,5 metri ed una esistente carreggiata stradale a doppio senso di marcia e sviluppo trasversale pari a 7 metri. Come precedentemente esposto sulla base dell'analisi di rischio, i tratti sono rispettivamente classificati come CE5, CE5, CE5 ed ME5. La classe ME5 ha i seguenti valori di riferimento:

- Luminanza minima mantenuta (L_m): 0,50 cd/m²;
- Uniformità minima orizzontale (U_{0min}): 0,35;
- Uniformità minima longitudinale (U_{lmin}): 0,40;
- Valore massimo di abbagliamento debilitante (TI%): 15.

Oltre alla carreggiata stradale esistente occorre considerare anche tutte le altre aree adiacenti (stalli di sosta, marciapiedi, carreggiate a servizio dei parcheggi etc.) ricadenti tutte in classe CE5, con i seguenti parametri di riferimento:

- illuminamento medio minimo (E_m): 7,5 lx;
- uniformità orizzontale (U_o): 0,4.

Chiaramente la verifica dovrà soddisfare sia i requisiti fotometrici della carreggiata stradale esistente sia quelli delle altre elencate.

La disposizione dei pali sarà di tipo **unifilare**.

7.1.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo

La *griglia di calcolo* per ogni singolo tratto sarà riportata a seguire nel capitolo riservato ai calcoli numerici. I parametri di *riflessione della pavimentazione stradale* con carreggiata asciutta e con carreggiata bagnata sono rispettivamente **C2 ($q_0 = 0,070$)** e **W3 ($q_0 = 0,20$)**.

7.1.3 Piano di manutenzione

Nelle elaborazioni numeriche si è tenuto conto di una diminuzione dell'efficienza intrinseca di ogni corpo illuminante installato in ambiente esterno, ed in particolare in adiacenza di strade veicolari. Si è ipotizzato un caso tipico di installazione esterna con piano di manutenzione TRIENNALE con conseguente *fattore di diminuzione dell'efficienza pari a 0,80*, in accordo alle direttive UNI EN 13201.

7.1.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato e verniciato, di altezza 8 metri fuori terra e senza bracci aggiuntivi (l'installazione del corpo illuminante sarà effettuata in "testapalo"); avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 4 mm.

7.1.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 8 metri da terra.

In base alle verifiche illuminotecniche allegate, ed in accordo alle prescrizioni dell'articolo 9 della L.R. 17/2009, si utilizzeranno dei corpi aventi sorgente a LED; i corpi illuminanti scelti sono di tipo:

- FIVEP mod. PHOS 01PO2D0008C 30 LED 700mA 60W con copertura, corpo e attacco palo in alluminio.

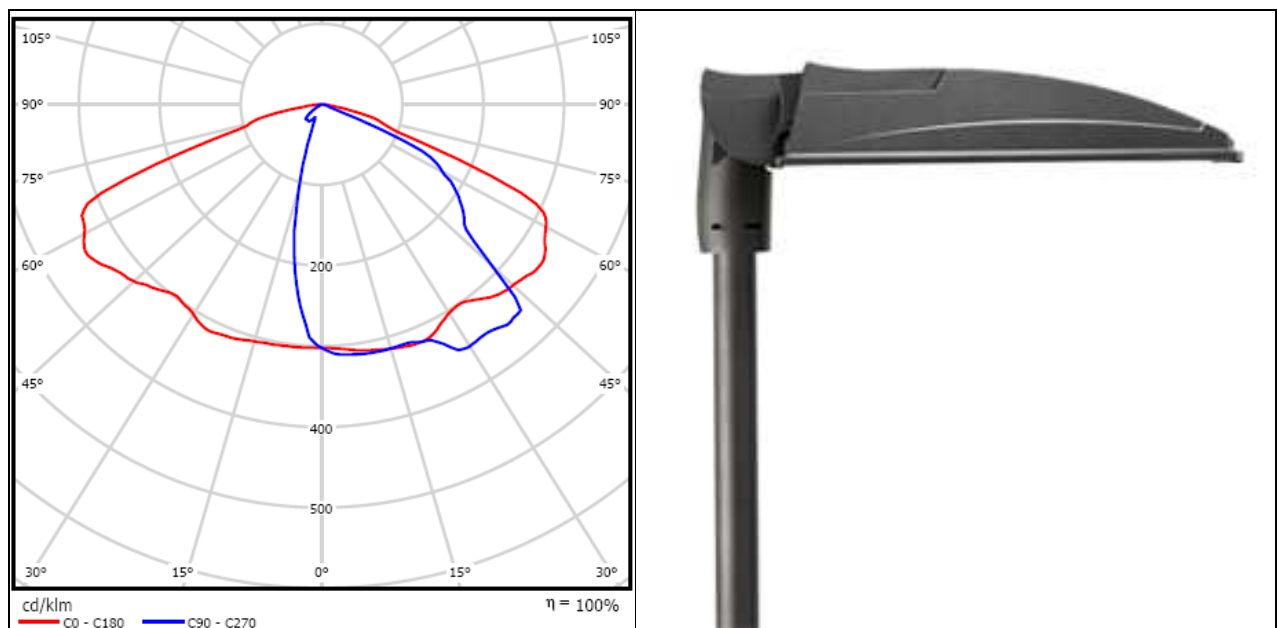


Figura 9: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione strada, marciapiede e stalli sosta.

7.1.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà in corrispondenza della striscia verde presente tra la zona stalli di sosta ed il marciapiede, senza creare ostruzioni per il passaggio di pedoni, ciclisti e/o sedie a ruote e mantenendo pertanto una distanza dalla carreggiata maggiore ai 0,5 metri prescritti dalle normative.

Per quanto riguarda l'interdistanza, la norma indica una interdistanza $L_{\text{interdistanza}} = h_{\text{palo}} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra pari a 8 m, corrisponderebbe ad una distanza di 29,60 m. Tuttavia, la particolare efficienza dei corpi illuminanti scelti, consente di aumentare l'interdistanza fino a 31 metri, rispettando al contempo le condizioni indicate nella Legge Regionale

vigente pertanto, alla luce di quanto detto, si opta per l'imposizione di una interdistanza pari a circa **31 metri**.

7.1.7 Classificazione energetica

Nel tratto in esame si considera come prevalente il traffico motorizzato, pertanto:

$$SL = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{60W}{1,00}}{0,63cd / m^2 \cdot 31 / 2m \cdot 14,8m} = 0,41 \left[\frac{W}{cd / m^2 \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Considerando la tabella A si ha che } SLR = 0,93 \left[\frac{W}{cd / m^2 \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,41}{0,93} = 0,44 < 0,91$$

Si hanno pertanto dei **corpi illuminanti ad elevata efficienza** in accordo a quanto stabilito dalle norme UNI 11248 ed EN 13201.

7.2. **TRATTO PRIVATO EST**

7.2.1 Classificazione della strada

Per consentire l'accesso pedonale e carrabile alle unità abitative ad est si realizzerà un tratto di strada privata lungo circa 50 metri di sviluppo trasversale pari a 4 metri. Come precedentemente esposto, tale tratto sarà classificato come **S3**. La classe S3 ha i seguenti valori di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 7,5 lx;
- illuminamento minimo (E_{min}): 1,5 lx;
- Valore massimo di abbagliamento debilitante (TI%): 15.

La disposizione dei pali sarà di tipo **unifilare**.

7.2.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo

La *griglia di calcolo* per ogni singolo tratto sarà riportata a seguire nel capitolo riservato ai calcoli numerici.

7.2.3 Piano di manutenzione

Nelle elaborazioni numeriche si è tenuto conto di una diminuzione dell'efficienza intrinseca di ogni corpo illuminante installato in ambiente esterno. Si è ipotizzato un caso tipico di installazione esterna con piano di manutenzione TRIENNALE con conseguente *fattore di diminuzione dell'efficienza* pari a **0,80**, in accordo alle direttive UNI EN 13201.

7.2.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato e verniciato, di altezza 4 metri fuori terra e senza bracci aggiuntivi (l'installazione del corpo illuminante sarà effettuata in "testapalo"); avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 4 mm.

7.2.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 4 metri da terra.

In base alle verifiche illuminotecniche allegate, ed in accordo alle prescrizioni dell'articolo 9 della L.R. 17/2009, si utilizzeranno dei corpi aventi sorgente a LED; i corpi illuminanti scelti sono di tipo:

- FIVEP mod. CIRCLE LED 01SC1B5097C 15 LED 700mA 30W con copertura, corpo e attacco palo in alluminio.

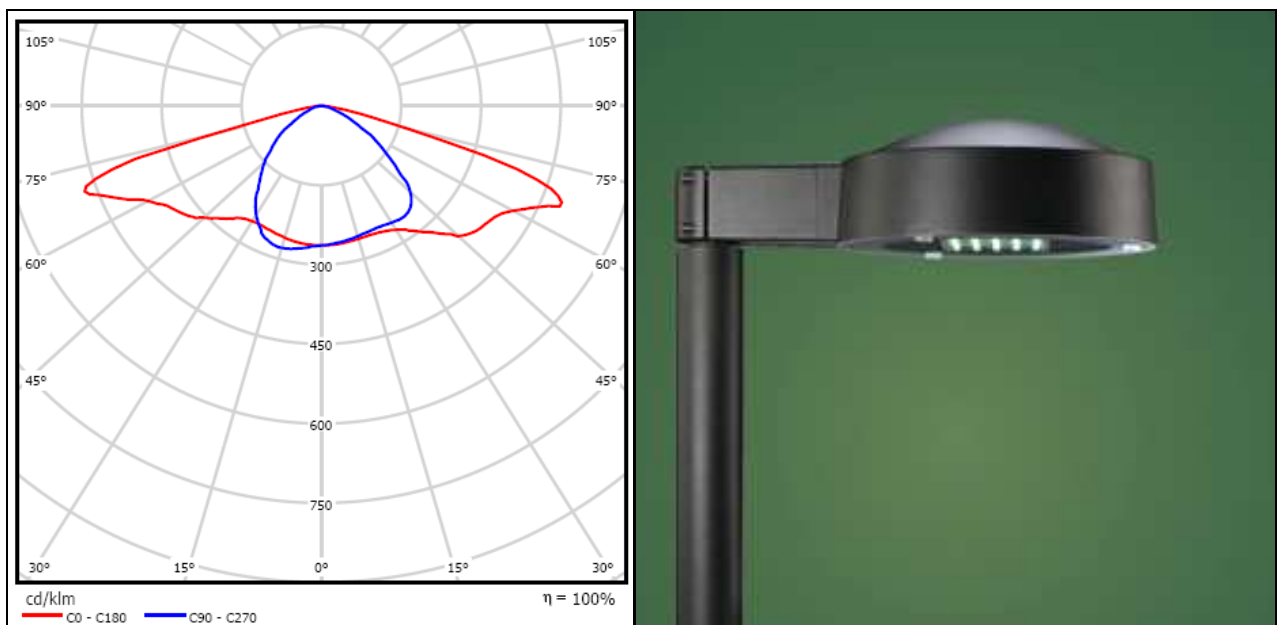


Figura 11: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione strada privata ad Est.

7.2.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà a margine della carreggiata. Per quanto riguarda l'interdistanza, la norma indica una interdistanza $L_{\text{interdistanza}} = h_{\text{palo}} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra pari a 4 m, corrisponderebbe ad una distanza di 14,80 m. Tuttavia, la particolare efficienza dei corpi illuminanti scelti, consente di aumentare l'interdistanza fino a 19,50 metri ed oltre, rispettando al contempo le condizioni indicate nella Legge Regionale vigente pertanto, alla luce di quanto detto, si opta per l'imposizione di una interdistanza pari a circa **19,5 metri**.

7.2.7 Classificazione energetica

Nel tratto in esame, si considera una situazione di traffico prevalentemente misto ed operante in una porzione di superficie ben definita, pertanto:

$$SE = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{30W}{1,00}}{9,33lux \cdot 50m \cdot 4m} = 0,016 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Considerando la tabella B si ha che } SER = 0,16 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SE}{SER} = \frac{0,016}{0,16} = 0,1 < 0,91$$

Si hanno pertanto dei **corpi illuminanti ad elevata efficienza** in accordo a quanto stabilito dalle norme UNI 11248 ed EN 13201.

7.3. **TRATTO PRIVATO OVEST**

7.3.1 Classificazione della strada

Per consentire l'accesso pedonale e carrabile alle unità abitative ad ovest si realizzerà un tratto di strada privata lungo circa 50 metri di sviluppo trasversale pari a 6 metri. Come precedentemente esposto, tale tratto sarà classificato come **S3**. La classe S3 ha i seguenti valori di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 7,5 lx;
- illuminamento minimo (E_{min}): 1,5 lx;
- Valore massimo di abbagliamento debilitante (TI%): 15.

La disposizione dei pali sarà di tipo **unifilare**.

7.3.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo

La *griglia di calcolo* per ogni singolo tratto sarà riportata a seguire nel capitolo riservato ai calcoli numerici.

7.3.3 Piano di manutenzione

Nelle elaborazioni numeriche si è tenuto conto di una diminuzione dell'efficienza intrinseca di ogni corpo illuminante installato in ambiente esterno. Si è ipotizzato un caso tipico di installazione esterna con piano di manutenzione TRIENNALE con conseguente *fattore di diminuzione dell'efficienza pari a 0,80*, in accordo alle direttive UNI EN 13201.

7.3.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato e verniciato, di altezza 4 metri fuori terra e senza bracci aggiuntivi (l'installazione del corpo illuminante sarà effettuata in "testapalo"); avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 4 mm.

7.3.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 4 metri da terra.

In base alle verifiche illuminotecniche allegate, ed in accordo alle prescrizioni dell'articolo 9 della L.R. 17/2009, si utilizzeranno dei corpi aventi sorgente a LED; i corpi illuminanti scelti sono di tipo:

- FIVEP mod. CIRCLE LED 01SC1B5097C 15 LED 700mA 30W con copertura, corpo e attacco palo in alluminio.

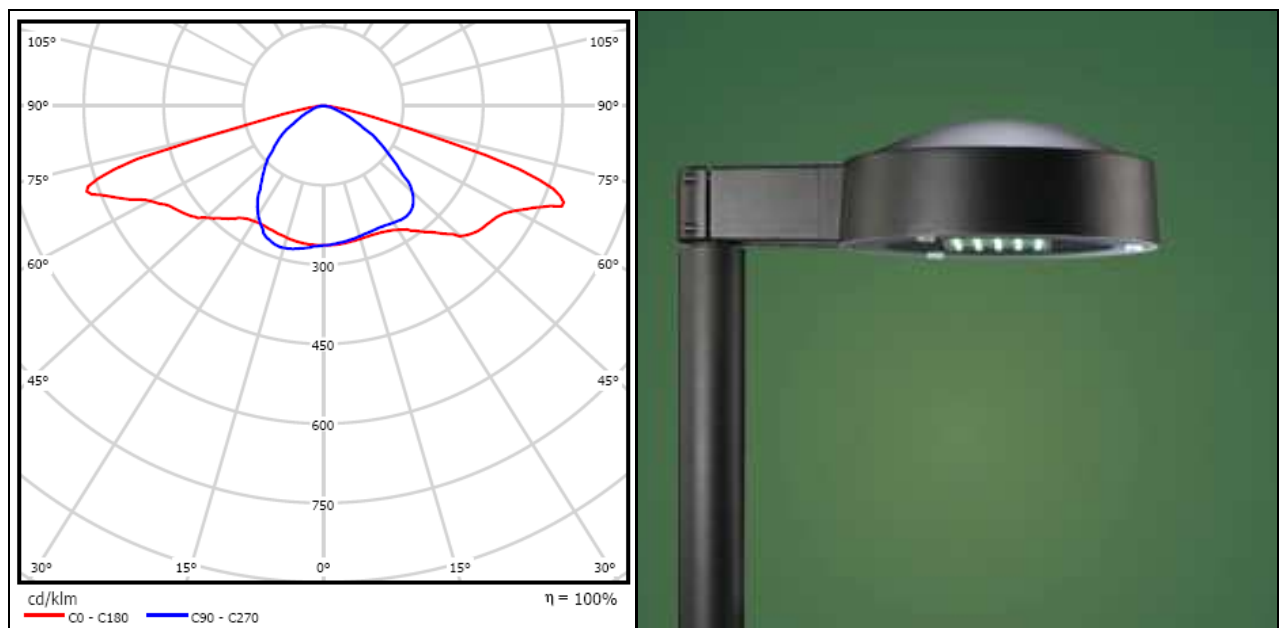


Figura 12: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione strada privata ad Ovest.

7.3.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà a margine della carreggiata. Per quanto riguarda l'interdistanza, la norma indica una interdistanza $L_{\text{interdistanza}} = h_{\text{palo}} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra pari a 6 m, corrisponderebbe ad una distanza di 14,80 m. Tuttavia, la particolare efficienza dei corpi illuminanti scelti, consente di aumentare l'interdistanza fino a 15,50 metri ed oltre, rispettando al contempo le condizioni indicate nella Legge Regionale vigente pertanto, alla luce di quanto detto, si opta per l'imposizione di una interdistanza pari a circa **15,5 metri**.

7.3.7 Classificazione energetica

Nel tratto in esame, si considera una situazione di traffico prevalentemente misto ed operante in una porzione di superficie ben definita, pertanto:

$$SE = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{30W}{1,00}}{8,99lux \cdot 50m \cdot 6m} = 0,011 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Considerando la tabella B si ha che } SER = 0,16 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SE}{SER} = \frac{0,011}{0,16} = 0,07 < 0,91$$

Si hanno pertanto dei **corpi illuminanti ad elevata efficienza** in accordo a quanto stabilito dalle norme UNI 11248 ed EN 13201.

8. TUBAZIONI

Le tubazioni interrate, saranno costituite da tubo in PVC rigido internamente liscio, di diametro pari a 110 mm, conforme alle norme CEI EN 50086-2-4, allacciate ai pozzetti di derivazione alla base dei pali, sino al punto predefinito di consegna dell'energia. In tali tubazioni saranno posati dei cavi tipo **FG7R 4x1x16** rispondenti alle norme CEI 20-13 e 20-22.

Il tubo verrà posato in scavo di profondità almeno pari a 50 cm e di larghezza variabile dai 30 ai 40 cm, sarà annegato in uno strato di sabbia non inferiore ai 20 cm, sopra il quale verrà steso un nastro in PVC di colore generalmente giallo, riportante la dicitura "attenzione cavi elettrici".

Inoltre nei tratti dove la posa può essere rischiosa, come attraversamenti stradali o laddove la profondità di 50 cm non può essere rispettata (altri sottoservizi, ecc...), a maggior protezione, verrà posato uno strato di calcestruzzo.

Giunzioni cavi alimentazione

Le derivazioni e le giunzioni nei cavi devono essere effettuate nell'apposito pozzetto mediante un idoneo involucro in classe II contenente gel isolante o altri dispositivi ammessi dalle normative specifiche.

Nel caso di derivazione di un cavo da linea in conduttori nudi, l'estremità del cavo, oltre ad essere protetta con appositi nastri adesivi isolanti, deve essere rivolta verso il basso in modo da evitare infiltrazioni di acqua lungo il cavo stesso.

Nel caso di più derivazioni monofasi, le stesse devono essere opportunamente ripartite fra le fasi; è necessario a tale scopo contrassegnare con nastri adesivi di colori diversi il neutro e ciascuna delle fasi.

Giunzioni cavo di terra

Si dovrà realizzare una giunzione in pozzetto del cavo di terra ogni volta che verrà realizzata una giunzione della dorsale di alimentazione che la accompagna.

Le giunzioni dei cavi di terra dovranno essere realizzate mediante morsetti a "C" a pinzatura meccanica. La giunzione così eseguita andrà ricoperta con nastro isolante impermeabile di colore giallo-verde.

9. POZZETTI

I pozzetti di derivazione saranno posati alla base di ogni palo ed in ogni altro punto ritenuto utile a migliorare la stesura dei conduttori; gli stessi saranno costituiti da calcestruzzo vibrocompresso, delle dimensioni interne minime di cm 40x40 e comunque senza fondo (elemento di prolunga), predisposti per le forature e conformi alla norma UNI EN 1917:2004.

I chiusini dovranno essere in ghisa di tipo sferoidale UNI EN 1563, recante marchio di identificazione del prodotto secondo la norma UNI EN 124 avente classe di portata non inferiore a C250; dovranno essere dotati di telaio e riportare la dicitura "Illuminazione Pubblica".

10. PLINTI DI FONDAZIONE

10.1. Pali altezza fuori terra 8 metri

I plinti di fondazione in base a quanto prescritto dalla casa costruttrice dei sostegni, saranno realizzati in calcestruzzo ed avranno dimensioni come di seguito riportato:

- Palo da 8 metri f.t.;
- Dimensioni plinto: l=900 mm x l=900 mm x i=900 mm (quadrato per garantire la medesima risposta all'azione del vento in qualunque direzione si verifichi);
- Diametro foro porta palo: $\Phi=300$ mm;
- Profondità foro porta palo: p=800 mm.

10.2. Pali altezza fuori terra 4 metri

I plinti di fondazione in base a quanto prescritto dalla casa costruttrice dei sostegni, saranno realizzati in calcestruzzo ed avranno dimensioni come di seguito riportato:

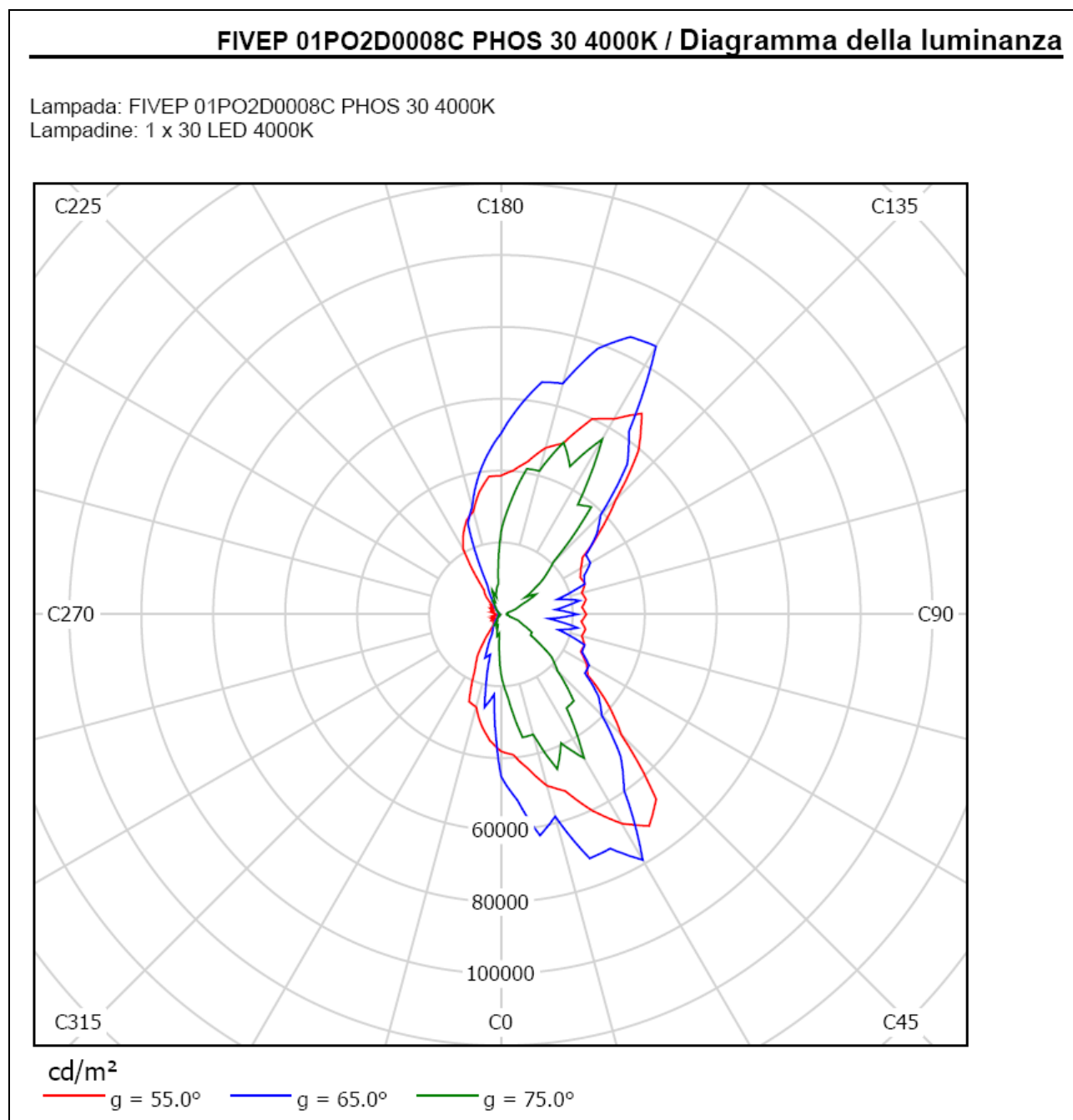
- Palo da 4 metri f.t.;
- Dimensioni plinto: l=600 mm x l=600 mm x i=600 mm (quadrato per garantire la medesima risposta all'azione del vento in qualunque direzione si verifichi);
- Diametro foro porta palo: $\Phi=200$ mm;
- Profondità foro porta palo: p=500 mm.

11. ALIMENTAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

La nuova rete di illuminazione pubblica, essendo costituita da un numero esiguo di corpi illuminanti (4) e di bassa potenza installata (60W per corpo, per un totale di **240W** installati), si collegherà alla rete esistente senza causare scompensi gestionali.

12. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL NUOVO TRATTO

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi al tratto A-B ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.7 (4.7.5.0)".



FIVEP 01PO2D0008C PHOS 30 4000K / Tabella di intensità luminosa

Lampada: FIVEP 01PO2D0008C PHOS 30 4000K

Lampadine: 1 x 30 LED 4000K

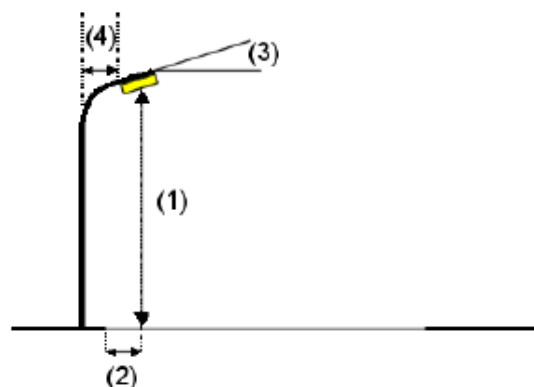
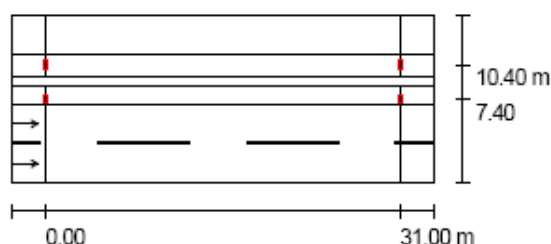
Gamma	C 0°	C 30°	C 60°	C 90°	C 120°	C 150°	C 180°	C 210°	C 240°	C 270°	C 300°	C 330°	C 360°
0.0°	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302
5.0°	305	311	314	312	309	306	303	294	280	263	270	291	305
10.0°	310	314	318	314	312	308	303	285	227	194	225	286	310
15.0°	314	315	319	315	317	310	305	283	178	107	169	285	314
20.0°	319	318	315	315	316	310	309	283	132	43	132	284	319
25.0°	318	318	317	323	314	310	313	281	98	19	95	284	318
30.0°	306	324	330	350	324	314	308	282	59	21	55	287	306
35.0°	301	333	347	350	339	324	300	286	40	26	38	288	301
40.0°	314	368	354	357	344	345	302	283	34	26	32	281	314
45.0°	325	415	366	338	352	389	315	278	33	27	31	265	325
50.0°	331	506	329	231	302	447	325	248	34	22	33	197	331
55.0°	336	592	242	209	226	553	340	185	31	12	28	112	336
60.0°	319	580	216	176	211	617	340	92	13	5.12	7.77	42	319
65.0°	292	512	184	137	186	559	327	35	5.87	3.84	4.65	29	292
70.0°	99	322	86	11	113	425	217	25	3.88	2.57	3.22	21	99
75.0°	66	183	39	6.78	45	224	92	17	2.86	1.67	2.36	14	66
80.0°	17	83	20	3.98	28	115	42	8.84	1.75	0.90	1.23	5.89	17
85.0°	5.74	25	4.41	1.15	4.30	39	8.03	3.74	0.66	0.40	0.45	1.22	5.74
90.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valori in cd/klm

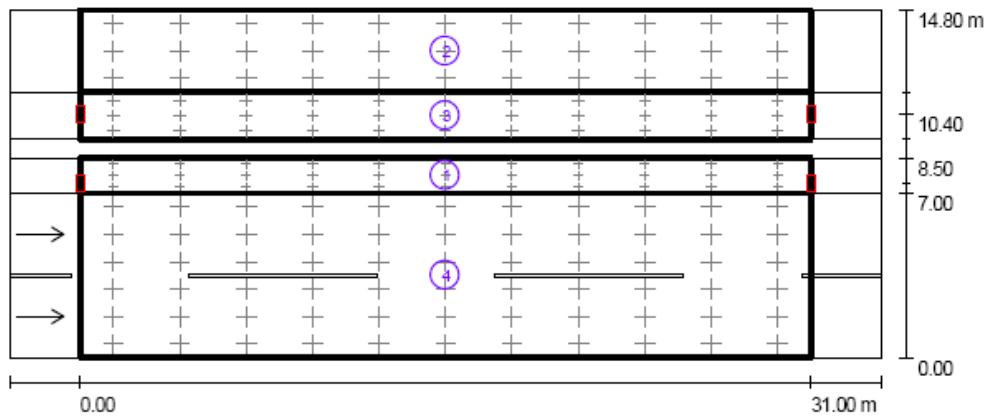
Strada 1 / Dati di pianificazione**Profilo strada**

carreggiata interna	(Larghezza: 3.500 m)
Stallo di sosta 2	(Larghezza: 2.000 m)
striscia verde	(Larghezza: 0.800 m)
Marciapiede 1	(Larghezza: 1.500 m)
Carreggiata 1	(Larghezza: 7.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: R3, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.80

Disposizioni lampade

Lampada:	FIVEP 01PO2D0008C PHOS 30 4000K	
Flusso luminoso (Lampada):	5730 lm	Valori massimi dell'intensità luminosa
Flusso luminoso (Lampadine):	5730 lm	per 70°: 431 cd/klm
Potenza lampade:	70.0 W	per 80°: 116 cd/klm
Disposizione:	un lato, in alto	per 90°: 0.00 cd/klm
Distanza pali:	31.000 m	Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.
Altezza di montaggio (1):	8.000 m	Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
Altezza fuochi:	7.880 m	La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G2.
Distanza dal bordo stradale (2):	-0.400 m	La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.
Inclinazione braccio (3):	0.0 °	
Lunghezza braccio (4):	1.500 m	

Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:265

Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Marciapiede 1
 Lunghezza: 31.000 m, Larghezza: 1.500 m
 Reticolo: 11 x 3 Punti
 Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.
 Classe di illuminazione selezionata: CE5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 E_m [lx]

17.36

 ≥ 7.50

✓

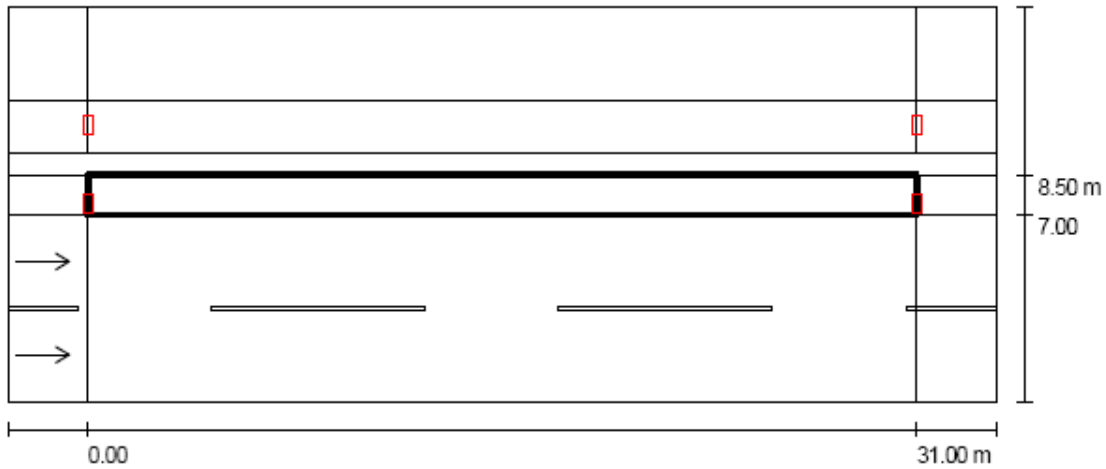
U0

0.42

 ≥ 0.40

✓

2	carreggiata interna Lunghezza: 31.000 m, Larghezza: 3.500 m Reticolo: 11 x 3 Punti Elementi stradali corrispondenti: carreggiata interna. Classe di illuminazione selezionata: CE5	(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)				
		E_m [lx]	U0			
	Valori reali calcolati:	12.96	0.46			
	Valori nominali secondo la classe:	≥ 7.50	≥ 0.40			
	Rispettato/non rispettato:	✓	✓			
3	Campo di valutazione Stallo di sosta 2 Lunghezza: 31.000 m, Larghezza: 2.000 m Reticolo: 11 x 3 Punti Elementi stradali corrispondenti: Stallo di sosta 2. Classe di illuminazione selezionata: CE5	(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)				
		E_m [lx]	U0			
	Valori reali calcolati:	17.02	0.41			
	Valori nominali secondo la classe:	≥ 7.50	≥ 0.40			
	Rispettato/non rispettato:	✓	✓			
4	Campo di valutazione Carreggiata 1 Lunghezza: 31.000 m, Larghezza: 7.000 m Reticolo: 11 x 6 Punti Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1. Manto stradale: R3, q0: 0.070 Classe di illuminazione selezionata: ME5	(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)				
		L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
	Valori reali calcolati:	0.63	0.48	0.48	5	0.95
	Valori nominali secondo la classe:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
	Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:265

Reticolo: 11 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: CE5

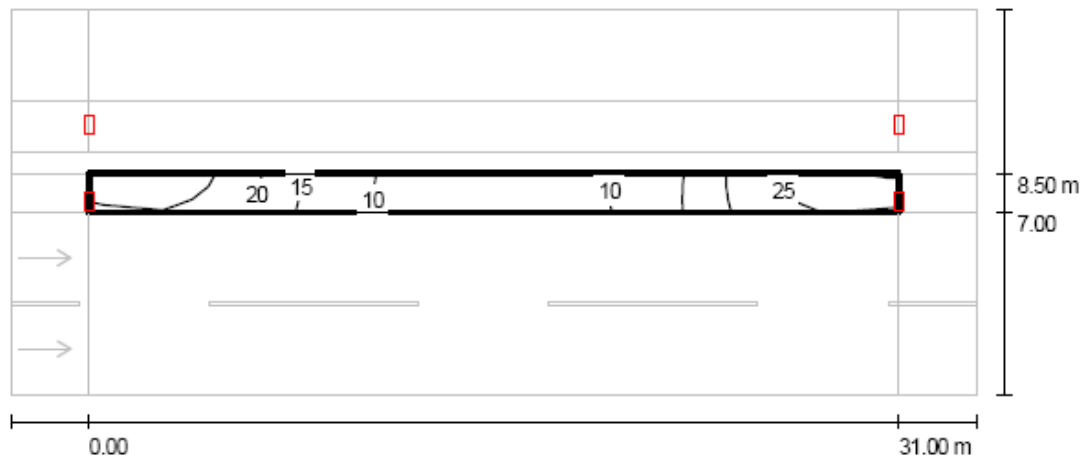
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]	U0
17.36	0.42
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 265

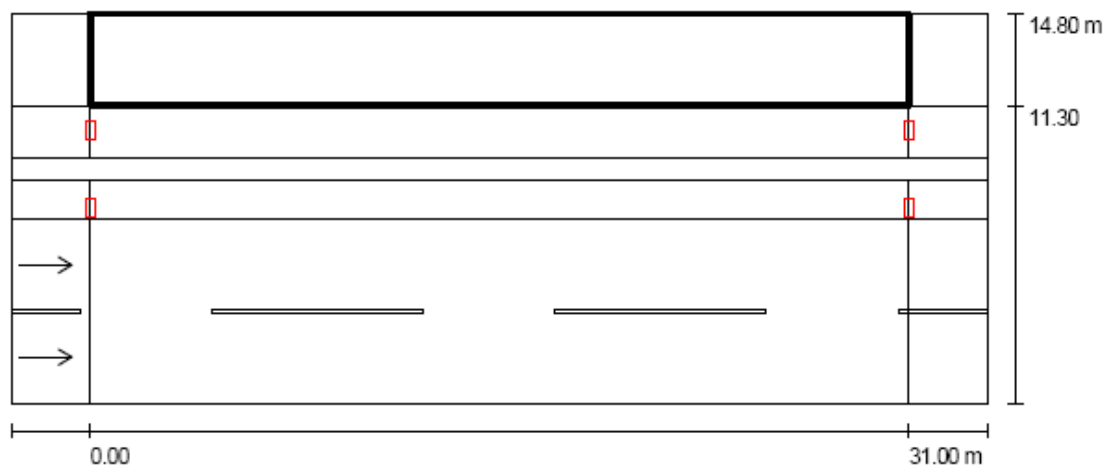
Reticolo: 11 x 3 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
17	7.32	30	0.421	0.247

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Isolinee (Esemisf.)

Valori in Lux, Scala 1 : 265

Reticolo: 11 x 3 Punti

 E_m [lx]
10 E_{min} [lx]
5.92 E_{max} [lx]
16 E_{min} / E_m
0.578 E_{min} / E_{max}
0.375**Strada 1 / carreggiata interna / Panoramica risultati**

Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:265

Reticolo: 11 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: carreggiata interna.

Classe di illuminazione selezionata: CE5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 E_m [lx]

12.96

 ≥ 7.50

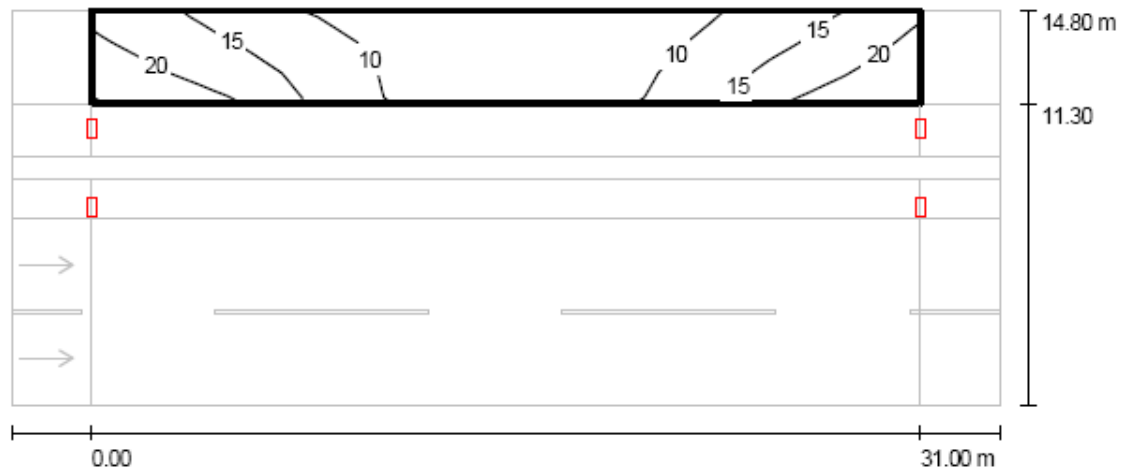
✓

U0

0.46

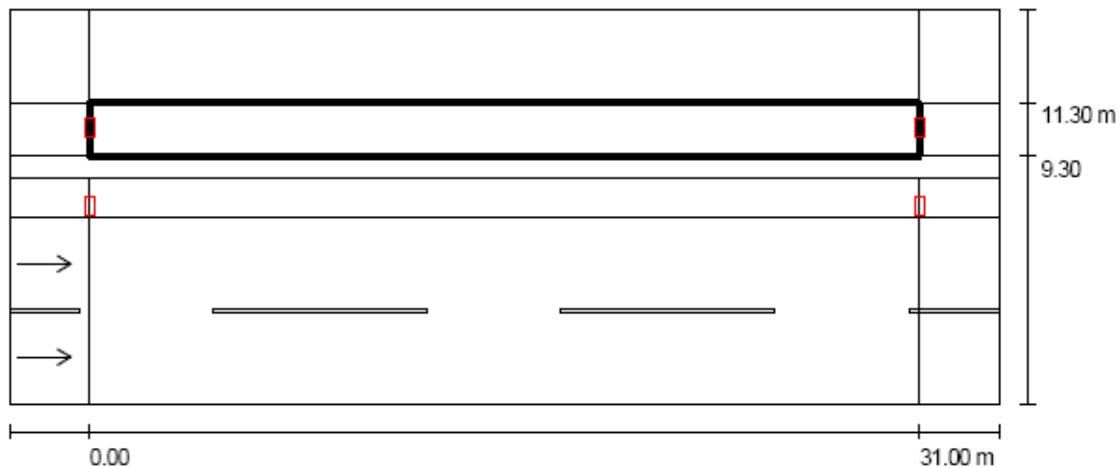
 ≥ 0.40

✓

Strada 1 / carreggiata interna / Iso linee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 265

Reticolo: 11 x 3 Punti

 E_m [lx]
13 E_{min} [lx]
5.96 E_{max} [lx]
23 E_{min} / E_m
0.460 E_{min} / E_{max}
0.264**Strada 1 / Campo di valutazione Stallo di sosta 2 / Panoramica risultati**

Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:265

Reticolo: 11 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Stallo di sosta 2.

Classe di illuminazione selezionata: CE5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 E_m [lx]
17.02 ≥ 7.50

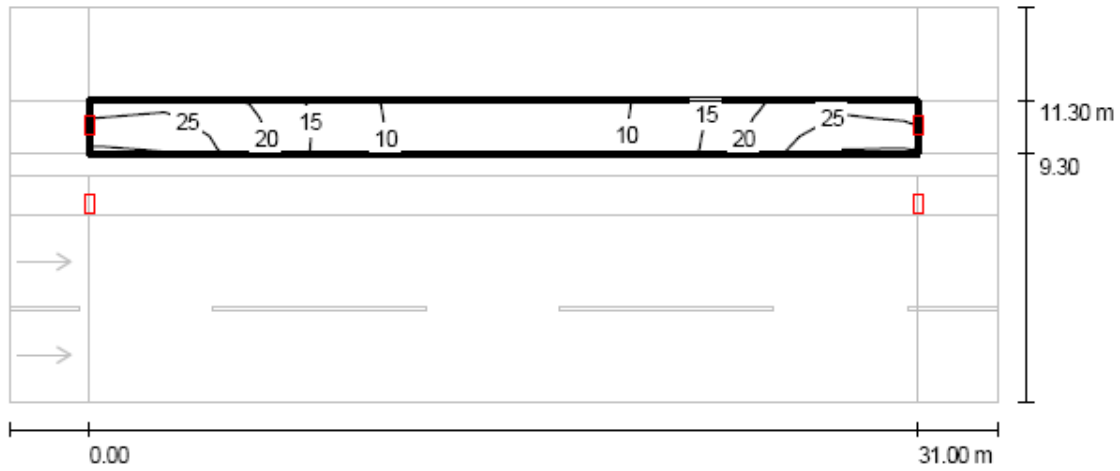
✓

U0

0.41

 ≥ 0.40

✓

Strada 1 / Campo di valutazione Stallo di sosta 2 / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 265

Reticolo: 11 x 3 Punti

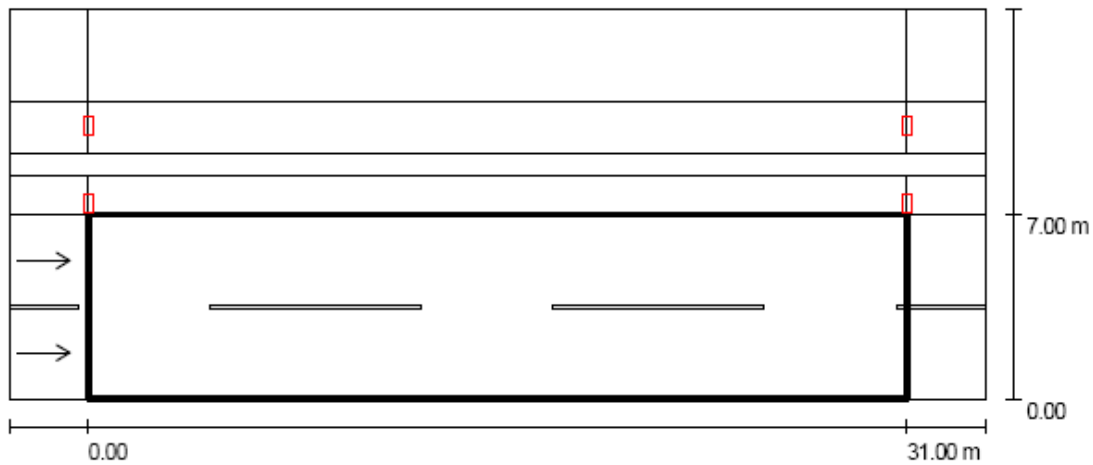
 E_m [lx]
17

 E_{min} [lx]
7.06

 E_{max} [lx]
30

 E_{min} / E_m
0.414

 E_{min} / E_{max}
0.236

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:265

Reticolo: 11 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Manto stradale: R3, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

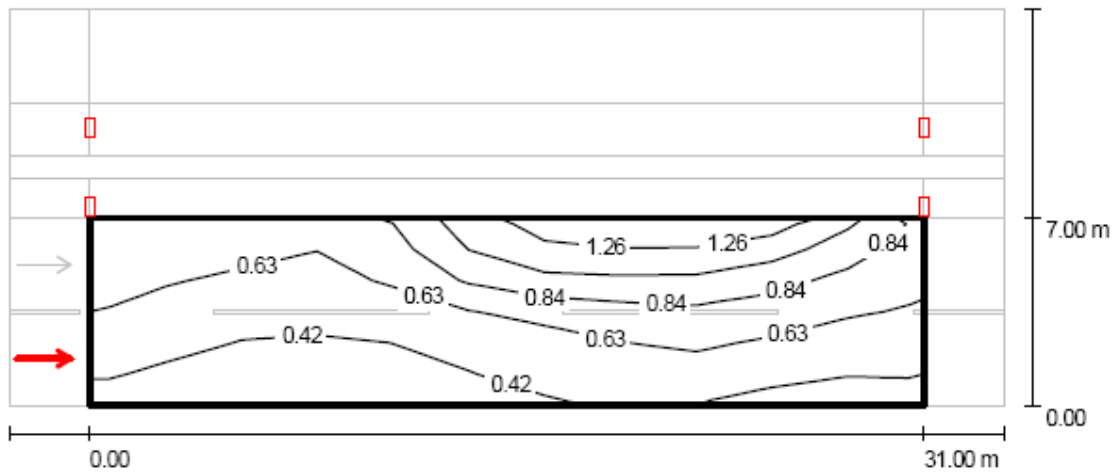
L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.63	0.48	0.48	5	0.95
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

Osservatori corrispondenti (2 Pezzo):

No.	Osservatore	Posizione [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Osservatore 3	(-60.000, 1.750, 1.500)	0.67	0.48	0.59	4
2	Osservatore 2	(-60.000, 5.250, 1.500)	0.63	0.50	0.48	5

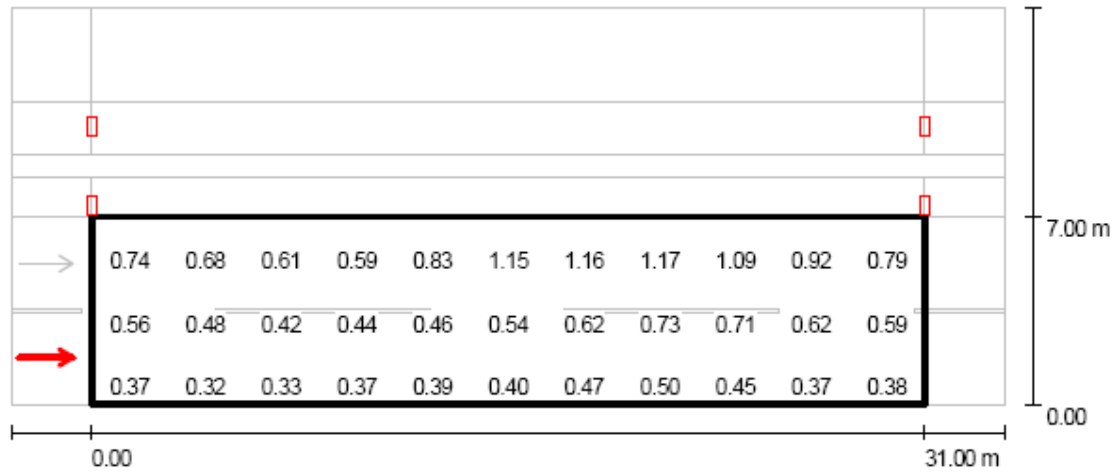
Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 3 / Isolinee (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 265

Reticolo: 11 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.67	0.48	0.59	4
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 3 / Grafica dei valori (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 265

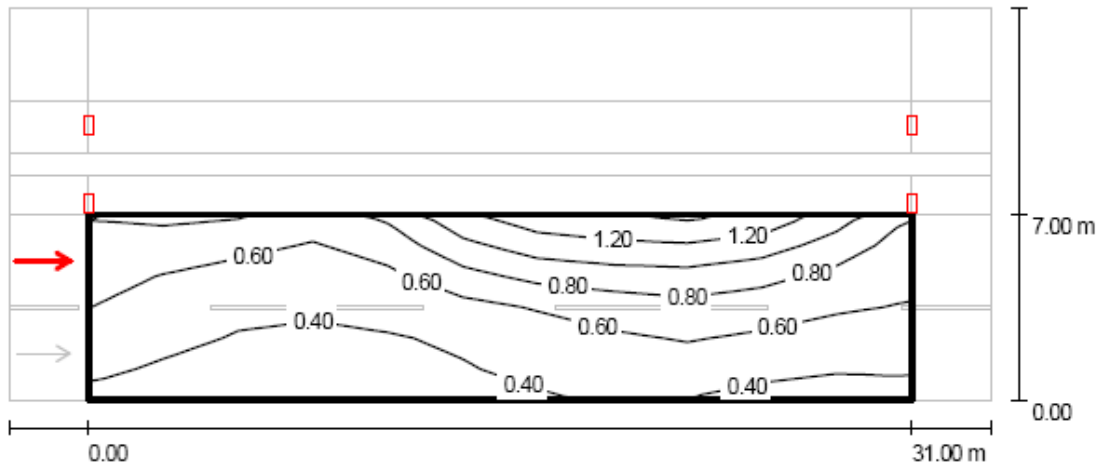
Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Reticolo: 11 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.67	0.48	0.59	4
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Isolinee (L)

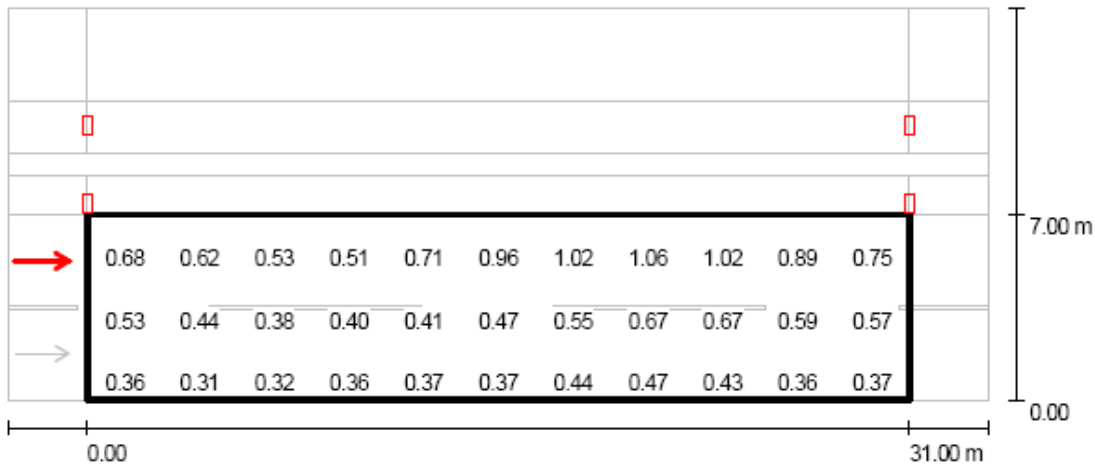
Valori in Candela/m², Scala 1 : 265

Reticolo: 11 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.63	0.50	0.48	5
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 265

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Reticolo: 11 x 6 Punti

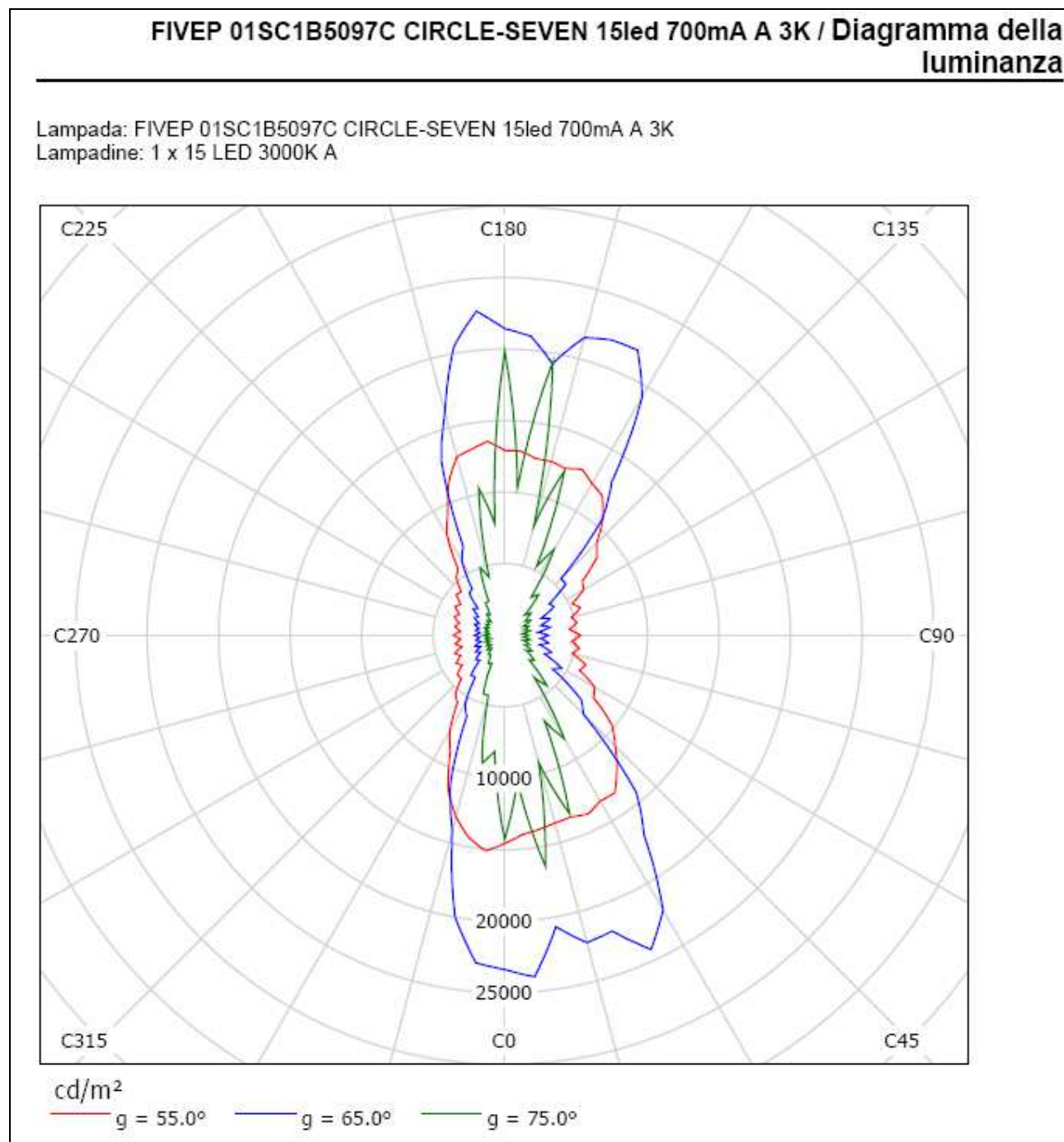
Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.63	0.50	0.48	5
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

13. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO PRIVATO EST

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi al tratto di strada privata ad est dell'area di intervento ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.7 (4.7.5.0)".



FIVEP 01SC1B5097C CIRCLE-SEVEN 15led 700mA A 3K / Tabella di intensità luminosa

Lampada: FIVEP 01SC1B5097C CIRCLE-SEVEN 15led 700mA A 3K
Lampadine: 1 x 15 LED 3000K A

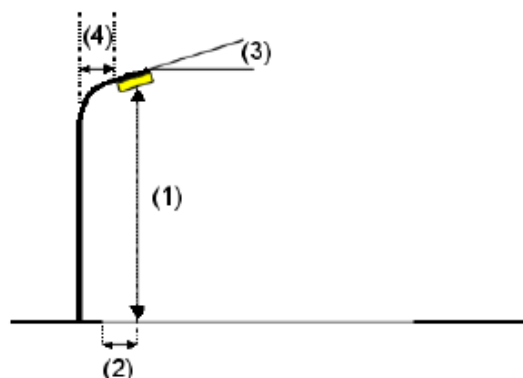
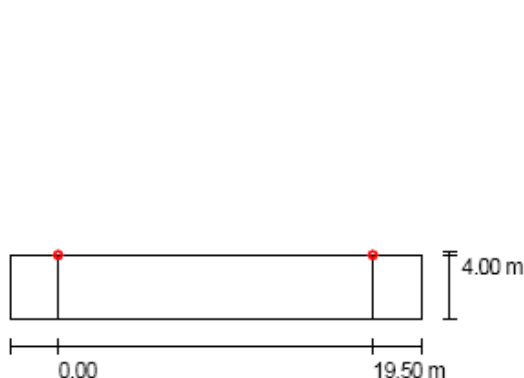
Gamma	C 90°	C 105°	C 120°	C 135°	C 150°	C 165°	C 180°	C 195°	°	C 210°	C 225°	C 240°	C 255°	C 270°
0.0°	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
5.0°	262	260	261	260	262	261	263	265	265	267	267	270	268	268
10.0°	259	257	258	257	259	259	262	263	266	270	272	276	274	274
15.0°	256	253	254	253	256	255	259	261	266	272	276	279	278	278
20.0°	254	250	251	248	252	252	255	260	267	271	275	275	276	276
25.0°	253	250	247	245	248	249	253	258	265	267	268	261	266	266
30.0°	256	253	247	243	246	250	253	260	263	255	253	238	243	243
35.0°	260	255	248	246	248	257	259	269	260	240	232	209	215	215
40.0°	257	247	248	250	260	279	278	284	257	214	198	172	179	179
45.0°	238	223	240	255	279	302	300	305	251	185	167	143	151	151
50.0°	187	169	219	256	300	321	324	322	237	146	133	112	120	120
55.0°	140	127	168	239	322	331	340	339	211	113	105	86	94	94
60.0°	93	82	124	184	353	356	365	348	163	79	73	53	61	61
65.0°	59	51	77	108	373	418	415	312	116	51	47	35	41	41
70.0°	34	27	42	55	275	434	473	184	72	27	28	22	25	25
75.0°	20	17	25	24	82	94	236	50	31	16	18	14	17	17
80.0°	11	5.43	12	12	28	30	46	18	14	7.56	8.84	4.70	7.08	7.08
85.0°	1.91	0.87	4.27	2.17	8.90	4.98	11	2.40	4.40	1.15	2.27	0.64	1.37	1.37
90.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valori in cd/klm

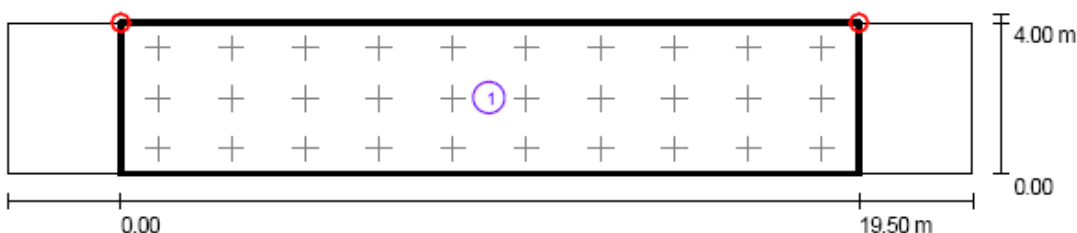
Strada 1 / Dati di pianificazione**Profilo strada**

Carreggiata 1 (Larghezza: 4.000 m, Numero corsie: 1, Manto stradale: C2, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.80

Disposizioni lampade

Lampada:	FIVEP 01SC1B5097C CIRCLE-SEVEN 15led 700mA A 3K	
Flusso luminoso (Lampada):	1980 lm	Valori massimi dell'intensità luminosa
Flusso luminoso (Lampadine):	1980 lm	per 70°: 485 cd/klm
Potenza lampade:	35.0 W	per 80°: 53 cd/klm
Disposizione:	un lato, in alto	per 90°: 0.00 cd/klm
Distanza pali:	19.500 m	Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.
Altezza di montaggio (1):	4.000 m	Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
Altezza fuochi:	3.820 m	La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G4.
Distanza dal bordo stradale (2):	0.000 m	La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.
Inclinazione braccio (3):	0.0 °	
Lunghezza braccio (4):	0.000 m	

Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.80

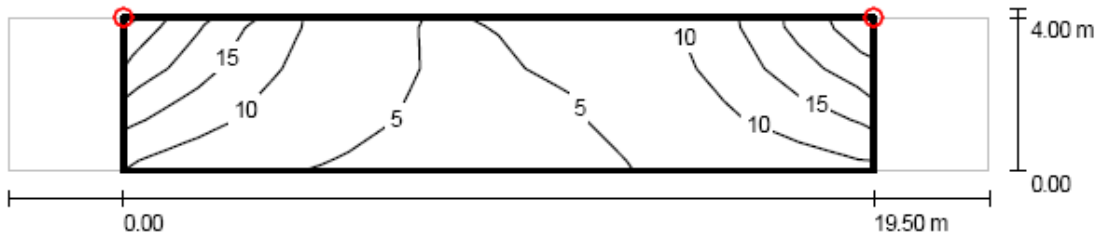
Scala 1:183

Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1
 Lunghezza: 19.500 m, Larghezza: 4.000 m
 Reticolo: 10 x 3 Punti
 Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
 Classe di illuminazione selezionata: S3

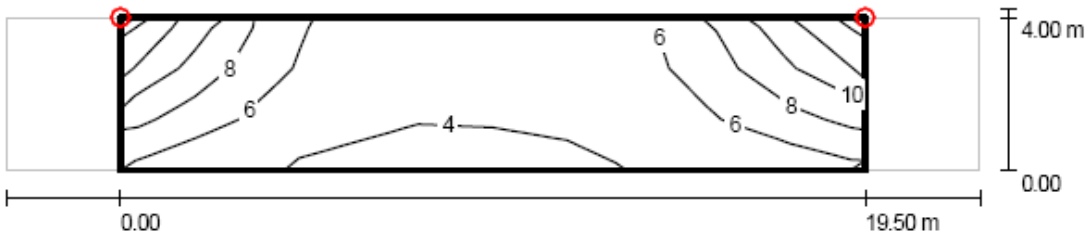
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valori reali calcolati:	9.33	3.87
Valori nominali secondo la classe:	≥ 7.50	≥ 1.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 183

Reticolo: 10 x 3 Punti

 E_m [lx]
9.33 E_{min} [lx]
3.87 E_{max} [lx]
24 E_{min} / E_m
0.415 E_{min} / E_{max}
0.159**Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Isolinee (Esemisf.)**

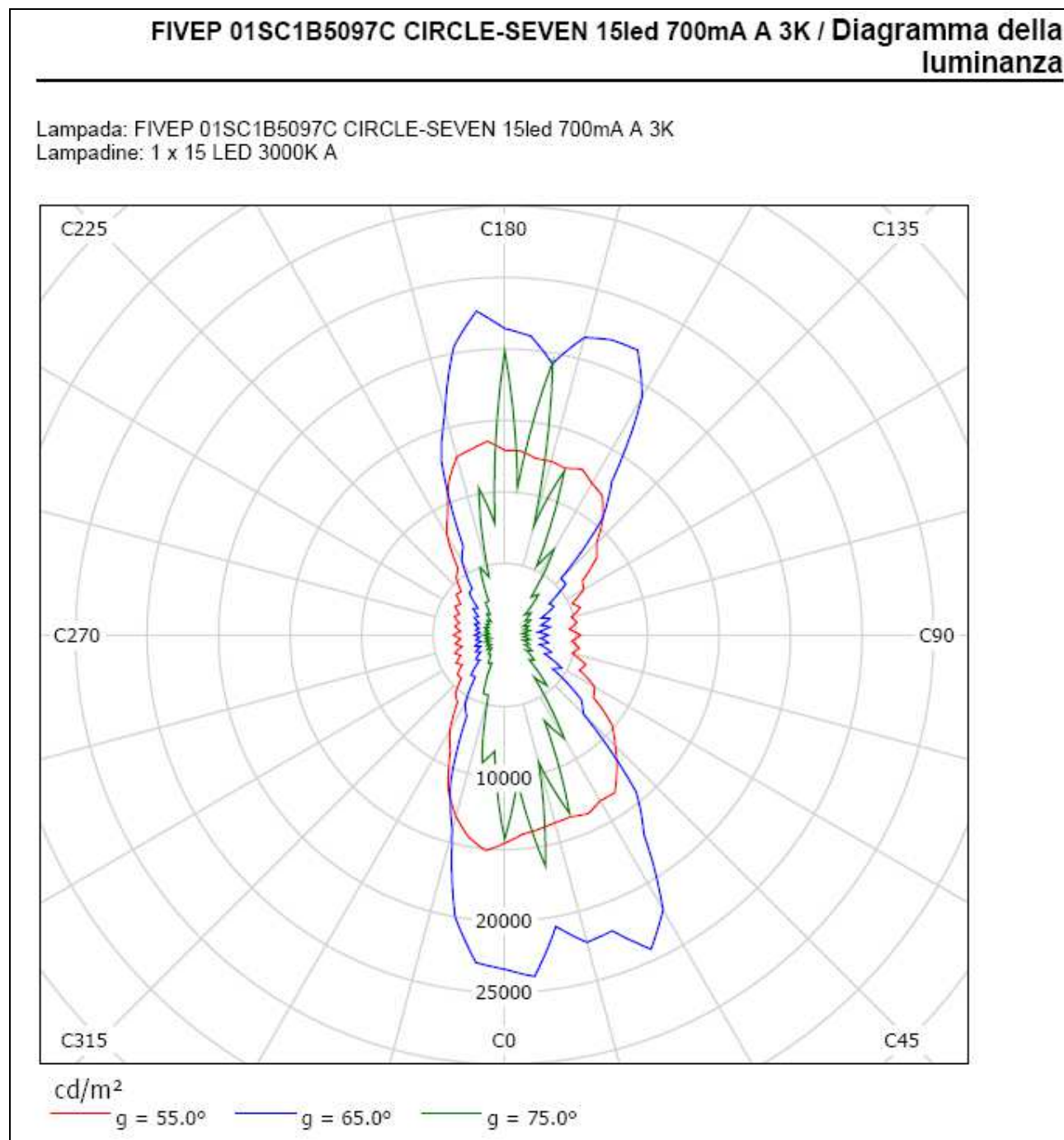
Valori in Lux, Scala 1 : 183

Reticolo: 10 x 3 Punti

 E_m [lx]
6.08 E_{min} [lx]
3.68 E_{max} [lx]
13 E_{min} / E_m
0.606 E_{min} / E_{max}
0.294

14. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO PRIVATO OVEST

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi al tratto di strada privata ad ovest dell'area di intervento ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.7 (4.7.5.0)".



FIVEP 01SC1B5097C CIRCLE-SEVEN 15led 700mA A 3K / Tabella di intensità luminosa

Lampada: FIVEP 01SC1B5097C CIRCLE-SEVEN 15led 700mA A 3K
Lampadine: 1 x 15 LED 3000K A

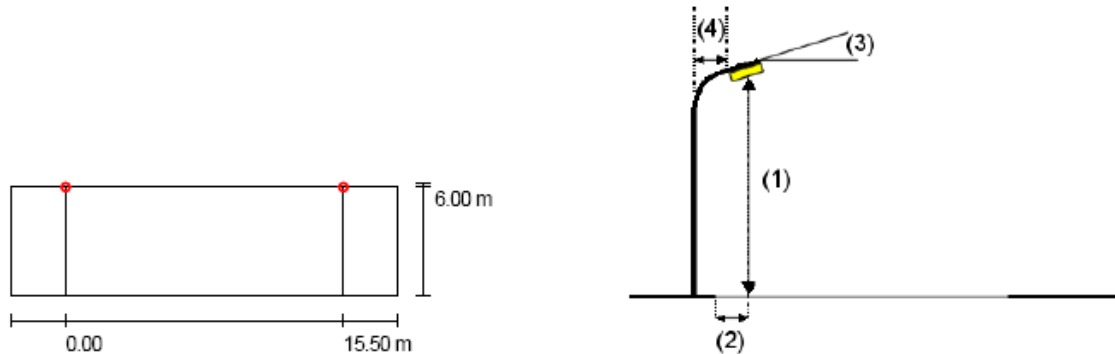
Gamma	C 90°	C 105°	C 120°	C 135°	C 150°	C 165°	C 180°	C 195°	°	C 210°	C 225°	C 240°	C 255°	C 270°
0.0°	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
5.0°	262	260	261	260	262	261	263	265	265	267	267	270	268	268
10.0°	259	257	258	257	259	259	262	263	266	270	272	276	274	274
15.0°	256	253	254	253	256	255	259	261	266	272	276	279	278	278
20.0°	254	250	251	248	252	252	255	260	267	271	275	275	276	276
25.0°	253	250	247	245	248	249	253	258	265	267	268	261	266	266
30.0°	256	253	247	243	246	250	253	260	263	255	253	238	243	243
35.0°	260	255	248	246	248	257	259	269	260	240	232	209	215	215
40.0°	257	247	248	250	260	279	278	284	257	214	198	172	179	179
45.0°	238	223	240	255	279	302	300	305	251	185	167	143	151	151
50.0°	187	169	219	256	300	321	324	322	237	146	133	112	120	120
55.0°	140	127	168	239	322	331	340	339	211	113	105	86	94	94
60.0°	93	82	124	184	353	356	365	348	163	79	73	53	61	61
65.0°	59	51	77	108	373	418	415	312	116	51	47	35	41	41
70.0°	34	27	42	55	275	434	473	184	72	27	28	22	25	25
75.0°	20	17	25	24	82	94	236	50	31	16	18	14	17	17
80.0°	11	5.43	12	12	28	30	46	18	14	7.56	8.84	4.70	7.08	7.08
85.0°	1.91	0.87	4.27	2.17	8.90	4.98	11	2.40	4.40	1.15	2.27	0.64	1.37	1.37
90.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valori in cd/klm

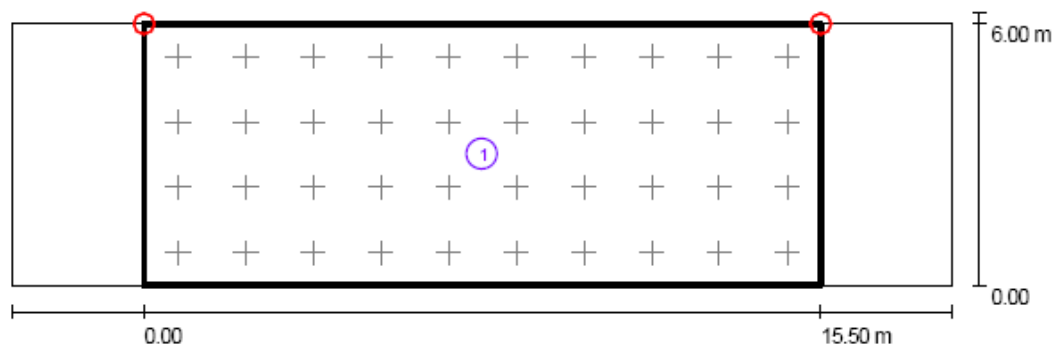
Strada 1 / Dati di pianificazione**Profilo strada**

Carreggiata 1 (Larghezza: 6.000 m, Numero corsie: 1, Manto stradale: C2, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.80

Disposizioni lampade

Lampada:	FIVEP 01SC1B5097C CIRCLE-SEVEN 15led 700mA A 3K	
Flusso luminoso (Lampada):	1980 lm	Valori massimi dell'intensità luminosa
Flusso luminoso (Lampadine):	1980 lm	per 70°: 485 cd/klm
Potenza lampade:	35.0 W	per 80°: 53 cd/klm
Disposizione:	un lato, in alto	per 90°: 0.00 cd/klm
Distanza pali:	15.500 m	Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo
Altezza di montaggio (1):	4.000 m	indicated con le verticali inferiori.
Altezza fuochi:	3.820 m	Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
Distanza dal bordo stradale (2):	0.000 m	La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa
Inclinazione braccio (3):	0.0 °	G4.
Lunghezza braccio (4):	0.000 m	La disposizione rispetta la classe degli indici di
		abbagliamento D.6.

Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.80

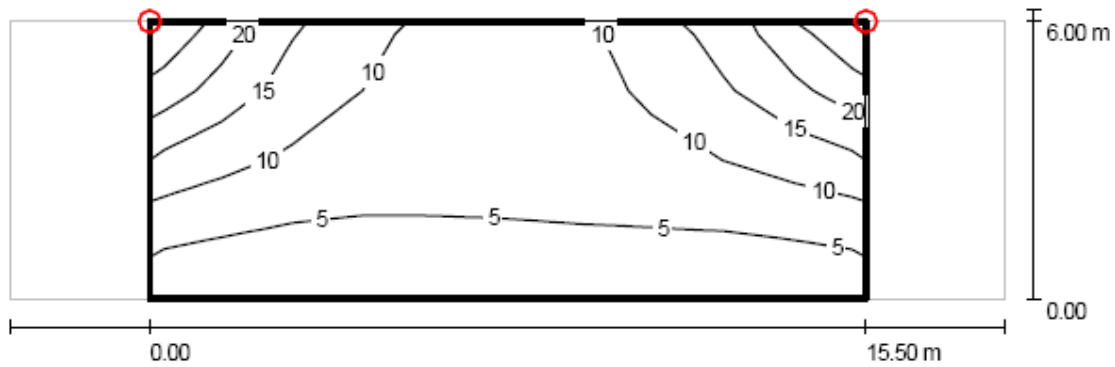
Scala 1:154

Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1
 Lunghezza: 15.500 m, Larghezza: 6.000 m
 Reticolo: 10 x 4 Punti
 Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
 Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valori nominali secondo la classe:	8.99	2.19
Rispettato/non rispettato:	≥ 7.50	≥ 1.50
	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 154

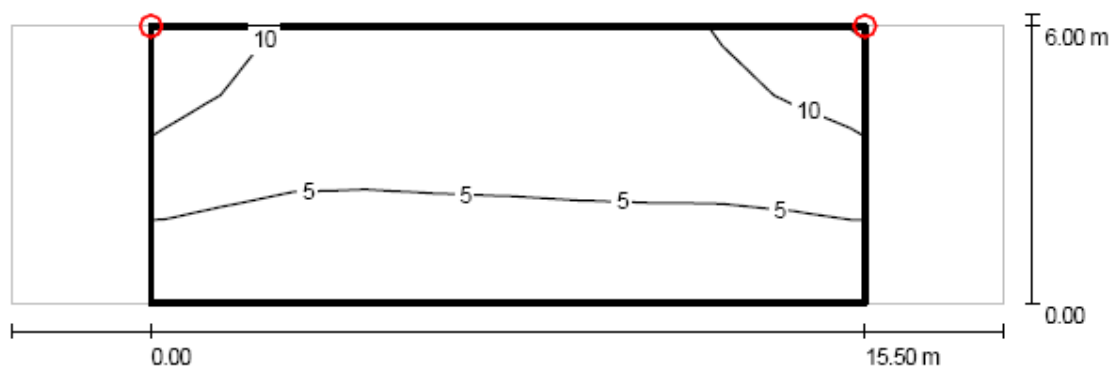
Reticolo: 10 x 4 Punti

 E_m [lx]
8.99

 E_{min} [lx]
2.19

 E_{max} [lx]
25

 E_{min} / E_m
0.244

 E_{min} / E_{max}
0.087
Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Isolinee (Esemisf.)

Valori in Lux, Scala 1 : 154

Reticolo: 10 x 4 Punti

 E_m [lx]
6.04

 E_{min} [lx]
1.80

 E_{max} [lx]
13

 E_{min} / E_m
0.298

 E_{min} / E_{max}
0.138

**15. DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO
ALLA L.R. 17/2009**

ALLEGATO N1

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA LR 17/09 DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE

Il sottoscritto **ING. ILARIO ROSSI** con studio di progettazione con sede in via **NINO BIXIO n. 9 CAP 37036** comune **SAN MARTINO B.A.** Prov. **VR** tel. **045 4540141** fax **045 4540141** e-mail ing.ilariorossi@yahoo.it

Iscritto all'Ordine: **INGEGNERI PROVINCIA DI VERONA** n° iscrizione **3215 A**

Progettista dell'impianto d'illuminazione (descrizione sommaria):

P.U.A. DI AREA RESIDUA - AR7 SITA IN VIA LAZZARETTO NEL COMUNE DI VERONA

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla legge della Regione Veneto n. 17 del 07/08/09 " *Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.* ", art. 9, ed alle successive integrazioni e modifiche, avendo in particolare:

- ☒ riportato dettagliatamente nel progetto illuminotecnico esecutivo tutti gli elementi per una installazione corretta ed ai sensi della L.r. 17/09 e succ. integrazioni.
- ☒ rispettato le indicazioni tecniche della L.r. 17/09 e succ. integrazioni medesima, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto, che dimostri la completa applicazione della L. r. 17/09 medesima,
- ☒ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego e nello specifico la norma UNI 11248 o analoga (.....) e quindi di aver realizzato un progetto a "regola d'arte"
- ☒ corredato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
 - Relazione che dimostra il rispetto delle disposizioni di legge della L.r. 17/09 e succ. integrazioni,
 - Calcoli illuminotecnici e risultati illuminotecnici (comprensivi di eventuali curve iso-luminanze e iso-illuminamenti)
 - Dati fotometrici del corpo illuminante in formato tabellare numerico e cartaceo e sotto forma di file normalizzato Eulumdat. Tali dati sono stati certificati e sottoscritti, circa la loro veridicità, dal responsabile tecnico del laboratorio di misura, certificato secondo standard di qualità, preferibilmente meglio se di ente terzo quale IMQ.

DECLINA

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo,
- ogni responsabilità, qualora dopo averlo segnalato alla società installatrici, la stessa proceda comunque in una scorretta installazione (non conforme alla L.r. 17/09) dei corpi illuminanti. In tal caso il progettista si impegna a segnalarlo al committente (pubblico o privato), in forma scritta,

Data LUGLIO 2013

Il progettista

.....