

COMUNE DI VERONA

Provincia di Verona

Oggetto

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO E PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO "CAMPEGGIO DI TRANSITO CA' DI DAVID" Scheda norma 65 ATO 10 del Piano degli Interventi di Verona

Tavola

9.9
rev.

Titolo tavola

Relazione Illuminotecnica

Gruppo di lavoro:

Arch. Lino Garbin

Via della Repubblica 44 E - 37010
Affi - Tel. 335 6942441
e-mail: garbin@tecnicinequipe.org

Arch. Manfredo Occhionero

Via Santa Maria Rocca Maggiore, 22 - 37126
Verona - Tel. 3487768339
e-mail: m_occhionero@virgilio.it

Ing. Ilario Rossi

Via Nino Bixio, 9 - 37036
S. Martino B.A. - Tel. 3485223392
e-mail: ing.ilariorossi@yahoo.it

Ing. Anna Rossi

Via Nino Bixio, 9 - 37036
S. Martino B.A. - Tel. 3472963993
e-mail: ing.annarossi@gmail.com

Geologo dott. Franco Gandini

Via San Vitale, 18a - 37028
Roverè Veronese - Tel. 336771499
e-mail: geologo_fgandini@yahoo.it

Geom. Trevisan Daniele

Geom. Valerio Ermanno

Via Villa 54 Mezzane di Sotto (VR) tel. 045/8880600
Via del Bersagliere 16, 37063 Isola della Scala (VR) tel. 045/6630398

Progettista:

Arch. Lino Garbin

Via della Repubblica 44 E - 37010
Affi - Tel. 335 6942441
e-mail: garbin@tecnicinequipe.org

Progettista:

Arch. Manfredo Occhionero

Via Santa Maria Rocca Maggiore, 22 - 37126
Verona - Tel. 3487768339
e-mail: m_occhionero@virgilio.it

Committente

Immobiliare Brennero S.a.s.

vai Monte Grappa, 44
37050 Povegliano Verona

Data Marzo 2013

Rev. 2 21/12/2013

Rep. Clienti A/2013

Scala

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	REQUISITI DI UN PROGETTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE.....	4
3.	DISPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE.....	10
4.	SUDDIVISIONE FUTURI TRATTI STRADALI	10
5.	CLASSIFICAZIONE TRATTI STRADALI	11
6.	ANALISI DEI RISCHI	12
7.	INDICE DI EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE	13
8.	DESCRIZIONE FUTURI TRATTI OMOGENEI	18
8.1.	TRATTO VIA FORTE TOMBA	18
	8.1.1 Classificazione della strada	18
	8.1.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo	18
	8.1.3 Piano di manutenzione	18
	8.1.4 Scelta sostegni	18
	8.1.5 Corpi illuminanti	19
	8.1.6 Posizionamento sostegni.....	19
	8.1.7 Classificazione energetica	20
8.2.	TRATTO STRADA DI PENETRAZIONE	20
	8.2.1 Classificazione della strada	20
	8.2.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo	20
	8.2.3 Piano di manutenzione	21
	8.2.4 Scelta sostegni	21
	8.2.5 Corpi illuminanti	21
	8.2.6 Posizionamento sostegni.....	21
	8.2.7 Classificazione energetica	22
8.3.	INCROCIO TRA STRADA DI PENETRAZIONE E VIA FORTE TOMBA.....	22
	8.3.1 Classificazione della strada	22
	8.3.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo	23
	8.3.3 Piano di manutenzione	23
	8.3.4 Scelta sostegni	23
	8.3.5 Corpi illuminanti	23
	8.3.6 Posizionamento sostegni.....	24
	8.3.7 Classificazione energetica	24
8.4.	AREE PARCHEGGIO	25
	8.4.1 Classificazione dell'area	25
	8.4.2 griglia di calcolo	25
	8.4.3 Piano di manutenzione	25
	8.4.4 Scelta sostegni	25
	8.4.5 Corpi illuminanti	25
	8.4.6 Posizionamento sostegni.....	26
	8.4.7 Classificazione energetica	26
9.	TUBAZIONI	27
10.	POZZETTI	28
11.	PLINTI DI FONDAZIONE	28

12.	ALIMENTAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	28
13.	SOSTEGNI CORPI (PALI)	29
14.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO LUNGO VIA FORTE TOMBA	29
15.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO NUOVA STRADA DI PENETRAZIONE	37
16.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI ALLE AREE PARCHEGGIO ED ALL'INCROCIO SU VIA FORTE TOMBA.....	46
17.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/2009	61

1. PREMESSA

Su incarico degli Architetti Garbin ed Occhionero, i quali stanno predisponendo il "PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "CAMPEGGIO DI TRANSITO CA' DI DAVID "Scheda norma 65 ATO 10 del Piano degli Interventi 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** (*Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche*), 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, motivando la scelta, può anche decidere di non definire la categoria illuminotecnica di ingresso e determinare direttamente quella di progetto. La tabella riportata nella **Figura 2** è relativa al prospetto 1 della norma UNI 11248 e serve a caratterizzare la categoria illuminotecnica di ingresso.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di Ingresso per l'analisi dei rischi
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME3b
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
	Strade locali interzonali	50	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.

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 a questa (prospetto 5).

3) Vedere le osservazioni del punto 6.3.

4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada".

Figura 2: classificazione illuminotecnica di ingresso in funzione del tipo di strada secondo la norma UNI 11248-2012.

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 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.

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza	
Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

Figura 3: prospetto 2 norma UNI 11248-2012 - parametri di influenza da applicare per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto.

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di classe adeguata
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Presenza di rallentatori di velocità	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnarli adeguatamente
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

Figura 4: prospetto 3 norma UNI 11248-2012 – provvedimenti integrativi all'impianto di illuminazione.

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR min*
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)	Ti max (%)	
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.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicircolare	
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.

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.

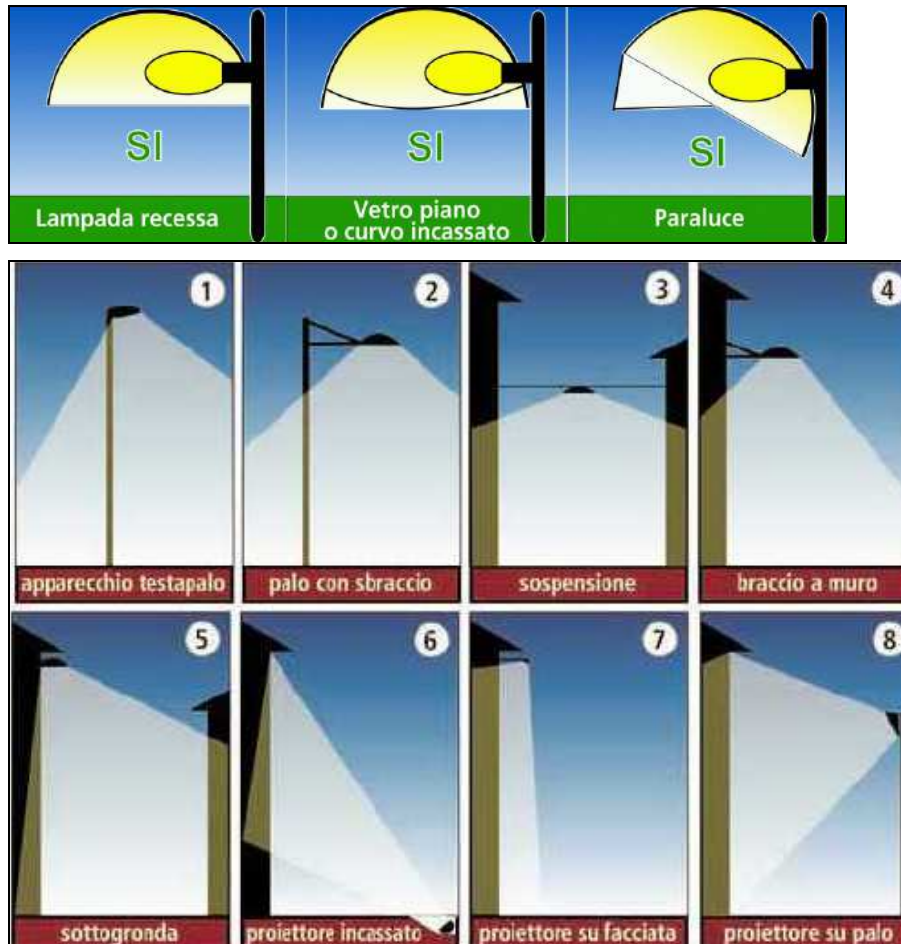


Figura 7: tipologia di apparecchi ammessi dalla L.R. 17/2009.



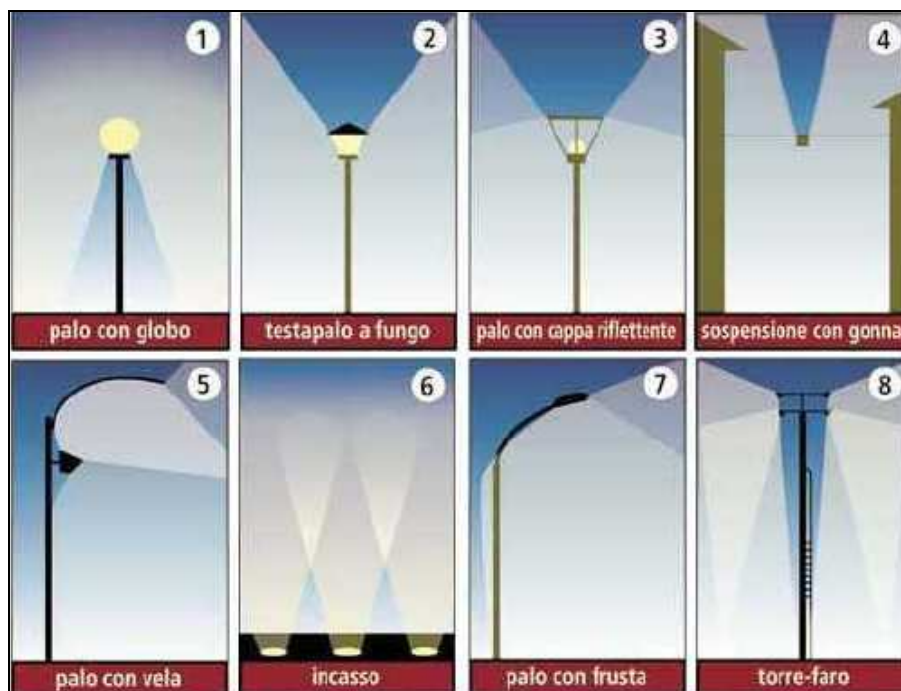


Figura 8: tipologia di apparecchi non ammessi dalla L.R. 17/2009.

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:

Categoria illuminotecnica								
	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6

Figura 9: prospetto 5 norma UNI 11248-2012 - tavola di comparazione tra categorie illuminotecniche da utilizzare per zone contigue.

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 ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

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. SUDDIVISIONE FUTURI TRATTI STRADALI

Considerando la futura geometria dei tratti stradali di progetto, si individuano 3 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 lungo Via Forte Tomba (tratto A-B):** carreggiata stradale, comprendente 2 corsie di marcia e corsie di immissione/uscita dalla nuova area di intervento, con sviluppo trasversale

complessivo pari a 10,00 metri a doppio senso di marcia, con adiacenti cigli stradali di sviluppo pari a 0,5 m su ambo i lati e marciapiede pedonale di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri sul lato est;

- **Tratto strada di penetrazione (tratto C-D):** carreggiata stradale con sviluppo trasversale pari a 6,00 metri a doppio senso di marcia. Su entrambi i lati della carreggiata (lati nord e sud) saranno realizzati dei marciapiede pedonale di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri;

- **Aree parcheggio:** a sud della strada di penetrazione si svilupperanno due aree adiacenti di superficie complessiva pari a 1500 m², una dedicata al parcheggio di autobus e l'altra a quello di autoveicoli.

5. CLASSIFICAZIONE TRATTI STRADALI

Individuazione delle CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO

Carreggiata stradale Via Forte Tomba = il tratto stradale in questione, come riportato anche sul sito del Comune di Verona (<http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MAPVIEWER/igis.aspx>) viene classificato come “E – Strada interquartiere di 1° livello”.

Dal prospetto 1 della norma UNI 11248:2012, considerando la classificazione sopra indicata e in ragione dei limiti di velocità di 50 km/h, si ricava la categoria illuminotecnica di ingresso corrispondente a ME2.

Carreggiata stradale nuovo tratto in penetrazione = il tratto stradale in questione, sarà classificato come “E – Strada urbana di quartiere”.

Dal prospetto 1 della norma UNI 11248:2012, considerando la classificazione sopra indicata e in ragione dei limiti di velocità di 50 km/h, si ricava la categoria illuminotecnica di ingresso corrispondente a ME3b.

Carreggiate in corrispondenza dell'incrocio = Intersezione a raso lineari (incroci); come precedentemente illustrato, le categorie di riferimento per le intersezioni a raso lineari sono quelle della serie CE. La categoria illuminotecnica per questa zona dovrà essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso (Rif. B.2.1.1 e B.2.1.2 norma UNI 11248:2012). In conformità al prospetto 5 della norma UNI 11248:2012, essendo la categoria di riferimento per la strada di penetrazione ME3b, la categoria per le intersezioni a raso diviene automaticamente la CE2.

Marciapiedi lungo Via Forte Tomba e in corrispondenza dell'incrocio = i marciapiedi lungo i tratti in esame, saranno classificati in una delle classi “S”. Per contiguità con le carreggiate ed in accordo al prospetto 5 della norma UNI 11248:2012, saranno classificati come S1.

Marciapiedi lungo strada di penetrazione = i marciapiedi lungo i tratti in esame, saranno classificati in una delle classi “S”. Per contiguità con le carreggiate ed in accordo al prospetto 5 della norma UNI 11248:2012, saranno classificati come S1.

Aree parcheggio = le aree in questione sono adiacenti alla carreggiata stradale della strada di penetrazione pertanto, applicando la classe CE, si mantiene per contiguità con la strada di penetrazione, una categoria illuminotecnica analoga alla Me3b. Confrontando il prospetto 5 della norma UNI 11248:2012 si opta per classificare le aree come CE3.

6. ANALISI DEI RISCHI

La procedura utilizzata dalla norma UNI 11248-2012 per definire la categoria illuminotecnica si basa sulla "valutazione del rischio" ovvero si prevede 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" di seguito adottati.

VIA FORTE TOMBA

Parametri di influenza presi a riferimento:

- Velocità tipica dell'utente principale: MEDIA (< 60 Km/h);
- Condizioni atmosferiche principali: ASCIUTTO;
- Complessità del campo visivo: NORMALE;
- Zone di conflitto: al momento non sono presenti zone di conflitto (rotatorie);
- Pericolo di aggressione: NON si rileva pericolo di aggressione nella zona in esame;
- Assenza di attraversamenti pedonali: NO, sono presenti;
- Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso: NO, sono presenti;
- 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;
- Flusso di traffico motorizzato: giornalmente percorrono il tratto di strada un numero di veicoli < 7000; nelle ore notturne il flusso di traffico diminuisce sensibilmente fino oltre il 50%;
- Livello della luminosità dell'ambiente: MEDIO (ambiente urbano).

Utilizzando i risultati ottenuti valutando i precedenti parametri, e volendo contestualmente conseguire anche un risparmio energetico, si ottiene la possibilità di ridurre di oltre 1 unità la classe illuminotecnica, ma per ragioni cautelative si preferisce ridurre solamente di una unità.

STRADA DI PENETRAZIONE

Parametri di influenza presi a riferimento:

- Velocità tipica dell'utente principale: BASSA (< 60 Km/h);

- Condizioni atmosferiche principali: ASCIUTTO;
- Complessità del campo visivo: NORMALE;
- Zone di conflitto: al momento non sono presenti zone di conflitto (rotatorie);
- Pericolo di aggressione: NON si rileva pericolo di aggressione nella zona in esame;
- Assenza di attraversamenti pedonali: NO, sono presenti;
- Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso: NO, sono presenti;
- 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;
- Flusso di traffico motorizzato: giornalmente percorrono il tratto di strada un numero di veicoli < 7000; nelle ore notturne il flusso di traffico diminuisce sensibilmente fino oltre il 50%;
- Livello della luminosità dell'ambiente: MEDIO (ambiente urbano).

Utilizzando i risultati ottenuti valutando i precedenti parametri, e volendo contestualmente conseguire anche un risparmio energetico, si ottiene la possibilità di ridurre di oltre 2 unità la classe illuminotecnica, ma per ragioni cautelative si preferisce ridurre solamente di **DUE unità**.

Individuazione delle CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO

Alla luce di quanto emerso dall'analisi dei rischi, per le varie zone le classi illuminotecniche di progetto saranno le seguenti:

Carreggiata stradale Via Forte Tomba: Me2 – 1 = **Me3a** (categoria con valore UI uguale a quella di origine)

Marciapiedi e piste ciclabili lungo Via Forte Tomba e incrocio: S1 – 1 = **S2**

Marciapiedi lungo strada di penetrazione: S1 – 2 = **S3**

Strada di penetrazione: ME3b – 2 = **ME5**

Incrocio: CE2 – 1 = **CE3**

Aree parcheggio: CE3 -0 = **CE3**

7. 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

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

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

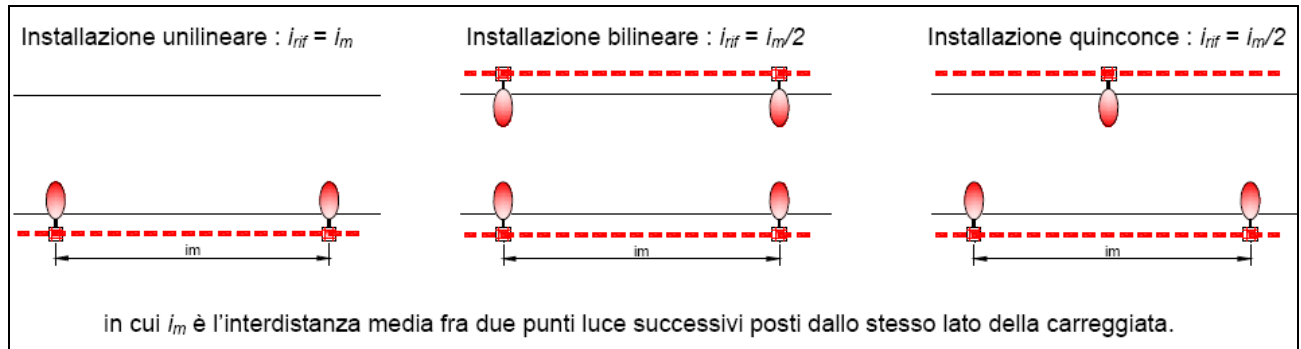
P_{reale}: la reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria 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 $P_{sorgente}/\eta_b$ 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/m²]
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 
$0,91 \leq ICE < 1,09$	
$1,09 \leq ICE < 1,35$	
$1,35 \leq ICE < 1,79$	
$1,79 \leq ICE < 2,63$	
$2,63 \leq ICE < 3,10$	
ICE $\geq 3,10$	BASSA EFFICIENZA

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

8. DESCRIZIONE FUTURI TRATTI OMOGENEI

8.1. TRATTO VIA FORTE TOMBA

8.1.1 Classificazione della strada

Il tratto in esame presenta una carreggiata stradale con sviluppo trasversale complessivo pari a 8,00 metri a doppio senso di marcia, con adiacente marciapiede di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri sul lato est. La carreggiata stradale sarà classificata come **ME3a**. La classe ME3a ha i seguenti valori di riferimento:

- Luminanza minima mantenuta (L_m): 1,00 cd/m²;
- Uniformità minima orizzontale (U_{0min}): 0,40;
- Uniformità minima longitudinale (U_{lmin}): 0,70;
- Valore massimo di abbagliamento debilitante (TI%): 15.

Occorre considerare anche l'adiacente marciapiede, ricadente in classe **S2**, con i seguenti parametri di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 10 lx;
- illuminamento minimo (E_{min}): 3 lx.

Chiaramente la verifica dovrà soddisfare sia i requisiti fotometrici della carreggiata stradale sia quelli del marciapiede.

La disposizione dei pali sarà di tipo **unifilare** ed i sostegni rimarranno alla stessa interdistanza attuale.

8.1.2 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 ($q_0 = 0,20$)**.

8.1.3 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 *fattore di diminuzione dell'efficienza pari a 0,70*.

8.1.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, di altezza 10 metri fuori terra identica a quella dei sostegni attualmente presenti, con braccio aggiuntivo pari a 1,5 metri. L'installazione dello sbraccio aggiuntivo è necessaria per consentire di rispettare i parametri illuminotecnici previsti dalla vigente normativa regionale. Il posizionamento dei sostegni sarà come l'attuale per mantenere una certa uniformità coi tratti di strada precedente e successivo. I sostegni

avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 3-4 mm.

8.1.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 10 metri da terra.

Su richiesta ed indicazioni dell'Ente Gestore, si utilizzeranno i corpi illuminanti attualmente installati ovvero:

- PHILIPS mod. SGS 305 PC P9 con lampada al sodio ad alta pressione di potenza complessiva pari a 150 WATT.



Figura 10: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto lungo Via Forte Tomba.

8.1.6 Posizionamento sostegni

L'allargamento della carreggiata stradale attuale, per permettere la realizzazione delle corsie di svolta e del marciapiede, provocherà necessariamente il fatto di dover spostare i sostegni attuali. Il posizionamento dei sostegni avverrà a lato del nuovo marciapiede sul lato est, senza creare ostruzioni per il passaggio di pedoni, ciclisti e/o sedie a ruote. Per consentire l'installazione di corpi illuminanti compatibili con gli esistenti (marca, modello ma con caratteristiche di dettaglio diverse per soddisfare i requisiti di legge), si prevede l'installazione di sostegni con sbraccio sommitale pari a 1,5 metri.

Per quanto riguarda l'interdistanza, la norma indica PER CORPI ILLUMINANTI SU STRADA PUBBLICA, una interdistanza $L_{\text{interdistanza}} = h_{\text{palo}} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra attuale pari a 10 m, corrisponderebbe ad una distanza di 37 m. Tuttavia, poiché la strada in oggetto ha già una disposizione prefissata, si ritiene più corretto di non modificare il tratto in esame (~ 170 m) per non creare disuniformità rispettivamente col tratto precedente e successivo. A fronte di quanto detto si impone una interdistanza pari a **25,00 m**.

8.1.7 Classificazione energetica

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

$$SL = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{150W}{0,77}}{1,14cd/m^2 \cdot 25m \cdot 12,5m} = 0,54 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Considerando la tabella A si ha che } SLR = 0,74 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,54}{0,74} = 0,73 < 0,91$$

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

8.2. **TRATTO STRADA DI PENETRAZIONE**

8.2.1 Classificazione della strada

Il tratto in esame presenta una carreggiata stradale con sviluppo trasversale pari a 7,00 metri a doppio senso di marcia. A lato della carreggiata, rispettivamente a nord e a sud saranno realizzati due marciapiedi pedonali di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri. La carreggiata stradale sarà classificata come **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.

Occorre considerare anche l'adiacente marciapiede pedonale, ricadente in classe **S3**, con i seguenti parametri di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 7,5 lx;
- illuminamento minimo (E_{min}): 1,5 lx;

Chiaramente la verifica dovrà soddisfare sia i requisiti fotometrici della carreggiata stradale sia quelli del marciapiede.

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

8.2.2 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. I parametri di *riflessione della pavimentazione stradale* con carreggiata asciutta e con carreggiata bagnata sono rispettivamente **C2 ($q_0 = 0,070$)** e **W3 ($q_0 = 0,20$)**.

8.2.3 Piano di manutenzione

Nelle elaborazioni numeriche si è tenuto conto di una diminuzione dell'efficienza intrinseca di ogni corpo illuminante installato in ambiente esterno, ed in particolare in adiacenza di strade veicolari. Si è ipotizzato un caso tipico di installazione esterna con piano di manutenzione TRIENNALE con *fattore di diminuzione dell'efficienza pari a 0,70*.

8.2.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, di altezza 8 metri fuori terra e con bracci aggiuntivi di sviluppo pari a 1,5 m; avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 3-4 mm.

8.2.5 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 a Led; i corpi illuminanti scelti sono di tipo:

- PHILIPS mod. BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW di potenza complessiva pari a 66 WATT.

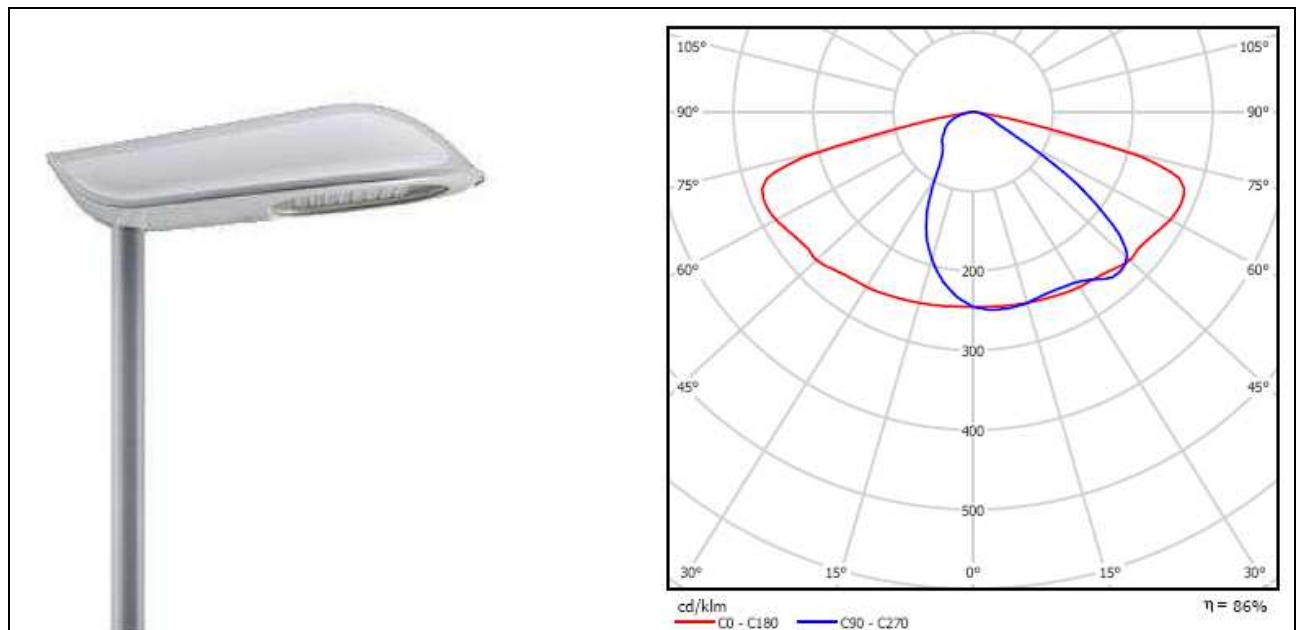


Figura 11: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione tratto strada di penetrazione.

8.2.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà sul lato nord sul limite nord del marciapiede, ad una distanza superiore a 50 cm dalla carreggiata stradale, come previsto dal codice della strada, senza creare ostruzioni per il passaggio di pedoni, ciclisti e/o sedie a ruote. Per quanto riguarda l'interdistanza, la norma indica una interdistanza $L_{interdistanza} = h_{palo} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra pari a 8 m, corrisponderebbe ad una distanza di 29,60 m.

La tipologia dei corpi scelti e la loro efficienza permettono di rispettare l'interdistanza prevista per legge ed al contempo di aumentarla a 29,70 m. Pertanto, alla luce di quanto detto, si opta per l'imposizione di una interdistanza pari a circa **29,70 metri**.

Il posizionamento sul lato nord e non su quello sud è dettato dalla presenza di linee aeree ad alta tensione proprio in corrispondenza della nuova carreggiata stradale. Il posizionamento di sostegni di altezza pari ad 8 metri non consente di rispettare la distanza minima di sicurezza prevista per conduttori in tensione a 132 kV, ovvero 5 m pertanto, intendendo mantenere una disposizione tipica di corpi illuminanti stradali ed evitare sostegni troppo bassi che potrebbero in futuro essere urtati da parte di mezzi d'opera o addirittura autobus turistici, si opta per posizionare i sostegni sul lato nord. Anche al di sopra dei citati sostegni sul lato nord è presente una linea ad alta tensione di proprietà di Terna S.p.A., ma la quota dei cavi è superiore a 25 m, pertanto la distanza tra sostegno di 8 m ed il cavo a 25 m è superiore alla distanza minima di sicurezza per conduttori in tensione a 132 kV (5m).

8.2.7 Classificazione energetica

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

$$SL = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{66W}{0,86}}{0,64cd/m^2 \cdot 29,70m \cdot 10m} = 0,40 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

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

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,40}{0,93} = 0,43 < 0,91$$

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

8.3. **INCROCIO TRA STRADA DI PENETRAZIONE E VIA FORTE TOMBA**

8.3.1 Classificazione della strada

Il tratto in esame è caratterizzato da 3 bracci, 2 in ingresso ed uno in uscita dalla nuova strada di penetrazione; la larghezza di ciascun braccio è pari a 3,00 m minimo. Sul lato nord della carreggiata in uscita ed a sud di quella in entrata da sud saranno realizzati due marciapiedi pedonali di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri. Le carreggiate stradali saranno classificate come **CE3**. La classe CE3 ha i seguenti valori di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 15 lx;
- uniformità orizzontale (U_o): 0,4;
- Valore massimo di abbagliamento debilitante (TI%): 15%.

Occorre considerare anche gli adiacenti marciapiedi pedonali, ricadenti in classe **S2**, con i seguenti parametri di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 10 lx;
- illuminamento minimo (E_{min}): 3 lx;

Chiaramente la verifica dovrà soddisfare sia i requisiti fotometrici della carreggiata stradale sia quelli del marciapiede.

La disposizione dei pali sarà la seguente: un corpo illuminante da 100 W a sud in corrispondenza della curva di immissione ed uno ad ovest in corrispondenza di Via Forte Tomba (vd. elaborato grafico per una migliore comprensione).

8.3.2 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. I parametri di *riflessione della pavimentazione stradale* con carreggiata asciutta e con carreggiata bagnata sono rispettivamente **C2 ($q_0 = 0,070$)** e **W3 ($q_0 = 0,20$)**.

8.3.3 Piano di manutenzione

Nelle elaborazioni numeriche si è tenuto conto di una diminuzione dell'efficienza intrinseca di ogni corpo illuminante installato in ambiente esterno, ed in particolare in adiacenza di strade veicolari. Si è ipotizzato un caso tipico di installazione esterna con piano di manutenzione TRIENNALE con *fattore di diminuzione dell'efficienza pari a 0,70*.

8.3.4 Scelta sostegni

Il sostegno sarà di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, di altezza 8 metri fuori terra con braccio aggiuntivo da 1,5 m; il punto luce in corrispondenza di Via Forte Tomba avrà altezza 10 metri fuori terra con braccio aggiuntivo pari a 1,5 m. Tutti i sostegni avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 3-4 mm.

8.3.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati rispettivamente a 8 metri ed a 10 m 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 luminosa con vapori di sodio ad alta pressione; i corpi illuminanti scelti sono di tipo:

- PHILIPS mod. BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW di potenza complessiva pari a 66 WATT.
- PHILIPS mod. SGS 305 FG TP P10 con lampada al sodio ad alta pressione di potenza complessiva pari a 150 WATT (punto luce lungo Via Forte Tomba).



Figura 12: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione incrocio su Via Forte Tomba.

8.3.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà sul lato nord sul limite nord del marciapiede in curva, ad una distanza superiore a 50 cm dalla carreggiata stradale, come previsto dal codice della strada, senza creare ostruzioni per il passaggio di pedoni, ciclisti e/o sedie a ruote e ad una altezza di 8 m fuori terra. Per quanto riguarda il posizionamento del punto luce lungo Via Forte Tomba, il sostegno sarà posizionato nell'isola spartitraffico una distanza superiore a 50 cm dalla carreggiata stradale, come previsto dal codice della strada, ad una altezza di 10 m fuori terra.

8.3.7 Classificazione energetica

Nell'area in esame si utilizzeranno gli stessi corpi illuminanti precedentemente valutati sotto il profilo dell'efficienza energetica.

8.4. AREE PARCHEGGIO

8.4.1 Classificazione dell'area

L'area in esame ha una superficie complessiva pari a 1100 m². Come già accennato tale area sarà classificata come **CE3**. La classe CE3 ha i seguenti valori di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 15 lux;
- Uniformità orizzontale (U_o): 0,40 lux.

Per la disposizione dei pali si rimanda all'elaborato grafico allegato.

8.4.2 griglia di calcolo

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

8.4.3 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 *fattore di diminuzione dell'efficienza pari a 0,70*.

8.4.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, e di 2 altezze diverse: nell'area parcheggio per autobus saranno alti 6 metri fuori terra con braccio aggiuntivo pari a 1,5 metri, per permettere agli autobus stessi il transito senza rischio di urto; nell'area parcheggio per autoveicoli saranno invece alti 4 m senza braccio aggiuntivo (in testapalo). Tutti avranno giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo, uno spessore pari a 3-4 mm.

8.4.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati rispettivamente a 6 ed a 4 metri da terra a seconda che si sia in area parcheggio autobus od autovetture.

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 luminosa con vapori di sodio ad alta pressione; i corpi illuminanti scelti sono di tipo:

- PHILIPS mod. BGP352 T15 1xECO35-2S/830 DW di potenza complessiva pari a 42 WATT.

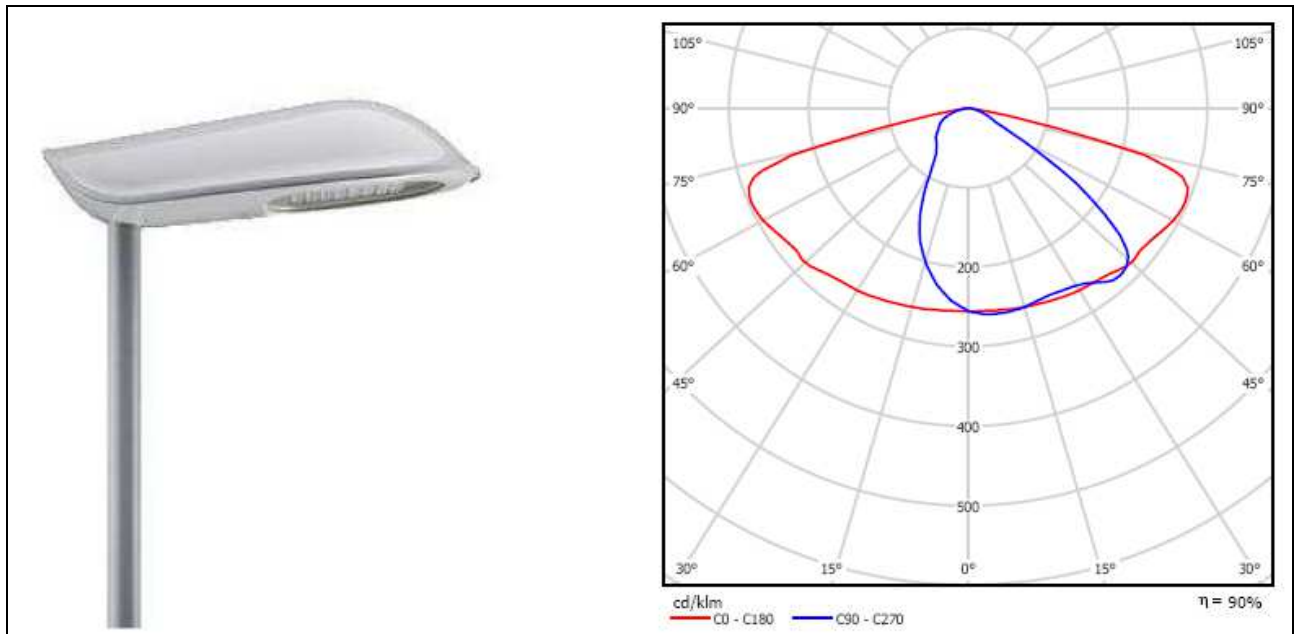


Figura 13: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione aree parcheggio.

8.4.6 Posizionamento sostegni

Per la disposizione dei pali si rimanda alla tavola grafica allegata. Nel caso in esame, essendo in prossimità di linee elettriche aeree ad alta tensione, si è dovuto fare riferimento alla norma CEI 11-4 ed al D.Lgs. 81/2008 le quali stabiliscono le distanze minime tra oggetti, a maggior ragione se trattasi di sostegni in materiale metallico, da un conduttore in tensione. Il D.Lgs. 81/2008 in Tab. 1 all'allegato IX, per conduttori di tensione pari a 132 kV fissa una distanza minima consentita di **5 metri**. La norma CEI 11-4 impone una distanza minima $d_{\min} = 3 + 0,015U$ dove U è la tensione nominale della linea (nel nostro caso 132 kV), pertanto sviluppando il calcolo si ottiene una $d_{\min} = 4,98 \text{ m}$. Nelle considerazioni fatte per il posizionamento si è considerato un valore di distanza minima pari a 5 m. Il posizionamento dei sostegni è stato fatto valutando la distanza del cavo dai sostegni anche in fase di sbandamento a causa del vento, considerando un angolo di 30° rispetto alla verticale. Nella tavola grafica allegata sono riportate le verifiche per i casi più sfavorevoli (n. 5).

8.4.7 Classificazione energetica

Nell'area in esame, poiché il traffico veicolare sarà molto limitato, si considera come prevalente una tipologia di tipo misto; nella schematizzazione dell'area complessiva si sono considerate 2 superfici poligonali che comprendono l'area complessiva. Nella valutazione dell'efficienza energetica si è considerato come risultato quello a luminosità inferiore e lo si è "uniformato" all'intera area a favore di sicurezza:

$$SL = \frac{\frac{P_{\text{sorgente}}}{\eta_b}}{E_m \cdot s_{\text{media}} / nc} = \frac{\frac{42W}{0,90}}{16lx \cdot 1100 / 12m^2} = 0,031 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

Considerando la tabella B si ha che $SLR = 0,056 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,031}{0,056} = 0,56 < 0,91$$

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

9. TUBAZIONI

Le tubazioni interrate, saranno costituite da tubo in PVC, 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 + 1x16** 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 dei 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.

10. 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".

11. PLINTI DI FONDAZIONE

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

Pali da 10 metri f.t.:

- Dimensioni plinto: l=1100 mm x w=1100 mm x h=1000 mm;
- Diametro foro porta palo: $\Phi=350$ mm;
- Profondità foro porta palo: p=800 mm.

Pali da 6 ed 8 metri f.t.:

- Dimensioni plinto: l=800 mm x w=800 mm x h=900 mm;
- Diametro foro porta palo: $\Phi=300$ mm;
- Profondità foro porta palo: p=800 mm.

Pali da 4 metri f.t.:

- Dimensioni plinto: l=600 mm x w=600 mm x h=600 mm;
- Diametro foro porta palo: $\Phi=200$ mm;
- Profondità foro porta palo: p=500 mm.

12. ALIMENTAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

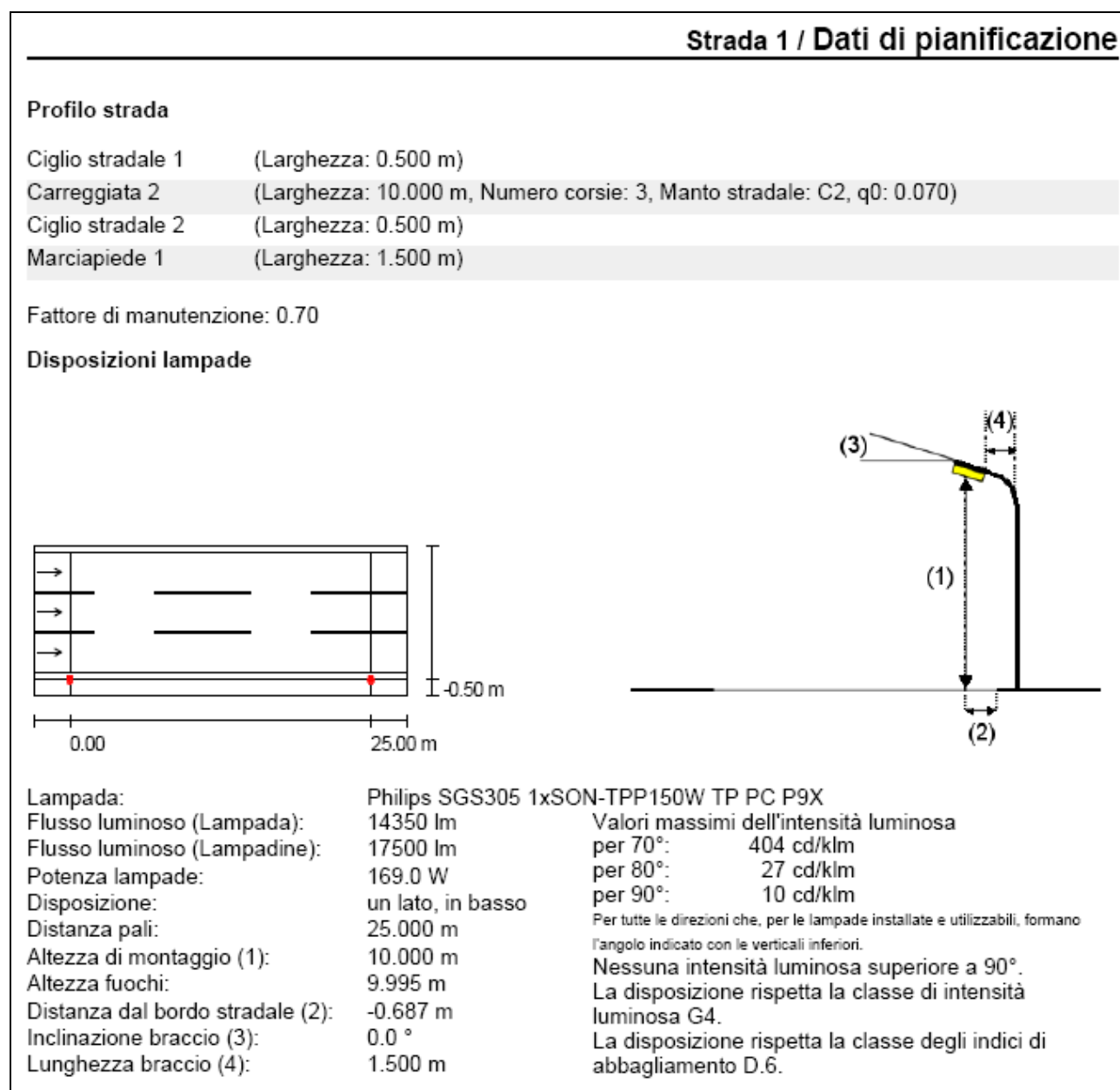
La nuova rete di illuminazione pubblica, in parte sostituirà gli attuali corpi illuminanti con degli altri più moderni ed efficienti (tratto lungo via Forte Tomba). Il nuovo tratto di strada di penetrazione e le aree parcheggio saranno alimentate da dedicato quadro elettrico di comando da realizzarsi in prossimità della nuova cabina di trasformazione MT-BT, di caratteristiche concordate con l'Ente Gestore. Su richiesta dell'Ente Gestore stesso si provvederà ad effettuare la predisposizione per il collegamento al nuovo quadro anche per la linea esistente lungo Via Forte Tomba.

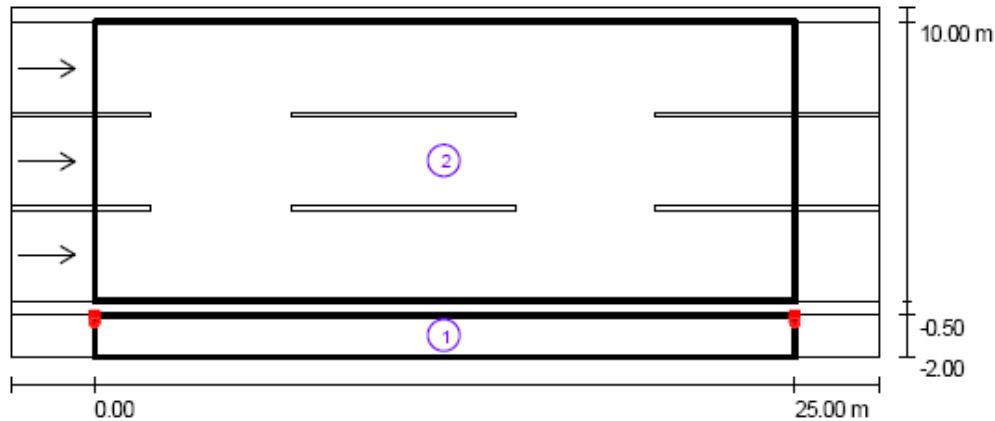
13. SOSTEGNI CORPI (PALI)

Da una analisi puntuale sul posto dei punti luce esistenti, si è potuto constatare che nessuno dei sostegni presenti può essere riutilizzato (installati oltre 10 anni fa), pertanto sia lungo Via Forte Tomba sia lungo il nuovo tratto di penetrazione e nelle future aree parcheggio pubblico saranno posati pali nuovi conformi alle specifiche dell'Ente Gestore.

14. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO LUNGO VIA FORTE TOMBA

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi al tratto lungo Via Forte Tomba con pali posti ad una interdistanza di 25 m, ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.11".



Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:250

Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Marciapiede 1
Lunghezza: 25.000 m, Larghezza: 1.500 m
Reticolo: 10 x 3 Punti
Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.
Classe di illuminazione selezionata: S2

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 E_m [lx]

14.36

 ≥ 10.00

✓

 E_{min} [lx]

9.06

 ≥ 3.00

✓

- 2 Campo di valutazione Carreggiata 2
Lunghezza: 25.000 m, Larghezza: 10.000 m
Reticolo: 10 x 9 Punti
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 2.
Manto stradale: C2, q_0 : 0.070
Classe di illuminazione selezionata: ME3a

(tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 L_m [cd/m²]

1.23

 ≥ 1.00

✓

U0

0.40

 ≥ 0.40

✓

UI

0.85

 ≥ 0.70

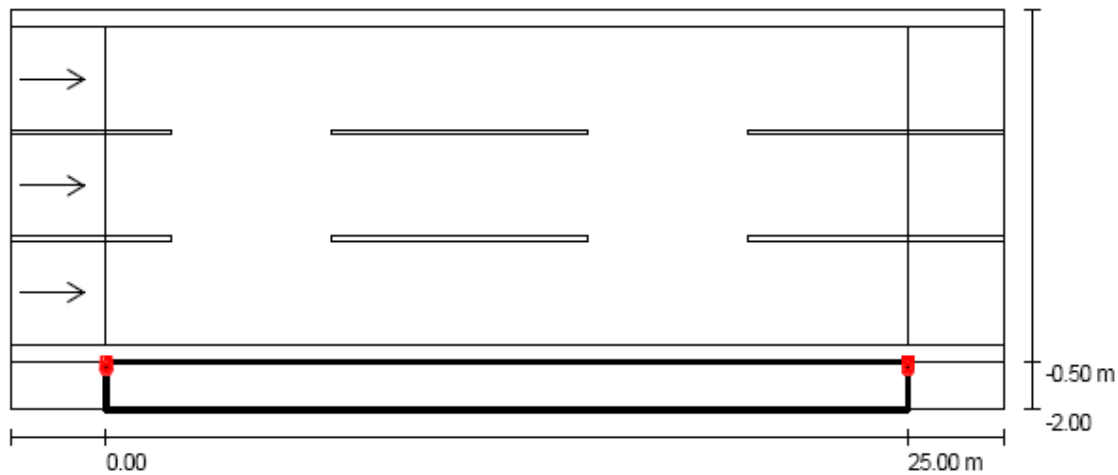
✓

TI [%]

8

 ≤ 15

✓

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:222

Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S2

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 E_m [lx]

14.36

 ≥ 10.00

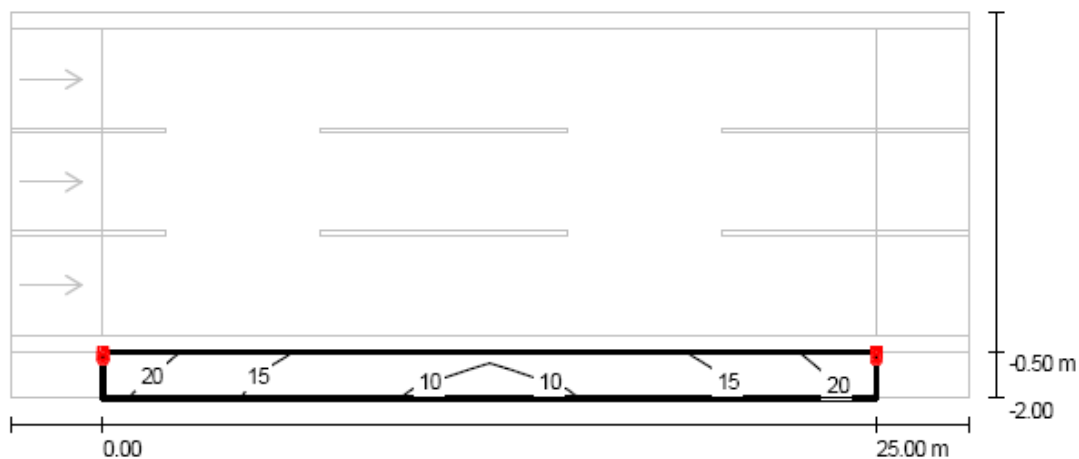
✓

 E_{min} [lx]

9.06

 ≥ 3.00

✓

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

Valori in Lux, Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 3 Punti

 E_m [lx]

14

 E_{min} [lx]

9.06

 E_{max} [lx]

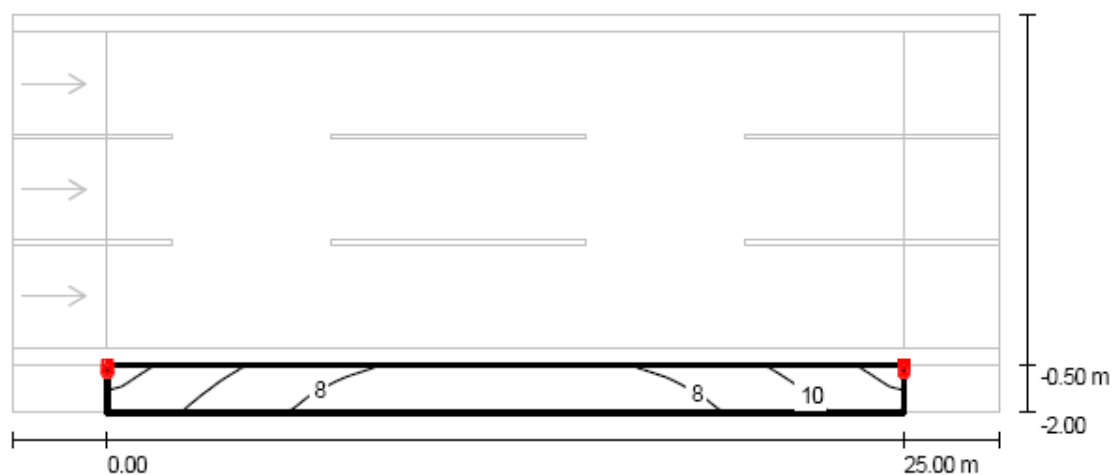
21

 E_{min} / E_m

0.631

 E_{min} / E_{max}

0.422

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

Valori in Lux, Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 3 Punti

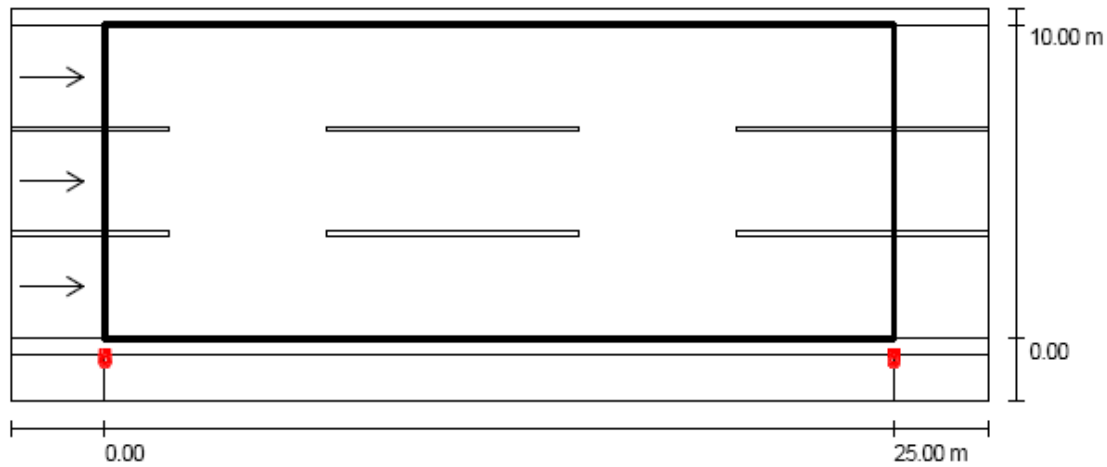
 E_m [lx]
8.56

 E_{min} [lx]
6.06

 E_{max} [lx]
12

 E_{min} / E_m
0.709

 E_{min} / E_{max}
0.509

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 2 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 2.

Manto stradale: C2, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME3a

tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

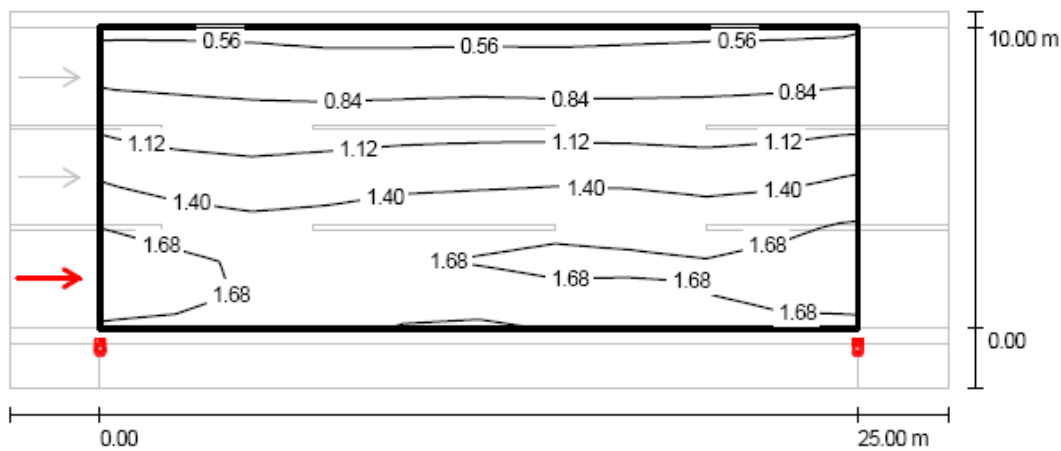
L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1.23	0.40	0.85	8
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
✓	✓	✓	✓

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

Osservatori corrispondenti (3 Pezzo):

No.	Osservatore	Posizione [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Osservatore 2	(-60.000, 1.667, 1.500)	1.23	0.43	0.85	8
2	Osservatore 2	(-60.000, 5.000, 1.500)	1.32	0.41	0.89	7
3	Osservatore 3	(-60.000, 8.333, 1.500)	1.41	0.40	0.91	4

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

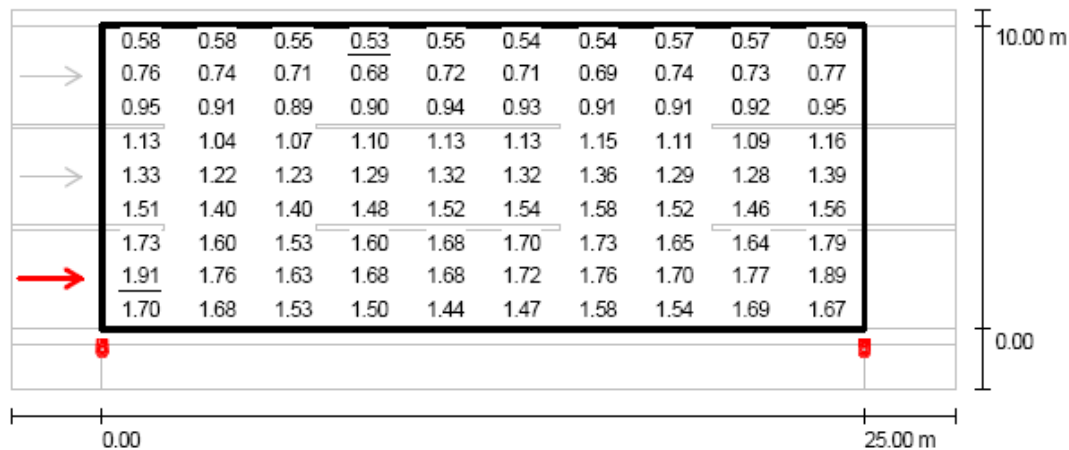
Valori in Candela/m², Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.667 m, 1.500 m)

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.23	0.43	0.85	8
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 2 / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)

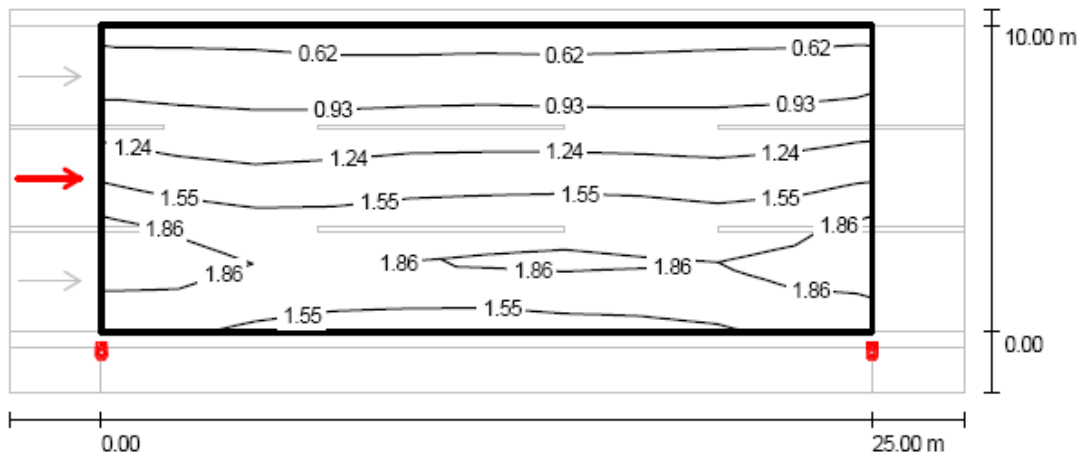
Valori in Candela/m², Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.667 m, 1.500 m)

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.23	0.43	0.85	8
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

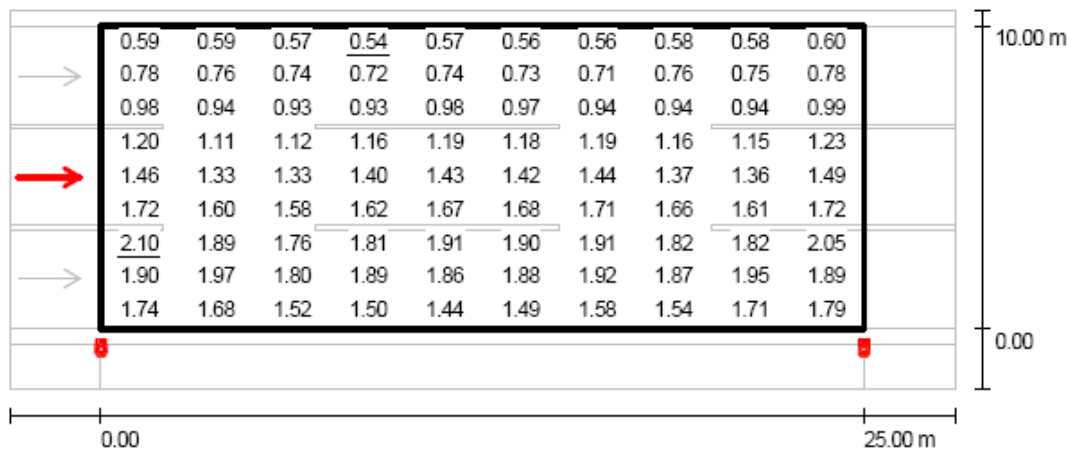
Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 2 / Osservatore 2 / Isolinee (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.000 m, 1.500 m)

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.32	0.41	0.89	7
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

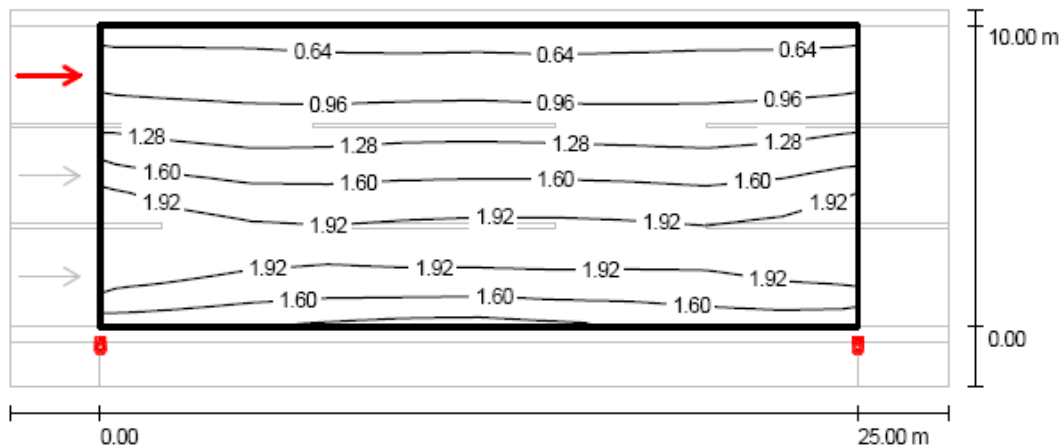
Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 2 / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.000 m, 1.500 m)

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.32	0.41	0.89	7
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 2 / Osservatore 3 / Isolinee (L)

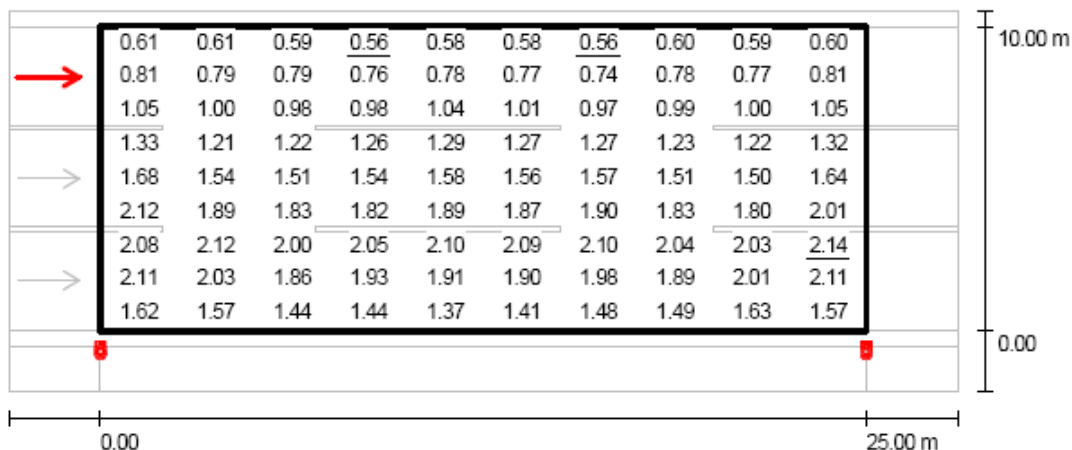
Valori in Candela/m², Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 8.333 m, 1.500 m)

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.41	0.40	0.91	4
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 2 / Osservatore 3 / Grafica dei valori (L)

Valori in Candela/m², Scala 1 : 222

Reticolo: 10 x 9 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 8.333 m, 1.500 m)

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1.41	0.40	0.91	4
Valori nominali secondo la classe ME3a:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

15. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO NUOVA STRADA DI PENETRAZIONE

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi alla nuova strada di penetrazione con pali posti alla interdistanza di 29,70 m, ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.11".

Philips BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW
Lampadine: 1 x ECO71-2S/740

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°	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
5.0°	250	250	250	249	249	248	246	243	240	238	236	234	234
10.0°	251	251	251	252	252	251	247	242	235	228	222	218	217
15.0°	250	251	252	254	255	254	249	240	229	216	205	198	195
20.0°	247	248	252	255	258	257	251	239	221	202	185	174	170
25.0°	247	248	252	257	260	260	254	237	212	185	159	141	135
30.0°	249	253	257	259	263	265	257	233	198	160	123	99	92
35.0°	258	262	269	265	266	270	259	227	178	125	83	70	68
40.0°	272	279	288	278	274	275	263	217	152	85	62	59	59
45.0°	270	282	306	307	297	293	270	203	118	60	54	54	55
50.0°	239	262	316	342	317	308	269	181	79	49	48	49	50
55.0°	159	182	277	391	372	323	273	153	55	43	43	44	44
60.0°	61	73	147	409	485	365	280	116	41	37	38	40	40
65.0°	31	31	46	173	604	445	285	75	31	31	32	34	34
70.0°	21	23	29	38	485	512	281	33	22	23	26	27	26
75.0°	14	14	18	21	75	268	220	17	14	15	18	18	17
80.0°	6.09	6.55	7.66	11	12	34	18	7.85	6.55	7.01	8.21	7.75	6.92
85.0°	1.38	1.48	1.66	2.03	2.86	2.77	2.22	2.31	1.75	1.57	1.57	1.94	1.66
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

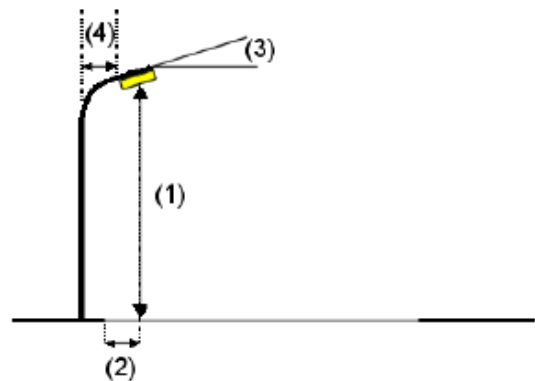
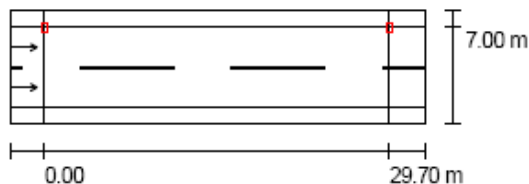
Strada 1 / Dati di pianificazione**Profilo strada**

Marciapiede 2 (Larghezza: 1.500 m)

Carreggiata (Larghezza: 7.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: C2, q0: 0.070)

Marciapiede 1 (Larghezza: 1.500 m)

Fattore di manutenzione: 0.70

Disposizioni lampade

Lampada:

Philips BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW

Flusso luminoso (Lampada):

6090 lm

Valori massimi dell'intensità luminosa

Flusso luminoso (Lampadine):

7081 lm

per 70°: 601 cd/klm

Potenza lampade:

66.3 W

per 80°: 34 cd/klm

Disposizione:

un lato, in alto

per 90°: 0.00 cd/klm

Distanza pali:

29.700 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:

8.183 m

La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

Distanza dal bordo stradale (2):

0.000 m

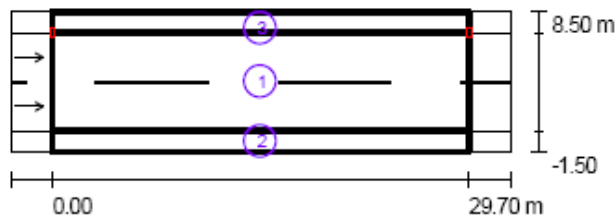
La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

Inclinazione braccio (3):

0.0 °

Lunghezza braccio (4):

1.500 m

Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:500

Lista campo di valutazione**1 Carreggiata**

Lunghezza: 29.700 m, Larghezza: 7.000 m

Reticolo: 10 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata.

Manto stradale: C2, q_0 : 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.64	0.60	0.86	9	0.76
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

2 Campo di valutazione Marciapiede 1

Lunghezza: 29.700 m, Larghezza: 1.500 m

Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
7.71	7.12
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

3 Campo di valutazione Marciapiede 2

Lunghezza: 29.700 m, Larghezza: 1.500 m

Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 2.

Classe di illuminazione selezionata: S3

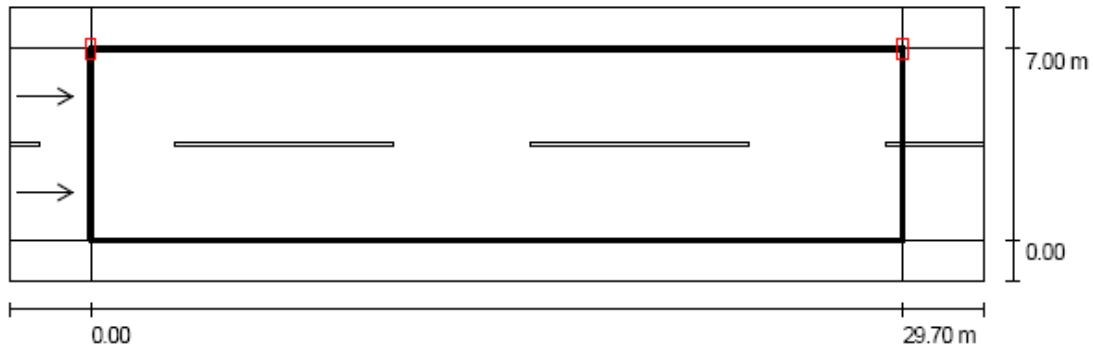
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
9.48	3.90
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

Strada 1 / Carreggiata / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:256

Reticolo: 10 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata.

Manto stradale: C2, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

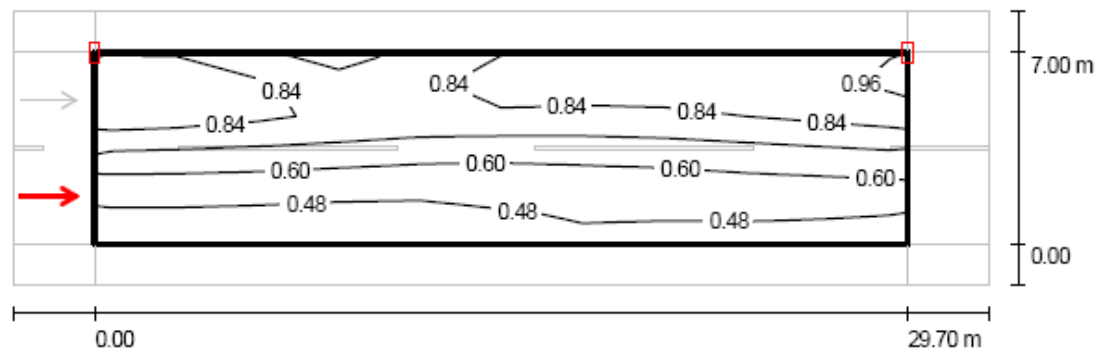
Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.64	0.60	0.86	9	0.76
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

Osservatori corrispondenti (2 Pezzo):

No.	Osservatore	Posizione [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Osservatore 2	(-60.000, 1.750, 1.500)	0.68	0.60	0.89	8
2	Osservatore 2	(-60.000, 5.250, 1.500)	0.64	0.61	0.86	9

Strada 1 / Carreggiata / Osservatore 2 / Isolinee (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 256

Reticolo: 10 x 6 Punti

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

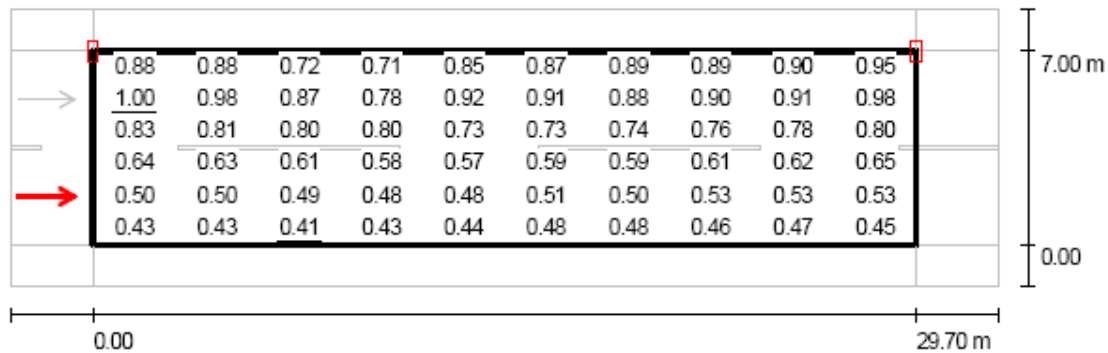
Manto stradale: C2, q0: 0.070

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe ME5:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
0.68	0.60	0.89	8
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Carreggiata / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)

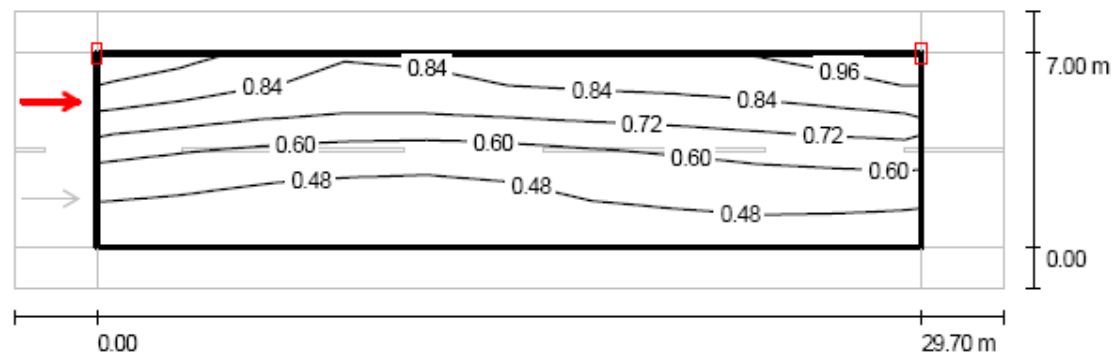
Valori in Candela/m², Scala 1 : 256

Reticolo: 10 x 6 Punti

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

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.68	0.60	0.89	8
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Carreggiata / Osservatore 2 / Isolinee (L)

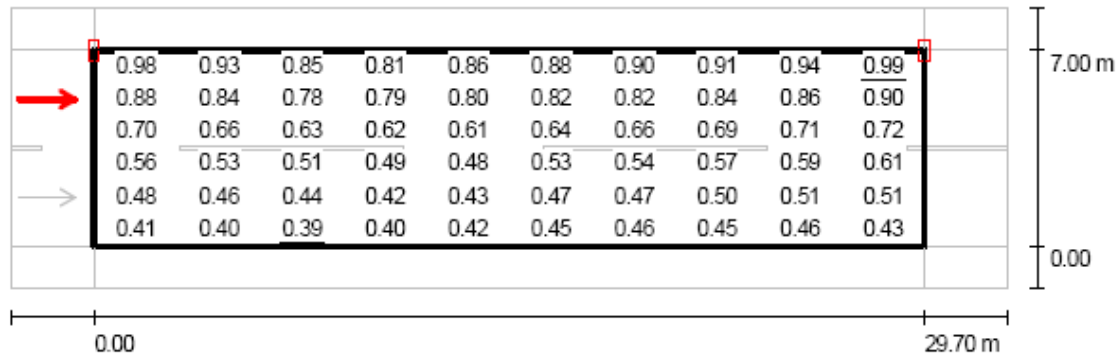
Valori in Candela/m², Scala 1 : 256

Reticolo: 10 x 6 Punti

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

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.64	0.61	0.86	9
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

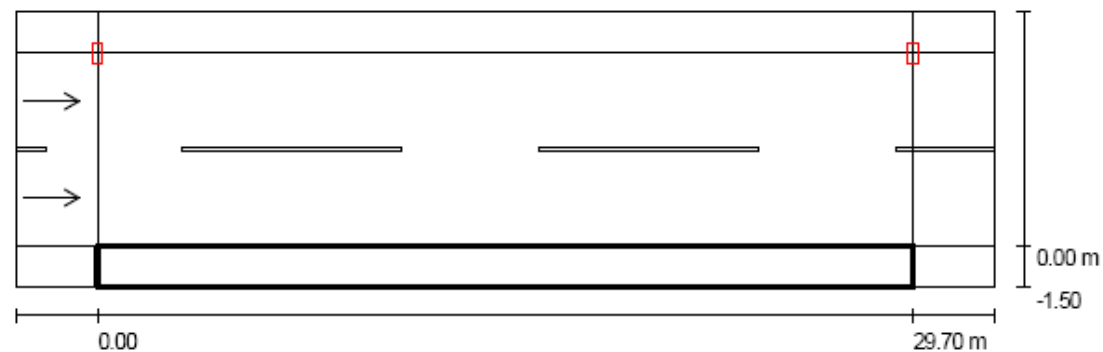
Strada 1 / Carreggiata / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 256

Reticolo: 10 x 6 Punti

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

Manto stradale: C2, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.64	0.61	0.86	9
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:256

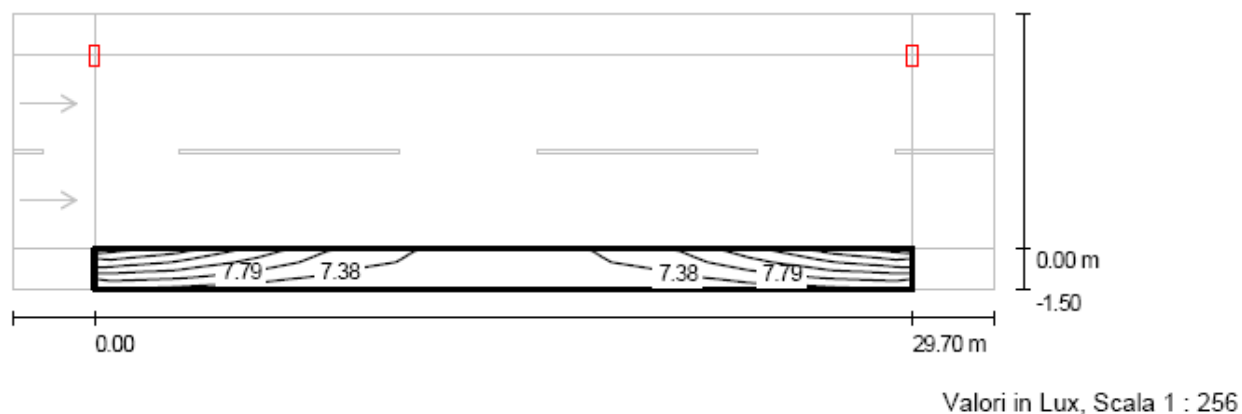
Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valori reali calcolati:	7.71	7.12
Valori nominali secondo la classe:	≥ 7.50	≥ 1.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

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

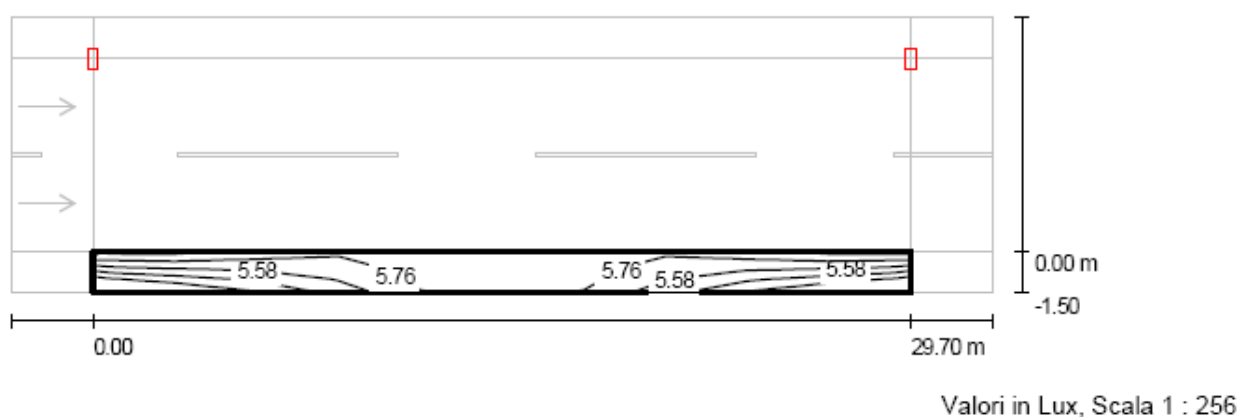
Reticolo: 10 x 3 Punti

 E_m [lx]
7.71

 E_{min} [lx]
7.12

 E_{max} [lx]
9.16

 E_{min} / E_m
0.924

 E_{min} / E_{max}
0.777
Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Isolinee (Esemisf.)

Reticolo: 10 x 3 Punti

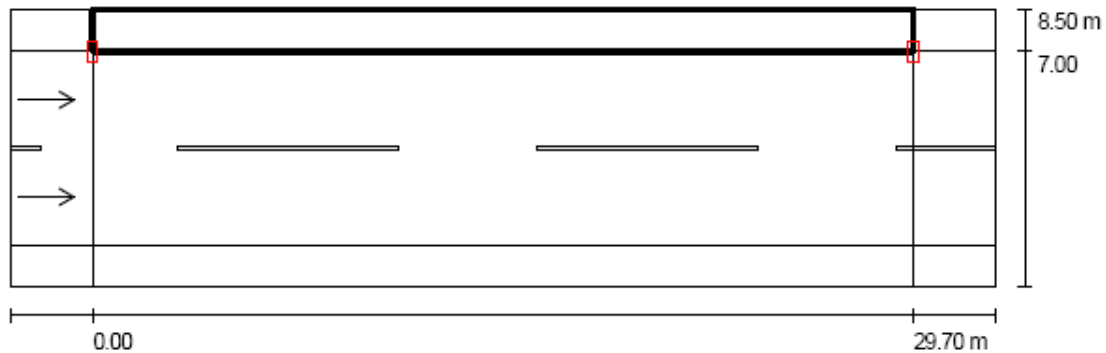
 E_m [lx]
5.63

 E_{min} [lx]
5.04

 E_{max} [lx]
5.93

 E_{min} / E_m
0.895

 E_{min} / E_{max}
0.851

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 2 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.70

Scala 1:256

Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 2.

Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

 E_m [lx]

9.48

 ≥ 7.50

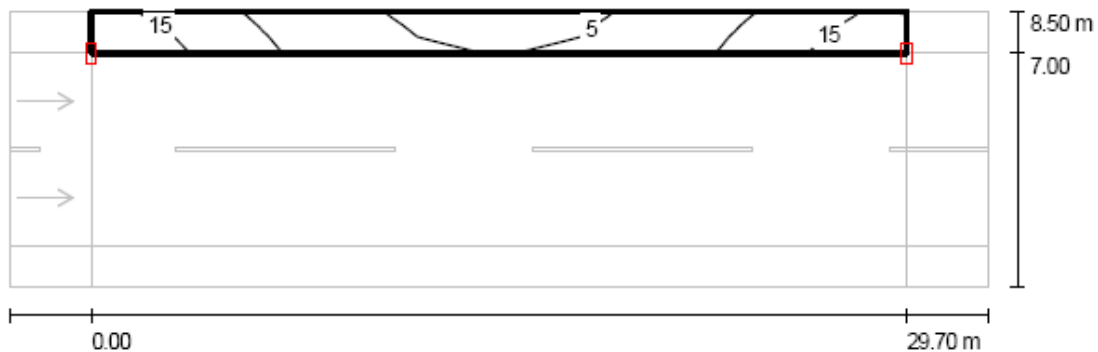
✓

 E_{min} [lx]

3.90

 ≥ 1.50

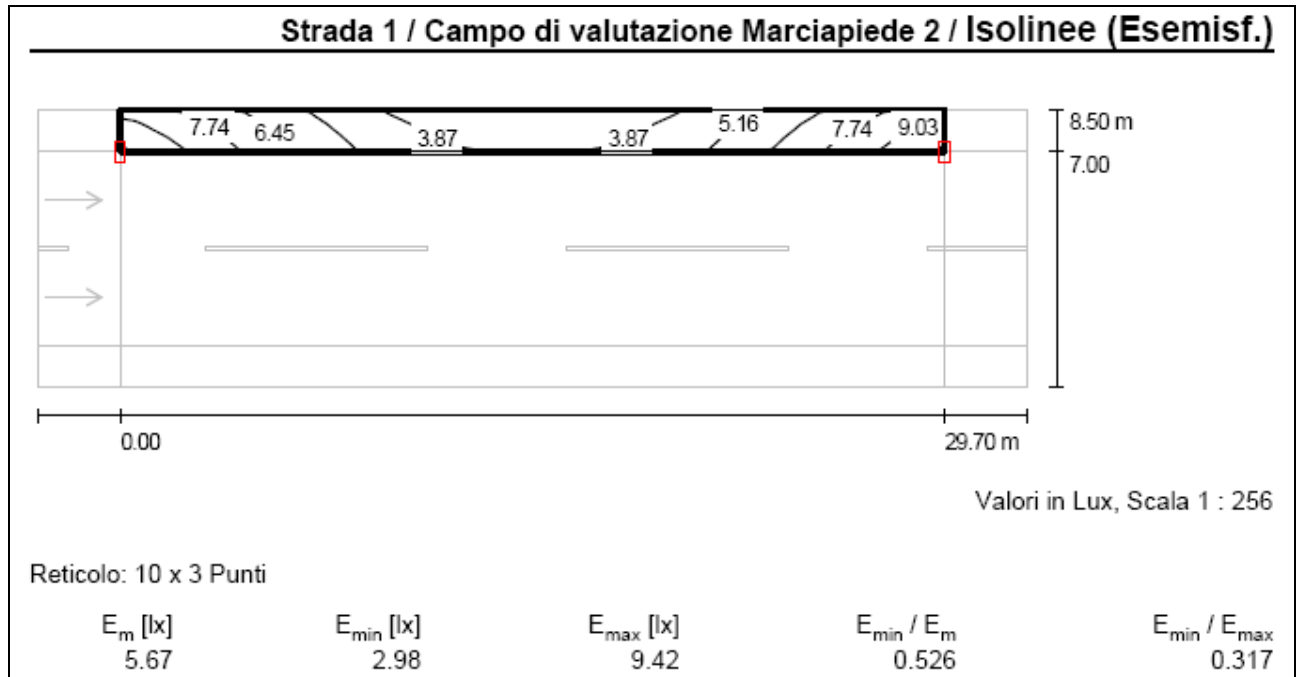
✓

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 2 / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 256

Reticolo: 10 x 3 Punti

 E_m [lx]
9.48 E_{min} [lx]
3.90 E_{max} [lx]
18 E_{min} / E_m
0.411 E_{min} / E_{max}
0.219



16. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI ALLE AREE PARCHEGGIO ED ALL'INCROCIO SU VIA FORTE TOMBA

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi alle due aree parcheggio adiacenti ed all'intersezione a raso su Via Forte Tomba ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.11".

Philips SGS305 1xSON-TPP150W TP FG P10 / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips SGS305 1xSON-TPP150W TP FG P10
Lampadine: 1 x SON-TPP150W

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°	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
5.0°	173	171	166	159	154	147	142	138	136	133	132	132	132
10.0°	217	209	198	182	168	153	143	136	134	132	131	130	130
15.0°	259	242	223	207	190	162	142	135	132	129	128	127	128
20.0°	283	260	244	228	205	169	142	134	133	130	126	126	126
25.0°	296	268	253	239	224	179	142	136	132	129	126	124	125
30.0°	303	272	256	259	240	190	145	135	133	129	124	121	119
35.0°	276	251	255	274	269	210	147	136	132	128	118	114	113
40.0°	224	205	239	291	320	244	150	137	132	124	116	107	105
45.0°	167	166	210	293	360	294	154	134	129	121	109	99	95
50.0°	146	155	189	258	347	309	156	131	124	116	104	91	75
55.0°	112	128	155	225	339	320	154	128	120	109	95	64	29
60.0°	82	97	93	185	305	296	152	124	115	101	85	47	10
65.0°	37	46	57	143	292	332	159	117	106	92	74	34	7.00
70.0°	17	20	41	88	193	288	148	98	90	76	58	5.00	1.00
75.0°	8.00	12	29	49	66	109	54	28	44	49	35	0.00	0.00
80.0°	3.00	4.00	3.00	4.00	7.00	12	7.00	6.00	5.00	7.00	8.00	1.00	0.00
85.0°	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
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

Philips BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW
Lampadine: 1 x ECO71-2S/740

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°	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
5.0°	250	250	250	249	249	248	246	243	240	238	236	234	234
10.0°	251	251	251	252	252	251	247	242	235	228	222	218	217
15.0°	250	251	252	254	255	254	249	240	229	216	205	198	195
20.0°	247	248	252	255	258	257	251	239	221	202	185	174	170
25.0°	247	248	252	257	260	260	254	237	212	185	159	141	135
30.0°	249	253	257	259	263	265	257	233	198	160	123	99	92
35.0°	258	262	269	265	266	270	259	227	178	125	83	70	68
40.0°	272	279	288	278	274	275	263	217	152	85	62	59	59
45.0°	270	282	306	307	297	293	270	203	118	60	54	54	55
50.0°	239	262	316	342	317	308	269	181	79	49	48	49	50
55.0°	159	182	277	391	372	323	273	153	55	43	43	44	44
60.0°	61	73	147	409	485	365	280	116	41	37	38	40	40
65.0°	31	31	46	173	604	445	285	75	31	31	32	34	34
70.0°	21	23	29	38	485	512	281	33	22	23	26	27	26
75.0°	14	14	18	21	75	268	220	17	14	15	18	18	17
80.0°	6.09	6.55	7.66	11	12	34	18	7.85	6.55	7.01	8.21	7.75	6.92
85.0°	1.38	1.48	1.66	2.03	2.86	2.77	2.22	2.31	1.75	1.57	1.57	1.94	1.66
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
95.0°	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

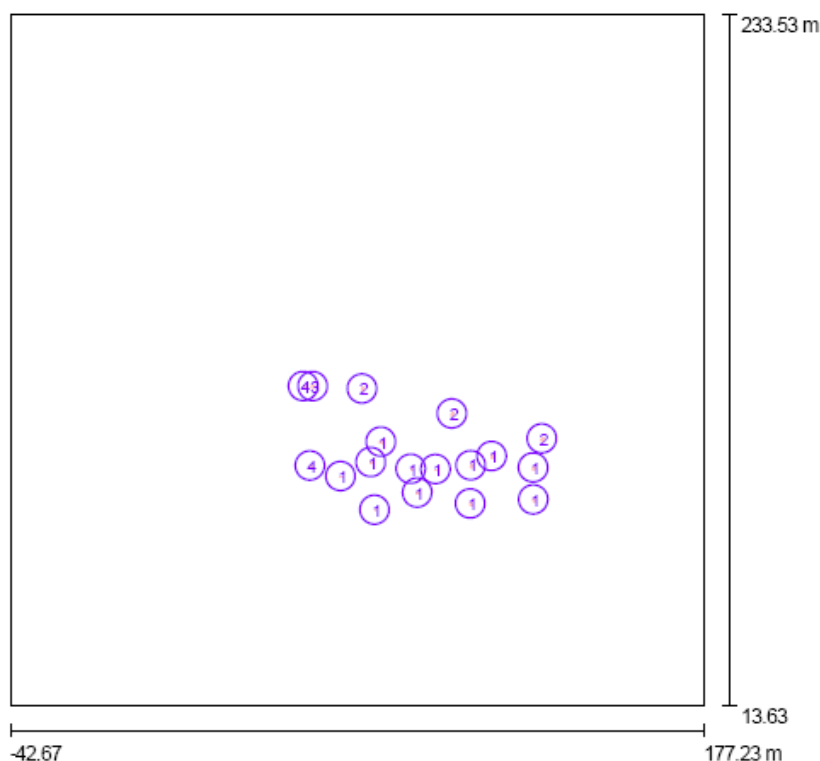
Philips BGP352 T15 1xECO35-2S/830 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xECO35-2S/830 DW

Lampadine: 1 x ECO35-2S/830

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°	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
5.0°	260	260	260	260	259	258	256	253	250	248	245	244	243
10.0°	261	262	262	262	262	261	258	252	245	238	232	227	226
15.0°	261	261	263	264	266	265	260	250	238	225	213	206	203
20.0°	257	259	262	266	268	268	262	249	231	211	193	181	177
25.0°	257	259	262	268	270	271	265	247	221	192	165	147	141
30.0°	260	263	267	270	273	276	268	243	207	167	129	103	96
35.0°	268	272	280	276	277	281	269	236	186	130	86	73	71
40.0°	283	290	300	289	285	286	273	226	158	88	64	62	62
45.0°	281	294	319	319	309	305	281	211	123	63	56	56	57
50.0°	249	273	329	357	330	320	280	189	82	51	50	51	52
55.0°	166	189	288	407	387	336	284	160	57	44	45	46	46
60.0°	63	76	154	426	505	380	292	121	43	39	40	42	41
65.0°	33	32	47	180	629	464	297	78	32	32	34	36	35
70.0°	22	24	30	39	505	534	293	34	23	24	27	28	27
75.0°	14	15	19	22	78	279	229	18	15	16	19	19	18
80.0°	6.34	6.82	7.98	11	13	35	18	8.17	6.82	7.30	8.55	8.07	7.21
85.0°	1.44	1.54	1.73	2.11	2.98	2.88	2.31	2.40	1.83	1.63	1.63	2.02	1.73
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

Scena esterna 1 / Dati di pianificazione

Fattore di manutenzione: 0.70, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

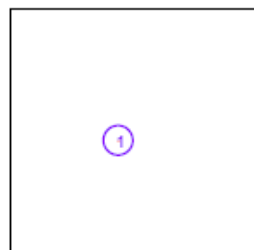
Scala 1:2039

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	12	Philips BGP352 T15 1xEco35-2S/830 DW (1.000)	3134	3482	42.2
2	3	Philips BGP352 T15 1xEco71-2S/740 DW (1.000)	6090	7081	66.3
3	1	Philips SGS305 1xSON-TPP150W TP FG P10 (1.000)	12425	17500	169.0
4	2	Philips SGS305 1xSON-TPP150W TP PC P9X (1.000)	14350	17500	169.0
Totale:			97000	115527	1212.3

Scena esterna 1 / Lampade (lista coordinate)**Philips SGS305 1xSON-TPP150W TP FG P10**

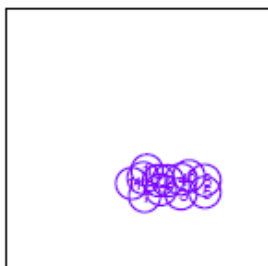
12425 lm, 169.0 W, 1 x 1 x SON-TPP150W (Fattore di correzione 1.000).



No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	53.500	115.000	10.000	0.0	0.0	-90.0

Scena esterna 1 / Lampade (lista coordinate)**Philips BGP352 T15 1xECO35-2S/830 DW**

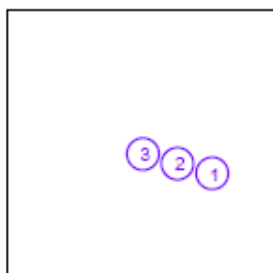
3134 lm, 42.2 W, 1 x 1 x ECO35-2S/830 (Fattore di correzione 1.000).



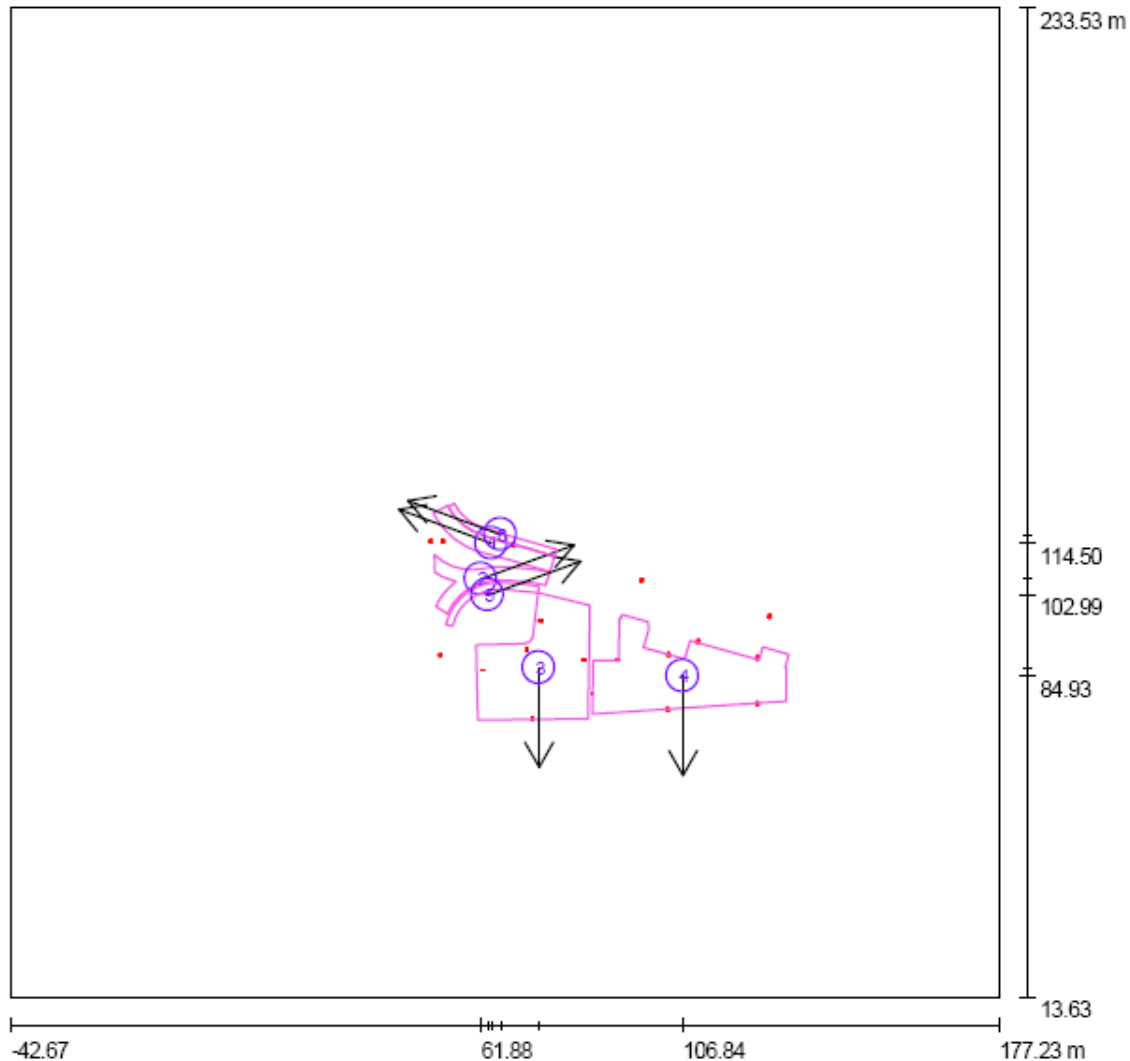
No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	71.900	90.800	6.000	0.0	0.0	180.0
2	86.600	81.100	4.000	0.0	0.0	-90.0
3	103.453	77.648	4.000	0.0	0.0	5.0
4	103.600	89.800	4.000	0.0	0.0	165.0
5	123.400	78.900	4.000	0.0	0.0	5.0
6	110.200	92.700	4.000	0.0	0.0	165.0
7	73.100	75.600	4.000	0.0	0.0	0.0
8	123.384	89.066	4.000	0.0	0.0	165.0
9	92.406	88.571	4.000	0.0	0.0	-90.0
10	75.100	97.300	6.000	0.0	0.0	-100.0
11	62.300	86.300	6.000	0.0	0.0	-90.0
12	84.600	88.684	6.000	0.0	0.0	90.0

Scena esterna 1 / Lampade (lista coordinate)**Philips BGP352 T15 1xECO71-2S/740 DW**

6090 lm, 66.3 W, 1 x 1 x ECO71-2S/740 (Fattore di correzione 1.000).



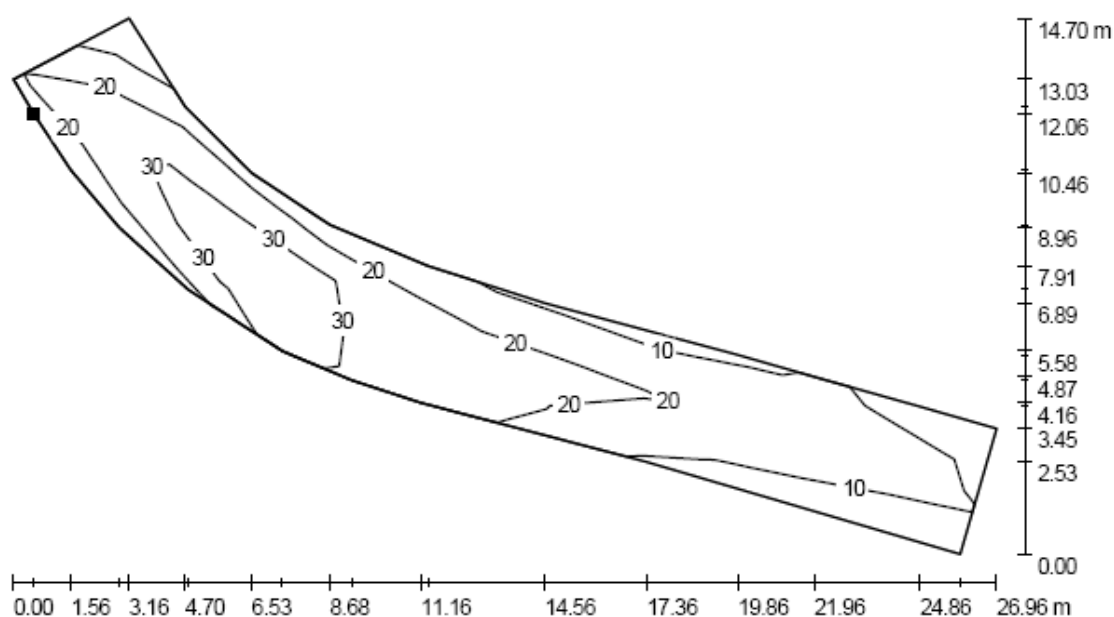
No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	126.100	98.300	8.000	0.0	0.0	165.0
2	97.600	106.300	8.000	0.0	0.0	165.0
3	69.100	114.200	8.000	0.0	0.0	165.0

Scena esterna 1 / Campi di valutazione strada (lista coordinate)

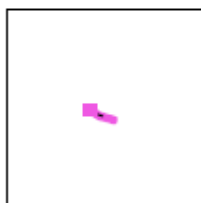
Scala 1 : 1573

Elenco dei campi di pseudovalutazione

No.	Denominazione	Posizione [m]			Dimensioni [m]		Linea di mira [°]	Reticolo
		X	Y	Z	L	P		
1	incrocio in uscita	64.225	114.502	0.000	26.965	14.700	160.0	12 x 6
2	incrocio in entrata	61.882	106.546	0.000	25.722	13.088	20.0	13 x 12
3	parcheggio autobus	74.775	86.791	0.000	25.392	28.322	-90.0	10 x 8
4	parcheggio autovetture	106.840	84.930	0.000	43.786	22.151	270.0	8 x 10
5	marciapiede sud	63.387	102.991	0.000	20.697	9.704	20.0	10 x 10
6	marciapiede nord	66.260	116.445	0.000	24.194	11.748	160.0	10 x 10

Scena esterna 1 / incrocio in uscita / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 193

Posizione della superficie nella
scena esterna:Punto contrassegnato:
(51.800 m, 120.264 m, 0.000 m)

Reticolo: 12 x 6 Punti

 E_m [lx]

23

 E_{min} [lx]

9.79

 E_{max} [lx]

40

 E_{min} / E_m

0.427

 E_{min} / E_{max}

0.243

Rotazione: 160.0°

 L_m [cd/m²]

1.23

U0

0.58

UI

0.63

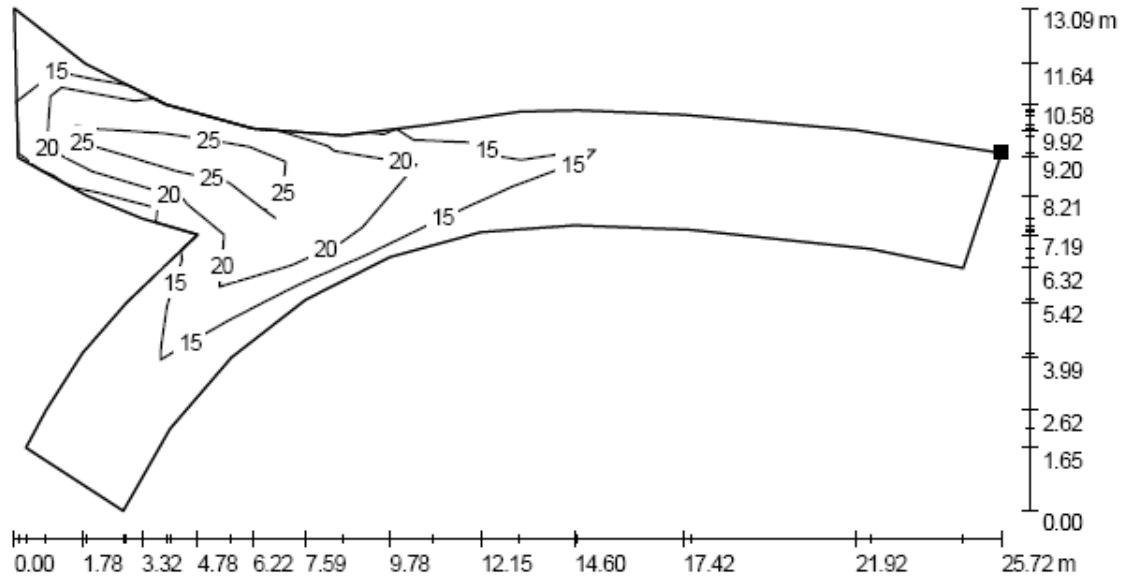
 L_v [cd/m²]

0.01

Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE3:

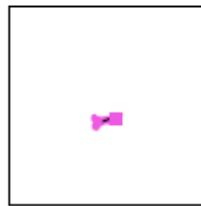
- illuminamento medio (E_m) = 23 lx > 15 lx; ✓- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,427 > 0,40. ✓

Nei capitoli a seguire si esplicherà il calcolo dell'abbagliamento.

Scena esterna 1 / incrocio in entrata / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 184

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(77.200 m, 108.200 m, 0.000 m)



Reticolo: 13 x 12 Punti

 E_m [lx]
19 E_{min} [lx]
11 E_{max} [lx]
32 E_{min} / E_m
0.585 E_{min} / E_{max}
0.345

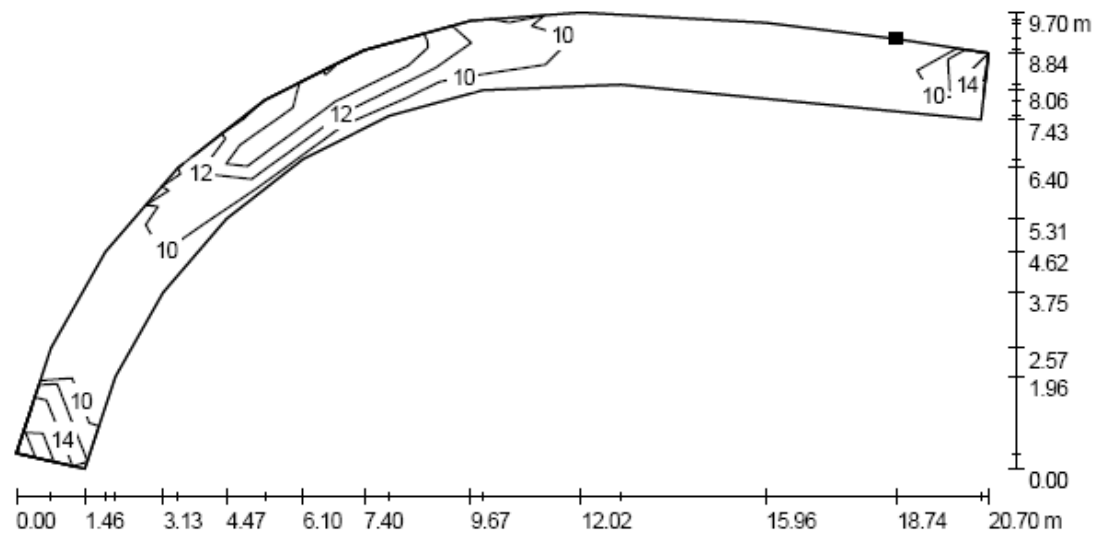
Rotazione: 20.0°

 L_m [cd/m²]
0.99U0
0.49U1
0.71 L_v [cd/m²]
0.00

Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE3:

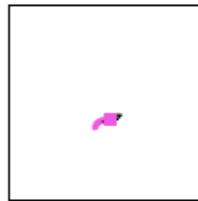
- illuminamento medio (E_m) = 19 lx > 15 lx; ✓- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,585 > 0,40. ✓

Nei capitoli a seguire si esplicherà il calcolo dell'abbagliamento.

Scena esterna 1 / marciapiede sud / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 148

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(72.783 m, 105.255 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 10 Punti

 E_m [lx]
13

 E_{min} [lx]
9.50

 E_{max} [lx]
17

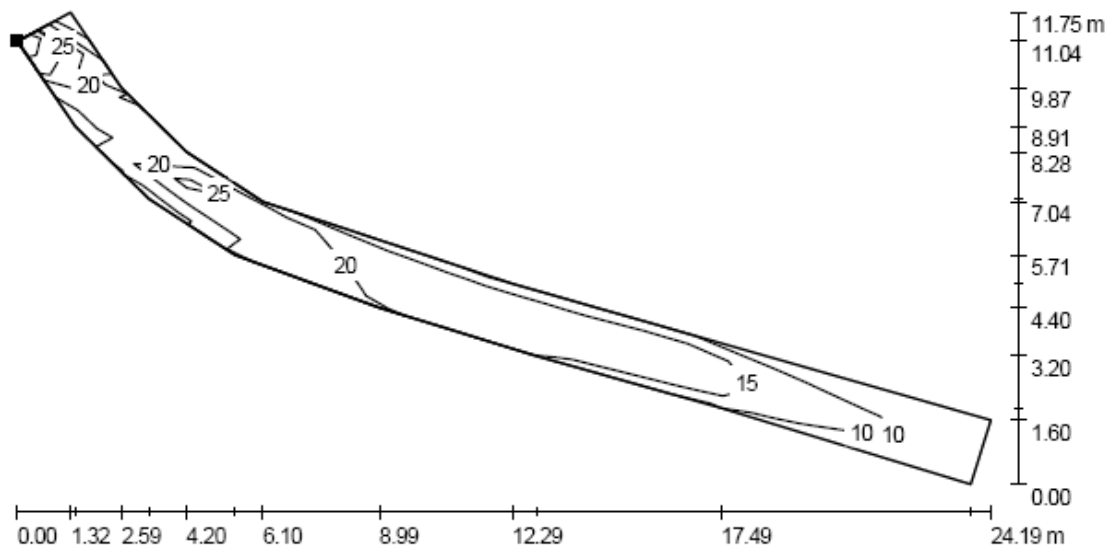
 E_{min} / E_m
0.748

 E_{min} / E_{max}
0.563

Rotazione: 20.0°

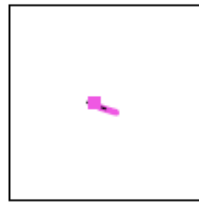
Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe S2:

- illuminamento medio (E_m) = 13 lx > 10 lx; ✓
- illuminamento minimo (E_{min}) = 9,50 lx > 3 lx. ✓

Scena esterna 1 / marciapiede nord / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 173

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(54.506 m, 122.636 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 10 Punti

 E_m [lx]
19

 E_{min} [lx]
7.71

 E_{max} [lx]
30

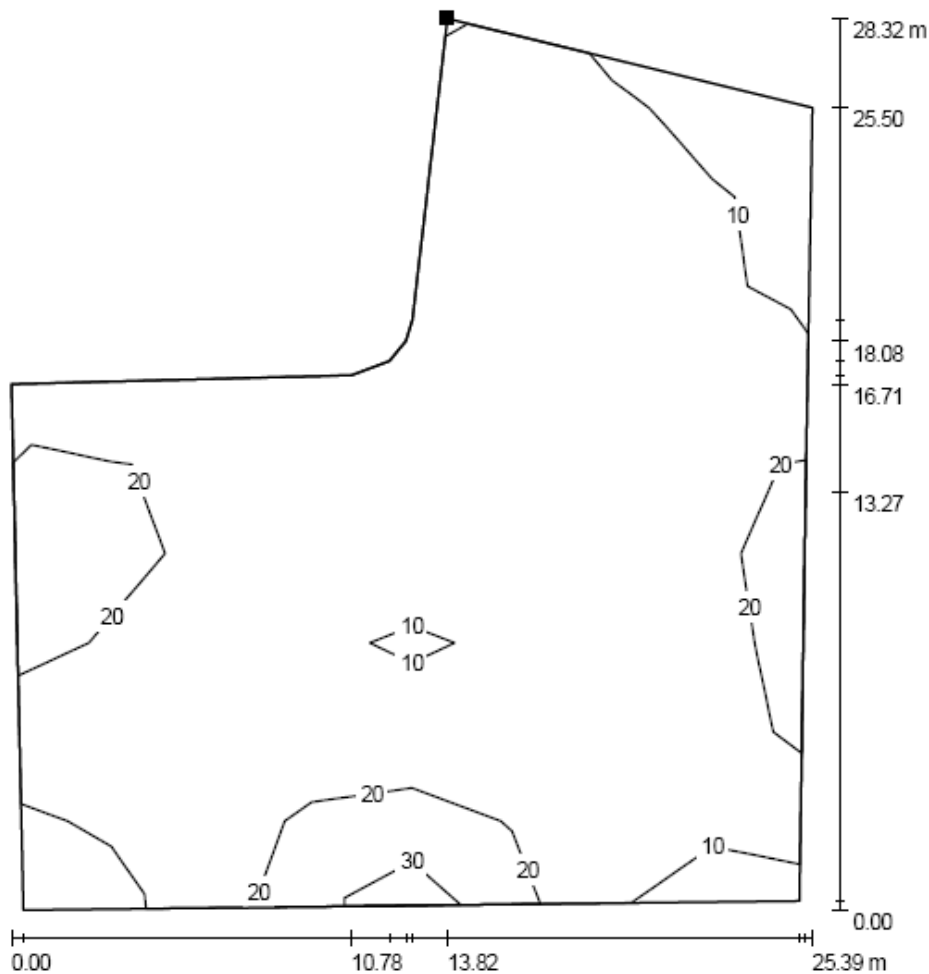
 E_{min} / E_m
0.406

 E_{min} / E_{max}
0.257

Rotazione: 160.0°

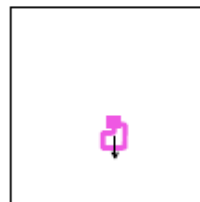
Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe S2:

- illuminamento medio (E_m) = 19 lx > 10 lx; ✓
- illuminamento minimo (E_{min}) = 7,71 lx > 3 lx. ✓

Scena esterna 1 / parcheggio autobus / Isolinee (E)

Valori in Lux, Scala 1 : 222

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(74.542 m, 103.522 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 8 Punti

 E_m [lx]
16

 E_{min} [lx]
7.33

 E_{max} [lx]
32

 E_{min} / E_m
0.452

 E_{min} / E_{max}
0.226

Rotazione: -90.0°

 L_m [cd/m²]
0.75

 U_0
0.46

 U_I
0.32

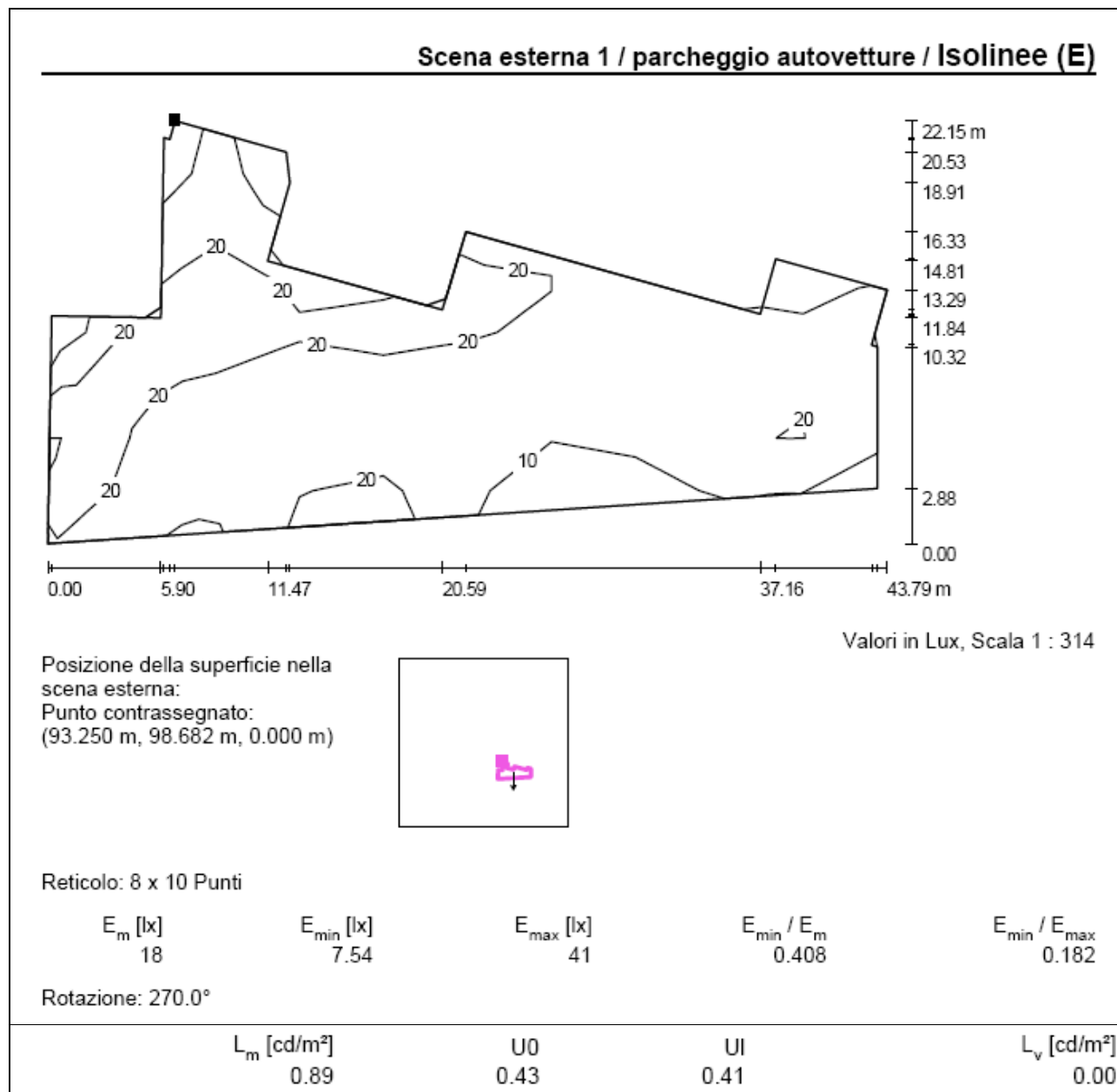
 L_v [cd/m²]
0.01

Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE3:

- illuminamento medio (E_m) = 16 lx > 15 lx;
- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,452 > 0,40.



Nei capitoli a seguire si esplicherà il calcolo dell'abbagliamento

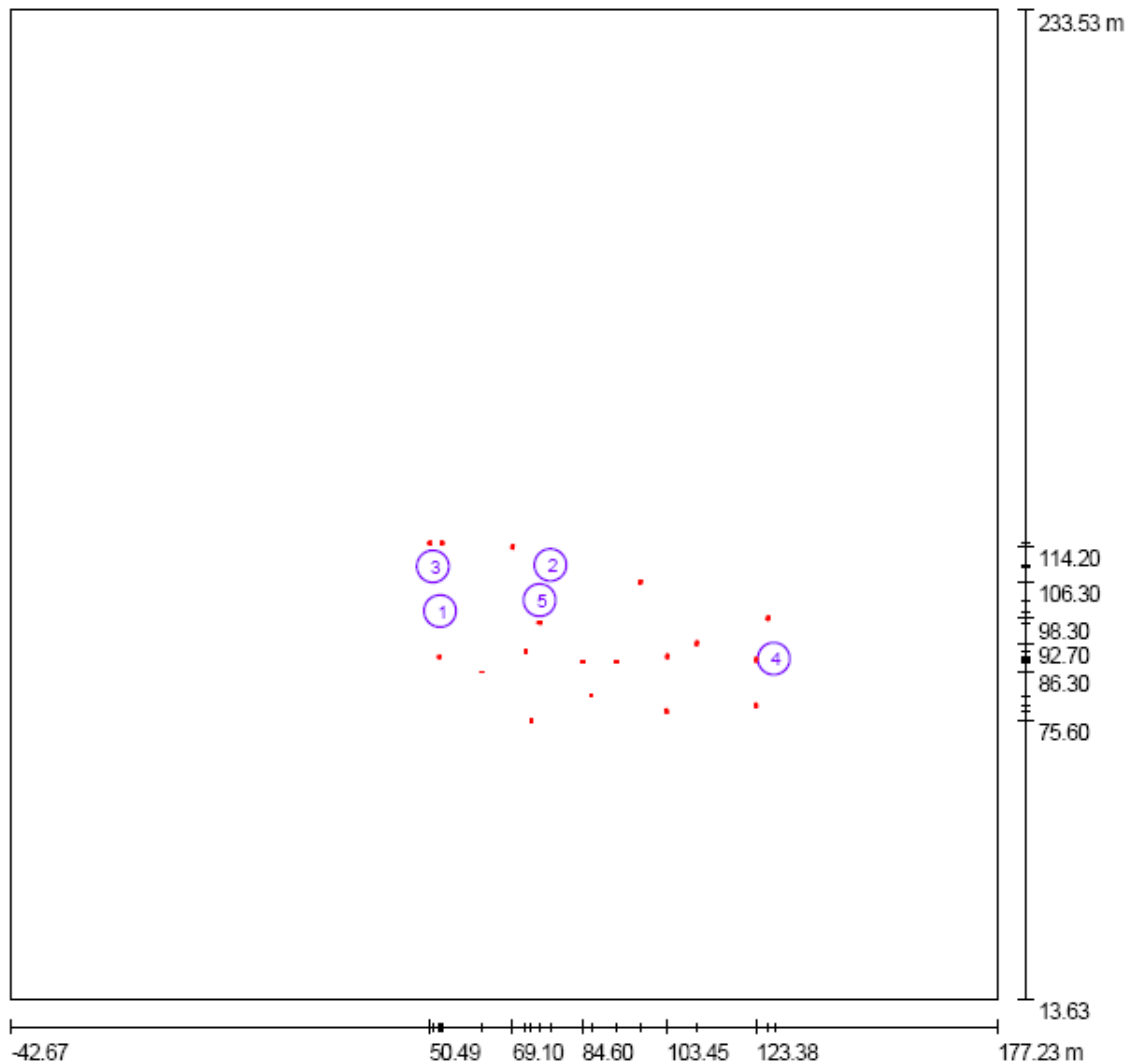


Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE3:

- illuminamento medio (E_m) = 18 lx > 15 lx; ✓
- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,408 > 0,40. ✓

Nei capitoli a seguire si esplicherà il calcolo dell'abbagliamento

Per il calcolo dell'abbagliamento, in accordo a quanto previsto dal paragrafo 9.1.1 della norma UNI 11248:2012, si sono posizionati degli osservatori in posizioni che IL PROGETTISTA ritiene essere le più critiche. Le posizioni sono rispettivamente quelle corrispondenti "all'ingresso" nei vari bracci ed all'ingresso delle aree parcheggio.

Scena esterna 1 / Osservatore GR (panoramica risultati)

Scala 1 : 1573

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]				Max
		X	Y	Z	Avvio	Fine	Grandezza intervallo	Inclinazione	
1	Osservatore in ingresso sud	53.100	99.700	1.500	45.0	405.0	15.0	-1.0	32 ₁₎
2	Osservatore in uscita	77.700	109.900	1.500	120.0	480.0	15.0	-1.0	43 ₁₎
3	Osservatore in ingresso ovest	51.500	109.600	1.500	-20.0	340.0	15.0	-1.0	35 ₁₎
4	Osservatore ingresso park auto	127.571	89.071	1.500	210.0	570.0	15.0	-1.0	34 ₁₎
5	Osservatore ingresso park bus	75.300	102.100	1.500	270.0	630.0	15.0	-1.0	35 ₁₎

Come previsto dalla citata norma 11248:2012 il parametro TI (abbagliamento debilitante) è calcolato come segue:

$$TI = 65 * (L_v / L_m^{0.8}) [\%]$$

Dove:

L_v = luminanza equivalente di velo [cd m^{-2}]

L_m = luminanza media della pavimentazione del settore considerato.

Si riportano a seguire i valori della luminanza di velo calcolata dal programma software "DIALux 4.11 in corrispondenza dei punti di osservazione precedentemente illustrati.

Scena esterna 1 / Osservatore in ingresso sud / Luminanze di velo Posizione: (53.100 m, 99.700 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 45.0 ° - 405.0 ° Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.00 cd/m^2, Max: 0.15 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
Scena esterna 1 / Osservatore in uscita / Luminanze di velo Posizione: (77.700 m, 109.900 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 120.0 ° - 480.0 ° Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.00 cd/m^2, Max: 0.14 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
Scena esterna 1 / Osservatore in ingresso ovest / Luminanze di velo Posizione: (51.500 m, 109.600 m, 1.500 m) Area angolo di mira: -20.0 ° - 340.0 ° Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.00 cd/m^2, Max: 0.19 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
Scena esterna 1 / Osservatore ingresso park auto / Luminanze di velo Posizione: (127.571 m, 89.071 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 210.0 ° - 570.0 ° Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.00 cd/m^2, Max: 0.16 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
Scena esterna 1 / Osservatore ingresso park bus / Luminanze di velo Posizione: (75.300 m, 102.100 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 270.0 ° - 630.0 ° Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.01 cd/m^2, Max: 0.11 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.

Si calcolano a seguire i valori del parametro TI.

TI (ingresso sud) = $65 * (0,15 / 0,99^{0.8}) = 9,82\% < 15\%$	✓
TI (uscita nord) = $65 * (0,14 / 1,23^{0.8}) = 7,71\% < 15\%$	✓
TI (ingresso ovest) = $65 * (0,19 / 0,99^{0.8}) = 12,44\% < 15\%$	✓
TI (ingresso park auto) = $65 * (0,16 / 0,89^{0.8}) = 11,41\% < 15\%$	✓
TI (ingresso park bus) = $65 * (0,11 / 0,75^{0.8}) = 9,00\% < 15\%$	✓

**17. 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):

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "CAMPEGGIO DI TRANSITO CA' DI DAVID "SCHEMA NORMA 65 ATO 10 DEL PIANO DEGLI INTERVENTI 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 NOVEMBRE 2013

Il progettista

.....