



S T U D I O - S E G A L A
Michele Segala architetto

Via San Salvatore Corte Regia 6 37121 Verona IT
tel +39 045 590903 cel +39 348 7414227
email info@studio-segala.it www.studio-segala.it

COMUNE DI VERONA

COMMITTENZA

DAL BOSCO GIANLUCA

C.F. DBL GLC 67D13 L781Z
VIA QUARTO PONTE N. 27

TAVOLA:

TAV. 10-C.01
PUA_SANTALUCIA_609

REVISIONE:

01 - 06.05.2014
02 -
03 -
04 -

SCALA:

DISEGNO:
APPROVATO:

DATA: 05.03.2014

AGGIORNATO: 06.05.2014

FILE:

COPERTINE.DWG

PUA

SANTALUCIA_609

PER LA REALIZZAZIONE DI UN PIANO
URBANISTICO RESIDENZIALE IN LOCALITA'
SANTA LUCIA, VIA SOMMACAMPAGNA, ATO 9,
CIRCOSCRIZIONE 4a, DENOMINATO PUA
"SANTALUCIA_609"



PROGETTO: Arch. Michele Segala
Arch. Roberta Corradini
Ing. Margherita Rizzi

COLLABORATORI:

IMPIANTI A RETE : Ing. Ilario Rossi
Ing. Anna Rossi

GEOLOGIA: Geol. Luca Zanoni

TOPOGRAFIA: Geom. Lucio Pippa

OGGETTO:

RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

PROGETTISTA:

ING. ILARIO ROSSI

ING. ANNA ROSSI



COMMITTENTE:

DAL BOSCO GIANLUCA



Questo disegno non si puo' riprodurre ne' copiare, ne' comunicare a terze persone od a case concorrenti
senza il nostro consenso (vigenti leggi sulle privative industriali e sulla tutela delle opere dell'ingegno)

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	17
8.1.	TRATTO A-B	17
	8.1.1 Classificazione della strada	17
	8.1.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo	17
	8.1.3 Piano di manutenzione	18
	8.1.4 Scelta sostegni	18
	8.1.5 Corpi illuminanti	18
	8.1.6 Posizionamento sostegni.....	18
	8.1.7 Classificazione energetica	19
8.2.	TRATTO B-C	19
	8.2.1 Classificazione della strada	19
	8.2.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo	19
	8.2.3 Piano di manutenzione	20
	8.2.4 Scelta sostegni	20
	8.2.5 Corpi illuminanti	20
	8.2.6 Posizionamento sostegni.....	20
	8.2.7 Classificazione energetica	21
8.3.	AREE PARCHEGGIO	21
	8.3.1 Classificazione dell'area	21
	8.3.2 griglia di calcolo	21
	8.3.3 Piano di manutenzione	21
	8.3.4 Scelta sostegni	22
	8.3.5 Corpi illuminanti	22
	8.3.6 Posizionamento sostegni.....	22
	8.3.7 Classificazione energetica	22
8.4.	CUL DE SAC	23
	8.4.1 Classificazione della strada	23
	8.4.2 Parametri di calcolo e griglia di calcolo	23
	8.4.3 Piano di manutenzione	23
	8.4.4 Scelta sostegni	23
	8.4.5 Corpi illuminanti	23
	8.4.6 Posizionamento sostegni.....	24
	8.4.7 Classificazione energetica	24
9.	TUBAZIONI	24
10.	POZZETTI	25
11.	PLINTI DI FONDAZIONE	26

12.	ALIMENTAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA	26
13.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO A-B	26
14.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO B-C	35
15.	CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI ALLE AREE PARCHEGGIO, ALTRATTO B-D ED AL CUL DE SAC	44
16.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/2009	57

1. PREMESSA

Lo studio di Ingegneria Rossi, con l'arch. Segala, che sta predisponendo il “progetto per la realizzazione di un intervento residenziale in località Santa Lucia, Via Sommacampagna, ATO 9, Circoscrizione IV, denominato PUA "SANTALUCIA 609", è stato incaricato di redarre 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 11248:2012 “*Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche*”, 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
		50	
Fbis	Strade locali interzonali	30	S2
		30	
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.

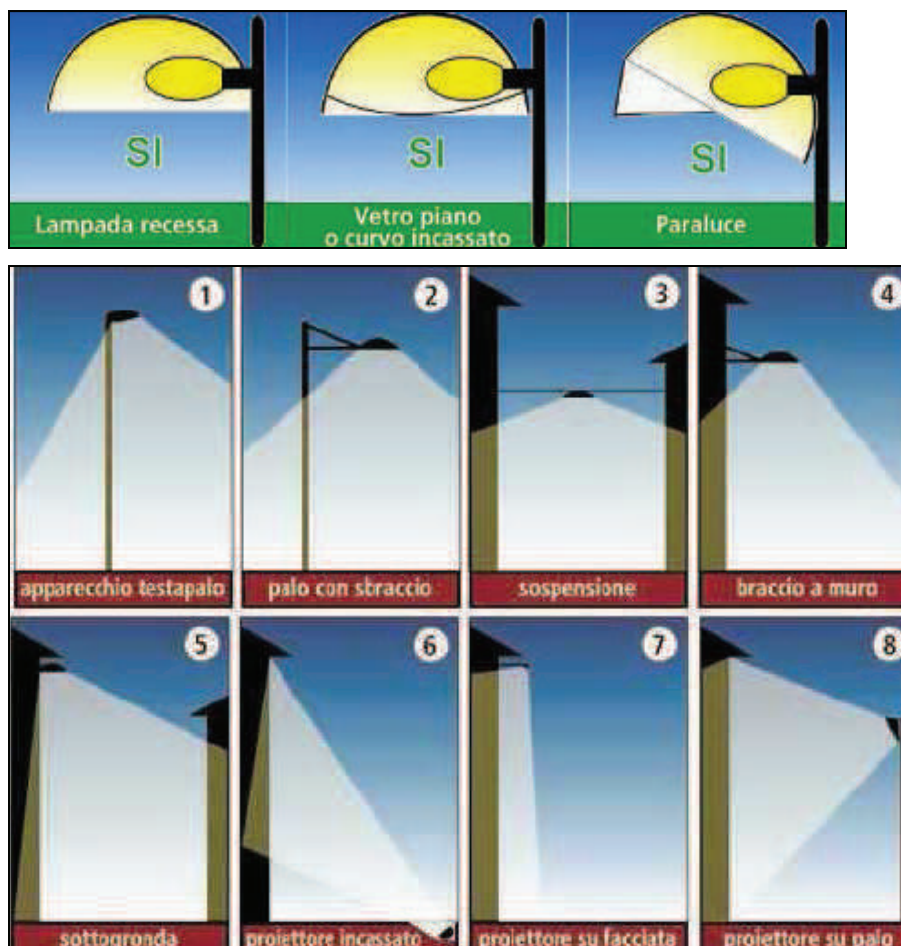


Figura 7: tipologia di apparecchi ammessi dalla L.R. 17/2009.



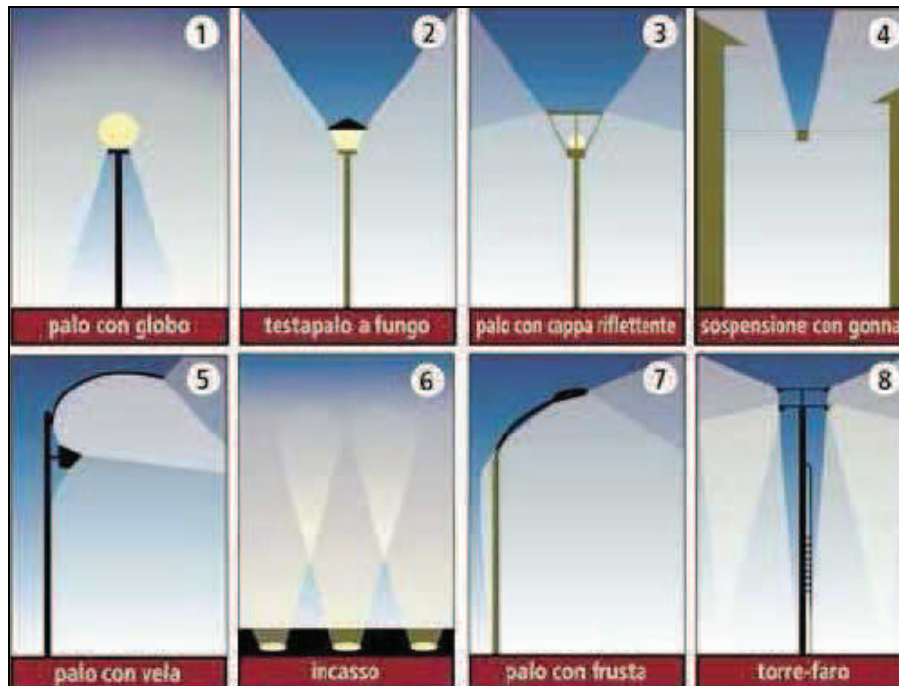


Figura 8: tipologia di apparecchi non ammessi dalla L.R. 17/2009.

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:

- **Tratti A-B e B-D – strada di penetrazione:** carreggiata stradale con sviluppo trasversale pari a 7,00 metri a doppio senso di marcia. Su entrambi i lati della carreggiata saranno realizzati dei marciapiedi pedonali di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri;

- **Tratto B-C – strada di penetrazione** carreggiata stradale con sviluppo trasversale pari a 6,00 metri a doppio senso di marcia. Su entrambi i lati della carreggiata saranno realizzati dei marciapiedi pedonali di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri;

- **Area parcheggio a Nord:** area parcheggio in prossimità del cul de sac a nord, caratterizzata dalla presenza di 2 file di stalli di sosta frontali di sviluppo longitudinale pari a 5 metri ed una corsia di manovra centrale di sviluppo trasversale pari a 6,70 m;

- **Area parcheggio a Sud:** area parcheggio in adiacenza del tratto B-D, caratterizzata dalla presenza di 2 file di stalli di sosta frontali di sviluppo longitudinale pari a 5 metri ed una corsia di manovra centrale di sviluppo trasversale pari a 6,0 m;

- **Cul de sac:** terminale del tratto B-C caratterizzato da una unica corsia di marcia di sviluppo trasversale pari a 3 metri con isola centrale sormontabile. Il raggio totale della rotonda è pari a 7,5 metri.

5. CLASSIFICAZIONE TRATTI STRADALI

Individuazione delle CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO

Carreggiate stradali nuovo tratto di penetrazione = il tratto stradale in questione, al pari delle esistenti vie di accesso che si dipartono dalla principale Via Sommacampagna, come riportato anche sul sito del Comune di Verona (<http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MAPVIEWER/igis.aspx>), sarà classificato come “F – Strada locale urbana”.

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.

Cul de sac = 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 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 alle carreggiate stradali 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.

CARREGGIATA STRADA DI PENETRAZIONE

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: è presente una zona di conflitto (incrocio) all'inizio del tratto;
- 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, è presente uno svincolo;
- 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**.

MARCIAPIEDI

Per contiguità con la carreggiata stradale anche i marciapiedi verranno declassati di **2 unità**.

CUL DE SAC e AREE PARCHEGGIO

Il cul de sac e le aree parcheggio verranno cautelativamente declassati solo di **una 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:

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

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

Cul de sac: CE2 – 1 = CE3 ma per continuità con strada di ingresso si pone uguale a **CE4**

Aree parcheggio: CE3 -1 = **CE4**

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

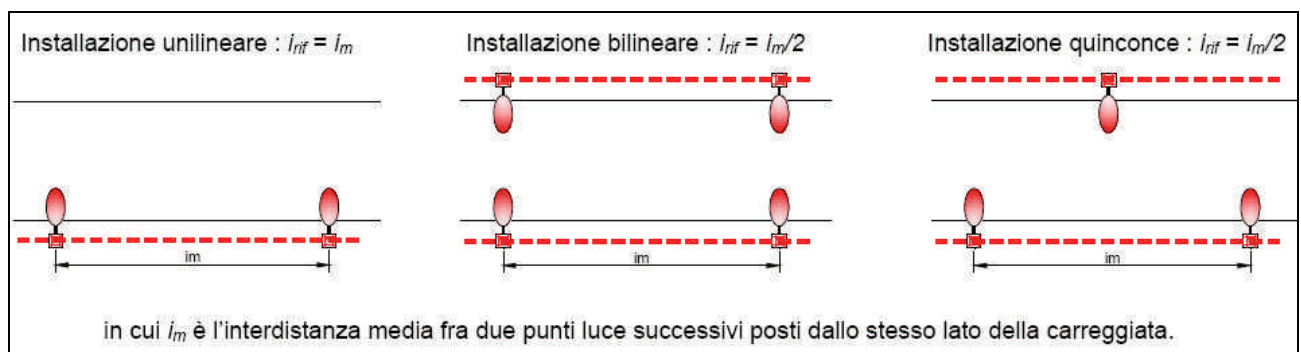
potenza può venire espressa come $P_{\text{sorgente}}/\eta_b$ in cui P_{sorgente} è la potenza nominale della sorgente e η_b è il rendimento dell'alimentatore.

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:

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

in cui si definiscono:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tab. A	
Illuminazione stradale	
Classi illuminotecniche ME ed MEW	
Classe illuminotecnica	Sleec di riferimento SL_R [W/cdm⁻²/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/m²]
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/m²]
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 ≤ ICE < 1,09	
1,09 ≤ ICE < 1,35	
1,35 ≤ ICE < 1,79	
1,79 ≤ ICE < 2,63	
2,63 ≤ ICE < 3,10	
ICE ≥ 3,10	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 A-B

8.1.1 Classificazione della strada

Il tratto in esame presenta una carreggiata stradale con sviluppo trasversale complessivo pari a 7,00 metri a doppio senso di marcia, con adiacenti marciapiedi di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri su entrambi i lati. 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 gli adiacenti marciapiedi, ricadenti 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 dei marciapiedi. La disposizione dei pali sarà di tipo **unifilare**.

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 0,73*.

8.1.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, di altezza 9 metri fuori terra senza sbraccio aggiuntivo. 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 9 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 1xEco93-2S/830 DW di potenza complessiva pari a 105 WATT.

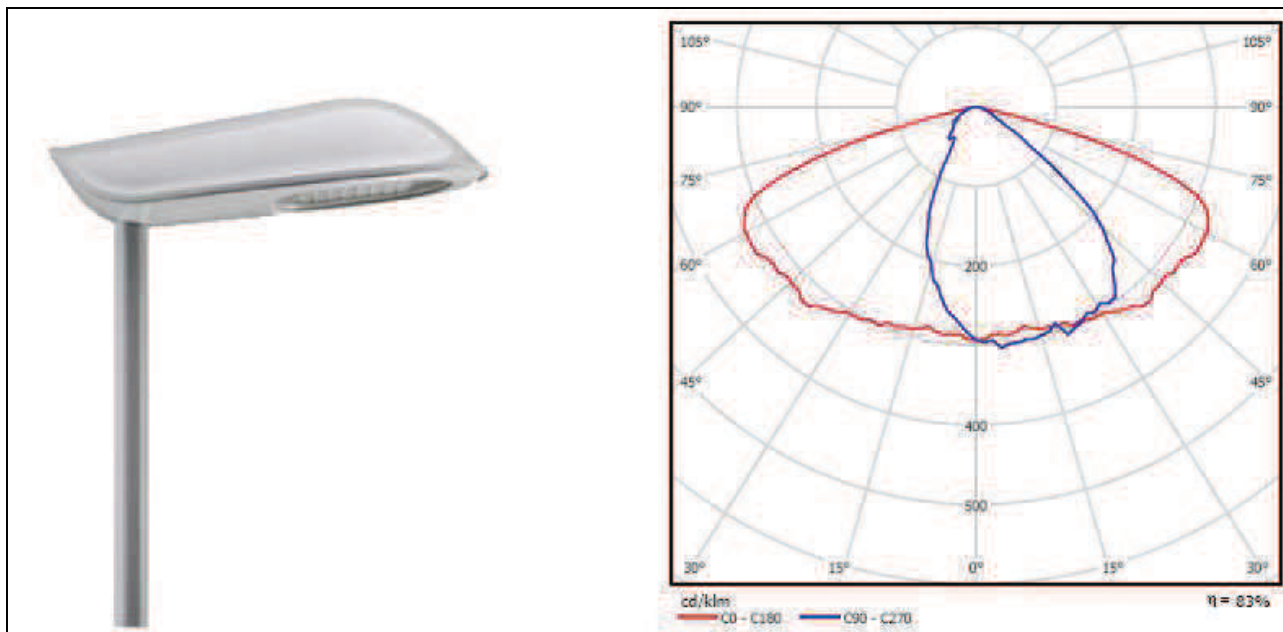


Figura 10: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione tratto strada di penetrazione-tratto AB.

8.1.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà sul lato est sul limite est 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 $L_{\text{interdistanza}} = h_{\text{palo}} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra pari a 9 m, corrisponderebbe ad una distanza di 33,30 m.

La tipologia dei corpi scelti e la loro efficienza permettono di rispettare l'interdistanza prevista per legge ed al contempo di aumentarla a 34,00 m. Pertanto, alla luce di quanto detto, si opta per l'imposizione di una interdistanza pari a circa **34,0 metri**.

8.1.7 Classificazione energetica

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

$$SL = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{105W}{0,83}}{0,57cd/m^2 \cdot 34m \cdot 10m} = 0,65 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

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

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,65}{0,93} = 0,70 < 0,91$$

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

8.2. **TRATTO B-C**

8.2.1 Classificazione della strada

Il tratto in esame presenta una carreggiata stradale con sviluppo trasversale complessivo pari a 6,00 metri a doppio senso di marcia, con adiacenti marciapiedi di sviluppo trasversale pari a 1,50 metri su entrambi i lati. 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 gli adiacenti marciapiedi, ricadenti 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 dei marciapiedi. 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 0,73*.

8.2.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, di altezza 9 metri fuori terra, senza sbraccio aggiuntivo. 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.

8.2.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 9 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 1xE9093-2S/830 DW di potenza complessiva pari a 105 WATT.

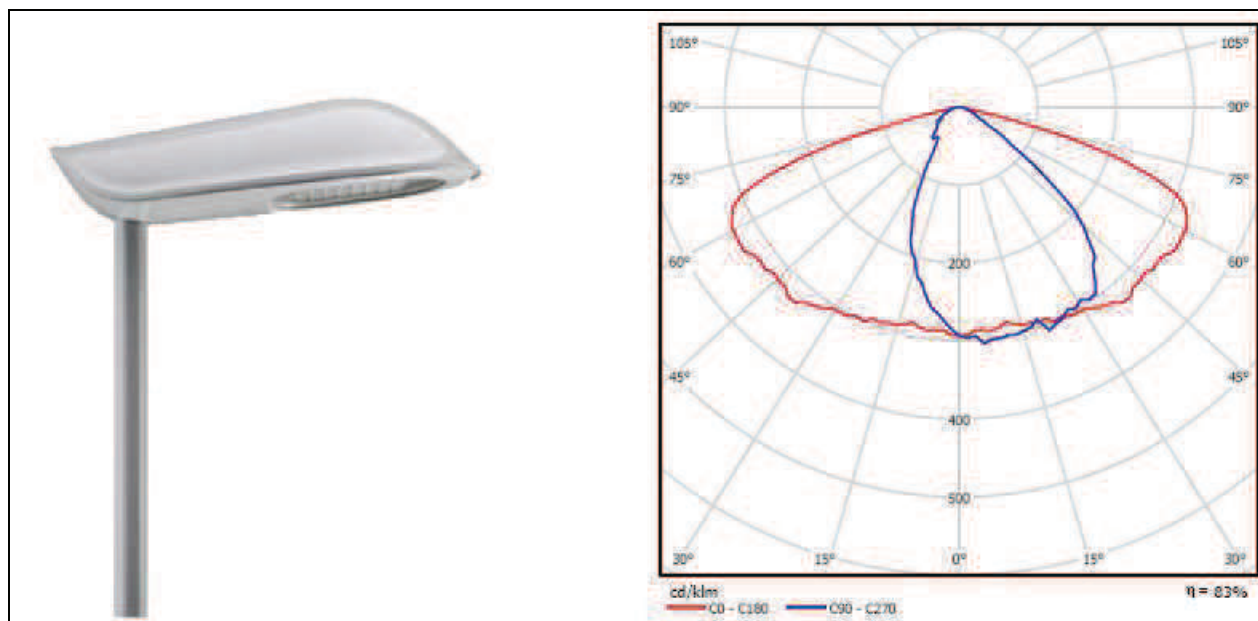


Figura 11: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione tratto strada di penetrazione-tratto BC.

8.2.6 Posizionamento sostegni

Il posizionamento dei sostegni avverrà sul lato est sul limite est 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 $L_{\text{interdistanza}} = h_{\text{palo}} \cdot 3,7$ che nel caso in oggetto, avendo pali di altezza fuori terra pari a 9 m, corrisponderebbe ad una distanza di 33,30 m.

La tipologia dei corpi scelti e la loro efficienza permettono di rispettare l'interdistanza prevista per legge ed al contempo di aumentarla a 34,00 m. Pertanto, alla luce di quanto detto, si opta per l'imposizione di una interdistanza pari a circa **34,0 metri**.

8.2.7 Classificazione energetica

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

$$SL = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \frac{\frac{105W}{0,83}}{0,59cd/m^2 \cdot 34m \cdot 9m} = 0,70 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

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

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,70}{0,93} = 0,75 < 0,91$$

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

8.3. **AREE PARCHEGGIO**

8.3.1 Classificazione dell'area

Le 2 aree in esame, una a nord e l'altra a sud, hanno una superficie complessiva rispettivamente pari a 290 m² e 310 m². Come già accennato tali aree saranno classificate come **CE4**. La classe CE4 ha i seguenti valori di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 10 lux;
- Uniformità orizzontale (U_o): 0,40 lux.

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

8.3.2 griglia di calcolo

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

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 0,73*.

8.3.4 Scelta sostegni

I sostegni saranno di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, saranno alti 9 metri fuori terra senza braccio aggiuntivo (montaggio 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.

8.3.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 9 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 1xE060-2S/657 DC di potenza complessiva pari a 56 WATT.

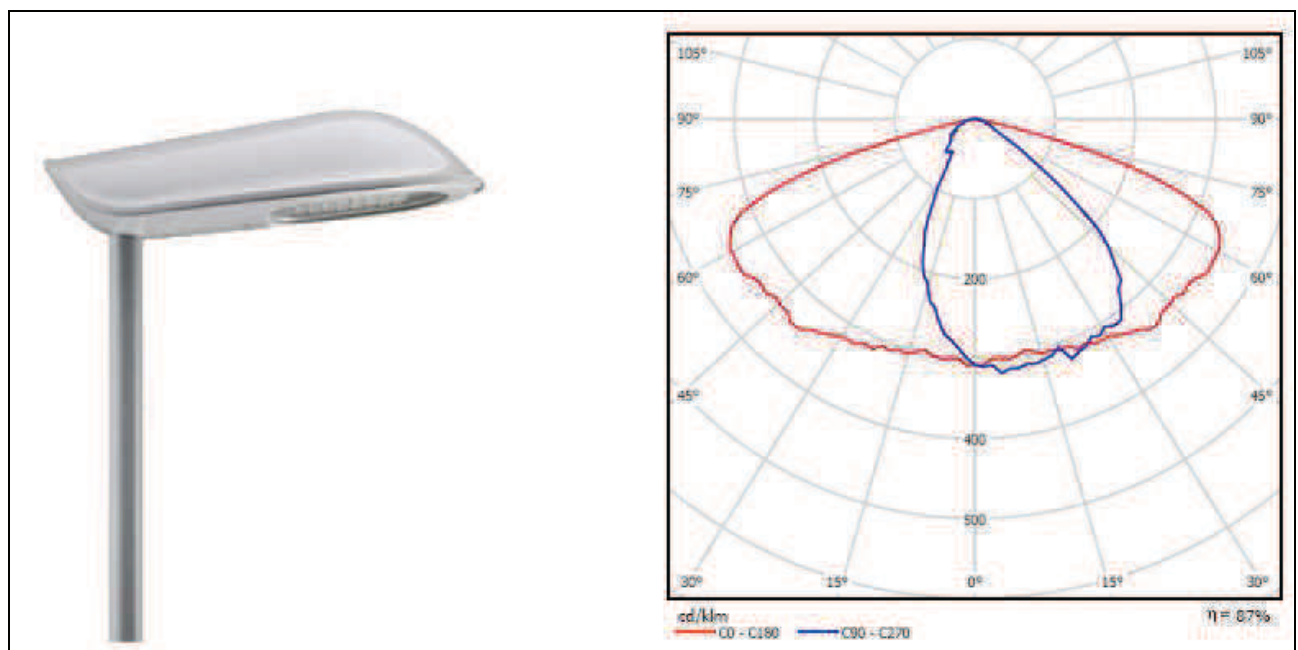


Figura 12: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione aree parcheggio.

8.3.6 Posizionamento sostegni

Per la disposizione dei pali si rimanda alla tavola grafica allegata.

8.3.7 Classificazione energetica

Nelle due aree in esame si considera come prevalente una tipologia di tipo misto; poiché le due aree sono molto simili sia come forma sia come estensione, nelle valutazioni a seguire si considererà l'area inferiore a favore di sicurezza.

$$SL = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{E_m \cdot s_{media} / nc} = \frac{\frac{56W}{0,87}}{11lx \cdot 245 / 2m^2} = 0,047 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Considerando la tabella B si ha che } SLR = 0,062 \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SL}{SLR} = \frac{0,047}{0,062} = 0,77 < 0,91$$

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

8.4. CUL DE SAC

8.4.1 Classificazione della strada

L'area in analisi è schematizzabile da un anello di raggio interno pari a 4,50 m ed uno esterno pari a 7,50 m. La carreggiata stradale, di sviluppo trasversale pari a 3 metri, sarà classificata come **CE4**. La classe CE3 ha i seguenti valori di riferimento:

- illuminamento medio (E_m): 10 lx;
- uniformità orizzontale (U_o): 0,4;
- Valore massimo di abbagliamento debilitante (TI%): 15%.

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

8.4.3 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 0,73*.

8.4.4 Scelta sostegni

Il sostegno sarà di tipo conico, in lamiera di acciaio zincato, di altezza 9 metri fuori terra senza sbraccio aggiuntivo, avrà giunzione nell'adiacente pozzetto, la fascia bituminosa a protezione della parte inserita nel plinto portapalo ed uno spessore pari a 3-4 mm.

8.4.5 Corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati a 9 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 1xE093-2S/830 DC di potenza complessiva pari a 105 WATT.

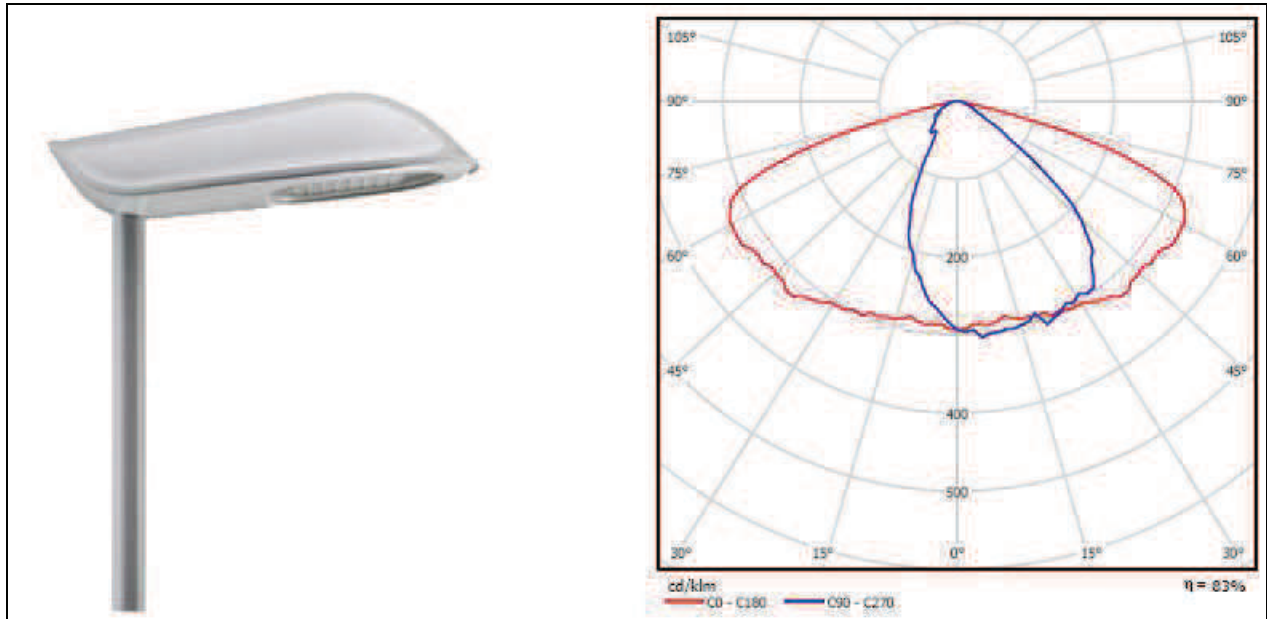


Figura 13: caratteristiche illuminotecniche apparecchio di progetto per illuminazione del cul de sac.

8.4.6 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 e ad una altezza di 9 m fuori terra.

8.4.7 Classificazione energetica

Nell'area in esame, data la particolare classificazione, si considera come prevalente il traffico misto, pertanto:

$$SE = \frac{\frac{P_{sorgente}}{\eta_b}}{E_m \cdot S_{media}} = \frac{\frac{105W}{0,83}}{13lux \cdot 195m^2} = 0,049 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Considerando la tabella B si ha che } SER = 0,062 \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

$$\text{Pertanto: } ICE = \frac{SE}{SER} = \frac{0,049}{0,062} = 0,79 < 0,91$$

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 riportato:

Pali da 9 metri f.t.:

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

12. ALIMENTAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

La nuova rete di illuminazione pubblica, dato l'esiguo numero di corpi illuminanti che si installeranno e la loro relativamente bassa potenza, potrà essere alimentata mediante allacciamento alla rete esistente lungo via Sommacampagna. Tale indicazione è stata fornita dall'Ente Gestore dopo averlo adeguatamente informato sul numero e tipologia di corpi illuminanti che si installeranno.

13. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO A-B

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi al nuovo tratto A-B con pali posti ad una interdistanza di 34 m, ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.11".

Philips BGP352 T15 1xE93-2S/830 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xE93-2S/830 DW
Lampadine: 1 x E93-2S/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°	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238
5.0°	243	243	242	242	241	240	238	236	233	231	228	227	227
10.0°	244	244	244	244	244	243	240	234	228	221	216	211	210
15.0°	243	243	245	246	247	246	242	233	222	210	199	192	189
20.0°	240	241	244	248	250	249	244	231	215	196	179	168	165
25.0°	239	241	244	250	252	252	246	230	206	179	154	137	131
30.0°	242	245	249	251	255	257	249	226	192	155	120	96	90
35.0°	250	254	261	257	258	262	251	220	173	121	81	68	66
40.0°	264	270	280	269	266	266	255	210	147	82	60	57	57
45.0°	262	274	297	297	288	284	262	197	114	59	52	52	53
50.0°	232	254	307	332	308	298	261	176	76	48	47	48	48
55.0°	155	176	269	379	361	313	265	149	53	41	42	43	43
60.0°	59	70	143	397	470	354	272	113	40	36	37	39	39
65.0°	31	30	44	168	586	432	276	72	30	30	32	33	33
70.0°	21	22	28	37	471	497	273	32	21	22	25	26	25
75.0°	13	14	18	21	73	260	213	16	14	15	17	17	16
80.0°	5.91	6.35	7.43	10	12	33	17	7.61	6.35	6.80	7.97	7.52	6.71
85.0°	1.34	1.43	1.61	1.97	2.77	2.68	2.15	2.24	1.70	1.52	1.52	1.88	1.61
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

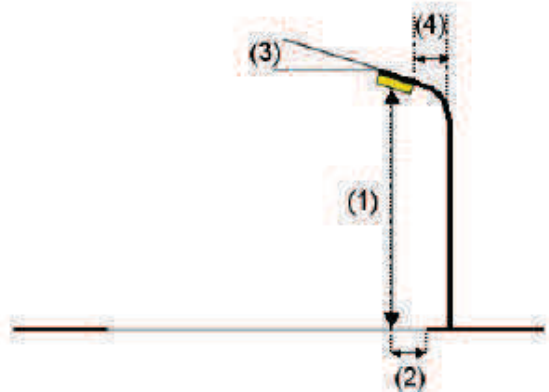
Strada 1 / Dati di pianificazione**Profilo strada**

Marciapiede 1 (Larghezza: 1.500 m)

Carreggiata 1 (Larghezza: 7.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: R3, q0: 0.070)

Marciapiede 2 (Larghezza: 1.500 m)

Fattore di manutenzione: 0.73

Disposizioni lampade

Lampada:

Philips BGP352 T15 1xECO93-2S/830 DW

Flusso luminoso (Lampada):

7800 lm

Valori massimi dell'intensità luminosa

Flusso luminoso (Lampadine):

9286 lm

per 70°: 583 cd/klm

Potenza lampade:

105.2 W

per 80°: 33 cd/klm

Disposizione:

un lato, in basso

per 90°: 0.00 cd/klm

Distanza pali:

34.000 m

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Altezza di montaggio (1):

9.000 m

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.

Altezza fuochi:

9.183 m

La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

Distanza dal bordo stradale (2):

-1.500 m

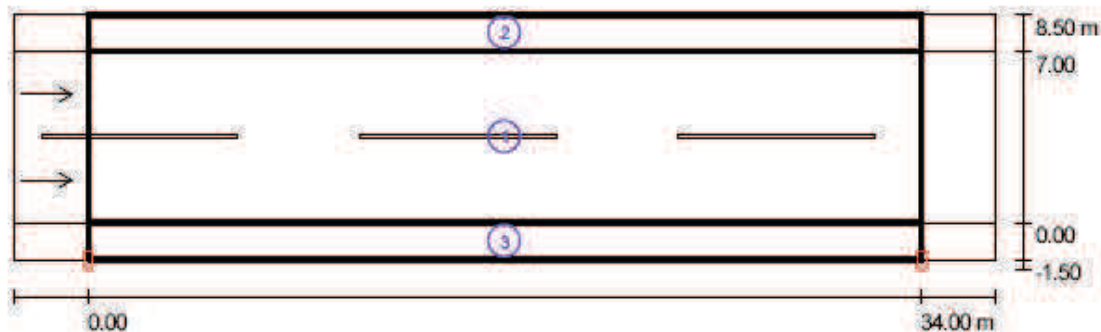
La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

Inclinazione braccio (3):

0.0°

Lunghezza braccio (4):

0.000 m

Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.73

Scala 1:286

Lista campo di valutazione**1 Campo di valutazione Carreggiata 1**

Lunghezza: 34.000 m, Larghezza: 7.000 m

Reticolo: 12 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Manto stradale: R3, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.57	0.55	0.82	10	0.87
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

2 Campo di valutazione Marciapiede 1

Lunghezza: 34.000 m, Larghezza: 1.500 m

Reticolo: 12 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]
7.55	7.07
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

3 Campo di valutazione Marciapiede 2

Lunghezza: 34.000 m, Larghezza: 1.500 m

Reticolo: 12 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 2.

Classe di illuminazione selezionata: S3

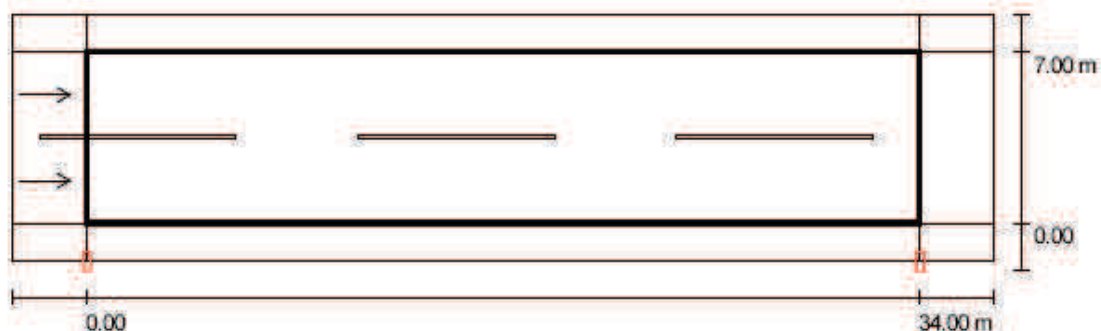
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
10.91	4.98
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.73

Scala 1:286

Reticolo: 12 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Manto stradale: R3, q0: 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

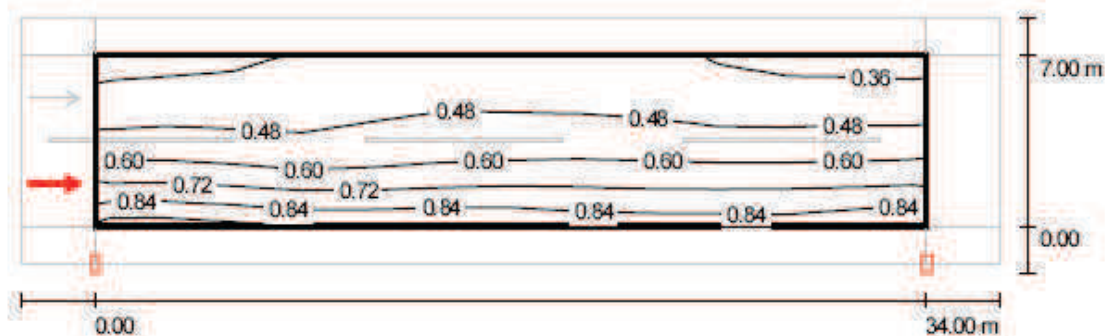
Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.57	0.55	0.82	10	0.87
≥ 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 1	(-60.000, 1.750, 1.500)	0.57	0.59	0.94	10
2	Osservatore 2	(-60.000, 5.250, 1.500)	0.64	0.55	0.82	8

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Isolinee (L)Valori in Candela/m², Scala 1: 286

Reticolo: 12 x 6 Punti

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

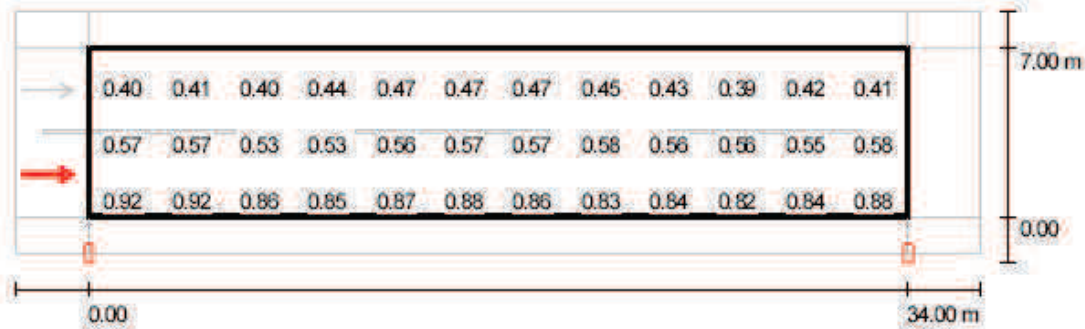
Manto stradale: R3, q0: 0.070

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe ME5:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
0.57	0.59	0.94	10
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
✓	✓	✓	✓

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

Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

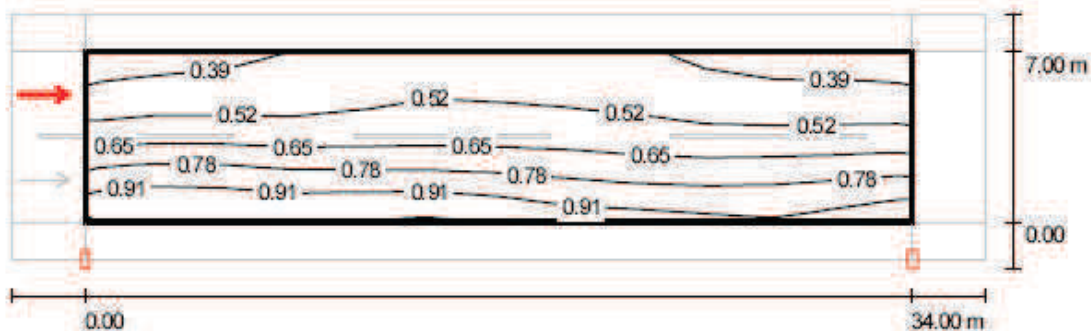
Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Reticolo: 12 x 6 Punti

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

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.57	0.59	0.94	10
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

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

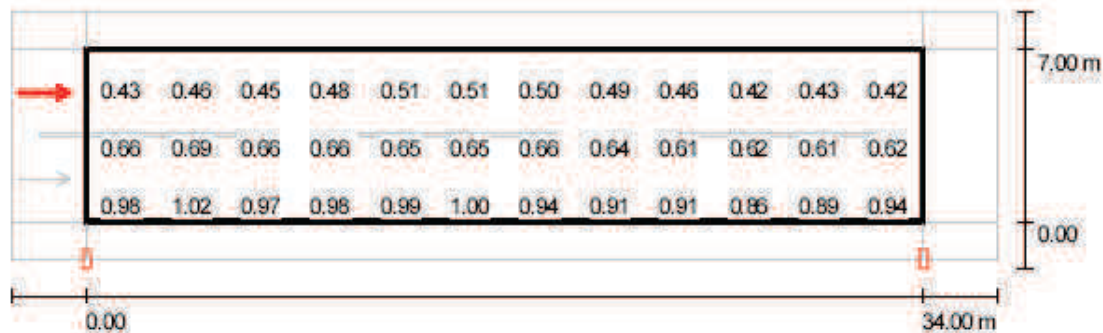
Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 6 Punti

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

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.64	0.55	0.82	8
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

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

Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

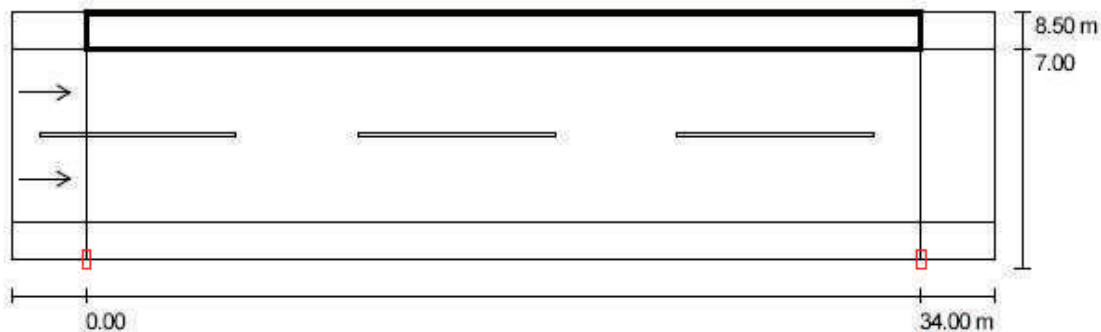
Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Reticolo: 12 x 6 Punti

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

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	U1	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.64	0.55	0.82	8
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: 0.73

Scala 1:286

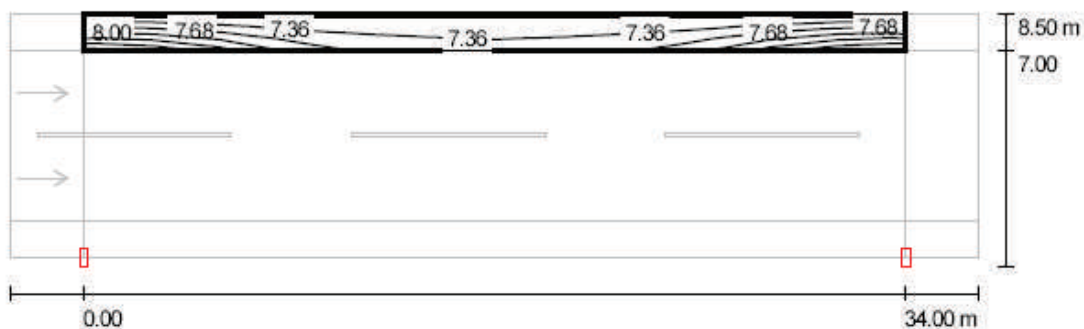
Reticolo: 12 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

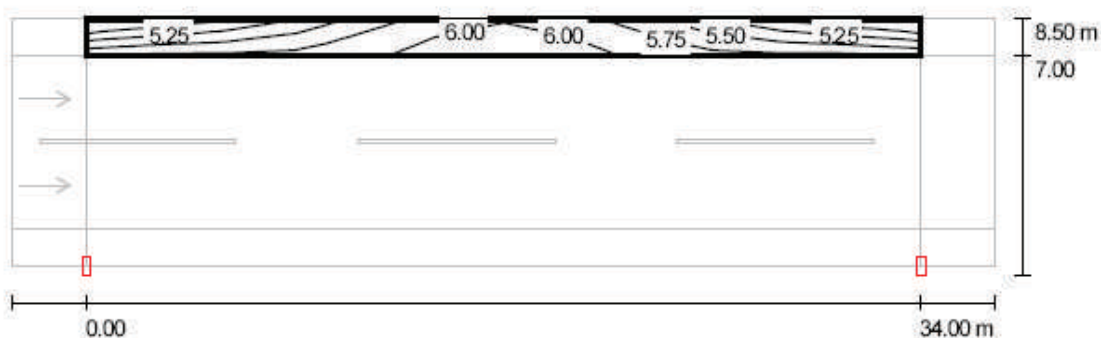
Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valori reali calcolati:	7.55	7.07
Valori nominali secondo la classe:	≥ 7.50	≥ 1.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

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

Reticolo: 12 x 3 Punti

 E_m [lx]
7.55 E_{min} [lx]
7.07 E_{max} [lx]
8.68 E_{min} / E_m
0.936 E_{min} / E_{max}
0.814**Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / Isolinee (Esemisf.)**

Reticolo: 12 x 3 Punti

 E_m [lx]
5.61 E_{min} [lx]
4.85 E_{max} [lx]
6.12 E_{min} / E_m
0.864 E_{min} / E_{max}
0.793

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 2 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.73

Scala 1:286

Reticolo: 12 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]

10.91

 ≥ 7.50

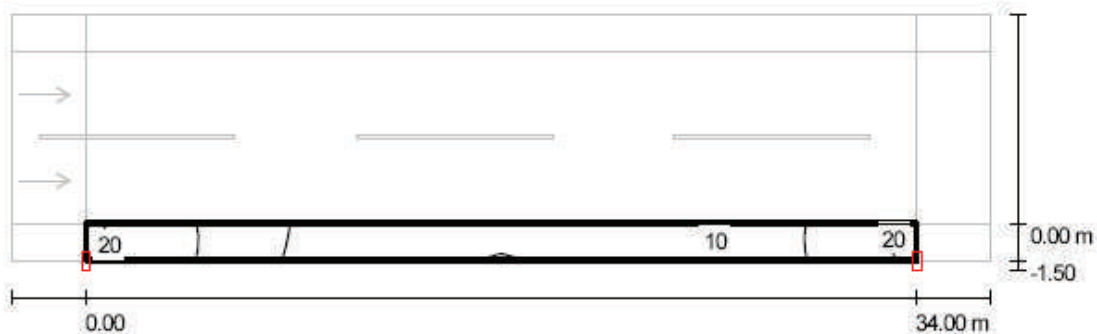
✓

 E_{min} [lx]

4.98

 ≥ 1.50

✓

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

Valori in Lux, Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 3 Punti

 E_m [lx]

11

 E_{min} [lx]

4.98

 E_{max} [lx]

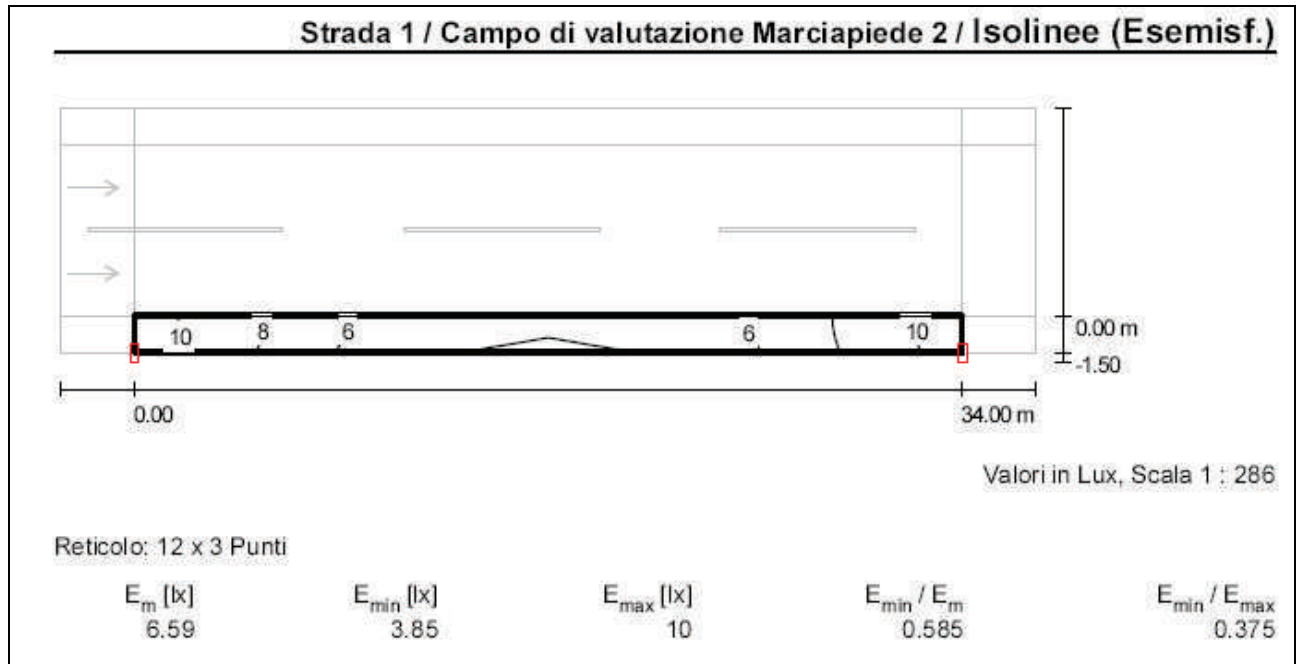
19

 E_{min} / E_m

0.456

 E_{min} / E_{max}

0.256



14. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI AL TRATTO B-C

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi al nuovo tratto B-C con pali posti ad una interdistanza di 34 m, ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.11".

Philips BGP352 T15 1xE93-2S/830 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xE93-2S/830 DW
Lampadine: 1 x E93-2S/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°	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238
5.0°	243	243	242	242	241	240	238	236	233	231	228	227	227
10.0°	244	244	244	244	244	243	240	234	228	221	216	211	210
15.0°	243	243	245	246	247	246	242	233	222	210	199	192	189
20.0°	240	241	244	248	250	249	244	231	215	196	179	168	165
25.0°	239	241	244	250	252	252	246	230	206	179	154	137	131
30.0°	242	245	249	251	255	257	249	226	192	155	120	96	90
35.0°	250	254	261	257	258	262	251	220	173	121	81	68	66
40.0°	264	270	280	269	266	266	255	210	147	82	60	57	57
45.0°	262	274	297	297	288	284	262	197	114	59	52	52	53
50.0°	232	254	307	332	308	298	261	176	76	48	47	48	48
55.0°	155	176	269	379	361	313	265	149	53	41	42	43	43
60.0°	59	70	143	397	470	354	272	113	40	36	37	39	39
65.0°	31	30	44	168	586	432	276	72	30	30	32	33	33
70.0°	21	22	28	37	471	497	273	32	21	22	25	26	25
75.0°	13	14	18	21	73	260	213	16	14	15	17	17	16
80.0°	5.91	6.35	7.43	10	12	33	17	7.81	6.35	6.80	7.97	7.52	6.71
85.0°	1.34	1.43	1.61	1.97	2.77	2.68	2.15	2.24	1.70	1.52	1.52	1.88	1.61
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

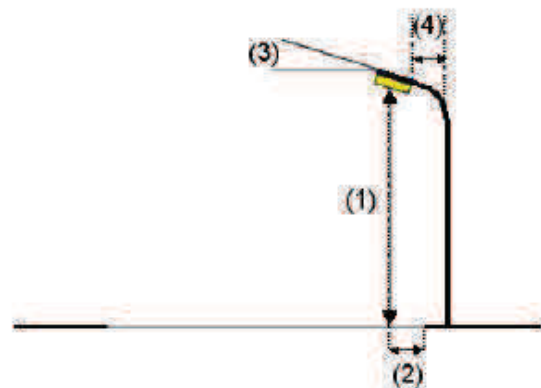
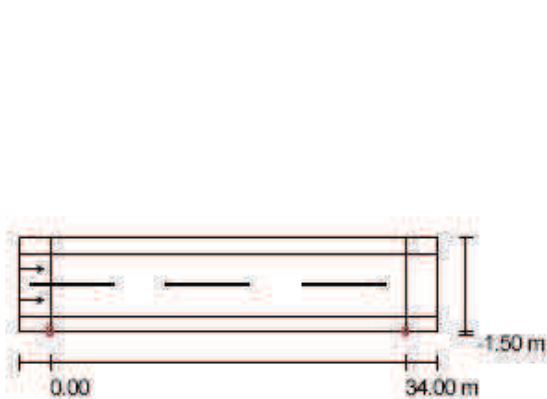
Strada 1 / Dati di pianificazione**Profilo strada**

Marciapiede 1 (Larghezza: 1.500 m)

Carreggiata 1 (Larghezza: 6.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: R3, q0: 0.070)

Marciapiede 2 (Larghezza: 1.500 m)

Fattore di manutenzione: 0.73

Disposizioni lampade

Lampada:

Philips BGP352 T15 1xEco93-2S/830 DW

Flusso luminoso (Lampada):

7800 lm

Flusso luminoso (Lampadine):

9286 lm

Potenza lampade:

105.2 W

Disposizione:

un lato, in basso

Distanza pali:

34.000 m

Altezza di montaggio (1):

9.000 m

Altezza fuochi:

9.183 m

Distanza dal bordo stradale (2):

-1.500 m

Inclinazione braccio (3):

0.0°

Lunghezza braccio (4):

0.000 m

Valori massimi dell'intensità luminosa

per 70°: 583 cd/klm

per 80°: 33 cd/klm

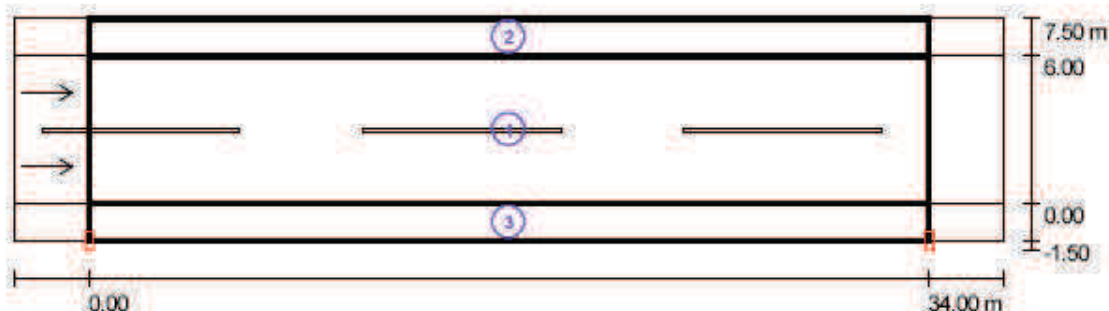
per 90°: 0.00 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.

La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

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

Strada 1 / Risultati illuminotecnici

Fattore di manutenzione: 0.73

Scala 1:286

Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1
Lunghezza: 34.000 m, Larghezza: 6.000 m
Reticolo: 12 x 6 Punti
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
Manto stradale: R3, q0: 0.070
Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.59	0.60	0.88	10	0.93
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

- 2 Campo di valutazione Marciapiede 1
Lunghezza: 34.000 m, Larghezza: 1.500 m
Reticolo: 12 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]
8.25	7.35
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

- 3 Campo di valutazione Marciapiede 2
Lunghezza: 34.000 m, Larghezza: 1.500 m
Reticolo: 12 x 3 Punti
Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 2.
Classe di illuminazione selezionata: S3

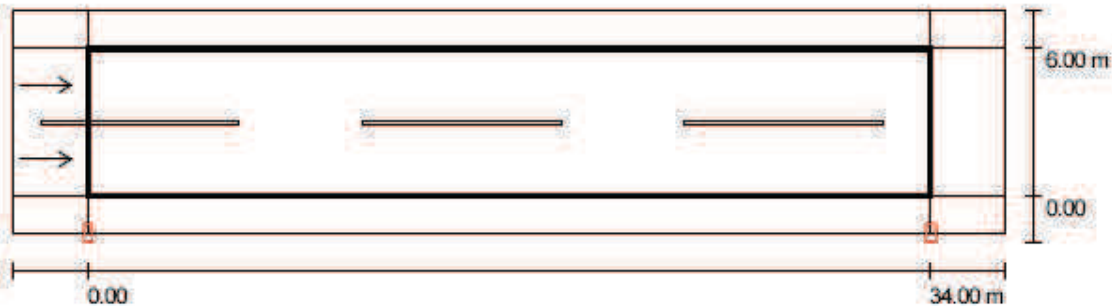
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
10.91	4.98
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.73

Scala 1:286

Reticolo: 12 x 6 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Manto stradale: R3, q_0 : 0.070

Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

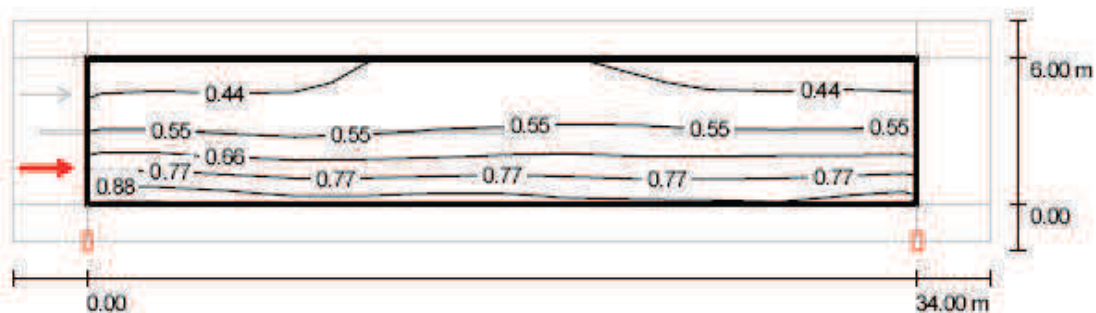
Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.59	0.60	0.88	10	0.93
≥ 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 1	(-60.000, 1.500, 1.500)	0.59	0.64	0.94	10
2	Osservatore 2	(-60.000, 4.500, 1.500)	0.66	0.60	0.88	8

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Isolinee (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 6 Punti

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

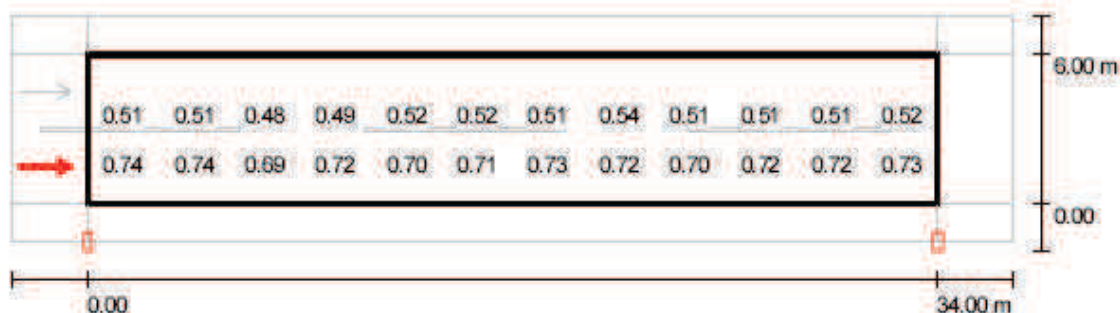
Manto stradale: R3, q_0 : 0.070

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe ME5:

Rispettato/non rispettato:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
0.59	0.64	0.94	10
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Grafica dei valori (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

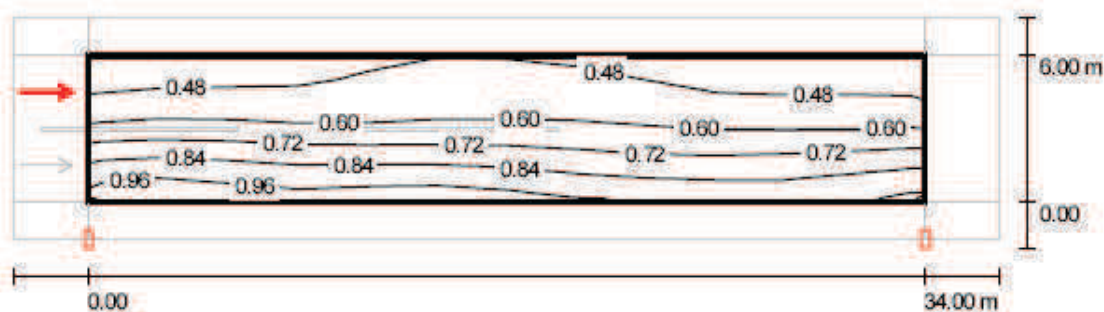
Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati:

Reticolo: 12 x 6 Punti

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

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.59	0.64	0.94	10
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

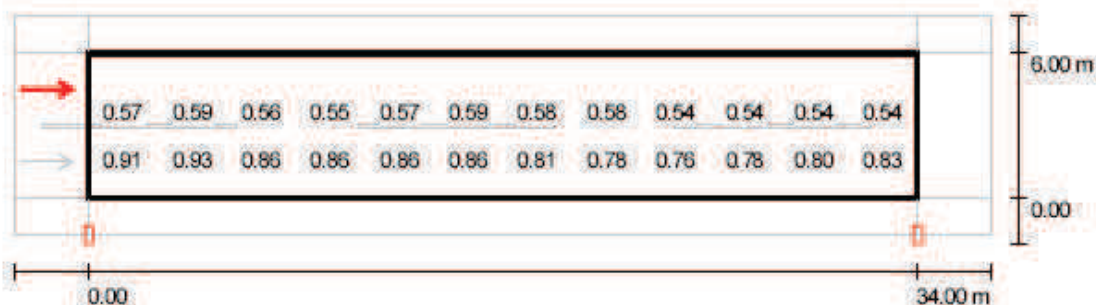
Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Isolinee (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.66	0.60	0.88	8
Valori nominali secondo la classe ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)Valori in Candela/m², Scala 1 : 286

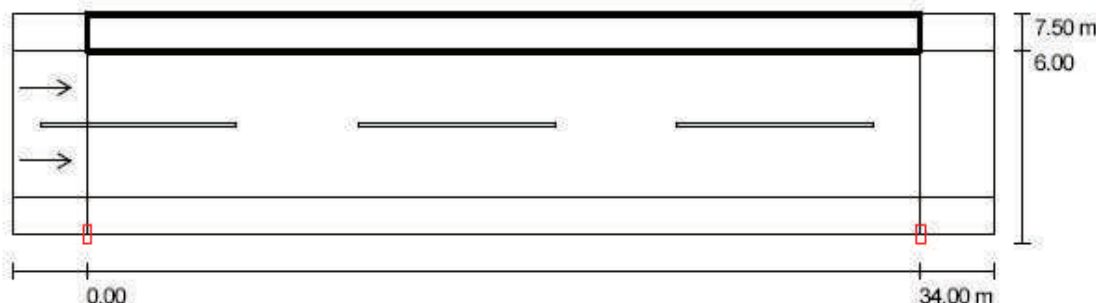
Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Reticolo: 12 x 6 Punti

Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)

Manto stradale: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	0.66	0.60	0.88	8
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: 0.73

Scala 1:286

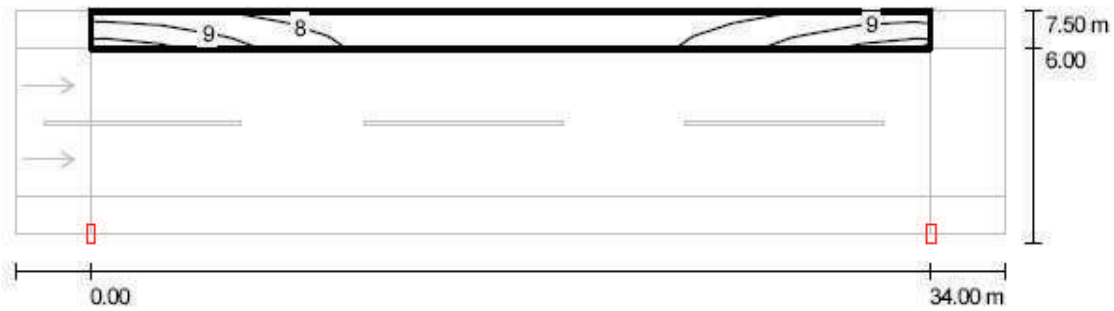
Reticolo: 12 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

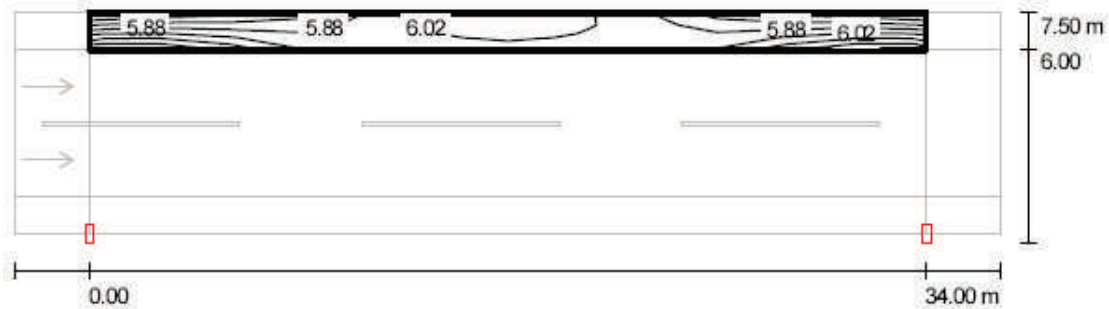
	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valori reali calcolati:	8.25	7.35
Valori nominali secondo la classe:	≥ 7.50	≥ 1.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

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

Valori in Lux, Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 3 Punti

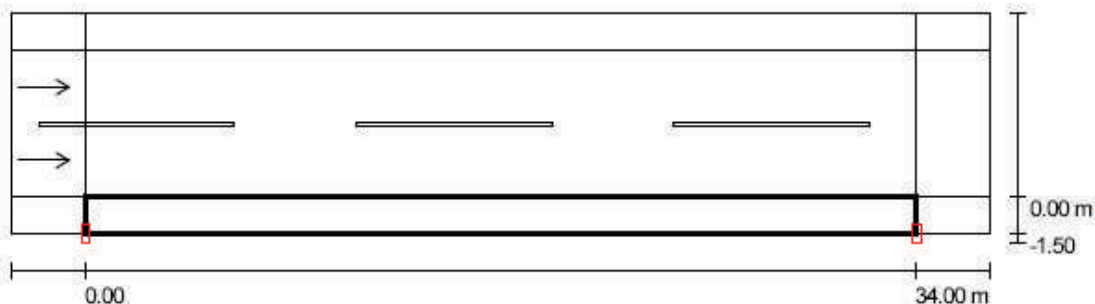
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
8.25	7.35	10	0.891	0.727

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

Valori in Lux, Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 3 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
5.96	5.60	6.31	0.940	0.887

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 2 / Panoramica risultati

Fattore di manutenzione: 0.73

Scala 1:286

Reticolo: 12 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]

10.91

 ≥ 7.50

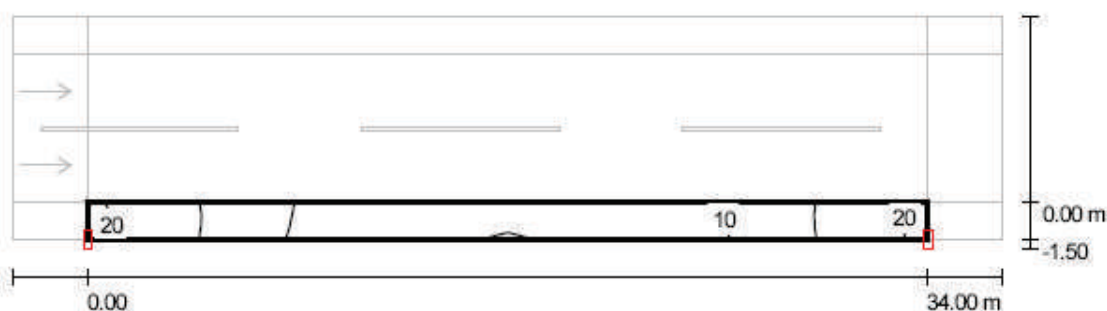
✓

 E_{min} [lx]

4.98

 ≥ 1.50

✓

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

Valori in Lux, Scala 1 : 286

Reticolo: 12 x 3 Punti

 E_m [lx]

11

 E_{min} [lx]

4.98

 E_{max} [lx]

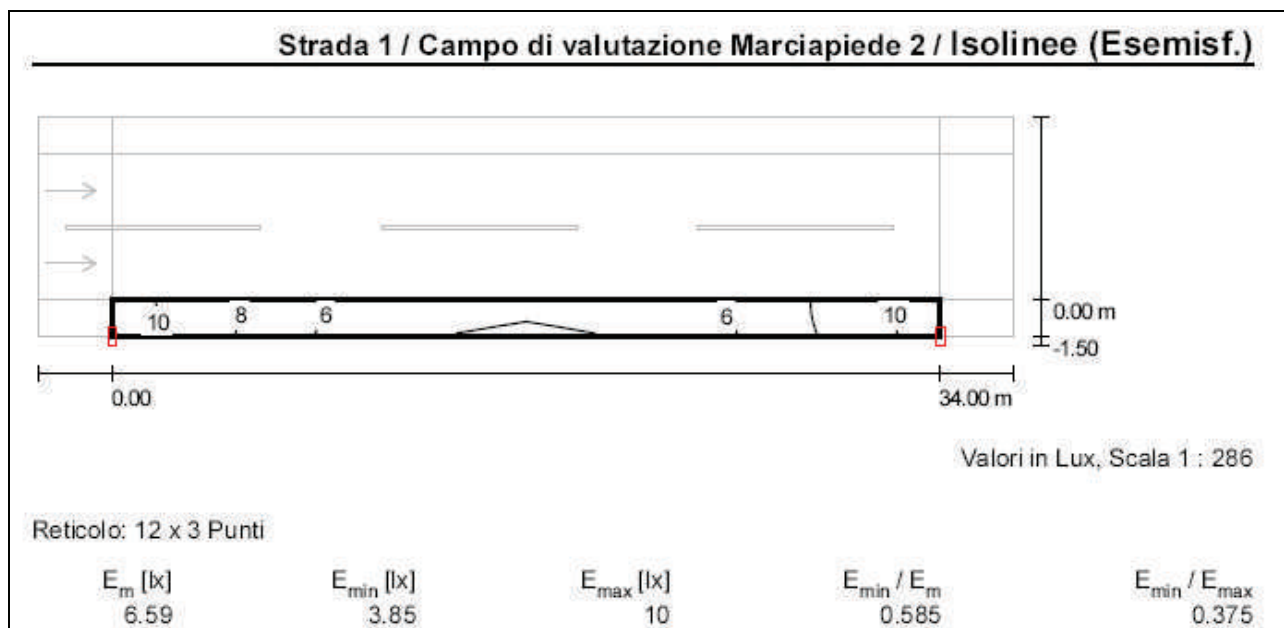
19

 E_{min} / E_m

0.456

 E_{min} / E_{max}

0.256



15. CALCOLI E RISULTATI FOTOMETRICI RELATIVI ALLE AREE PARCHEGGIO, ALTRATTO B-D ED AL CUL DE SAC

Si riportano di seguito i calcoli illuminotecnici relativi alle due aree parcheggio lato Nord e Sud, al nuovo tratto B-D ed al cul de sac ottenuti con l'utilizzo del software "DIALux 4.11".

Philips BGP352 T15 1xECO46-2S/830 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xECO46-2S/830 DW
Lampadine: 1 x ECO46-2S/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°	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
5.0°	254	254	254	254	253	252	250	248	245	242	240	238	238
10.0°	256	256	256	256	256	255	252	246	239	232	226	222	221
15.0°	255	255	257	258	259	259	254	245	233	220	209	201	199
20.0°	251	253	256	260	262	262	256	243	225	206	188	177	173
25.0°	251	253	256	262	264	265	259	241	216	188	162	143	138
30.0°	254	257	261	264	267	269	262	237	202	163	126	101	94
35.0°	262	266	273	270	271	274	263	230	181	127	85	71	69
40.0°	277	284	293	283	279	279	267	220	155	86	63	60	60
45.0°	275	287	311	312	302	298	274	206	120	62	55	54	56
50.0°	243	267	322	348	323	313	274	185	80	50	49	50	51
55.0°	162	185	282	398	378	328	278	156	55	43	44	45	45
60.0°	62	74	150	416	493	371	285	118	42	38	39	41	40
65.0°	32	32	46	176	614	453	290	76	32	31	33	35	34
70.0°	22	23	29	38	494	521	286	34	23	23	27	27	26
75.0°	14	15	18	22	76	273	223	17	14	15	18	18	17
80.0°	6.20	6.67	7.79	11	13	34	18	7.98	6.67	7.14	8.36	7.89	7.04
85.0°	1.41	1.50	1.69	2.07	2.91	2.82	2.25	2.35	1.78	1.60	1.60	1.97	1.69
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

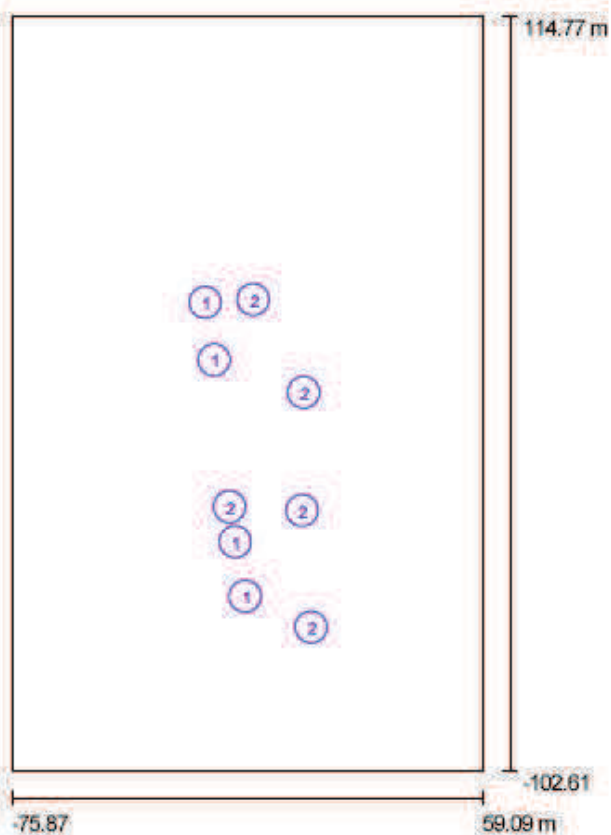
Philips BGP352 T15 1xECO93-2S/830 DW / Tabella di intensità luminosa

Lampada: Philips BGP352 T15 1xECO93-2S/830 DW

Lampadine: 1 x ECO93-2S/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°	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238
5.0°	243	243	242	242	241	240	238	236	233	231	228	227	227
10.0°	244	244	244	244	244	243	240	234	228	221	216	211	210
15.0°	243	243	245	246	247	246	242	233	222	210	199	192	189
20.0°	240	241	244	248	250	249	244	231	215	196	179	168	165
25.0°	239	241	244	250	252	252	246	230	206	179	154	137	131
30.0°	242	245	249	251	255	257	249	226	192	155	120	96	90
35.0°	250	254	261	257	258	262	251	220	173	121	81	68	66
40.0°	264	270	280	269	266	266	255	210	147	82	60	57	57
45.0°	262	274	297	297	288	284	262	197	114	59	52	52	53
50.0°	232	254	307	332	308	298	261	176	76	48	47	48	48
55.0°	155	176	269	379	361	313	265	149	53	41	42	43	43
60.0°	59	70	143	397	470	354	272	113	40	36	37	39	39
65.0°	31	30	44	168	586	432	276	72	30	30	32	33	33
70.0°	21	22	28	37	471	497	273	32	21	22	25	26	25
75.0°	13	14	18	21	73	260	213	16	14	15	17	17	16
80.0°	5.91	6.35	7.43	10	12	33	17	7.61	6.35	6.80	7.97	7.52	6.71
85.0°	1.34	1.43	1.61	1.97	2.77	2.68	2.15	2.24	1.70	1.52	1.52	1.88	1.61
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

via sommacampagna / Dati di pianificazione

Fattore di manutenzione: 0.73, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

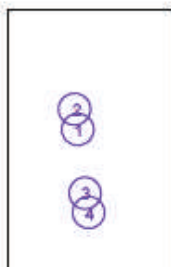
Scala 1:2016

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	4	Philips BGP352 T15 1xEco46-2S/830 DW (1.000)	4086	4643	55.9
2	5	Philips BGP352 T15 1xEco93-2S/830 DW (1.000)	7800	9286	105.2
Totale:			55345	65002	749.6

via sommacampagna / Lampade (lista coordinate)**Philips BGP352 T15 1xEco46-2S/830 DW**

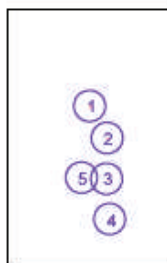
4086 lm, 55.9 W, 1 x 1 x Eco46-2S/830 (Fattore di correzione 1.000).



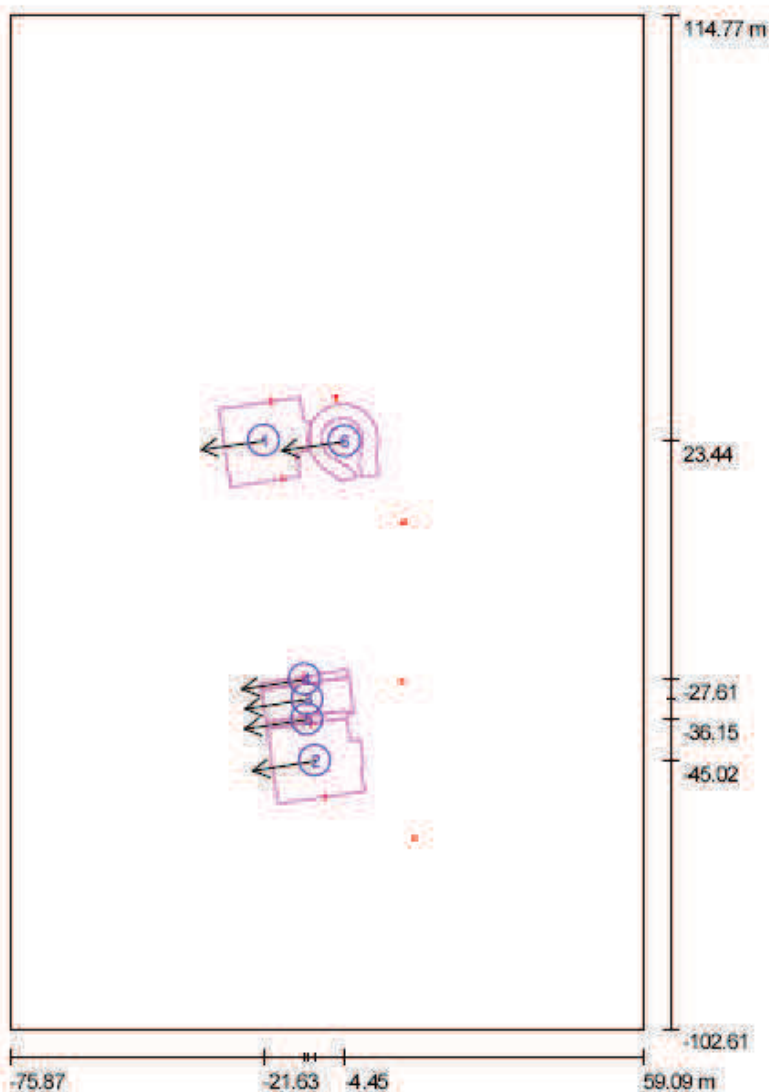
No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-17.623	15.444	9.000	0.0	0.0	8.0
2	-20.170	32.042	9.000	0.0	0.0	-172.0
3	-11.549	-36.948	9.000	0.0	0.0	-172.0
4	-8.689	-52.699	9.000	0.0	0.0	8.0

via sommacampagna / Lampade (lista coordinate)**Philips BGP352 T15 1xEco93-2S/830 DW**

7800 lm, 105.2 W, 1 x 1 x Eco93-2S/830 (Fattore di correzione 1.000).



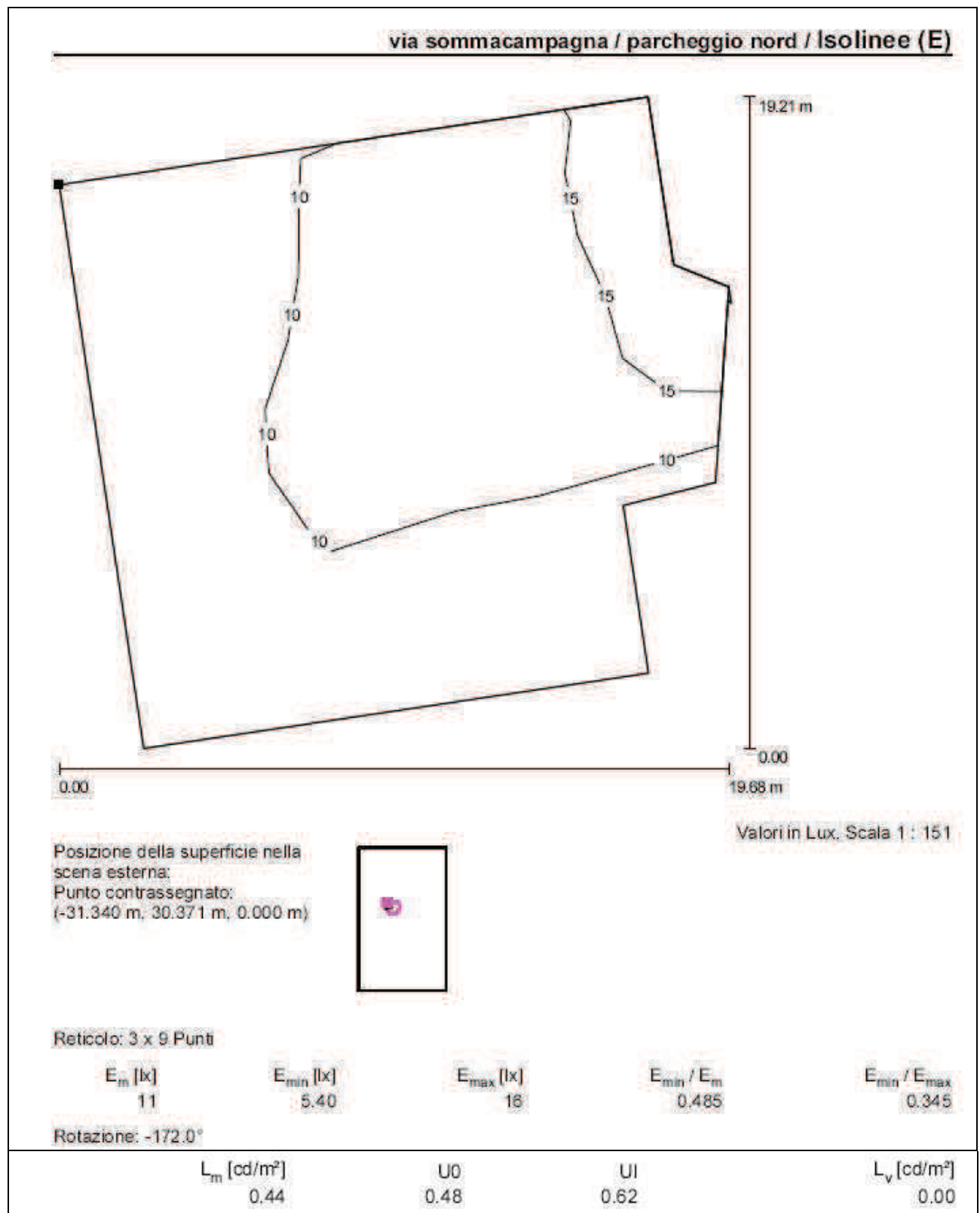
No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-6.396	32.893	9.000	0.0	0.0	-172.0
2	8.065	6.097	9.000	0.0	0.0	103.0
3	7.648	-27.918	9.000	0.0	0.0	88.0
4	10.221	-61.529	9.000	0.0	0.0	98.0
5	-13.154	-26.875	9.000	0.0	0.0	-172.0

via sommacampagna / Campi di valutazione strada (lista coordinate)

Scala 1 : 1471

Elenco dei campi di pseudovalutazione

No.	Denominazione	Posizione [m]			Dimensioni [m]		Linea di mira [°]	Reticolo
		X	Y	Z	L	P		
1	parcheggio nord	-21.629	23.606	0.000	19.684	19.208	-172.0	3 x 9
2	parcheggio sud	-10.763	-45.022	0.000	20.798	18.356	-171.0	3 x 9
3	strada ovest	-12.386	-31.859	0.000	19.815	9.748	-171.5	3 x 8
4	marciapiede nord	-12.968	-27.614	0.000	18.957	4.371	-171.5	3 x 3
5	marciapiede sud	-12.477	-36.148	0.000	17.937	3.662	-171.5	3 x 3
6	rotatoria Lm	-4.450	23.442	0.000	15.164	16.481	-172.0	15 x 9

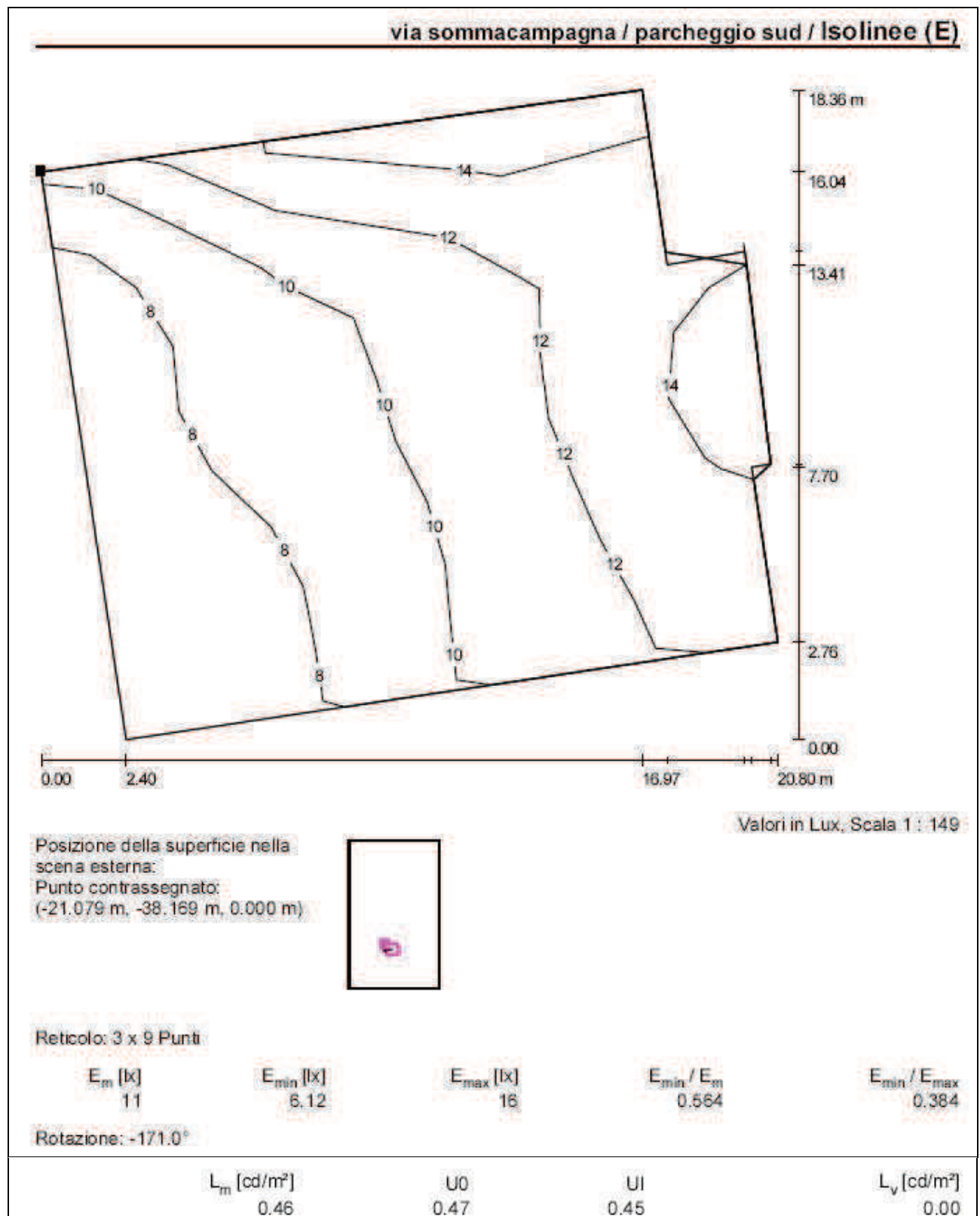


Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE4:

- illuminamento medio (E_m) = 11 lx > 10 lx; ✓

- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,485 > 0,40. ✓

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

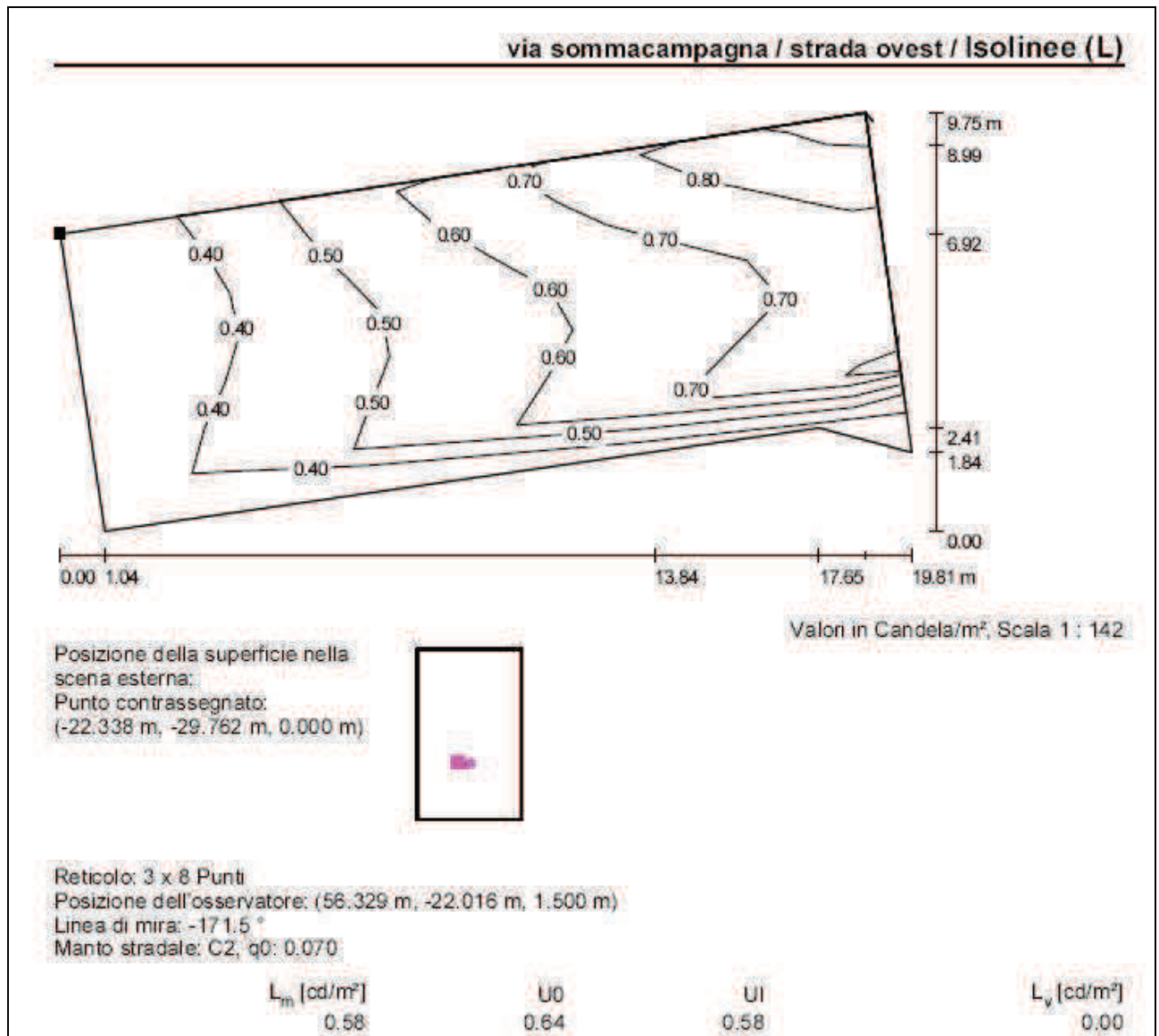


Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE4:

- illuminamento medio (E_m) = 11 lx > 10 lx; ✓

- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,564 > 0,40. ✓

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



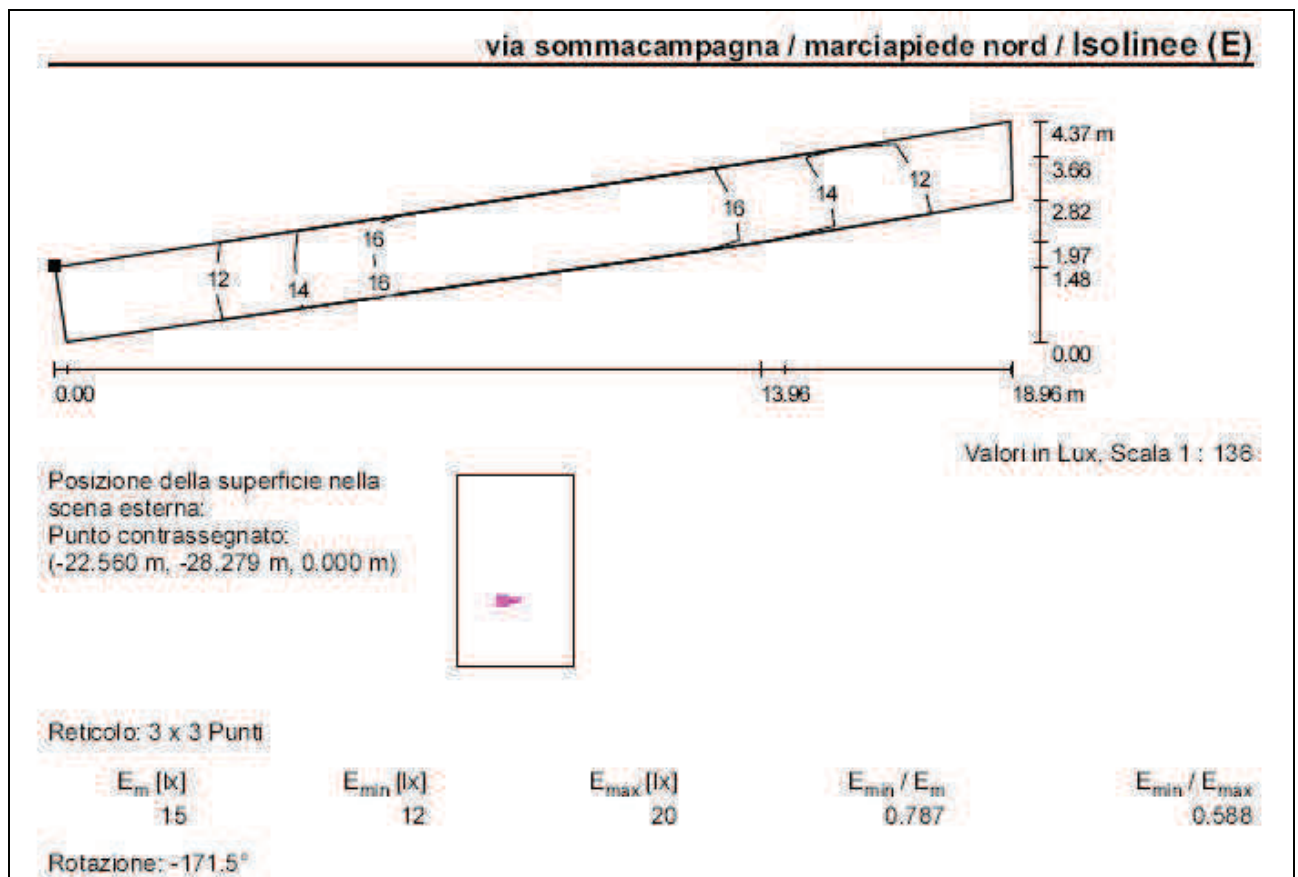
Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe ME5:

- Luminanza minima mantenuta (L_m) = $0,58 \text{ cd/m}^2 > 0,5 \text{ cd/m}^2$; ✓

- Uniformità orizzontale minima (U_0) = $0,64 > 0,35$; ✓

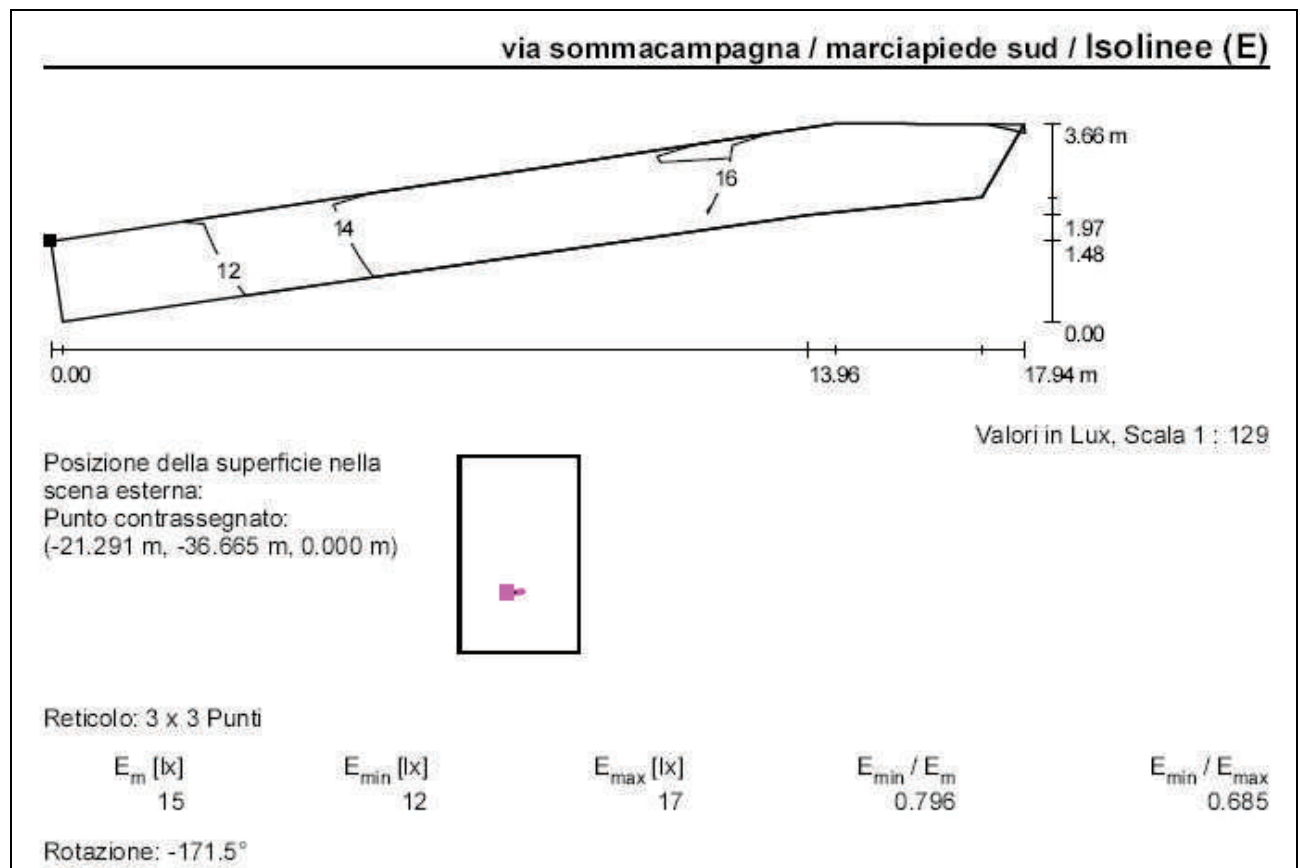
- Uniformità longitudinale minima (U_l) = $0,58 > 0,40$; ✓

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



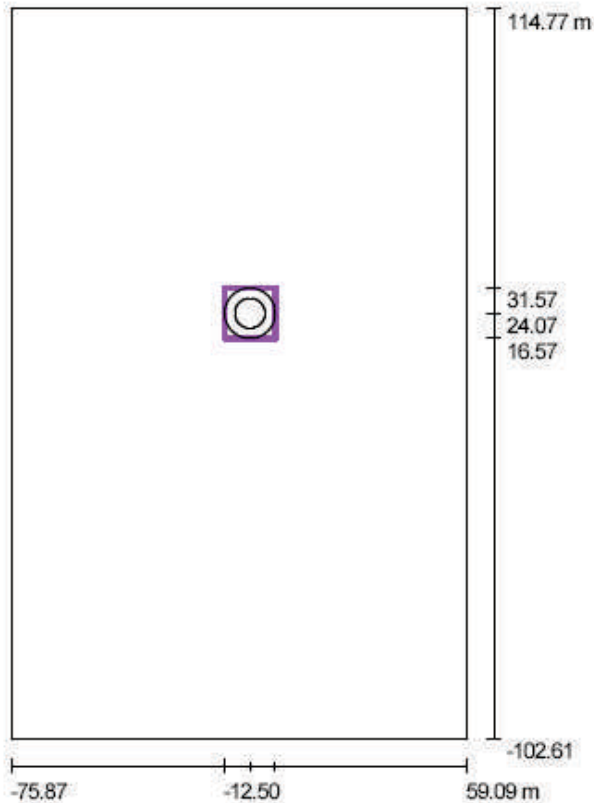
Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe S3:

- illuminamento medio (E_m) = 15 lx > 7,5 lx; ✓
- illuminamento minimo (E_{min}) = 12,0 lx > 1,5 lx. ✓



Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe S3:

- illuminamento medio (E_m) = 15 lx > 7,5 lx; ✓
- illuminamento minimo (E_{min}) = 12,0 lx > 1,5 lx. ✓

via sommacampagna / cul de sac / Riepilogo

Scala 1 : 2073

Posizione: (-5.000 m, 24.066 m, 0.000 m)

Dimensioni: (15.000 m, 15.000 m)

Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)

Tipo: Radiale, Reticolo: 12 x 3 Punti

Panoramica risultati

No.	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	E_h / E_m	H [m]	Fotocamera
1	perpendicolare	13	6.80	22	0.52	0.31	/	0.000	/

 E_h / E_m = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione L_m [cd/m²]

0.71

U0

0.51

U1

0.92

 L_v [cd/m²]

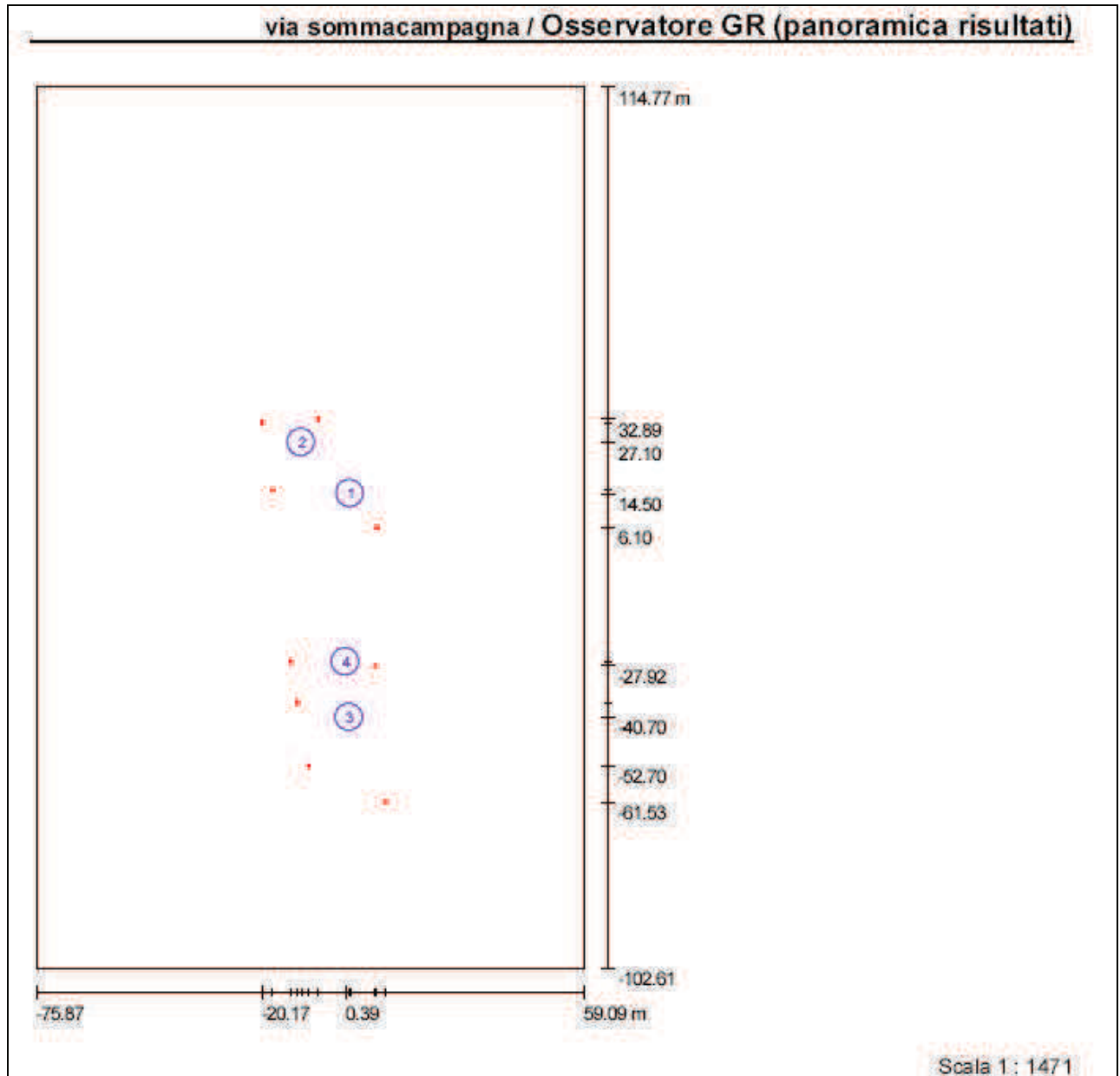
0.00

Vengono rispettati i parametri previsti per legge per la classe CE4:

- illuminamento medio (E_m) = 13 lx $\geq$ 10 lx; ✓- Uniformità orizzontale (U_0) = 0,49 > 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.



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 ingresso cul de sac	1.500	14.500	1.500	30.0	150.0	15.0	-1.0	15 ₁₎
2	ingresso park nord	-10.500	27.100	1.500	150.0	250.0	15.0	-1.0	32 ₁₎
3	ingresso park sud	1.300	-40.700	1.500	150.0	250.0	15.0	-1.0	33 ₁₎
4	ingresso B-D	0.391	-27.046	1.500	170.0	250.0	15.0	-1.0	37 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.

via sommacampagna / ingresso park nord / Luminanze di velo
Posizione: (-10.500 m, 27.100 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 150.0 ° - 250.0 °, Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.02 cd/m^2 , Max: 0.06 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
via sommacampagna / ingresso park sud / Luminanze di velo
Posizione: (1.300 m, -40.700 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 150.0 ° - 250.0 °, Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.06 cd/m^2 , Max: 0.08 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
via sommacampagna / Osservatore ingresso cul de sac / Luminanze di velo
Posizione: (1.500 m, 14.500 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 30.0 ° - 150.0 °, Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.00 cd/m^2 , Max: 0.01 cd/m^2 La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.
via sommacampagna / ingresso B-D / Luminanze di velo
Posizione: (0.391 m, -27.046 m, 1.500 m) Area angolo di mira: 170.0 ° - 250.0 °, Grandezza intervallo: 15.0 °, Angolo di inclinazione: -1.0 ° Luminanza di velo: Min: 0.01 cd/m^2 , Max: 0.12 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 parcheggio nord) = $65 * (0,06 / 0,44^{0,8}) = 7,52\% < 15\%$ ✓

TI (ingresso parcheggio sud) = $65 * (0,08 / 0,46^{0,8}) = 9,6\% < 15\%$ ✓

TI (ingresso cul de sac) = $65 * (0,01 / 0,71^{0,8}) = 0,85\% < 15\%$ ✓

TI (ingresso tratto B-D) = $65 * (0,13 / 0,58^{0,8}) = 13,06\% < 15\%$ ✓

16. 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):

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN INTERVENTO RESIDENZIALE IN LOCALITÀ SANTA LUCIA, VIA SOMMACAMPAGNA, ATO 9, CIRCOSCRIZIONE IV, DENOMINATO PUA "SANTALUCIA 609".

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 **MAGGIO 2014**

Il progettista

.....

