

Nuovo Ponte dell'Uccellino



**COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME
SECCHIA IN LOCALITA' PASSO DELL'UCCELLINO
E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO
PUNTUALE SU VIA MORELLO**

ANNO 2022
Progetto Definitivo

ILL.01 ILLUMINAZIONE PUBBLICA
RELAZIONE DI CALCOLO ED ILLUMINOTECNICA

Rev. 1
marzo 2022

Gruppo di lavoro

Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Lucio Fontana

Progettisti: Ing. Luca Piacentini - Ing. Eugenio Santi

Gruppo di lavoro: Geol. Giorgio Barelli - Ing. Giorgio Piacentini

Geom. Rosa Lombardi - Geom. Mauro Pizzirani

INDICE

1	PREMESSA	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	PROGETTO ELETTRICO	6
4.1	DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE	6
4.2	DATI DI PROGETTO	6
4.3	TIPO DI IMPIANTO	6
4.4	DISTRIBUZIONE ED UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA	7
4.5	CARATTERISTICHE DEL PUNTO LUCE	8
4.6	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI	9
4.6.1	<i>Protezione contro i sovraccarichi (CEI 64.8/4 - 433.2)</i>	<i>9</i>
4.6.2	<i>Protezione contro i Corto Circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3)</i>	<i>9</i>
4.7	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (CEI 64.8/4 - 413.1.4)	10
4.8	CADUTA DI TENSIONE	10
4.9	LUNGHEZZA MAX PROTETTA	11
4.10	LUNGHEZZA MAX	11
4.11	DISTANZIAMENTI DEI SOSTEGNI E DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DEI CONDUTTORI DI LINEE ESTERNE	11
5	DISTANZIAMENTO DEI PALI DI ILLUMINAZIONE DAI LIMITI DELLA CARREGGIATA	12
5.1	PREMESSA	12
5.2	LIMITI DI VELOCITÀ IN ROTATORIA	12
5.3	BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA	12
5.4	SCELTE PROGETTUALI	12
6	CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA	13
6.1	ZONE DI STUDIO	13
6.2	STRADE CLASSIFICAZIONE STRADALE E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO	14
6.3	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO E DI ESERCIZIO	17
6.4	CLASSIFICAZIONE DI ZONE DI CONFLITTO, PISTE CICLABILI E MARCIAPIEDI	21
6.4.1	<i>Requisiti per le zone di conflitto</i>	<i>21</i>

6.4.2	<i>Requisiti per pedoni e ciclisti</i>	23
6.5	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE COMPARABILI TRA ZONE CONTIGUE E TRA ZONE ADIACENTI	26
7	CLASSIFICAZIONE ROTATORIA	27
7.1	CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE AFFERENTI ALLA ROTATORIA.....	27
7.2	ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO/ESERCIZIO.....	27
7.3	CLASSIFICAZIONE ROTATORIE	28

1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce alla progettazione dell'impianto di illuminazione a servizio della viabilità di accesso al nuovo ponte sul fiume Secchia in località Passo dell'Uccellino, in Comune di Modena.

In particolare, si prevede di illuminare la nuova rotatoria prevista alla fine della rampa ovest del nuovo ponte e i relativi rami afferenti.

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Tutti gli impianti elettrici ed ausiliari sono progettati a "regola d'arte" in conformità alla legge normativa vigente in materia, ed in particolare:

- CEI 64-7: Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V ca, 1500V cc;
- CEI 11-17: Impianti di Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo;
- CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per Bassa Tensione;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini e successive modificazioni;
- UNI EN 13201: Illuminazione stradale, requisiti prestazionali;
- UNI 11248: Illuminazione stradale, selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 10819: Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Dovranno inoltre essere rispettate, in quanto applicabili, le:

- norme tecniche o prescrizioni emesse da Enti e Società preposti quali AUSL, ARPA, Società Elettriche e di Telecomunicazioni, ecc.;
- disposizioni locali dei Vigili Urbani e di altri enti (ANAS, Regione, Provincia, Comuni, ecc.);
- codice della strada e relativo regolamento di esecuzione ed attuazione;
- norme e leggi sui campi elettromagnetici: D.C.P.M. 23 Aprile 1992, LR. 31 Ottobre 2000 n° 30, L. 22 Febbraio 2001 n° 36.
- Dgr 03/08/2007 n.8950 “relativa alle linee guida regionali per la redazione dei piani comunali dell’illuminazione.

4 PROGETTO ELETTRICO

4.1 Descrizione sommaria delle opere

I lavori relativi all'impianto di illuminazione pubblica a progetto sono sommariamente così identificabili:

- Smantellamento dell'impianto di illuminazione pubblica, comprendente i pali, le armature stradali, nonché le relative linee di alimentazione.
- Installazione di nuovi pali completi di armature stradali per la pubblica illuminazione della nuova rotatoria e delle strade afferenti;
- Installazione di nuove di armature stradali su pali esistenti per la pubblica illuminazione.
- Installazione di un nuovo quadro elettrico per ogni rotatoria con regolazione del flusso per l'ottimizzazione, il risparmio energetico e l'allungamento della vita media dei componenti;
- Installazione di polifore e distribuzioni secondarie in derivazione dal quadro elettrico per l'alimentazione dei punti luce, della segnaletica stradale.

Tutte le opere elettriche dovranno seguire l'andamento delle opere edili e del cantiere, inoltre, qualsiasi incidenza di assistenza al cantiere dovrà essere considerata compresa nell'importo appaltato, senza che siano riconosciuti maggiori oneri.

L'impresa appaltatrice dovrà inoltre collaborare nel coordinamento delle fasi lavorative delle opere stradali ed elettriche senza che siano riconosciuti maggiori oneri, mantenendo per quanto di competenza elettrica il cantiere funzionale ed in sicurezza.

Gli impianti anzidetti sono stati progettati in modo da garantire un adeguato livello di illuminamento, tenendo conto del carattere della zona da illuminare e nel rispetto dei parametri indicati dalle Norme UNI EN 13201 e UNI 11248 (vedere indicazioni di dettaglio nello specifico paragrafo della presente relazione).

4.2 Dati di progetto

La classificazione elettrica degli impianti di illuminazione, ai sensi della Norma CEI 64-8 – Parte 7 – Ambienti ed applicazioni particolari della Sezione 714: "Impianti di illuminazione situati all'esterno" risulta definita come - Impianto in derivazione alimentato a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata, 1500 V in corrente continua, esclusi gli impianti di gruppo "A".

I nuovi impianti saranno in classe 2, ovvero senza utilizzo di impianto di messa a terra, secondo le indicazioni previste dalle specifiche Norme CEI 64/8.

4.3 Tipo di impianto

L'impianto in progetto sarà alimentato con linee in derivazione trifase con neutro a 380/220V, 50 Hz a mezzo di specifico quadro di consegna, comando e protezione. Le linee dorsali saranno costituite da linea interrata in trincea costituita da cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC tipo ARG16R16, sviluppo e sezione come indicato a disegno planimetrico, posata in cavidotto in PVC serie pesante di diametro F 100 mm interrato a profondità di circa 0,7 m dal piano stradale e ricoperta da getto in calcestruzzo con spessore minimo di 60 mm, previa sigillatura dei giunti.

Lungo il percorso interrato saranno posizionati opportuni pozzetti rompitratta per la posa, l'infilaggio e l'ispezionabilità delle linee e dell'impianto di terra; detti pozzetti saranno di tipo prefabbricato in cemento di dimensioni interne 600x600 mm negli attraversamenti stradali e 500x500 mm. interne in tutti gli altri casi, opportunamente rinfiancati e con chiusino.

Tutte le parti conduttrici delle porzioni di impianto in classe II, dovranno essere separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato e non dovranno essere collegate ad impianto di terra.

Tutti i componenti dovranno essere del tipo a doppio isolamento ed i cavi con tensione di isolamento almeno 0,6/1kV.

I colori distintivi delle guaine dei cavi dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle norme CEI 16-6.

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata tramite impiego costante di soluzioni installative con doppio isolamento, e protezioni aggiuntive di tipo magnetotermico differenziale.

4.4 Distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica

La derivazione dalla linea dorsale agli apparecchi illuminanti sarà realizzata con cavi multipolari di tipo FG16OR16 di sezione 2,5 mm², utilizzando le opportune morsettiere.

Il dimensionamento adottato per le sezioni dei cavi, tenuto conto dell'intervento delle protezioni in caso di corto circuito sia all'inizio che a fine linea, limiterà le cadute di tensione in linea a meno del 3% della tensione normale.

È prevista l'installazione di interruttore di tipo magnetotermico differenziale omipolari a riarmo automatico.

La protezione ed il comando degli impianti sarà affidata ad interruttori con vari circuiti di alimentazione, fra loro distinti ed indipendenti, secondo gli schemi allegati.

Il quadro di comando sarà costituito da armadio a due vani in fibra di vetroresina in colore grigio, IP 44, completo di serrature triangolari lucchettabile, peraltro già esistente.

Il quadro di comando sarà composto dalle apparecchiature genericamente riportate di seguito:

- regolatore di flusso dimensionato per una potenza superiore del 30% rispetto alla potenza nominale
- interruttore generale magnetotermico 4P, curva C, PdI= 10kA;
- interruttore differenziale 4P, Idn= 0,3A a riarmo automatico;
- interruttori magnetotermici differenziali di adeguata potenza per ogni linea in uscita 4P, curva C, PdI= 6kA - Idn=0,03A ;
- scaricatore di tensione a monte e a valle del carico;
- morsettiera ed ogni altro collegamento;
- modulo UPS
- fotocellula per accensione automatica ad infrarossi;
- teleruttore di adeguata potenza;

- selettore automatico/spento/manuale.
- strumentazione di rivelazione in remoto dei parametri di funzionamento;
- apparecchiature di trasmissione allarmi e situazioni di stato relativi all'impianto attraverso modem GSM in grado di interfacciarsi col software in dotazione alla stazione di controllo della Provincia.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo Norme CEI 64-8 VI edizione.

4.5 Caratteristiche del punto luce

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti a partire dall'ultimo punto luce esistente avverrà con cavi elettrici tetrapolari con cavi in alluminio di tipo ARG16R16-0,6/1kV di sezione uniformata a 4x16 mm².

La sezione dei conduttori è stata definita in funzione del carico e delle distanze da percorrere come risulta dai disegni allegati tenendo conto anche di eventuali futuri ampliamenti.

Il punto luce è costituito da n°3 elementi principali:

- PALO TRAFILATO SALDATO DI SOSTEGNO AD UNO SBRACCIO
- APPARECCHIO ILLUMINANTE A LED
- CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE

di seguito è riportata la loro descrizione.

PALO TRAFILATO SALDATO DI SOSTEGNO AD UNO SBRACCIO : in acciaio zincato a caldo, , sviluppo 10,80 mt., profondità di infissione 80 cm., curvato a mensola con sbraccio singolo, da 2,5 mt o 4,0 mt., altezza punto luce 10,0 mt., con protezione anticorrosiva termorestringente alla base; completo di asola per l'alloggiamento della scatola di derivazione, la scatola stessa in Classe 2, con fusibile di protezione di taratura adeguata; il palo sarà installato ad una distanza non inferiore a quanto previsto dalle normative vigenti .

APPARECCHIO ILLUMINANTE: Apparecchi per illuminazione stradale testapalo, classe II e grado di protezione IP66, con corpo in pressofusione di alluminio, diffusore piano in vetro temprato per limitazione delle emissioni a 90° e oltre, alta efficienza luminosa delle sorgenti LED, temperatura di colore 3000°K;

CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE: i cavi per l'allacciamento della lampada sono di tipo FG16R/0,6-1 KV sez. 2x2,5 mmq., con protezione meccanica nel tratto palo-pozzetto in tubo flessibile dia. 32 mm. in PVC con spirale di rinforzo in PVC; le derivazioni dalla dorsale di alimentazione devono avvenire con giunzioni a muffola composte da nastro autoagglomerante in resina EPR coordinato all'isolamento del conduttore rivestito con una guaina a protezione degli agenti esterni in PVC autoestinguente.

4.6 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

I conduttori attivi devono essere protetti tramite l'installazione di dispositivi di protezione da sovraccarichi e cortocircuiti (CEI 64-8/4 Sez. 434 e Sez. 433) aventi caratteristiche tempo/corrente in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici e da fusibili di potenza.

4.6.1 Protezione contro i sovraccarichi (CEI 64.8/4 - 433.2)

Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

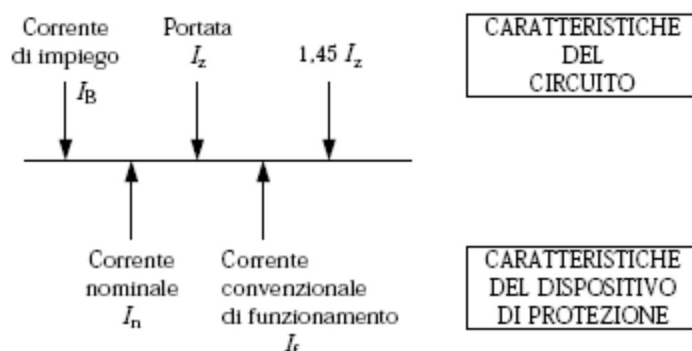
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523)

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite



4.6.2 Protezione contro i Corto Circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3)

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere i seguenti requisiti:

- potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di back up);

$$I_{ccMax} < p.d.i.$$

- tempo di intervento inferiore a quello necessario affinché le correnti di cortocircuito provochino un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dai conduttori, ovvero deve essere rispettata la relazione:

$$I^2t \leq K^2 S^2$$

dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

p.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

I^2t = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata:

-115 per cavi isolati in PVC

-135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

-143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

La formula appena descritta è valida per i cortocircuiti di durata $\leq 5s$ e deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta.

I dispositivi di protezione contro il cortocircuito devono essere installati nei punti del circuito ove avviene una variazione delle caratteristiche del cavo (S , K) tali da non soddisfare la disequazione suddetta eccetto nel caso in cui il tratto di conduttura tra il punto di variazione appena citato e il dispositivo soddisfi contemporaneamente le seguenti condizioni:

- lunghezza tratto $\leq 3m$;
- realizzato in modo che la probabilità che avvenga un cortocircuito sia bassissima;
- non sia disposto nelle vicinanze di materiale combustibile o in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o di esplosione.

4.7 Protezione contro i Contatti indiretti (CEI 64.8/4 - 413.1.4)

per sistemi TT

$$R_E \times I_{dn} \leq 50$$

dove

R_E = è la resistenza del dispersore in ohm

I_{dn} = è la corrente nominale differenziale, in ampere

4.8 Caduta di tensione

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

dove

I_b = corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A

R_l = resistenza (alla TR) della linea in W/km

X_l = reattanza della linea in W/km

$K = 2$ per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

L = lunghezza della linea

4.9 Lunghezza max protetta

$I_{cc\ min\ a\ fondo\ linea} > I_{int}$

dove

$I_{cc\ min} =$ corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.

$I_{int} =$ corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla tabella CEI 64-8/4 – 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

4.10 Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

4.11 Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

- 1 m di conduttori di classe 0 e 1;
- $3 + 0,015U$ m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

5 DISTANZIAMENTO DEI PALI DI ILLUMINAZIONE DAI LIMITI DELLA CARREGGIATA

5.1 Premessa

La norma CEI 64-8 Sez.714 (Allegato A.2) richiede che i pali di illuminazione devono essere protetti con barriere stradali di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da poter garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.

5.2 Limiti di velocità in rotatoria

La rotatoria e le relative strade afferenti non ricadono all'interno di un centro urbano quindi non esiste un limite di velocità in rotatoria che determina un abbassamento predefinito della stessa rispetto alla velocità normata sulle strade intersecanti.

Il nuovo codice della strada comunque obbliga il conducente a regolare la velocità del veicolo alle “caratteristiche ed alle condizioni della strada e del traffico” in particolare nelle curve ed in prossimità delle intersezioni.

Si evince quindi che, come indicato dalle regole tecniche di progettazione stradale (DM 05/11/2001), essendo il ramo di ingresso alla rotatoria assimilabile ad una curva con raggio inferiore a 50mt la velocità di percorrenza della stessa debba essere inferiore o uguale a 50km/h.

5.3 Barriere stradali di sicurezza

Il limite di velocità in rotatoria è pari a 50 km/h .

I pali dell'illuminazione sono da considerare come ostacoli fissi e devono perciò essere obbligatoriamente (come citato sul Nuovo codice della Strada) o protetti con barriere di sicurezza o posizionati ad una distanza di sicurezza dal ciglio esterno della carreggiata.

La barriera di sicurezza può non essere obbligatoria qualora i pali siano installati ad una distanza (uguale o maggiore) ben definita rispetto alla striscia di margine della carreggiata stessa.

Questa zona di sicurezza non è ben definita dalle normative sulla pubblica illuminazione ma per analogia a quanto richiesto per la cartellonistica pubblicitaria (DPR 16/12/1992 n.485) da installare su rotatorie fuori dai centri urbani con velocità non superiore a 50km/h si può assumere come valore pari a 3mt.

Analogamente tutti i rami di ingresso e/o di uscita dalla rotatoria possono ritenersi tratti stradali con obbligo di riduzione di velocità (minore o uguale a 50km/h) rispetto a quanto previsto per i tratti stessi.

Ne consegue che anche per questi rami la distanza pari a 3 mt dal limite della carreggiata è sufficiente per garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.

5.4 Scelte progettuali

I pali di illuminazione sono quindi posizionati ad almeno 3mt dal filo del guard-rail (vedi particolare allegato) vista la presenza di tali barriere di sicurezza.

6 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA

6.1 Zone di studio

Per procedere alla classificazione illuminotecnica si deve procedere alla suddivisione della strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee.

Le zone di studio possono essere:

- Strade (a traffico veicolare)
- Piste ciclabili e marciapiedi
- Zone di conflitto (intersezioni a raso, a rotatoria)
- Attraversamenti pedonali

6.2 Strade Classificazione stradale e categoria illuminotecnica di ingresso

La classificazione illuminotecnica della strada può essere eseguita con una delle seguenti metodologie:

- in caso di presenza di PRIC (Piano Regolatore Illuminazione Comunale) o PUT (Piano Urbano del Traffico) è possibile utilizzare la classificazione ivi indicata verificandone la compatibilità con quanto definito dal Codice della strada (D.Lgs 285 del 30/04/1992 e successive modifiche) e dal D.M. 6792 del 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.
- In assenza degli strumenti di cui sopra è possibile identificare la classificazione illuminotecnica della categoria di ingresso sulla base della norma Italiana UNI 11248.

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 prevede le seguenti classificazioni:

- A - AUTOSTRADA: omissis.
- B - STRADA EXTRAURBANA PRINCIPALE: omissis
- C - STRADA EXTRAURBANA SECONDARIA: strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia ebanchine.
- D - STRADA URBANA DI SCORRIMENTO: strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, banchina pavimentata a destra e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali esterne alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate.
- E - STRADA URBANA DI QUARTIERE: strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.
- F - STRADA LOCALE: strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di strade.

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati.

Secondo la classificazione del Decreto Legislativo 30 aprile 1992 N° 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive integrazioni e modifiche, la norma UNI 11248 attribuisce una categoria illuminotecnica di ingresso.

Di seguito il prospetto 1 della norma UNI 11248, che partendo dalla tipologia di strada, assegna la categoria illuminotecnica di ingresso.

prospetto 1

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

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

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].

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

3) Vedere punto 6.3.

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

prospetto C.1

Caratteristiche riassuntive dei tipi di strada così come descritte nel prospetto 1 e definite da art. 2 del codice stradale e D.M. 5/11/2001, N° 6792^[10]

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	N° Minimo Carreggiate indipendenti	N° Minimo di Corsie per senso di marcia	N° di sensi di marcia	Portata max. di servizio per corsia (veicoli/ora)	Ulteriori requisiti minimi, caratteristiche e chiarimenti
A ₁	Autostrade extraurbane	2	2	2	1 100	
	Autostrade urbane	2	2	2	1 550	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	2	1	2	Da 650 a 1 350	Sono ricomprese le strade dedicate all'accesso alle autostrade prima delle stazioni (caselli autostradali) I valori minimo e massimo dipendono dal numero di corsie
	Strade di servizio alle autostrade urbane	2	1	2	Da 1 150 a 1 650	
B	Strade extraurbane principali	2	2	2	1 000	Tangenziali e superstrade
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	1	1	2	600	Strade tipo provinciali, regionali e statali Con banchine laterali transitabili
	Strade extraurbane secondarie	1	1	2		
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	1	1	2		
D	Strade urbane di scorrimento	2	2	2	950	Strade urbane di grandi dimensioni e di connessione alla rete "urbana di quartiere" o "extraurbana secondaria"
E	Strade urbane di quartiere	1	1	2	800	Proseguimento delle strade di tipo C "extraurbane secondarie" nella rete urbana Strade tipo provinciali, regionali e statali Con corsie di manovra e parcheggi esterni alla Carreggiata
			2	1		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	1	1	1 o 2	450	Strade in ambito extraurbano diverse da strade di tipo B e C quali strade comunali, vicinali, ecc.
F	Strade locali extraurbane	1	1	1 o 2		
F	Strade locali interzonali	1	1	1 o 2	800	Strade locali di connessione con la "rete secondaria" e di "scorrimento" di maggior rilievo in quanto attraversano il territorio collegando aree urbane confinanti o distanti in area urbane o extraurbane
F	Strade locali urbane	1	1	1 o 2	800	Strade locali diverse da strade di tipo D e E, quali strade residenziali, artigianali, centro cittadino, centro storico, ecc.

6.3 Categoria illuminotecnica di Progetto e di Esercizio

L'analisi dei parametri di influenza viene condotta dal progettista all'interno dell'analisi del rischio, e quest'ultimo può anche decidere di non definire la categoria illuminotecnica di ingresso e determinare direttamente quella di progetto. Nello specifico la valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista ed è elevata nel caso di strada tortuosa, con numerosi ostacoli alla visione anche in funzione di alte velocità.

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, ed identificano 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, allo scopo di declassare ulteriormente l'ambito da illuminare e quindi di favorire il risparmio energetico.

prospetto 2 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

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

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale**

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

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto il progettista dovrà individuare i parametri di influenza applicabili e definire le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi, con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

L'analisi si suddivide in più fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali Direttive e norme cogenti, dalla presente norma e da esigenze specifiche;
- studio preliminare del rischio, determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto fra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio massima della strada, indipendentemente dal flusso orario di traffico effettivamente presente e considerando i parametri del prospetto2.

La variazione della categoria illuminotecnica indicata nel prospetto è intesa come incremento da apportare al numero che appare nella sigla della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi, ottenendo una categoria con requisiti prestazionali inferiori.

Possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso

Impianto	Riduzione adottata per la categoria illuminotecnica di progetto rispetto alla categoria di ingresso	Riduzione massima adottata per la categoria illuminotecnica di esercizio	Riduzione massima della categoria di esercizio rispetto alla categoria di ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
Condizioni di traffico stabilmente minori rispetto alla portata di servizio massima	1 (flusso di traffico stabilmente minore del 50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (flusso di traffico stabilmente minore del 25%)	0	2
		1	3
		(per altri parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale)	
Impianti adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	3
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4
	2	0	2
		1	3
		2	4
		(per flusso di traffico minore del 12,5%)	

Il decremento massimo della categoria illuminotecnica di progetto a partire dalla categoria illuminotecnica di ingresso potrà essere pari a due categorie.

Il decremento massimo per la categoria illuminotecnica di esercizio a partire dalla categoria illuminotecnica di progetto potrà essere pari a una categoria qualora la riduzione della categoria illuminotecnica di progetto sia pari a due categorie illuminotecniche, altrimenti il decremento non potrà essere superiore a due categorie illuminotecniche.

La classificazione illuminotecnica in ambito stradale ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici definiti nel prospetto 1 della UNI EN 13201-2. Ed. 02-2016.

prospetto 1 **Categorie Illuminotecniche M**

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

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

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

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

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

6.4 Classificazione di zone di conflitto, piste ciclabili e marciapiedi

La classificazione delle zone di studio quali zone di conflitto, piste ciclabili e marciapiedi può essere eseguita mediante le norme tecniche UNI EN 13201-2:2016 che permettono di assegnare determinati valori progettuali a ciascun ambito territoriale con particolare destinazione.

6.4.1 Requisiti per le zone di conflitto

Le categorie C del prospetto 2 riguardano i conducenti di veicoli motorizzati e altri utenti della strada in zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde, zone con presenza di coda, ecc.

Indicazioni per l'applicazione di tali categorie sono fornite nella CEN/TR 13201-1:

prospetto 2 **Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale**

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

Le categorie C si utilizzano principalmente quando le convenzioni per i calcoli della luminanza del manto stradale non valgono o risultano inapplicabili. Questo può accadere quando le distanze di osservazione sono minori di 60 m e quando posizioni diverse dell'osservatore sono significative. Le categorie C si applicano contemporaneamente agli altri utenti della strada nella zona di conflitto. Le categorie C si applicano inoltre a pedoni e ciclisti quando le categorie P e HS definite nel punto 6.1 non sono adeguate.

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

L'illuminamento medio (\bar{E}) e l'uniformità generale dell'illuminamento (U_0) devono essere calcolati e misurati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4.

La limitazione dell'abbagliamento debilitante può essere dimostrata valutando i valori di I_{TI} per tutte le combinazioni pertinenti delle direzioni di osservazione e delle posizioni dell'osservatore oppure ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo le categorie G1, G*2, G*3, G*4, G*5 o G*6.

prospetto A.1 Categorie di Intensità luminosa				
Categoria	Intensità luminosa ^{a)} massima in direzioni al di sotto della linea orizzontale in cd/klm del flusso di emissione dell'apparecchio di illuminazione			Altri requisiti
	a 70° e oltre ^{b)}	a 80° e oltre ^{b)}	a 90° e oltre ^{b)}	
G*1		200	50	Nessuno
G*2		150	30	Nessuno
G*3		100	20	Nessuno
G*4	500	100	10	Intensità luminose per angoli maggiori di 95° ^{b)} pari a zero ^{c)}
G*5	350	100	10	Intensità luminose per angoli maggiori di 95° ^{b)} pari a zero ^{c)}
G*6	350	100	0 ^{c)}	Intensità luminose per angoli maggiori di 90° ^{b)} pari a zero ^{c)}
a) Le intensità luminose sono indicate per qualsiasi direzione formante l'angolo specificato dalla verticale verso il basso, con l'apparecchio di illuminazione installato per l'uso. b) Qualsiasi direzione formante l'angolo specificato dalla verticale verso il basso, con l'apparecchio di illuminazione installato per l'uso. c) Le intensità luminose fino a 1 cd/klm possono essere considerate pari a zero.				

Nota 1 Per apparecchi di illuminazione muniti di lampade di flusso luminoso maggiore può essere necessario limitare anche le intensità luminose assolute.

Nota 2 G*1, G*2 e G*3 corrispondono ai concetti di "semi cut-off" e "cut-off" di uso tradizionale, con requisiti tuttavia modificati in funzione dell'uso prevalente delle sorgenti luminose e degli apparecchi di illuminazione. G*4, G*5 e G*6 corrispondono alla schermatura totale.

La limitazione dell'abbagliamento molesto può essere ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo le categorie D1, D2, D3, D4, D5 o D6 dell'appendice A della UNI EN 13201-2 dove l'indice di abbagliamento è espresso in cd/m.

Per le categorie HS del prospetto 4, sono pertinenti solo le categorie D5 o D6.

prospetto A.2 Categorie dell'Indice di abbagliamento							
Categoria	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Indice di abbagliamento massimo	-	7 000	5 500	4 000	2 000	1 000	500

6.4.2 Requisiti per pedoni e ciclisti

Le categorie P del prospetto 3 riguardano pedoni e ciclisti su marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, nonché a strade urbane, strade pedonali, parcheggi, cortili scolastici, ecc.

L'illuminamento medio (E), l'illuminamento minimo (E_{\min}), l'illuminamento emisferico medio (E_{hs}) e l'uniformità generale dell'illuminamento emisferico (U_g) devono essere calcolati e misurati secondo la EN 13201-3 e la EN 13201-4.

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti dei prospetti 3 e 4 può comprendere tutta la zona della strada, come le carreggiate di strade urbane e gli spartitraffico tra carreggiate, marciapiedi e piste ciclabili.

Per la limitazione dell'abbagliamento debilitante e dell'abbagliamento molesto vedasi quanto indicato al precedente capitolo "REQUISITI PER LE ZONE DI CONFLITTO"

Si riportano di seguito la tabella della norma UNI EN 13201-2 in cui vengono indicati i valori richiesti per gli illuminamenti orizzontali categoria P.

prospetto 3 Categorie illuminotecniche P				
Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	\bar{E} ^{a)} [minimo mantenuto] lx	E_{\min} [mantenuto] lx	$E_{v,\min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,\min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		
a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.				

Le intersezioni a rotatoria, a raso lineari, a livelli sfalsati per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante (prospetto C1 della UNI 13201-2 2016).

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per i rami di approccio e strade di accesso.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona illuminata e quella completamente buia; la lunghezza di questa zona non deve essere minore dello spazio percorso in 3 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

Nel caso in cui il progettista ritenga la presenza di pedoni nei marciapiedi rilevante, la categoria illuminotecnica di ingresso della zona di studio si ottiene applicando il prospetto 6 alla categoria illuminotecnica di ingresso della strada adiacente ed effettuando l'analisi dei rischi sulla zona di studio ai fini dell'eventuale declassamento. Il progettista può trattare i due marciapiedi situati da parti opposte rispetto alla strada come zone di studio separate.

Se la presenza di pedoni nei marciapiedi è ritenuta irrilevante, l'adozione dei requisiti previsti dal parametro REI (rapporto dell'illuminamento ai bordi) per la strada adiacente è condizione sufficiente ai fini dell'illuminazione nella zona di studio.

Nel caso in cui il progettista ritenga la presenza di utenti della pista ciclopedonale rilevante, la categoria illuminotecnica di ingresso della zona di studio si ottiene applicando il prospetto 6 alla categoria illuminotecnica di ingresso della strada adiacente ed effettuando l'analisi dei rischi sulla zona di studio ai fini dell'eventuale declassamento.

Se la presenza di utenti della pista ciclopedonale è ritenuta irrilevante, l'adozione dei requisiti previsti dal parametro REI (rapporto dell'illuminamento ai bordi) per la strada adiacente è condizione sufficiente ai fini dell'illuminazione nella zona di studio.

La categoria illuminotecnica di ingresso per la zona di studio è la P2 identificata nel prospetto 1 della UNI 11248-2016 per gli itinerari ciclopedonali. Le altre categorie illuminotecniche (di

Le categorie EV del prospetto 6 sono previste come categorie complementari in situazioni dove è necessario vedere superfici verticali, per esempio nelle zone di intersezione.

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti dei prospetti 5 e 6 può comprendere tutta la zona della strada, come le carreggiate di strade urbane e gli spartitraffico tra carreggiate, marciapiedi e piste ciclabili.

Quando si deve facilitare la visione delle superfici verticali (per esempio nei casi di svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose si ricorre a prescrizioni anche per l'illuminazione sul piano verticale.

Alle categorie illuminotecniche individuate precedentemente si deve aggiungere la categoria illuminotecnica specificata nel prospetto 7, ad esempio per i passaggi pedonali.

prospetto 7

Categorie illuminotecniche aggiuntive

Categoria illuminotecnica										
Categoria illuminotecnica individuata	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	
	-	-	-	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Categoria illuminotecnica aggiuntiva	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-	

Si riporta di seguito la tabella dalla norma UNI EN 13201-2 in cui vengono indicati i valori richiesti per gli **illuminamenti verticali classe EV**

prospetto 6

Categorie Illuminotecniche EV

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

6.5 Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Se la zona di studio prevede una categoria illuminotecnica di tipo M, ma per la conformazione della strada non è possibile eseguire il calcolo della luminanza media si devono adottare le categorie illuminotecniche come specificato nel prospetto 6 della UNI 11248.

Quando zone di studio adiacenti (per esempio marciapiede adiacente alla strada) e/o contigue (per esempio attraversamento pedonale) prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile come specificato nel prospetto 6.

Si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili. La zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento.

Considerate le possibili interazioni esistenti tra le aree adibite al traffico, quelle destinate a parcheggio (pubbliche o private) e, se esistenti, quelle di collegamento tra le due precedenti, il progettista in base alle effettive esigenze e tipologie delle zone da illuminare, deve valutare le condizioni e i requisiti più idonei. Nell'analisi dei rischi devono essere giustificate le ragioni delle categorie illuminotecniche scelte, per le zone associabili alla presenza di traffico, e le condizioni di riferimento della UNI EN 12464-2, per le zone di parcheggio vero e proprio.

prospetto 6. Comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota: Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

Q_0 coefficiente medio di luminanza che dipende dalla tipologia della pavimentazione stradale

Le pavimentazioni stradali, impiegate in Italia, quando asciutte, rientrano normalmente nelle classi C1 o C2. In mancanza della misura del fattore di specularità, S_1 , si può ritenere la classe C1 rappresentativa delle pavimentazioni di calcestruzzo e la classe C2 di quelle di asfalto.

Il prospetto B.1 indica i valori medi del fattore di specularità, S_1 , delle classi C1 e C2, ritenute rappresentative delle pavimentazioni di calcestruzzo e di quelle di asfalto.

prospetto B.1 Classificazione delle pavimentazioni stradali asciutte

Classe	Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza	Coefficiente medio di luminanza	Fattore di specularità	Gamma del fattore di specularità
C1	Vedere prospetto C.2	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere prospetto C.3	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

7 CLASSIFICAZIONE ROTATORIA

7.1 Classificazione delle strade afferenti alla rotatoria

Nel presente progetto sono presenti nr.3 strade afferenti classificate di tipo “F” secondo il codice della strada e con categoria di ingresso come di seguito riportato:

Strada	Tipo di strada	Limite Velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di Ingresso
1	F - Locale extraurbana	50	M4
2	F - Locale extraurbana	50	M4
3	F - Locale extraurbana	50	M4

7.2 Analisi dei rischi e determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio

Nel presente progetto i parametri del prospetto 2 presi in esame sono:

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Riduzione categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	Lm (luminanza media mantenuta)	U0	Ui
1	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6
2	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6
3	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6

Le aree di studio (zone di transizione) per le due diverse tipologie di strade afferenti devono essere (in lunghezza) corrispondenti almeno alla distanza minima percorribile in 3 secondi alla diversa velocità di attraversamento e più precisamente:

Strada tipo F, velocità pari a 50Km/h, zona di transizione pari a circa 42mt

7.3 Classificazione rotatorie

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per i rami di approccio e strade di accesso.

La strada di accesso con classificazione maggiore è M4, con $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 < 0,08 \text{ sr}^{-1}$, la categoria comparabile risulta essere C4. Aumentando di un livello alla rotatoria si applica una categoria di progetto/esercizio C3.

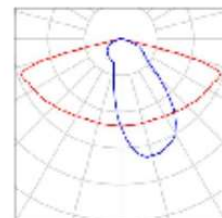
Rotatoria	Categoria illuminotecnica strada afferente	Categoria Comparata	Categoria di Progetto Esercizio (Aumento di livello)	Em (lilluminamento media mantenuto)	U0
1	M4	C4	C3	15	0,4

ALLEGATI

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

IV16 / Lista pezzi lampade

28 Pezzo SCHREDER AMPERA MIDI / 5102 / 48 LEDs
350mA WW 830 / 414782
Articolo No.:
Flusso luminoso (Lampada): 5482 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 7344 lm
Potenza lampade: 50.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 43 76 97 100 75
Dotazione: 1 x 48 LEDs 350mA WW 830 (Fattore
di correzione 1.000).



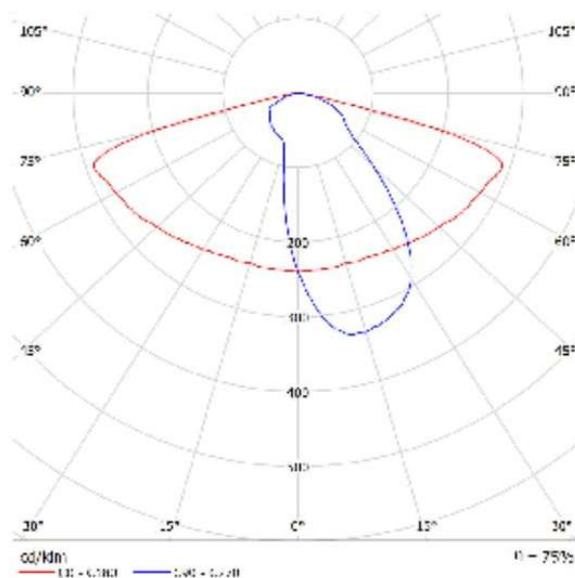
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

SCHREDER AMPERA MIDI / 5102 / 48 LEDs 350mA WW 830 / 414782 / Scheda tecnica apparecchio



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 43 76 97 100 75

Emissione luminosa 1:



A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Dati di pianificazione



Fattore di manutenzione: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Scala 1:3518

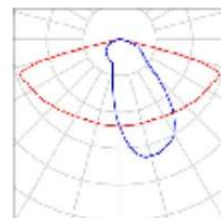
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	10	SCHREDER AMPERA MIDI / 5102 / 48 LEDs 350mA WW 830 / 414782 (1.000)	5482	7344	50.0
Totale:			54819	73440	500.0

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

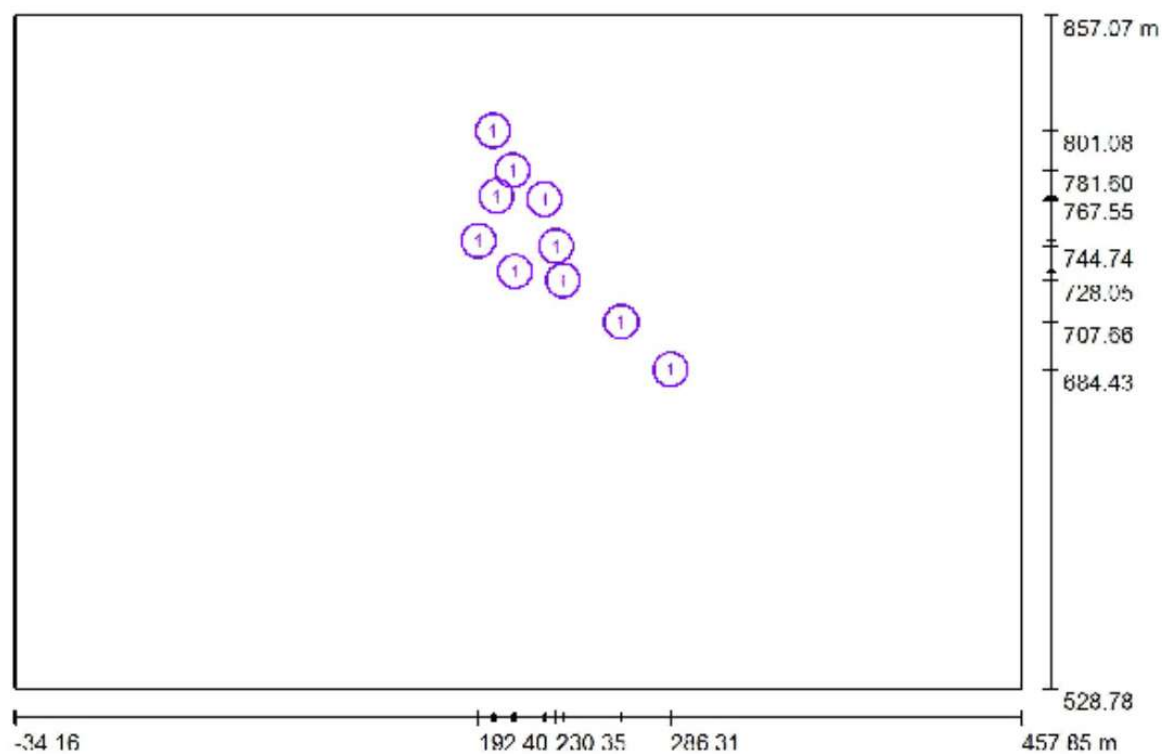
Rotatoria 1 / Lista pezzi lampade

10 Pezzo SCHREDER AMPERA MIDI / 5102 / 48 LEDs
350mA WW 830 / 414782
Articolo No.:
Flusso luminoso (Lampada): 5482 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 7344 lm
Potenza lampade: 50.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 43 76 97 100 75
Dotazione: 1 x 48 LEDs 350mA WW 830 (Fattore
di correzione 1.000).



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Lampade (planimetria)



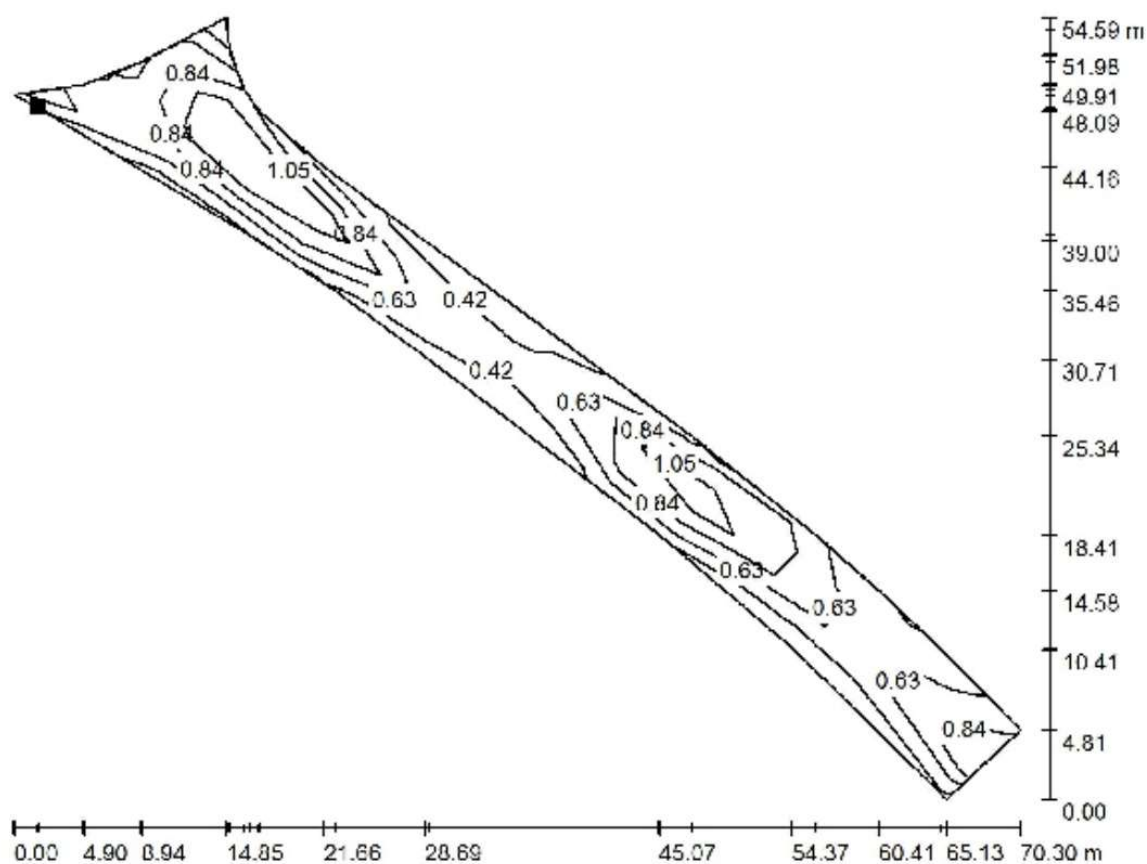
Scala 1 : 3518

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	10	SCHREDER AMPERA MIDI / 5102 / 48 LEDs 350mA WW 830 / 414782

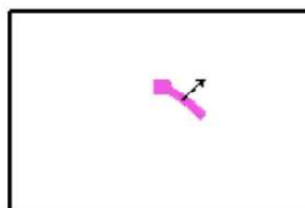
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Campo di valutazione strada 7 / Isolinee (L)



Valori in Candela/m², Scala 1 : 503

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(213.600 m, 731.600 m, 0.000 m)



Reticolo: 8 x 15 Punti
Posizione dell'osservatore: (198.141 m, 661.380 m, 1.500 m)
Linea di mira: 45.0 °
Manto stradale: C1, q0: 0.100

L_m [cd/m²]
0.84

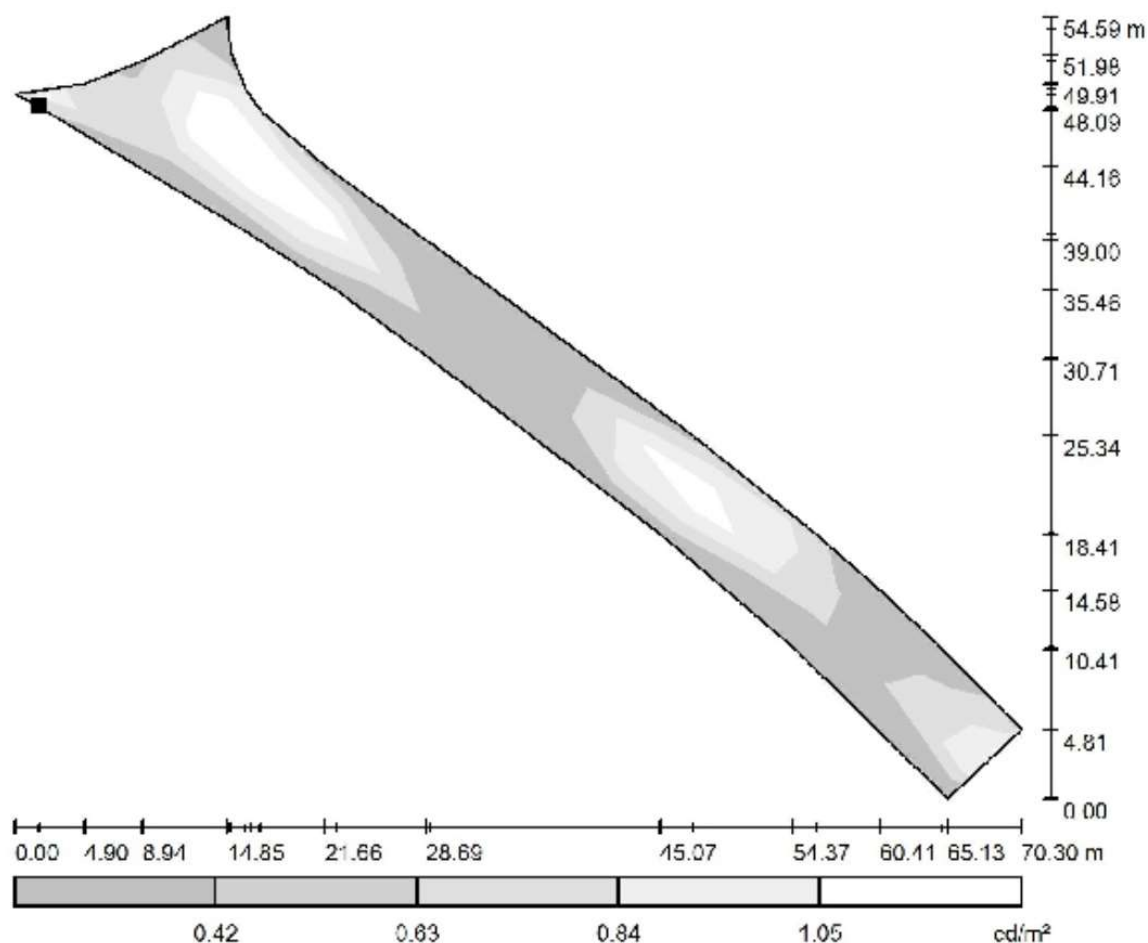
U_0
0.49

U_I
0.76

L_v [cd/m²]
0.00

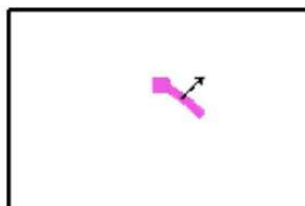
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Campo di valutazione strada 7 / Livelli di grigio (L)



Scala 1 : 503

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(213.600 m, 731.600 m, 0.000 m)



Reticolo: 8 x 15 Punti
Posizione dell'osservatore: (198.141 m, 661.380 m, 1.500 m)
Linea di mira: 45.0 °
Manto stradale: C1, q0: 0.100

L_m [cd/m²]
0.84

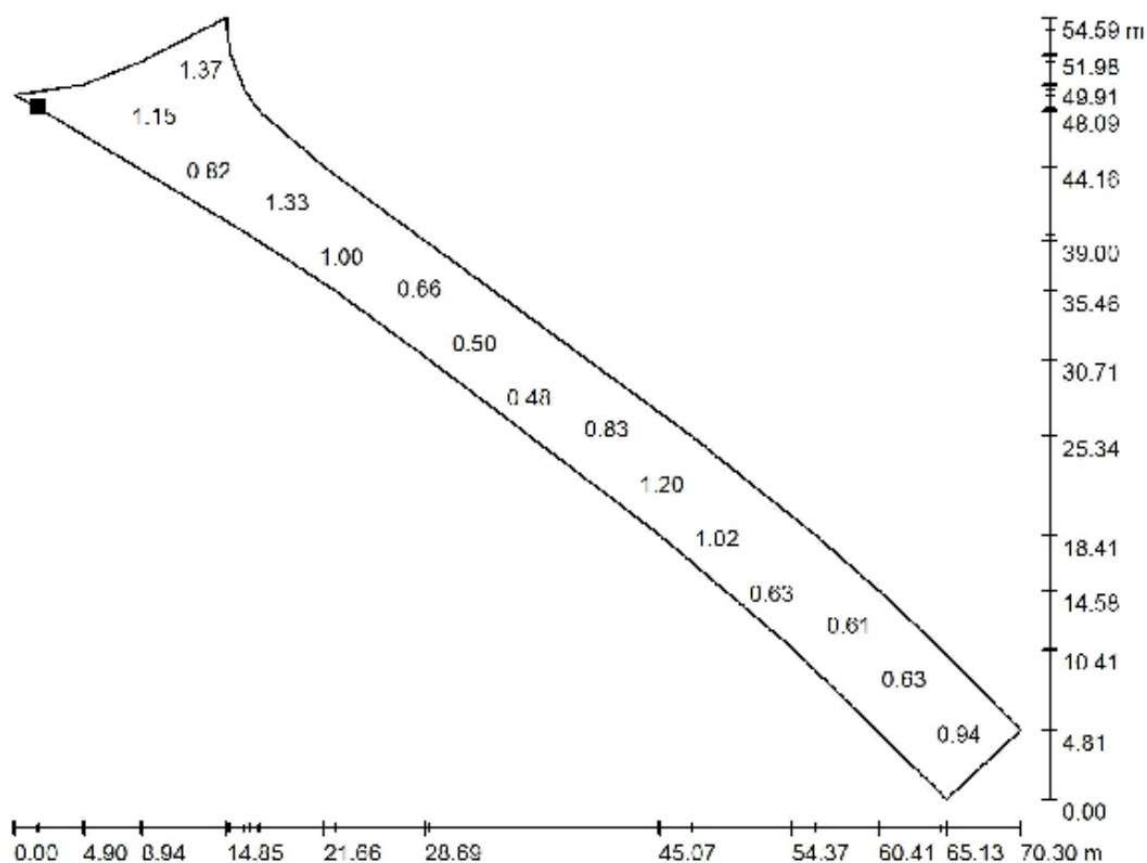
U0
0.49

UI
0.76

L_v [cd/m²]
0.00

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

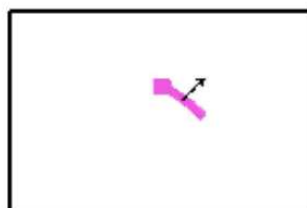
Rotatoria 1 / Campo di valutazione strada 7 / Grafica dei valori (L)



Valori in Candela/m², Scala 1 : 503

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(213.600 m, 731.600 m, 0.000 m)



Reticolo: 8 x 15 Punti
Posizione dell'osservatore: (198.141 m, 661.380 m, 1.500 m)
Linea di mira: 45.0 °
Manto stradale: C1, q0: 0.100

L_m [cd/m²]
0.84

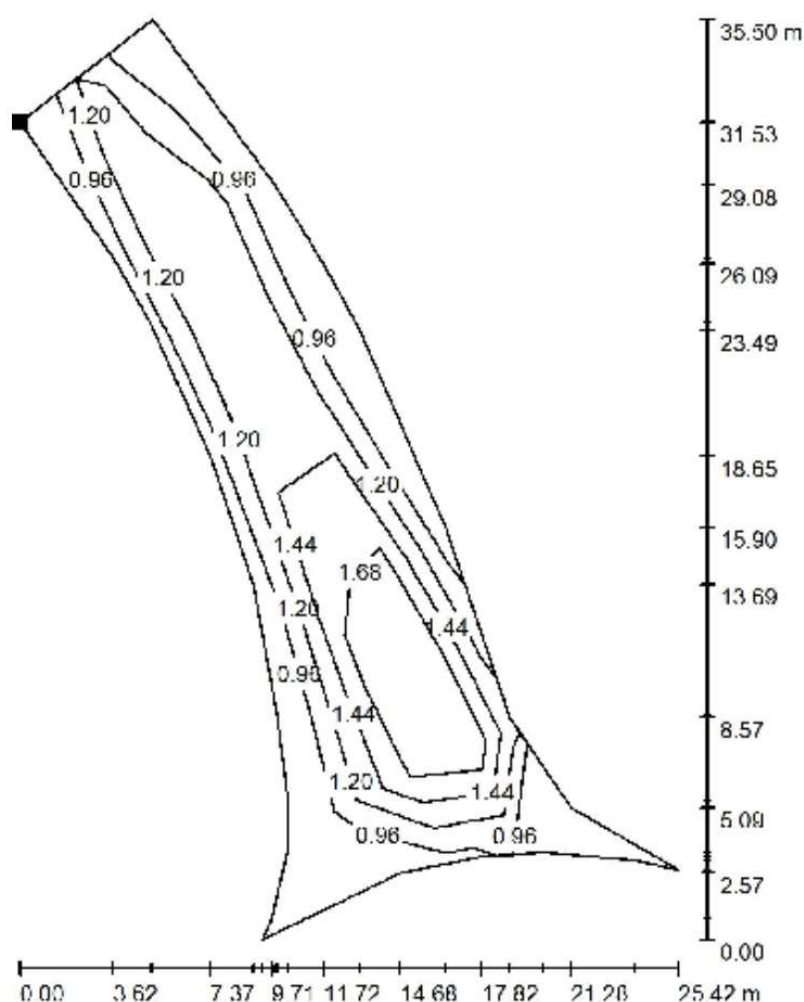
U0
0.49

U1
0.76

L_v [cd/m²]
0.00

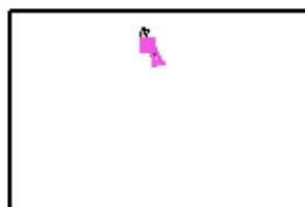
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Campo di valutazione strada 8 / Isolinee (L)



Valori in Candela/m², Scala 1 : 278

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(191.579 m, 800.846 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 6 Punti
Posizione dell'osservatore: (235.243 m, 714.304 m, 1.500 m)
Linea di mira: 115.0 °
Manto stradale: C1, q0: 0.100

L_m [cd/m²]
1.41

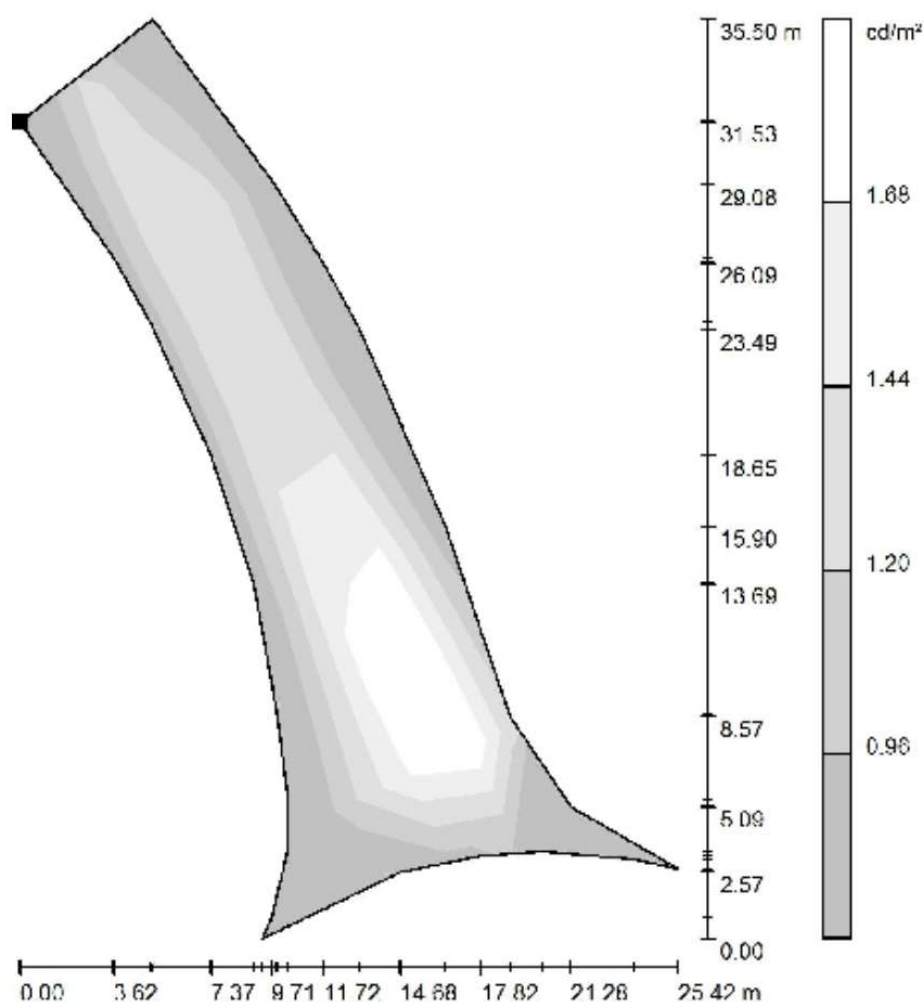
U0
0.61

U1
0.77

L_v [cd/m²]
0.01

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Campo di valutazione strada 8 / Livelli di grigio (L)



Scala 1 : 278

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(191.579 m, 800.846 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 6 Punti
Posizione dell'osservatore: (235.243 m, 714.304 m, 1.500 m)
Linea di mira: 115.0 °
Manto stradale: C1, q0: 0.100

L_m [cd/m²]
1.41

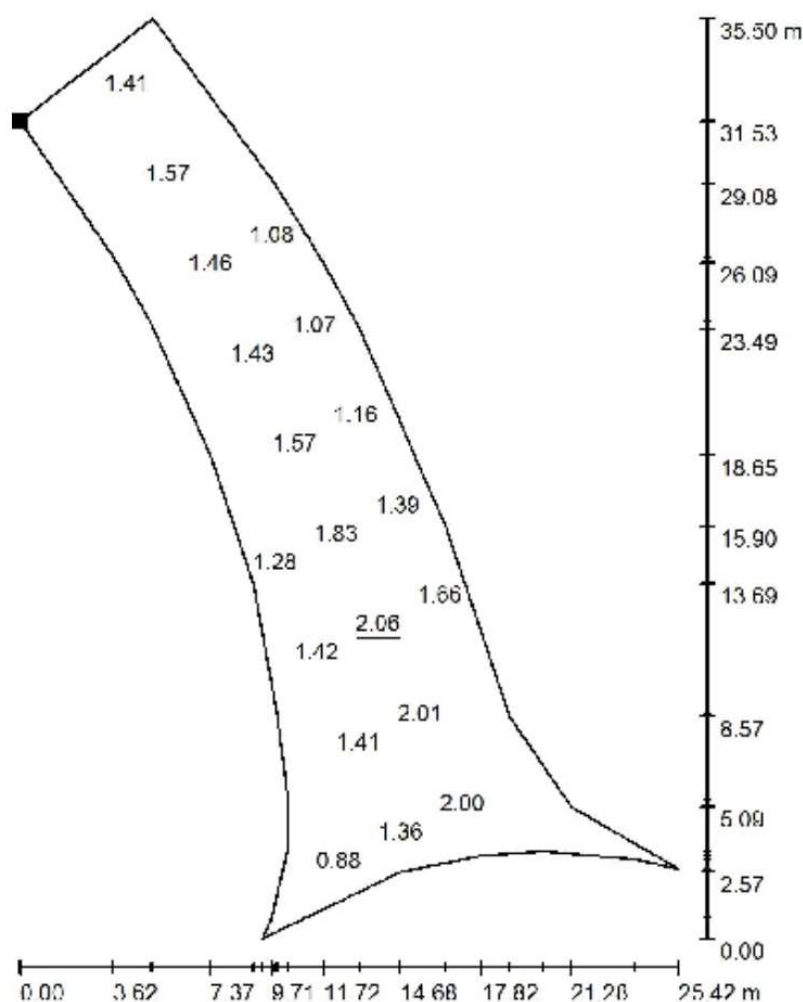
U0
0.61

UI
0.77

L_v [cd/m²]
0.01

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Campo di valutazione strada 8 / Grafica dei valori (L)



Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(191.579 m, 800.846 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 6 Punti
Posizione dell'osservatore: (235.243 m, 714.304 m, 1.500 m)
Linea di mira: 115.0 °
Manto stradale: C1, q0: 0.100

L_m [cd/m²]
1.41

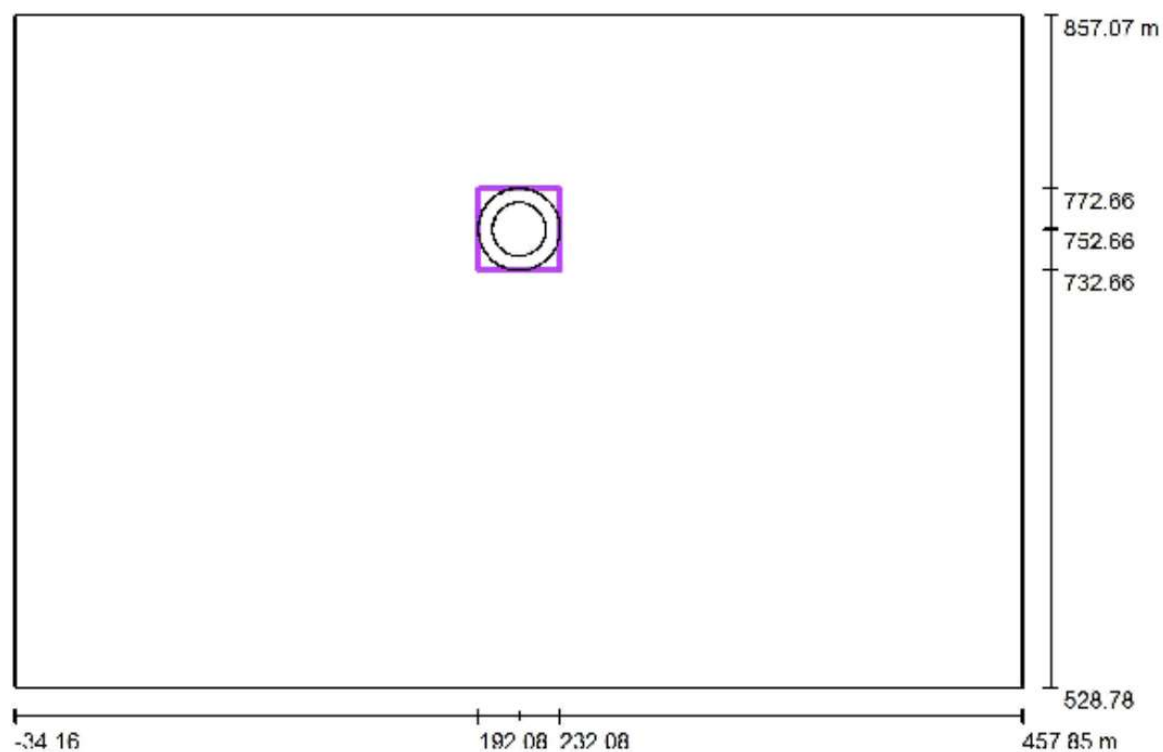
U0
0.61

U1
0.77

L_v [cd/m²]
0.01

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria 1 / Rotatoria 1 / Riepilogo



Scala 1 : 3518

Posizione: (212.082 m, 752.661 m, 0.000 m)

Dimensioni: (40.000 m, 40.000 m)

Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)

Tipo: Radiale, Reticolo: 24 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 m/E_m	H [m]	Fotocamera
1	orizzontale	15	8.98	23	0.60	0.39	/	0.000	/

$E_h m/E_m$ = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione

Rotatoria 1 / Rotatoria 1 / Grafica dei valori (E, orizzontale)



Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato: (192.082 m,
732.661 m, 0.000 m)



$E_m [lx]$	$E_{min} [lx]$	$E_{max} [lx]$	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
15	8.98	23	0.60	0.39

REGOLAZIONI

Utenza	Interruttore	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]	T_{sd} [s]
Siglatura	Poli	I_i	I_g [$xI_n - A$]	T_g [s]	Differenz.	Classe	$I_{\Delta n}$ [A]	$T_{\Delta n}$ [ms]

Quadro: [Q1] QR-Esistente

1	iC40 N	C	40	40	-	0,4	0,4	-
Q1	3+N	-	-	-	Vigi	AC	0,3	Ist.
Linea 1	iC40 N	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q0.1.1	3+N	-	-	-	Vigi	AC	0,03	Ist.
Linea 2	iC40 N	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q0.1.2	3+N	-	-	-	Vigi	AC	0,03	Ist.
Linea PP	iC40 a	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q0.1.3	1+N	-	-	-	Vigi	AC	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q1] QR-ESISTENTE

LINEA: 1

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _s [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1,79	3,2	3,2	2,72	2,72	0,9		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	Temp. [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L1	3F+N+PE	uni	3	61	30		1,08	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE							
1x 10 1x 10 1x 10	8,1	0,36	19,65	20,36	0,01	0,01	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
3,2	46,22	10	8,16	3,46	0,05

Designazione / Conduttore
ARG7R/AI

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
1	iC40 N	3+N	C	40	40	-	0,4	0,4
Q1	3+N	-	-	-	Vigi	AC	0,3	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q1] QR-ESISTENTE

LINEA: LINEA 1

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _s [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,84	1,35	1,35	1,35	1,35	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	3F+N+PE	uni	130	61	30		1,08	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 16	1x 16	1x 16	219,38	14,56	239,02	34,92	0,16	0,17	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,35	60,32	8,16	0,95	0,3	0,05

Designazione / Conduttore
ARG7R/AI

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Linea 1	iC40 N	3+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q0.1.1	3+N	-	-	-	Vigi	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q1] QR-ESISTENTE

LINEA: LINEA 2

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,84	1,35	1,35	1,35	1,35	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.1.2	3F+N+PE	uni	130	61	30		1,08	0,8	ravv.		1

Sezione fase	Conduttori neutro	Conduttori PE	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 16	1x 16	1x 16	219,38	14,56	239,02	34,92	0,16	0,17	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,35	60,32	8,16	0,95	0,3	0,05

Designazione / Conduttore
ARG7R/AI

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Linea 2	iC40 N	3+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q0.1.2	3+N	-	-	-	Vigi	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q1] QR-ESISTENTE

LINEA: LINEA PP

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,1	0,48	0,48	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.1.3	F+N+PE	uni	60	61	30		1,08	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]						R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE										
1x 1,5	1x 1,5	1x 1,5				1080,0	10,08	1099,65	30,44	0,55	0,56	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
0,48	18,8	4,22	0,1	0,06	0,05

Designazione / Conduttore
ARG7R/AI

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Linea PP	iC40 a	1+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q0.1.3	1+N	-	-	-	Vigi	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI