

Comune di  
NOGARA

Provincia di  
VERONA

PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO PER OPERE DI  
ILLUMINAZIONE PUBBLICA INERENTE LAVORI DI  
MIGLIORAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELLA  
STRADA PROVINCIALE N° 49 DELL'OSON CON  
COSTRUZIONE DI UNA ROTATORIA TRA L'INCROCIO  
DI VIA RAFFA CON VIA CASOTTI E DI UNA PISTA  
CICLOPEDONALE

Descrizione elaborato:  
- RELAZIONE TECNICA.  
- CALCOLI ILLUMINOTECNICI.

Il Tecnico  
Berardo Per Ind. Luca



Progetto definitivo   
Progetto esecutivo

Il Committente

N. Progetto: RSP49-EIP-01

Data Progetto definitivo: Aprile 2020

Tavola N. - EIP01/4 -

Data Progetto esecutivo: Dicembre 2020

Fogli N. 49

Aggiornamento Elaborato:

Scala \*\*\*

Berardo Per. Ind. Luca  
PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI

Via Molino di Sopra, 57 - NOGARA (VR)  
TEL. & Fax 0442/511004 Cell. 348 7472642  
e-mail: berardlu@tiscali.it

## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	3
2.1 Descrizione sommaria delle opere .....	3
2.2 Distanziamento dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata.....	4
2.3 Barriere stradali di sicurezza .....	5
3. PARAMETRI ILLUMINOTECNICI.....	6
3.1 Zone di studio.....	6
3.2 Classificazione stradale e categoria illuminotecnica di ingresso .....	6
3.3 Categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio .....	9
3.4 Classificazione di zone di conflitto, piste ciclabili e marciapiedi .....	11
3.5 Requisiti zone di conflitto .....	12
3.6 Requisiti per pedoni e ciclisti .....	13
3.7 Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti.....	15
4. VALUTAZIONE DEI RISCHI .....	17
5. CLASSIFICAZIONE ROTATORIA.....	19
5.1 Classificazione delle strade afferenti alla rotatoria .....	19
5.2 Determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio rotatoria.....	19
5.3 Classificazione rotatoria .....	20
5.4 Scelte progettuali adottate per la rotatoria.....	20
6. CLASSIFICAZIONE PISTA CICLOPEDONALE.....	21
6.1 Classificazione pista ciclopedonale.....	21
6.2 Analisi dei rischi e determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio della pista ciclopedonale .....	21
6.3 Scelte progettuali adottate per la pista ciclopedonale .....	21
7. CLASSIFICAZIONE ATTRAVERSAMENTI PEDONALI.....	23
7.1 Riferimenti Normativi .....	23
7.2 Parametri di calcolo.....	24
7.3 Determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio degli attraversamenti pedonali.....	25
7.4 Scelte progettuali adottate per gli attraversamenti pedonali .....	26
8. RIEPILOGO RISULTATI DI DIMENSIONAMENTO E DELLE SCELTE PROGETTUALI	27
9. DATI TECNICI GENERALI DELL'IMPIANTO .....	28
10. CRITERI DI SICUREZZA ED ELEMENTI PER LA PROGETTAZIONE ELETTRICA ..	28
10.1 Sezionamento.....	28
10.2 Protezione contro i corto circuiti .....	28
10.3 Protezione contro i contatti indiretti .....	28
10.4 Protezione contro i contatti diretti .....	29
10.5 Cadute di tensione.....	29
10.6 Protezione contro i fulmini .....	29
10.7 Distribuzione dei centri luminosi (punti luce).....	29
10.8 Protezione contro le sollecitazioni meccaniche.....	30
10.9 Distanziamenti .....	30
10.10 Condotture dorsali di illuminazione .....	30
10.11 Giunzioni e derivazioni.....	31
10.12 Caratteristiche del punto luce .....	31
11. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E DEI DISPOSITIVI DI MANOVRA E DI PROTEZIONE DEI QUADRI.....	33

11.1	Materiali e componenti .....	33
11.2	Conduttori .....	33
11.3	Dispositivi di manovra e protezione .....	33
11.4	Quadri elettrici .....	34
12.	VERIFICHE E DOCUMENTAZIONI FINALI.....	35
13.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	36
14.	ALLEGATI.....	37
14.1	Allegato 1: Calcoli illuminotecnici.....	38

## **1. PREMESSA**

La presente relazione tecnica descrive le opere previste da progetto di cui si è resa necessaria la sua stesura, al fine di realizzare l'illuminazione pubblica della rotatoria in costruzione tra l'incrocio di Via Raffa con Via Casotti e di una pista ciclopedonale, nell'ambito dei lavori di miglioramento e messa in sicurezza della strada provinciale n° 49 dell'Oson.

In particolare la relazione descrive le scelte di progetto e dei materiali previste per la realizzazione delle opere in conformità alla normative vigenti.

## **2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO**

### **2.1 Descrizione sommaria delle opere**

Il progetto dell'impianto di illuminazione pubblica della rotatoria e della ciclopedonale prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Nuova fornitura e posa di quadro di comando e protezione generale impianto, costituito da armadio stradale in vetroresina da posarsi su plinto di fondazione in cls di nuova esecuzione, completo di zoccolo, telaio di ancoraggio al plinto e piastra di fondo in PVC, per alloggiamento del nuovo contatore di illuminazione pubblica e del nuovo centralino contenente i dispositivi di protezione e comando dei circuiti dell'impianto. Al plinto saranno condotte le polifore per l'ingresso cavi della rete elettrica pubblica al contatore e per la partenza dei cavi dorsali di impianto da cabalarsi a valle dei dispositivi di protezione e comando del centralino come da schemi elettrici della tavola di progetto Tavola N. – EIP01/3;
- Esecuzione di scavi in trincea per la posa delle condutture dorsali di collegamento tra i punti luce ed il nuovo quadro di comando e protezione generale impianto, con successivo rinterro, posa ghiaione e/o ripristino manto bituminoso propedeutici alla finitura della sede stradale e/o della ciclopedonale come previsto da progetto;
- Nuova fornitura e posa tubazioni PVC entro scavi in trincea per la formazione delle condutture dorsali;
- Nuova fornitura e posa pozzetti prefabbricati rinforzati in cls vibrato armato, per il raccordo e/o derivazione delle tubazioni PVC;
- Nuova fornitura e posa di fondazioni circolari in acciaio zincato a caldo con sottostante vite elicoidale propedeutiche all'installazione delle stesse all'interno degli spartitraffico e per l'infissione dei sostegni (pali) delle armature stradali di illuminazione ciclopedonale, ingressi/uscite rotatoria e attraversamenti pedonali;
- Nuova fornitura e posa di n. 7 sostegni del tipo palo conico Hf.t.=5mt in acciaio zincato e/o verniciato, comprensivi cadauno di armatura stradale a LED di potenza 28W con circuito di riduzione di potenza, per la realizzazione dei punti luce della ciclopedonale: pali PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA7 e PA11;
- Nuova fornitura e posa di n. 2 sostegni del tipo palo conico Hf.t.=8mt in acciaio zincato e/o verniciato, comprensivi cadauno di armatura stradale a LED di potenza 78W con circuito di riduzione

- di potenza, per la realizzazione dei punti luce su Via Raffa, direzione da centro paese ad ingresso rotatoria e su Via Casotti ingresso rotatoria (pali PA6 e PA10);
- Sostituzione, su sostegno del tipo palo dritto e/o a sbraccio esistenti, di n. 1 armatura stradale a LED di potenza 78W con circuito di riduzione di potenza, per la realizzazione del punto luce di Via Brancon uscita da rotatoria verso Via Raffa direzione centro paese;
  - Recupero con spostamento di n. 3 sostegni del tipo palo dritto e/o a sbraccio esistenti, compreso installazione di nuove armature stradali a LED di potenza 78W, con circuito di riduzione di potenza, per la realizzazione dei seguenti punti luce: punto luce di Via Raffa direzione da ex Ospedale ad ingresso rotatoria, punto luce di Via Brancon direzione Villimpenta, punto luce di Via Raffa in uscita rotatoria direzione centro paese;
  - Nuova fornitura e posa di n. 4 sostegni del tipo palo rastremato dritto Hf.t.=6mt in acciaio zincato e/o verniciato, comprensivi cadauno di armatura stradale a LED di potenza 28W con circuito di riduzione di potenza e di pannello bifacciale retroilluminato dim. 600x600mm per la realizzazione dei punti luce dei 2 attraversamenti pedonali di Via Casotti e del tratto stradale di Via Raffa da e per ex Ospedale Stellini: pali PA8, PA9, PA12 e PA13;
  - Nuova fornitura e posa di n. 1 sostegno del tipo a sezione poligonale in 2 tronchi ad incastro Hf.t.=15mt in acciaio zincato e/o verniciato, comprensivo di n. 5 armature stradali a LED di potenza 107W con circuito di riduzione di potenza, per la realizzazione dei punti luce della rotatoria: torre faro
  - Nuova fornitura e posa di n. 4 strisce a LED da installarsi all'interno dei cordoli prefabbricati in c.a.v., anch'essi di nuova fornitura e posa, per l'illuminazione della circonferenza interna della rotatoria.
  - Nuova fornitura e posa di conduttori dorsali del tipo FG16OR16 sezione 2x6mmq per la formazione di n. 4 circuiti elettrici dorsali: accensioni "TFR" (torre faro/poligonale) "CP-EUR" (ciclopedonale e entrate/uscite rotatoria) "AP" (attraversamenti pedonali) e "SL" (strisce led interno circonferenza rotatoria).

L'impianto è stato progettato 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.

## **2.2 Distanziamento dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata**

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.

Le opportune distanze sono dettate nella 64-7 art 3.6.1 con riferimento alle note:

- 1) Al fine di evitare interferenze con il regolare traffico veicolare i sostegni ed ogni altra parte dell'impianto fino ad un'altezza di 5 m dalla pavimentazione della carreggiata è opportuno che siano posizionati:
  - a. nelle strade urbane ad una distanza orizzontale di almeno 50cm dal limite della carreggiata. Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada, tenendo conto di eventuali disposizioni di legge e/o Comunali, della situazione ambientale e del traffico veicolare consentito;

b. nelle strade extra urbane, di regola, ad una distanza orizzontale di almeno 140 cm dal limite della carreggiata. Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada qualora la configurazione della banchina non consenta il distanziamento indicato.

- 2) Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia una larghezza di almeno 90cm. (D.M. 14/06/89, n. 236 art. 8.2.1).

In riferimento a quanto prescritto dalla norma sopraccitata, avendo considerato le strade afferenti alla rotatoria come strade urbane di quartiere, il posizionamento di progetto dei pali è stato eseguito come indicato di seguito:

- pali per l'illuminazione della ciclopedonale, degli ingressi/uscite dalla rotatoria e degli attraversamenti pedonali: a metà dello spartitraffico, di larghezza esterna pari a 80cm e di separazione tra la ciclopedonale e la strada urbana di Via Raffa. Lo spartitraffico dista dal limite della carreggiata 50cm. Pertanto la distanza tra centro palo e limite della carreggiata è pari a 90cm e soddisfa i requisiti della norma CEI 64-7 art. 3.6.1 (Distanza tra centro palo e limite carreggiata =  $50\text{cm} + 40\text{cm} (80\text{cm}/2) = 90\text{cm} > 50\text{cm}$ ). I pali così installati, consentono di usufruire interamente di tutta la larghezza della ciclopedonale, pari a 250cm (2,5mt) andando a soddisfare la larghezza minima dei 90cm previsti dal D.M. 14/06/89, n. 236 art. 8.2.1.

### **2.3 Barriere stradali di sicurezza**

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

Il palo di illuminazione della rotatoria è da considerare come ostacolo fisso e deve perciò essere obbligatoriamente (come citato sul Nuovo codice della Strada) o protetto con barriere di sicurezza o posizionato ad una distanza di sicurezza dal ciglio esterno della carreggiata.

La barriera di sicurezza può non essere obbligatoria qualora il palo sia installato 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.

In riferimento ai codici, ai decreti e alle norme qui sopraccitate, è stato previsto, come da scelte progettuali illuminotecniche seguenti, di utilizzare un unico palo centrale per l'illuminazione della rotatoria con distanza dal margine della carreggiata di 1250cm (12,5mt) pari al raggio misurato tra il centro della rotatoria ed il cordolo della stessa (1200cm = 12mt) a cui si deve sommare la distanza tra cordolo e limite della carreggiata (50cm).

La scelta installativa adoperata per il palo, del tipo poligonale/torre faro, soddisfa i requisiti di distanziamento normativi, così come il posizionamento del quadro di alimentazione del Sistema STRILED per l'illuminazione dei cordoli rotatoria con strisce a LED.

### **3. PARAMETRI ILLUMINOTECNICI**

#### **3.1 Zone di studio**

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

Nella presente progettazione le zone di studio sono:

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

#### **3.2 Classificazione stradale e categoria illuminotecnica di ingresso**

La classificazione illuminotecnica è stata eseguita sulla base della categoria di ingresso della Norma UNI 11248.

In merito, 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 e banchine
- 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.

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 <sup>-1</sup> ]	Categoria luminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	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) <sup>1)</sup>	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 <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	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 <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>100</sup>.  
 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 5.3.  
 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<sup>(10)</sup>**

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
A1	Autostrade extraurbane	2	2	2	1 100	
	Autostrade urbane	2	2	2	1 550	
A2	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" e "extraurbana secondaria"
E	Strade urbane di quartiere	1	1	2	800	Proseguimento del e 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.

### 3.3 Categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio

L'analisi dei parametri di influenza è stata condotta dallo scrivente progettista all'interno dell'analisi del rischio.

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 come nel presente progetto e 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 <sup>1)2)</sup>	1
Segnaletica cospicua <sup>3)</sup> 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 <sup>[5]</sup> .	

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 ha individuato i parametri di influenza applicabili e definito le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi, con evidenziati i criteri e le fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi è consistita 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 è suddivisa in più fasi:

- valutazione dello stato esistente e determinazione di 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 è stata valutata per la portata di servizio massima della strada, indipendentemente dal flusso orario di traffico effettivamente presente e considerando i parametri del prospetto 2.

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.

prospetto 4 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	3
		(per flusso di traffico minore del 12,5%)	
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3	4
		(per flusso di traffico minore del 12,5%)	
	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 può essere pari a due categorie.

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

La classificazione illuminotecnica in ambito stradale ha avuto come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza nel rispetto dei 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] cd × m <sup>-2</sup>	$U_o$ [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.

### 3.4 Classificazione di zone di conflitto, piste ciclabili e marciapiedi

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

### 3.5 Requisiti 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 ( $U_0$ ) sono stati calcolati e misurati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4.

La limitazione dell'abbagliamento debilitante è stata ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo la categoria G\*3 (prospetto A.1 Categorie di intensità luminosa come da allegato seguente).

prospetto A.1 **Categorie di Intensità luminosa**

Categoria	Intensità luminosa <sup>a)</sup> 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 <sup>b)</sup>	a 80° e oltre <sup>b)</sup>	a 90° e oltre <sup>b)</sup>	
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° <sup>b)</sup> pari a zero <sup>c)</sup>
G*5	350	100	10	Intensità luminose per angoli maggiori di 95° <sup>b)</sup> pari a zero <sup>c)</sup>
G*6	350	100	0 <sup>c)</sup>	Intensità luminose per angoli maggiori di 90° <sup>b)</sup> pari a zero <sup>c)</sup>

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 è stata ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo la categoria D6 dell'appendice A della UNI EN 13201-2.

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

### 3.6 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<sub>min</sub>), e l'uniformità generale dell'illuminamento emisferico (U<sub>g</sub>) sono stati 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.

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	
	$\bar{E}$ <sup>a)</sup> [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.

Per le intersezioni a rotatoria, a raso lineari, l'illuminazione è stata progettata 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.

In merito sono state tenute in considerazione la presenza rilevante di pedoni nei marciapiedi, la categoria illuminotecnica di ingresso della zona di studio, 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.

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 categorie EV del prospetto 6 sono state previste come categorie complementari in situazioni dove è necessario vedere superfici verticali, come applicato per gli attraversamenti pedonali.

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.

Alle categorie illuminotecniche fin qui individuate si aggiunge la categoria illuminotecnica specificata nel prospetto 7 utilizzata per gli attraversamenti pedonali.

prospetto 7 **Categorie illuminotecniche addizionali**

Categoria illuminotecnica										
Categoria illuminotecnica individuata	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	
	-	-	-	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Categoria illuminotecnica addizionale	-	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

### 3.7 Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Con zona di studio avente categoria illuminotecnica di tipo M, per la quale la conformazione della strada non consente il calcolo della luminanza media si sono adottate le categorie illuminotecniche come specificato nel prospetto 6 della UNI 11248.

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

La zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento.

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, S1, 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, S1, 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	$S_1 > 0,4$

#### **4. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

Le strade e le aree in questione verranno dotate di un impianto di illuminazione pubblica costituito essenzialmente da punti luce su sostegni metallici dotati di lampade a LED.

Gli obiettivi principali da raggiungere per gli impianti di illuminazione pubblica sono stati legati a fattori tecnici quali ad esempio:

- Il non arrecare disturbo visivo alle persone;
- Il consentire l'immediata percezione degli ostacoli come ad esempio ai pedoni e ai conduttori di veicoli;
- Il non alterare le caratteristiche dell'ambiente in cui sono inseriti in due situazioni distinte:
  - 1) Durante il giorno, quando la struttura dell'impianto deve formalmente conciliarsi con il contesto circostante;
  - 2) Durante la notte, quando è necessaria un'adeguatezza dei livelli di illuminamento senza creare ombre crude o di grandi dimensioni.

L'illuminazione stradale deve permettere agli automobilisti di circolare di notte con la massima sicurezza ed il più elevato comfort possibile.

L'obiettivo è quello di raggiungere un livello di illuminamento che permetta di percepire distintamente, localizzandoli con certezza ed in tempo utile, i punti singolari della strada e degli ostacoli senza l'aiuto dei fanali dell'autoveicolo.

Infatti, quando l'illuminazione della strada è dovuta solo ai fari di dotazione dell'autoveicolo si ha la prevalenza della visione di orientamento rispetto quella di riconoscimento, cosa che induce il guidatore alla falsa convinzione di viaggiare in sicurezza.

In realtà la sua visione dei dettagli è ridotta e permane alto il rischio di collisione visivo del conducente che comprende, in ordine di importanza decrescente:

- La carreggiata ed i suoi bordi;
- Le piazzole di sosta;
- Il cielo, ivi compresi i punti luminosi formati dalla superficie visibile dei corpi illuminanti e delle lampade.

Più frequentemente e più semplicemente, la percezione degli ostacoli si ottiene con l'effetto silhouette: l'ostacolo si distacca come ombra scura sul fondo chiaro.

Poiché non si conosce a priori la natura dell'ostacolo, sono stati presi tutti i provvedimenti utili affinché il contrasto sia sufficiente.

La possibilità di percepire degli ostacoli in contrasto è influenzata da:

- Il livello medio di Luminanza del manto stradale;
- L'uniformità di detta Luminanza;
- L'illuminazione dei bordi e dei dintorni della strada;
- La limitazione dell'abbagliamento causato dall'installazione (abbagliamento molesto).

L'impianto di illuminazione è stato progettato affinché soddisfi, inoltre, le esigenze di guida visiva, in larga misura determinata:

- dalla disposizione dei centri luminosi;
- dalla loro successione geometrica;
- dalla loro intensità luminosa;
- dal colore della luce emessa.

Il calcolo illuminotecnico ha avuto il compito di valutare se l'illuminamento ottenuto è rispondente ai parametri illuminotecnici ed i criteri adottati.

## 5. CLASSIFICAZIONE ROTATORIA

### 5.1 Classificazione delle strade afferenti alla rotatoria

Nel presente progetto sono presenti n.4 strade afferenti classificate di tipo "E" per la SP49 Via Raffa lato da centro paese – Via Brancon ed "F" per Via Raffa lato da Ex Ospedale – Via Casotti 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_Via Raffa (lato proveniente da centro paese)	E – Urbana di quartiere	50	M3
2_Via Casotti	F - Locale extraurbana	50	M4
3_Via Raffa (lato proveniente da Ex Ospedale Stellini)	F - Locale extraurbana	50	M4
4_Via Brancon	E – Urbana di quartiere	50	M3

### 5.2 Determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio rotatoria

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

- compito visivo normale: -1 non ci sono ostacoli rilevanti
- flusso di traffico ridotto (non considerato): 0

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Riduzione categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	Lm (luminanza media mantenuta)	Uo	Ui
1	M3	1	M4	0,75	0,40	0,6 0
2	M4	1	M5	0,50	0,35	0,40
3	M4	1	M5	0,50	0,35	0,40
4	M3	1	M4	0,75	0,40	0,6 0

Dove:

Lm = valore medio di luminanza del manto stradale;

Uo = rapporto tra Luminanza minima e media;

Ui = valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia della carreggiata.

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 E, velocità pari a 50Km/h, zona di transizione pari a circa 42mt

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

### 5.3 Classificazione rotatoria

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  $0,05 \text{ sr}^{-1} < \text{QO} < 0,08 \text{ sr}^{-1}$ , 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 (illuminamento media mantenuto) lux	Uo
1	M3	C3	C2	20	0,4

### 5.4 Scelte progettuali adottate per la rotatoria

#### Scelta degli apparecchi di illuminazione

Lampade a LED da 107 W – Flusso luminoso minimo  $\Phi = 16036 \text{ lm}$

Apparecchi illuminanti con ottica asimmetrica  $50^\circ$  (nel rispetto dell'art. 9 comma 6 della L.R. n. 17 del 07/08/2009 "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")

Lampada LED 72 pilotati a 700mA con circuito di riduzione di potenza autonomo attivo 3 ore prima e 5 ore dopo la mezzanotte calcolata (nel rispetto dell'art. 9 comma 2 d e 6 della L.R. n. 17 del 07/08/2009 "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")

Efficienza luminosa apparecchi  $150 \text{ lm/W} > 90 \text{ lm/W}$  (nel rispetto dell'art. 9 comma 2 b della L.R. n. 17 del 07/08/2009)

Angolo di inclinazione dell'apparecchio di illuminazione sulla strada  $\alpha = 0^\circ$

Altezza dei centri luminosi  $H \geq 1 \div 1,2 \text{ l}$

Distanza tra la verticale del centro luminoso e il limite opposto della carreggiata (limite carreggiata attorno anello rotatoria)  $l = 12 \text{ m}$

Distanza tra i centri luminosi  $d = 3,5 \times H$ ;

#### Calcolo altezza H centri luminosi

FORMULA:  $H \geq 1 \div 1,2 \text{ l}$

$H = 1,0 \div 1,2 \times 12 = 12 \div 14,4 \text{ m.} \approx 15 \text{ m}$  (altezza fuori terra) **condizione verificata.**

#### Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Corpo in alluminio stampato ad iniezione, grigio chiaro 150 sabbiato testurizzato simile colore RAL 9006;

Schermo di chiusura con vetro temprato spessore 4 mm;

Sistema di fissaggio con staffa di montaggio reversibile su traversa circolare.

## 6. CLASSIFICAZIONE PISTA CICLOPEDONALE

### 6.1 Classificazione pista ciclopedonale

Come da prospetto 1 della norma UNI 11248, viene classificata come:

Strada	Tipo di strada	Limite Velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di Ingresso
Pista ciclopedonale	Fbis - Itinerari ciclopedonali	Non dichiarato	P2

### 6.2 Analisi dei rischi e determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio della pista ciclopedonale

Essendo presente un sottopasso con variazione di quota dell'itinerario, si decide di aumentare di un punto la categoria illuminotecnica di progetto ed esercizio:

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Aumento categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	E (minimo mantenuto) lux	Emin (mantenuto)
1	P2	1	P1	15,0	3,0

### 6.3 Scelte progettuali adottate per la pista ciclopedonale

*Scelta degli apparecchi di illuminazione*

Lampade a LED da 28 W – Flusso luminoso minimo  $\Phi = 3486$  lm

Apparecchi illuminanti con ottica Cut-off (categoria G\*3 del prospetto A.1)

Lampada LED 12 pilotati a 700mA, con circuito di riduzione di potenza autonomo attivo 3 ore prima e 5 ore dopo la mezzanotte calcolata (nel rispetto dell'art. 9 comma 2 d e 6 della L.R. n. 17 del 07/08/2009 "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")

Efficienza luminosa apparecchi 125 lm/W > 90 lm/W (nel rispetto dell'art. 9 comma 2 b della L.R. n. 17 del 07/08/2009)

Angolo di inclinazione dell'apparecchio di illuminazione sulla strada  $\alpha = 0^\circ$

Altezza dei centri luminosi  $H \geq 1 \div 1,2 I$

Distanza tra la verticale del centro luminoso e il limite opposto della carreggiata  $I = 3,45$  m

Distanza tra i centri luminosi  $d = 3,5 \times H$

*Calcolo altezza H centri luminosi*

FORMULA:  $H \geq 1 \div 1,2 I$

$H = 1,0 \div 1,2 \times 3,45 = 3,45 \div 4,15$  m.  $\approx 5$  m (altezza fuori terra) **condizione verificata**

*Calcolo distanza d tra centri luminosi*

FORMULA:  $d = 3,5 \times H$

$d = 3,5 \times 5 = 17,5 \text{ m.}$

**Per effetto della conformazione della pista ciclopedonale e tenuto conto dei calcoli illuminotecnici effettuati interassi variabili da 17,0 ÷ 20,0 m**

*Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione*

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Corpo in alluminio stampato ad iniezione UNI EN AC-47100 verniciato a polveri antracite simile colore RAL 7043;

Schermo di chiusura con vetro trasparente spessore 6 mm;

Sistema di fissaggio a palo diam. 60 mm a testa palo.

*Sporgenza dei centri luminosi*

Con la tipologia di lampada a LED, il controllo del flusso luminoso da parte dell'ottica degli apparecchi considerati è sicuramente più efficace e pertanto si può tranquillamente rinunciare alla sporgenza e adottare la soluzione con sostegni diritti e plafoniera posizionata a testa palo.

## **7. CLASSIFICAZIONE ATTRAVERSAMENTI PEDONALI**

### **7.1 Riferimenti Normativi**

Ai fini dell'ideale scelta progettuale, oltre alle normative indicate nei parametri illuminotecnici sopra elencati, si sono utilizzate anche le linee guida UNI/TS 11726 riconducibili al campo di applicazione della Norma UNI 11248.

Si elencano di seguito i termini e le definizioni per le zone di calcolo utilizzate ai fini progettuali:

#### *Zona di attesa*

tratto adiacente alla carreggiata ove il pedone staziona in attesa di attraversare la strada.

nota: ad esempio la parte del marciapiede confinante con la carreggiata in prossimità di un attraversamento pedonale è una zona di attesa.

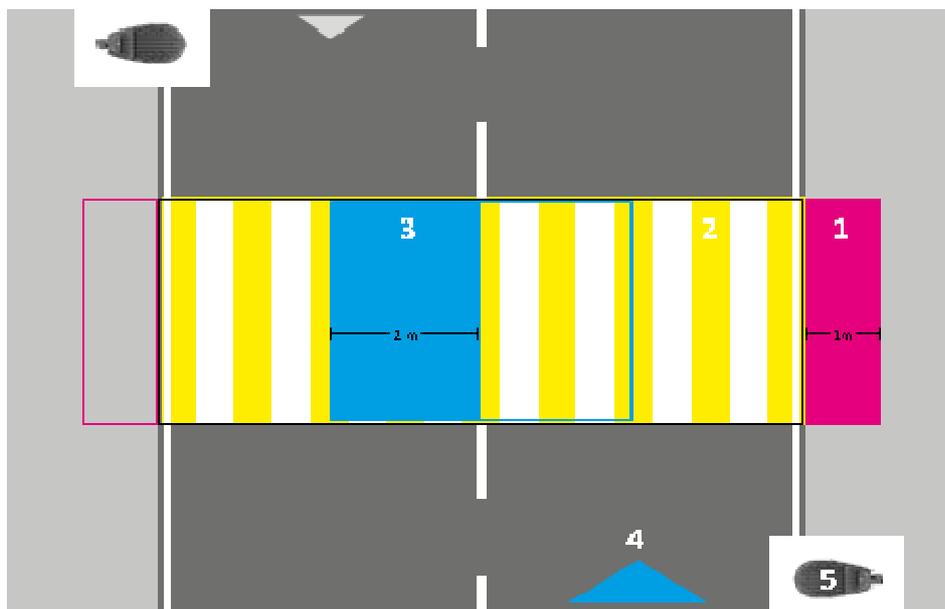
#### *Zona di attraversamento*

tratto trasversale della carreggiata ove il pedone transita per attraversare la strada.

nota: le strisce pedonali sono la zona di attraversamento

#### *Zona di presa in carico*

nelle strade a doppio senso di marcia, parte della zona di attraversamento nella corsia con senso di marcia opposto a quello preso come riferimento, ove il pedone, in movimento, deve essere visto



Nella figura di riferimento delle zone sono evidenziate le parti relative al senso di marcia della corsia di destra:

1. *Zona di attesa*
2. *Zona di attraversamento*
3. *Zona di presa in carico*
4. *Corsia di marcia*
5. *Corpo illuminante*

Per la scelta della categoria illuminotecnica si applica il prospetto seguente:

STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ZONA DI STUDIO PER L'ATTRAVERSAMENTO PEDONALE
M1	-
M2	EV1 (50 LUX MIN.)
M3	EV2 (30 LUX MIN.)
M4	EV2 (30 LUX MIN.)
M5	EV3 (10 LUX MIN.)
M6	EV3 (10 LUX MIN.)

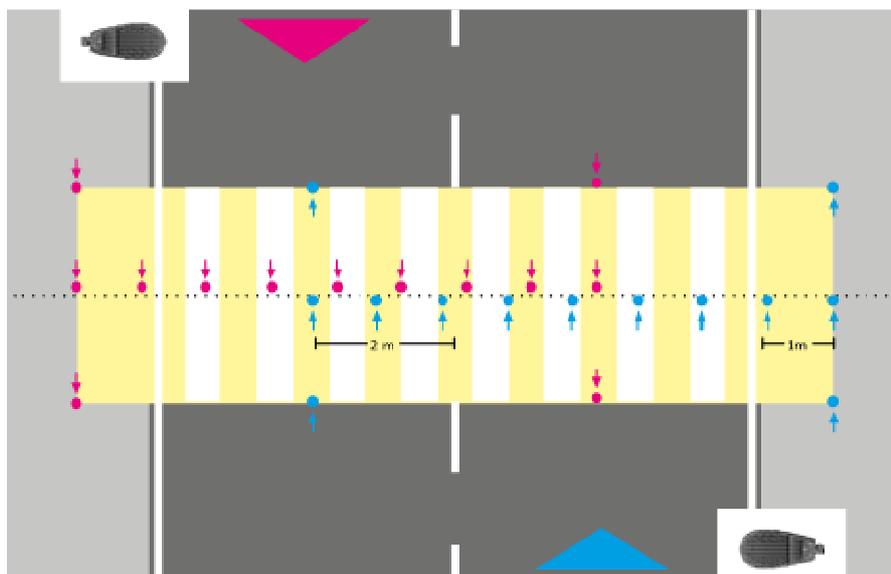
## 7.2 Parametri di calcolo

La griglia di calcolo è composta da una serie di punti lungo l'asse trasversale della strada, passante per il centro della zona di studio dell'attraversamento pedonale, che hanno un'interdistanza costante non superiore a 1m; tutti i punti sono su un piano ad altezza di 1m rispetto a piano stradale.

Devono essere considerati ulteriori 4 punti, 2 sono piazzati ai vertici esterni della zona di attesa e altri 2 ai due vertici esterni della zona di presa in carico (rispetto alla linea che separa i due sensi di marcia).

Tutti questi punti misurano un illuminamento verticale e devono quindi essere orientati verso il traffico in avvicinamento.

Il valore di illuminamento verticale minimo dei punti sull'asse deve essere pari o superiore a quello della categoria prescelta mentre quello dei 4 punti esterni deve essere maggiore o uguale al 15% del valore minimo ottenuto sui punti in asse.



#### *Area di Misurazione*

Nel ns. caso sono state considerate le strade a doppio senso di circolazione.

Queste partono dal limite destro della zona di attesa, a destra rispetto al senso di marcia preso come riferimento e terminano al limite sinistro della zona di presa in carico, riferita al senso di marcia preso come riferimento.

#### *Regole per l'illuminazione su richiesta*

Alla richiesta del pedone, viene attivato un incremento nei livelli di illuminazione, pari almeno a una categoria illuminotecnica (prospetto 1) per rendere maggiormente percepibile l'attraversamento pedonale e il pedone stesso al guidatore dell'eventuale veicolo incrociante.

#### *Segnaletica cospicua*

La segnaletica cospicua rappresenta un ulteriore mezzo per segnalare all'automobilista la presenza dell'attraversamento pedonale soprattutto durante il giorno.

Ai fini progettuali si è optato per la seguente segnaletica:

- segnaletica retroilluminata: classe minima L2 secondo uni en 12899-1

### **7.3 Determinazione categoria illuminotecnica di progetto/esercizio degli attraversamenti pedonali**

Per la scelta della categoria illuminotecnica degli attraversamenti pedonali sono state considerate le strade interessate dagli stessi, ovvero Via Raffa, lato ex Ospedale e Via Casotti.

	Classificazione illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica zona di studio per l'attraversamento pedonale	Aumento categoria illuminotecnica di ingresso	Classificazione illuminotecnica di progetto esercizio	Categoria illuminotecnica zona di progetto/esercizio
Strada					
2_Via Casotti	M4	EV2	1	<b>M3</b>	<b>EV2</b>
3_Via Raffa (lato proveniente da Ex Ospedale Stellini)	M4	EV2	1	<b>M3</b>	<b>EV2</b>

Il valore della categoria illuminotecnica è lo stesso anche con innalzamento della classificazione illuminotecnica di ingresso ed è valido anche per l'illuminazione su richiesta.

Per l'illuminamento verticale classe EV si richiedono i seguenti valori di cui al prospetto 6 della Norma UNI EN 13201-2.

Categoria illuminotecnica zona di progetto/esercizio	E (minimo mantenuto) lux
EV2	30

## 7.4 Scelte progettuali adottate per gli attraversamenti pedonali

### *Scelta degli apparecchi di illuminazione*

Lampade a LED da 28 W – Flusso luminoso minimo  $\Phi = 10659$  lm

Apparecchi illuminanti con ottica IVS

Lampada LED 36 pilotati a 700mA, con circuito di riduzione di potenza autonomo attivo 3 ore prima e 5 ore dopo la mezzanotte calcolata (nel rispetto dell'art. 9 comma 2 d e 6 della L.R. n. 17 del 07/08/2009 "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")

Efficienza luminosa apparecchi 136 lm/W > 90 lm/W (nel rispetto dell'art. 9 comma 2 b della L.R. n. 17 del 07/08/2009)

Angolo di inclinazione dell'apparecchio di illuminazione sulla strada  $\alpha = 0^\circ$

Altezza dei centri luminosi  $H \geq 1 \div 1,2$  l

Distanza tra la verticale del centro luminoso e il limite opposto della carreggiata  $l = 4,55$  m

### *Calcolo altezza H centri luminosi*

FORMULA:  $H \geq 1 \div 1,2$  l

$H = 1,0 \div 1,2 \times 4,45 = 4,45 \div 6,45$  m.  $\approx 6$  m (altezza fuori terra) **condizione verificata**

### *Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione*

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Corpo in alluminio stampato ad iniezione verniciato a polveri antracite simile colore RAL 7043

Schermo di chiusura con vetro trasparente spessore 5 mm

Sistema di fissaggio a palo diam. 60 mm a testa palo

### *Sporgenza dei centri luminosi*

Con la tipologia di lampada a LED, il controllo del flusso luminoso da parte dell'ottica degli apparecchi considerati è sicuramente più efficace e pertanto si può tranquillamente rinunciare alla sporgenza e adottare la soluzione con sostegni diritti e plafoniera posizionata a testa palo.

## **8. RIEPILOGO RISULTATI DI DIMENSIONAMENTO E DELLE SCELTE PROGETTUALI**

### *Rotatoria:*

n. 5 punti luce su sostegno in acciaio S235JR conforme alla EN 10025, zincato a caldo ISO 1461, tipo poligonale (torre faro) alto fuori terra 15m costituiti da n. 5 armature stradali tipo THORN AREAFLLOOD PRO 96644961 munite ciascuna di lampade LED da 107W ed installate su traversa circolare fissata sulla testa del sostegno.

Impianto accensione "TFR" alimentato da circuito monofase fase + neutro 230 V con conduttori dorsali di tipo cavo FG16OR16 di sezione 2x6mmq derivato da nuovo quadro generale di comando e protezione circuiti di illuminazione rotatoria e pista ciclopedonale QIRSP49.

### *Pista ciclopedonale:*

n. 7 punti luce su sostegno in acciaio S235JR conforme EN 10025, zincato a caldo ISO 1461, verniciato su richiesta, tipo palo conico alto fuori terra 5m costituiti cadauno da n. 1 armatura stradale tipo THORN FLOW 96666278, munita di lampade LED da 28W.

n. 2 punti luce su sostegno in acciaio S235JR conforme EN 10025, zincato a caldo ISO 1461, verniciato su richiesta, tipo palo conico alto fuori terra 8m costituiti cadauno da n. 1 armatura stradale tipo THORN ISARO PRO 96276041, munita di lampade LED da 78W (illuminazione pista ciclopedonale + entrata/uscita rotatoria da Via Raffa, lato proveniente da centro paese e da Via Casotti).

Impianto accensioni "CP" e "EUR" alimentato da circuito monofase fase + neutro 230 V con conduttori dorsali di tipo cavo FG16OR16 di sezione 2x6mmq derivato da nuovo quadro generale di comando e protezione circuiti di illuminazione rotatoria e pista ciclopedonale QIRSP49.

### *Attraversamenti pedonali:*

n. 4 punti luce su sostegno in acciaio S235JR conforme EN 10025, zincato a caldo ISO 1461, verniciato su richiesta, tipo palo rastremato dritto alto fuori terra 6m costituiti cadauno da n. 1 armatura stradale tipo THORN ISARO PRO SMALL, munita di lampade LED da 78W.

Impianto accensione "AP" alimentato da circuito monofase fase + neutro 230 V con conduttori dorsali di tipo cavo FG16OR16 di sezione 2x6mmq, derivato da nuovo quadro generale di comando e protezione circuiti di illuminazione rotatoria e pista ciclopedonale QIRSP49.

All'impianto saranno allacciati anche i pannelli retroilluminati LED bifacciale di ciascun palo per la segnaletica cospicua secondo UNI EN 12899-1 degli attraversamenti pedonali.

Alle opere qui sopra elencate, oggetto di dimensionamento, vanno aggiunte quelle previste nella descrizione sommaria delle opere ed elencate nel computo metrico di progetto, ai fini di un miglioramento dell'opera.

## **9. DATI TECNICI GENERALI DELL'IMPIANTO**

• Tensione Nominale di prelievo	:	230 V
• Frequenza	:	50 Hz
• Sistema di neutro	:	TT
• Sistema di distribuzione	:	F-N
• Tensione di alimentazione dei centri luminosi	:	230 (F-N)
• Potenza impegnata prevista	:	2,46 KW
• Corrente c.c. conv. nel punto di allaccio	:	6 KA
• Categoria di sistema	:	CL. II
• Grado di protezione minimo app. esterni	:	IP44
• Contemporaneità di funzionamento impianto	:	100%

## **10. CRITERI DI SICUREZZA ED ELEMENTI PER LA PROGETTAZIONE ELETTRICA**

### **10.1 Sezionamento**

Il quadro elettrico di comando sarà dotato di dispositivi di sezionamento generale e per ciascuna linea in partenza su tutti i conduttori attivi.

### **10.2 Protezione contro i corto circuiti**

I cavi e i conduttori sono protetti a monte contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi tramite idonei interruttori automatici magnetotermici al fine di ridurre gli effetti elettrodinamici e termici sulle condutture in caso di guasto.

E' stata prevista la protezione contro i c.c. su ogni singolo punto luce mediante l'installazione, entro idonea morsettiera a doppio isolamento, ubicata entro il palo di sostegno, di un sezionatore con fusibili; tale scelta migliorerà la sicurezza degli impianti e proteggerà il singolo punto luce senza influenzare, in caso di guasto, l'intero impianto.

I conduttori sono stati dimensionati sulla base delle curve di intervento degli interruttori automatici posti a monte.

Non è stata presa in esame la protezione contro i sovraccarichi, in quanto gli impianti di illuminazione pubblica si considerano non soggetti a sovraccarico.

### **10.3 Protezione contro i contatti indiretti**

La protezione contro i contatti indiretti è garantita da con l'impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente secondo la Norma CEI 64-8.

Per una sicurezza ridondante sono stati installati nel quadro generale di protezione e comando "QIRSP49" dispositivi differenziali con corrente nominale  $I_{dn}=0,3A$

Essendo l'impianto di illuminazione con **sistema TT** dovrà essere soddisfatta la seguente relazione:

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

dove

RE = è la resistenza del dispersore in ohm

I<sub>dn</sub> = è la corrente nominale in ampere in grado di fare intervenire il differenziale in un tempo ≤ 5 sec

Ai fini delle verifiche finali di impianto, per avere un perfetto coordinamento tra impianto di messa a terra e interruttori di protezione differenziali, la misura della **resistenza del dispersore** dovrà risultare, come segue:

$$RE \leq 50/I_{dn} \leq 50/0,3 \leq 166,66 \Omega$$

#### 10.4 Protezione contro i contatti diretti

Tutte le apparecchiature ed i componenti attivi devono essere protetti contro i contatti diretti con idonee barriere o distanziamenti in modo da avere un **grado di protezione minimo IPXXB**.

Per le barriere orizzontali e **gli involucri a portata di mano** devono avere un **grado di protezione minimo IPXXD**.

Gli elementi smontabili e installati a meno di 3 m. dal suolo devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi.

#### 10.5 Cadute di tensione

Per la caduta di tensione nelle linee si è applicata la **regola generale del 4%** ai sensi della Norma CEI 64-8 variante V3 ed in assenza di indicazione da parte del Committente.

#### 10.6 Protezione contro i fulmini

In generale non è necessaria la protezione dei sostegni metallici dei punti luce contro i fulmini in quanto sono autoprotetti.

Le norme stabiliscono che la protezione è richiesta se il calcolo probabilistico sulla necessità della protezione supera determinati parametri di rischio accettabile in merito a danni a persone e cose.

In genere il calcolo della necessità della protezione contro le scariche atmosferiche viene preso in considerazione quando:

- nelle vicinanze di un sostegno vi è una probabile permanenza di un numero elevato di persone
- il sostegno è di elevate dimensioni.

La protezione da fulmini dei singoli apparecchi illuminanti è invece garantita all'interno degli apparecchi stessi con modalità comune a impulso singolo da 10kV e multi impulso da 6/8kV a seconda della tipologia.

Per la protezione da fulmini a monte delle dorsali elettriche di illuminazione è stato riservato lo spazio per il cablaggio di un SPD di tipo 1 con livello di protezione  $U_p \leq 0,8 U_w$  per lunghezza di collegamento del dispositivo interno quadro  $\leq 0,5$  m .

#### 10.7 Distribuzione dei centri luminosi (punti luce)

Gli impianti verranno alimentati con circuiti monofasi.

### **10.8 Protezione contro le sollecitazioni meccaniche**

Le condutture e gli apparecchi esposti al pericolo di prevedibili sollecitazioni meccaniche od urti devono essere adeguatamente protetti, ad esempio, guard-rails, piazzole, cordoli, oppure opportunamente distanziati; nel ns. caso si sono adottate distanze di sicurezza come previsto nel paragrafo 2. Della presente relazione.

I componenti elettrici installati a portata di mano devono essere accessibili soltanto con l'impiego di attrezzi o chiavi particolari.

I diffusori, i rifrattori e gli schermi che chiudono il vano ottico devono essere in materiale avente adeguata resistenza all'urto in conformità alla Norma CEI EN 60598-1 e tutti gli altri componenti devono presentare analoga resistenza.

### **10.9 Distanziamenti**

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree non devono essere inferiori a:

- 1 m. dai conduttori di linee in classe I. Il distanziamento può essere ridotto a 0,5 m. quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo e in centro abitato.
- $(3+0.015 U)$  m. dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in KV.

Nel caso in cui parti dell'impianto in questione andranno ad interferire su alcune linee elettriche di M.T. (aeree o in cavo) di proprietà dell'ENEL, l'installatore in accordo con la D.D.L. e l'Amm.ne Appaltante dovrà valutare, in base alle distanze di rispetto reali, se installare o no il punto luce. Non possono essere eseguiti lavori in prossimità di linee elettriche aeree non isolate in tensione a distanza minore di 7,0 m., a meno che non si richieda la messa fuori servizio all'ente Distributore (ENEL, AGSM).

Al momento non sono state rilevate linee elettriche aeree interferenti con i sostegni di illuminazione di progetto.

### **10.10 Condotture dorsali di illuminazione**

Per la realizzazione delle condutture dorsali saranno utilizzati cavidotti per posa interrata, costituiti da **tubazioni di tipo flessibile in Polietilene, a doppia parete**, di diametro come da layout e/o particolari di progetto, **con resistenza alla compressione 450 N** e dovranno avere il marchio IMQ.

Non c'è limite di profondità minima di interramento per condutture contenenti linee di illuminazione stradale. Infatti non si applica il limite del metro di cui al D.P.R. 459/92 e successivo D.P.R. 610/96, in quanto la linea costituisce una pertinenza di esercizio della strada stessa.

Pertanto le condutture dovranno essere posate come indicato nei particolari di dettaglio facenti parte degli elaborati di progetto.

## 10.11 Giunzioni e derivazioni

Le giunzioni e le derivazioni dei punti luce verranno realizzate con morsettiere a doppio isolamento alloggiato all'interno dei pali entro apposite feritoie dim. 132x38 mm pali Hf.t.=5 m e dim. 186x46 mm pali Hf.t.=6 m e Hf.t.=8 m.

Le morsettiere dovranno avere morsetti di sezione massima 16 mmq e garantire la derivazione fino a 4 punti luce per ogni sostegno con l'alloggiamento di fusibile/i 8,5x31,5 mm da 10A sezionabile.

La feritoia dovrà essere chiusa con apposito portello in alluminio apribile con attrezzo.

Per i punti luce su pali esistenti oggetto di spostamento in nuova sede di progetto, le giunzioni dei circuiti alle dorsali di pubblica esistenti, salvo disposizioni diverse, potranno essere eseguite all'interno dei pozzetti di derivazione.

Esse dovranno garantire il doppio isolamento e un'elevata tenuta dielettrica nel tempo.

Le giunzioni nei pozzetti saranno del tipo RAYCHEM della ditta RaYtech S.r.l. o similare con chiusura a scatto riutilizzabile.

Tale tipo di giunzione è costituita da un involucro esterno apribile più volte, in cui all'interno alloggia un morsetto a pinzare a T, da stringere con apposita pinza a compressione, di sezione fino a 16 mmq passante e con possibilità di derivazione fino a 2.5 mmq .

L'utilizzo di questa giunzione permetterà in futuro di riutilizzare più volte lo stesso involucro per eventuali modifiche o manutenzioni dell'impianto.

Nell'effettuare la giunzione non sono ammesse riduzioni di sezione del conduttore per farlo entrare nel morsetto.

## 10.12 Caratteristiche del punto luce

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti avverrà mediante derivazione da cavi elettrici di dorsale bipolari di tipo FG16OR-0,6/1kV e di sezione uniformata a 2x6 mmq.

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

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

- PALO DI SOSTEGNO
- APPARECCHIO ILLUMINANTE A LED
- CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE

Di seguito è riportata la loro descrizione.

PALO TIPO DI ILLUMINAZIONE CICLOPEDONALE PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA7 e PA11: palo in acciaio S275JR zincato a caldo, di forma conica, altezza fuori terra Hf.t.=5,00 m, profondità di infissione 50 cm, altezza punto luce 5 m (testa palo), con protezione anticorrosiva termorestringente alla base; completo di asola per l'alloggiamento della scatola di derivazione, la scatola stessa in Classe II, con fusibile di protezione di taratura adeguata; il palo sarà installato ad una distanza non inferiore a quanto previsto dal layout di progetto allegato conformemente alle normative vigenti.

PALO TIPO DI ILLUMINAZIONE CICLOPEDONALE ENTRATA/USCITA ROTATORIA PA6 e PA10: palo in acciaio S275JR zincato a caldo, di forma conica, altezza fuori terra Hf.t.=8,00 m, profondità di infissione 80 cm, altezza punto luce 8,0 m (testa palo), con protezione anticorrosiva termorestringente alla base, completo

di asola per l'alloggiamento della scatola di derivazione, la scatola stessa in Classe II, con fusibile di protezione di taratura adeguata; il palo sarà installato ad una distanza non inferiore a quanto previsto dal layout di progetto allegato conformemente alle normative vigenti.

**PALO TIPO DI ILLUMINAZIONE ATTRAVERSAMENTI PEDONALI:** palo in acciaio S275JR zincato a caldo, di forma conica, altezza fuori terra Hf.t.=8,00 m., profondità di infissione 80 cm, altezza punto luce 6,0 m (testa palo), con protezione anticorrosiva termorestringente alla base, completo di asola per l'alloggiamento della scatola di derivazione, la scatola stessa in Classe II, con fusibile di protezione di taratura adeguata; il palo sarà installato ad una distanza non inferiore a quanto previsto dal layout di progetto allegato conformemente alle normative vigenti.

**PALO DI ILLUMINAZIONE ROTATORIA:** palo in acciaio S275JR zincato a caldo, di forma poligonale in 2 tronchi ad incastro forzato per sovrapposizione, altezza fuori terra Hf.t.=15,00 m., profondità di infissione 120 cm, altezza punto luce circa 15,0 m compresa la staffa di fissaggio dello stesso alla traversa circolare, con protezione anticorrosiva termorestringente alla base; il palo sarà installato al centro della rotatoria come previsto dal layout di progetto allegato conformemente alle normative vigenti.

**APPARECCHIO ILLUMINANTE CICLOPEDONALE ACC. "CP" PALI PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA7 e PA11:** Apparecchio per illuminazione stradale testapalo, 28W, classe II, grado di protezione IP66, con corpo in alluminio stampato a iniezione, diffusore piano in vetro trasparente, ottica asimmetrica Narrow Road (NR) alta efficienza luminosa delle sorgenti LED, temperatura di colore 4000°K .

**APPARECCHIO ILLUMINANTE CICLOPEDONALE ENTRATA/USCITA ROTATORIA ACC. "EUR" PALI PA6 e PA10:** Apparecchio per illuminazione stradale testapalo, 78W, classe II, grado di protezione IP66, con corpo in alluminio stampato a iniezione, diffusore piano in vetro, ottica asimmetrica Narrow Road (NR) alta efficienza luminosa delle sorgenti LED, temperatura di colore 4000°K .

**APPARECCHIO ILLUMINANTE ATTRAVERSAMENTI PEDONALI ACC. "AP" PALI PA8, PA9, PA12 e PA13:** Apparecchio per illuminazione stradale testapalo, 78W, classe II, grado di protezione IP66, con corpo in alluminio stampato a iniezione, diffusore piano in vetro, ottica IVS, alta efficienza luminosa delle sorgenti LED, temperatura di colore 4000°K .

**APPARECCHIO ILLUMINANTE ROTATORIA ACC. "TFR":** Apparecchio per illuminazione stradale montato su traversa circolare, 107W, classe II, grado di protezione IP66, con corpo in alluminio stampato a iniezione, diffusore piano in vetro temprato, ottica asimmetrica 50° alta efficienza luminosa delle sorgenti LED, temperatura di colore 4000°K .

**CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE:** i cavi per l'allacciamento della lampada sono di tipo FG16R/0,6-1 KV sez. 2x1,5 mmq, con protezione meccanica nel tratto palo-pozzetto in tubo flessibile diam. 50 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.

## **11. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E DEI DISPOSITIVI DI MANOVRA E DI PROTEZIONE DEI QUADRI**

### **11.1 Materiali e componenti**

I componenti degli impianti devono essere adatti all'ambiente per cui sono installati e devono in particolare resistere alle azioni meccaniche, chimiche, termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i componenti devono rispondere alle relative Norme CEI e alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL. L'apposizione del marchio di qualità sui materiali attesta la rispondenza degli stessi alle Norme CEI.

I gradi di protezione minimo dei componenti deve essere:

- IP57 per componenti interrati
- IP43 per componenti installati a meno di 3 m dal suolo
- IP23 per componenti ad altezza superiore a 3 m. se destinati a funzionare sotto la pioggia
- IP22 per componenti ad altezza superiore a 3 m. se destinati a funzionare al coperto
- IP55 per quadri elettrici.

Il livello di isolamento minimo verso terra dei componenti non deve essere inferiore a:

- per tensione  $U \leq 400V$ . per i cavi = 0.6/1 KV e la tensione di tenuta verso massa = 4 KV per 60 sec .

### **11.2 Conduttori**

I cavi con guaina previsti sono del tipo FG16OR16 0.6/1KV , conformi al regolamento CPR (UE 305/11) , ai sensi del D. Lgs. 106/17, di sezione riportata negli schemi elettrici allegati.

Le portate dei cavi sono calcolate secondo le prescrizioni dettate dalle Norme CEI 11-17 e secondo i dati tecnici riportati dalle tabelle UNEL 35011-72 per la scelta della corrente nominale in regime permanente a seconda del tipo di posa dei conduttori.

E' stato verificato che **le energie passanti, sia nel caso di  $I_{ccmax}$  ( 3f) che  $I_{ccmin}$  (f-n f-pe), sono tali da non compromettere i cavi elettrici** da surriscaldamenti e danneggiamenti dell'isolante e quindi sono adeguatamente protetti a monte da idonei interruttori automatici.

### **11.3 Dispositivi di manovra e protezione**

Per tutti i circuiti gli interruttori sono stati dimensionati in relazione alla corrente di impiego (escluso il transitorio), alla portata dei conduttori esistenti , al valore della corrente di c.c. e al valore del 5% max di c.d.t. della linea.

Sono stati scelti interruttori con curva di intervento di tipo "C" i quali si adattano maggiormente con le curve di sovraccaricabilità dei cavi in questione.

**Il potere di interruzione degli interruttori è stato previsto da 6 KA**, il quale **garantisce** che l'energia lasciata passare durante un cortocircuito non superi la nota relazione:  $I^2t \leq K^2S^2$ .

## 11.4 Quadri elettrici

Il nuovo quadro elettrico di protezione e comando e i gruppi misura dell' ENEL saranno alloggiati nel nuovo armadietto in SMC del tipo stradale come da layout di progetto.

Il quadro comando dovrà essere cablato secondo gli schemi elettrici di progetto nel rispetto delle Norme CEI 17-13 CEI-EN 60439-1 e CEI 23-51.

Ogni interruttore dovrà avere la propria targa di identificazione del proprio circuito.

Tutti i conduttori utilizzati per il cablaggio dovranno avere idonei capocorda.

E' consigliabile pinzare a pressione con apposita pinza i capocorda di sezione superiore a 35mmq.

I conduttori dovranno alloggiare in apposite canaline per il cablaggio di idonea dimensione che non permetta eventuali danneggiamenti o surriscaldamenti degli stessi.

Il riempimento massimo delle canalette di cablaggio non deve superare il 70% della sua sezione.

Il conduttore Neutro dovrà essere tassativamente di colore celeste.

Le morsettiere dovranno avere idonea numerazione ordinata ed essere posizionate ad un'altezza > di 20 cm .

Il quadro dovrà mantenere la classe II di isolamento previsto. Nel caso di forature o modifiche alla carpenteria del centralino o del quadro che possono compromettere il suo grado di protezione IP55, si dovranno adottare tutti quei provvedimenti necessari al fine di non ridurre il grado di protezione iniziale.

Al termine del cablaggio, che potrà essere del tipo AS o ANS, l'installatore dovrà fornire la dichiarazione di conformità secondo le Norme CEI 17-13 CEI-EN 60439-1 e CEI 23-51 ed apporre sul quadro la targa di identificazione dello stesso.

Dovranno inoltre essere apposte idonee targhe di identificazione del pericolo nei pannelli o barriere movibili che proteggono parti in tensione, del valore di tensione presente.

## **12. VERIFICHE E DOCUMENTAZIONI FINALI**

Ad impianto ultimato l'Appaltatore deve fornire al committente uno schema elettrico AGGIORNATO dell'impianto ed una planimetria nella quale siano elencate:

- L'ubicazione e caratteristiche dei centri luminosi e loro accessori;
- Posizione e caratteristiche degli apparecchi di comando;
- Caratteristiche delle linee di alimentazione.

La ditta appaltatrice, al termine dei lavori, dovrà fornire idoneo personale con strumenti per l'effettuazione delle seguenti prove:

- Verifica dei tempi di intervento e del funzionamento degli interruttori differenziali;
- Misura della caduta di tensione in fondo linea;
- Misura della resistenza di terra;
- Misura della resistenza di isolamento con un ohmmetro in grado di fornire con una tensione continua non inferiore a 500 V ;

Al momento della messa in funzione degli impianti la ditta dovrà fornire le seguenti documentazioni:

- nel caso in cui si apportassero modifiche durante la realizzazione dell'opera, consegna degli elaborati aggiornati (as-built) su supporto cartaceo ed informatico all'amministrazione committente. Dovrà essere affidato incarico specifico al tecnico (salvo diversi accordi) il quale provvederà alla stesura "in bella copia" della documentazione di cui sopra;
- Fornire una dichiarazione di conformità (in analogia a quella prevista dal D.M. 37/08) in cui si attesti che gli impianti sono stati eseguiti secondo progetto e secondo la regola dell'arte;
- Fornire un manuale d'uso e manutenzione dell'impianto realizzato

### **13. 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, 1500Vcc
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica  
- Linee in cavo
- CEI 17-13/1 CEI-EN 60439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per Bassa Tensione
- CEI EN 62305 - Guida 81-29 Protezione degli impianti di illuminazione a led contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulmini)
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale, requisiti prestazionali
- UNI EN 11248 Illuminazione stradale, selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 10819 Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso Luminoso
- UNI 10671 Apparecchi di illuminazione – Misure fotometriche
- CEI EN 60598 Apparecchi di illuminazione
- UNI EN 40 Sostegni per l'illuminazione: dimensioni e tolleranze

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;
- LEGGE REGIONALE n. 17 del 07 agosto 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" .

## **14. ALLEGATI**

Alla presente relazione tecnica, risultano allegati i seguenti documenti:

- Allegato 1: Calcoli illuminotecnici.

## **14.1 Allegato 1: Calcoli illuminotecnici**

### **ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGARA**

Data: 01.12.2020  
Redattore: Berardo Per. Ind. Luca

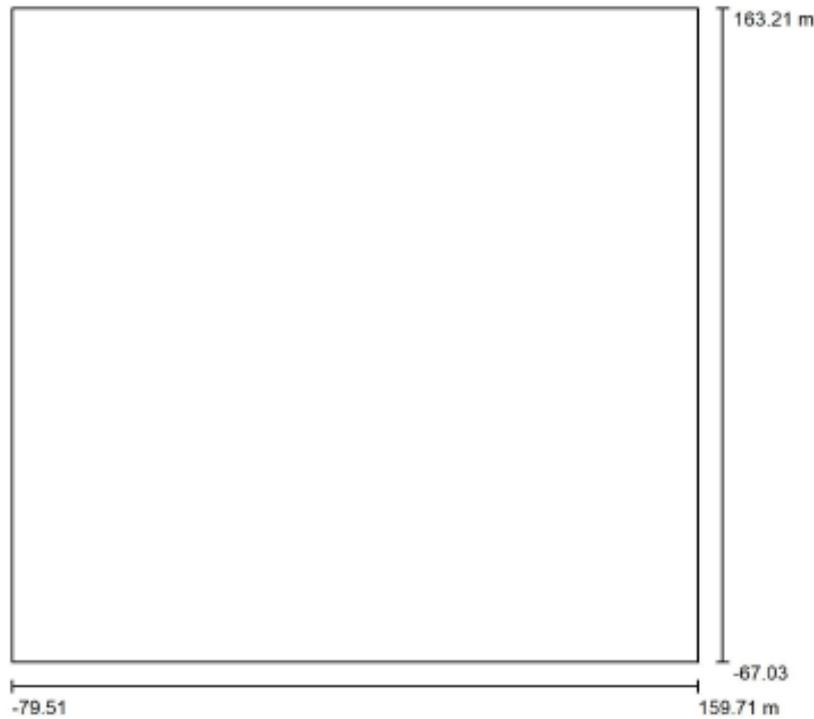
ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGAR

**DIALux**  
 01.12.2020

Berardo P.I. Luca  
 Progettista Impianti Elettrici  
 Via Molino di Sopra, n. 57  
 37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
 Telefono 3487472642  
 Fax  
 e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

### Rotatoria + imbocchi+ IVS / Dati di pianificazione



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

Scala 1:2135

#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	Thorn 96276041 IP 36L70-740 NR BPS CL2 M60 ANT [STD] (1.000)	10635	10635	78.0
2	5	Thorn 96644961 AFP M 72L50-740 A5 BPS CL2 GY [STD] (1.000)	16036	16036	107.0
3	7	Thorn 96666278 FW 12L70-740 NR BPS HFX CL2 T60F ANT [STD] (1.000)	3486	3486	28.0
4	4	Thorn Lighting IP 36L70-740 IVS C2 ISARO PRO S - 36 x Neutral White 4000K LED 700mA - IVS Optic - CL2 (1.000)	10659	10659	78.0
Totale:			211028	211028	1511.0

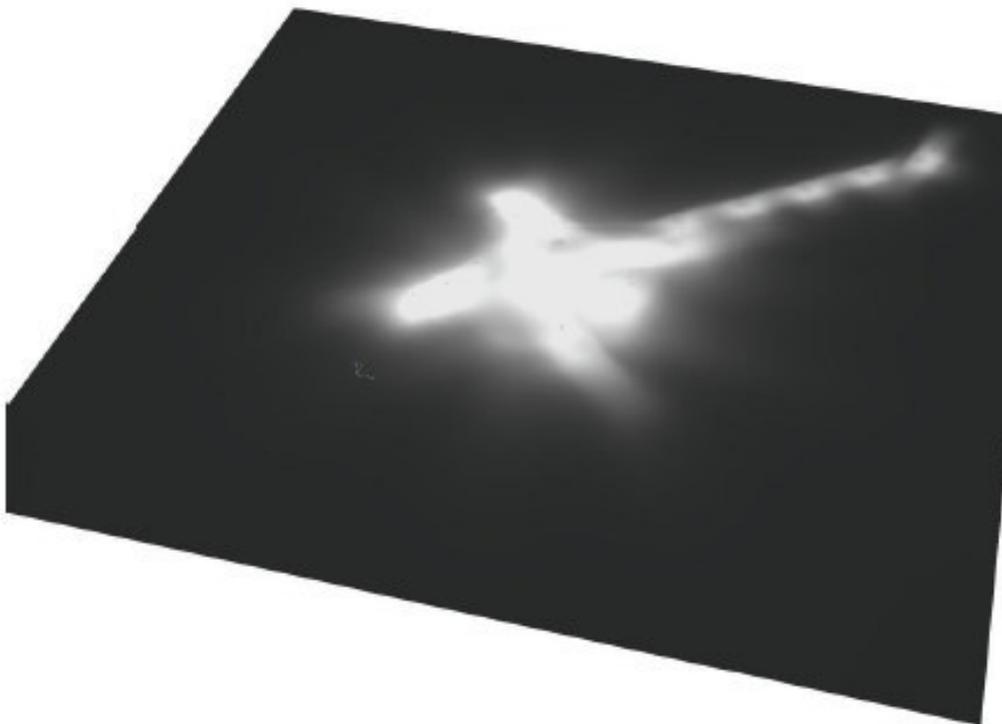
ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGARA

**DIALux**  
01.12.2020

Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

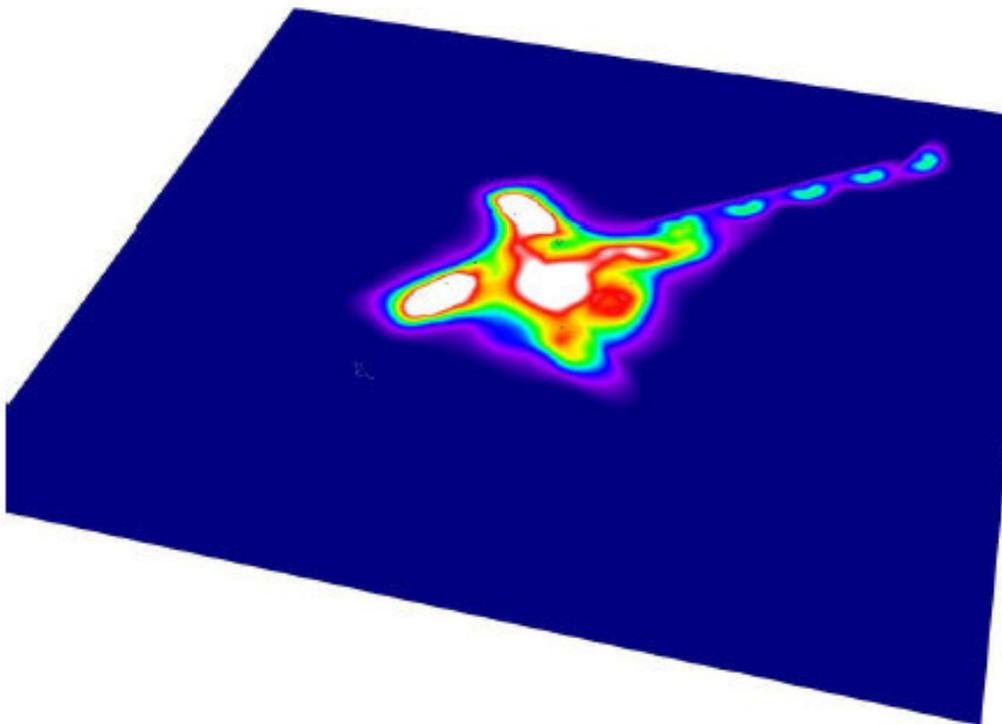
### Rotatoria + imbocchi+ IVS / Rendering 3D



Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

**Rotatoria + imbocchi+ IVS / Rendering colori sfalsati**

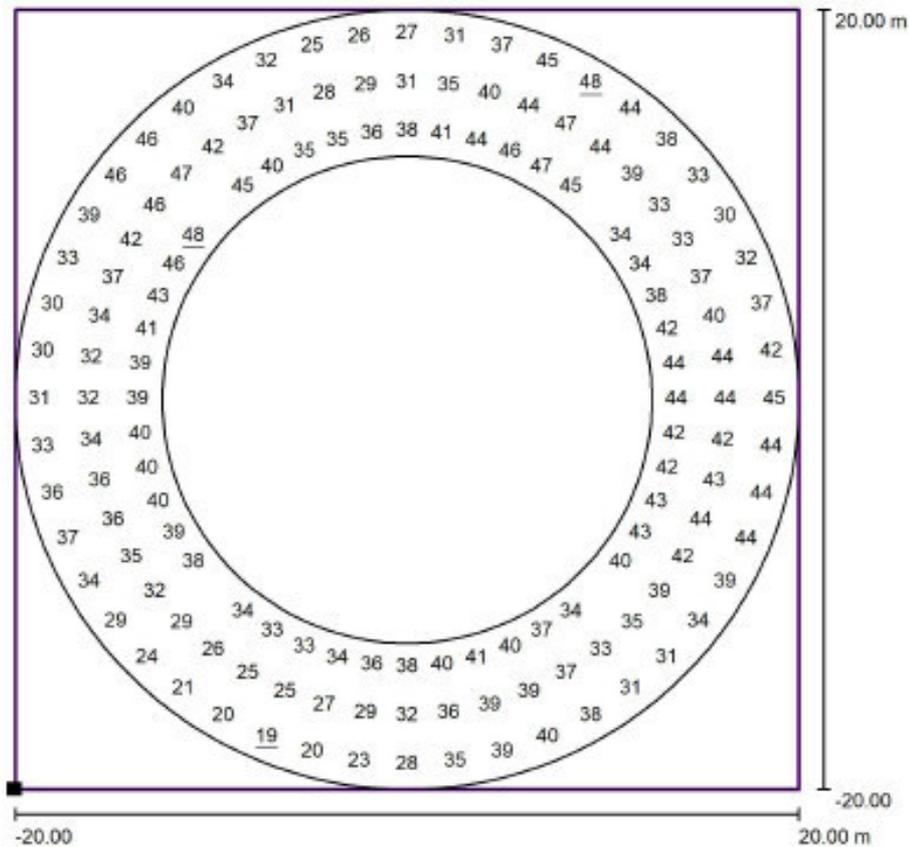


lx

Berardo P.I. Luca  
 Progettista Impianti Elettrici  
 Via Molino di Sopra, n. 57  
 37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
 Telefono 3487472642  
 Fax  
 e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

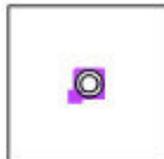
**Rotatoria + imbocchi+ IVS / Griglia di calcolo 1 / Grafica dei valori (E, perpendicolare)**



Valori in Lux, Scala 1 : 321

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella  
 scena esterna:  
 Punto contrassegnato: (20.134 m,  
 28.093 m, 0.000 m)



Reticolo: 48 x 3 Punti

$E_m$  [lx]  
37

$E_{min}$  [lx]  
19

$E_{max}$  [lx]  
48

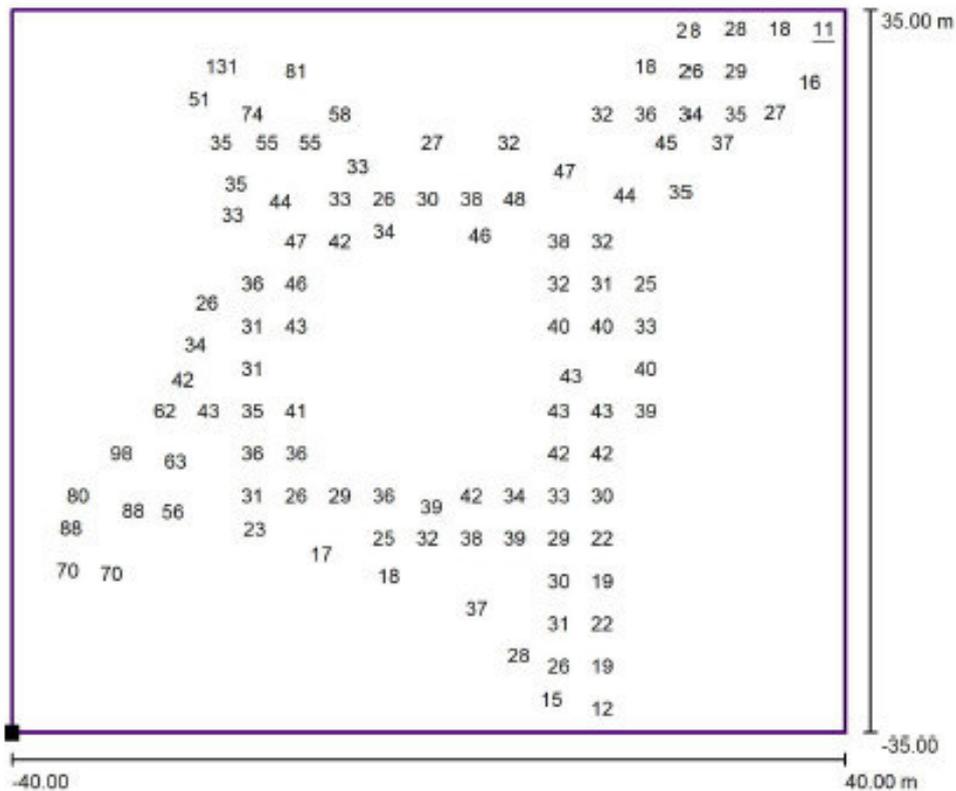
$E_{min} / E_m$   
0.52

$E_{min} / E_{max}$   
0.39

Berardo P.I. Luca  
 Progettista Impianti Elettrici  
 Via Molino di Sopra, n. 57  
 37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
 Telefono 3487472642  
 Fax  
 e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

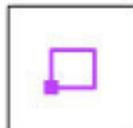
**Rotatoria + imbocchi+ IVS / Griglia di calcolo 2 / Grafica dei valori (E, perpendicolare)**



Valori in Lux, Scala 1 : 607

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella  
 scena esterna:  
 Punto contrassegnato: (0.134 m,  
 13.093 m, 0.000 m)



Reticolo: 208 Punti

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
45	11	138	0.25	0.08

Berardo P.J. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

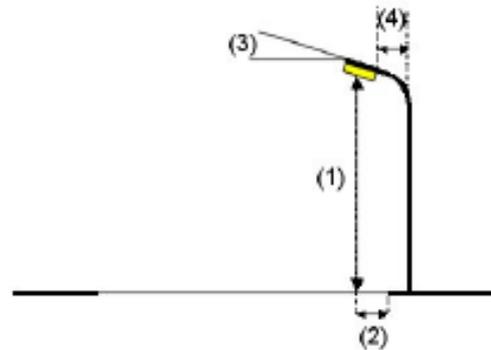
## Strada 1 / Dati di pianificazione

### Profilo strada

Carreggiata 1 (Larghezza: 2.500 m, Numero corsie: 1, Manto stradale: C2, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.80

### Disposizioni lampade



Lampada:	Thom 98866278 FW 12L70-740 NR BPS HFX CL2 T60F ANT [STD]
Flusso luminoso (Lampada):	3486 lm
Flusso luminoso (Lampadine):	3486 lm
Potenza lampade:	28.0 W
Disposizione:	un lato, in basso
Distanza pali:	20.000 m
Altezza di montaggio (1):	5.000 m
Altezza fuochi:	5.000 m
Distanza dal bordo stradale (2):	-0.650 m
Inclinazione braccio (3):	0.0 °
Lunghezza braccio (4):	0.000 m

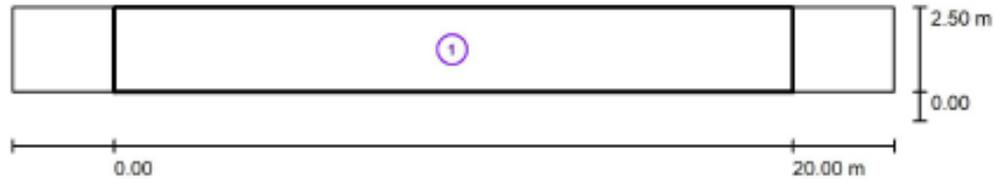
Valori massimi dell'intensità luminosa  
per 70°: 603 cd/klm  
per 80°: 99 cd/klm  
per 90°: 0.00 cd/klm

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.

Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

### Strada 1 / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:188

#### Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1  
Lunghezza: 20.000 m, Larghezza: 2.500 m  
Reticolo: 10 x 3 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
Classe di illuminazione selezionata: S1

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valori reali calcolati:	16.80	9.84
Valori nominali secondo la classe:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGARA

**DIALux**  
01.12.2020

Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

### Strada 1 / Rendering 3D



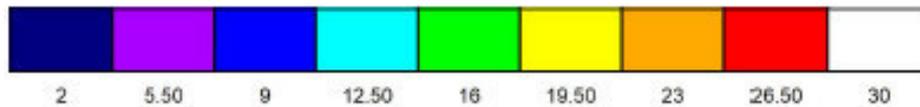
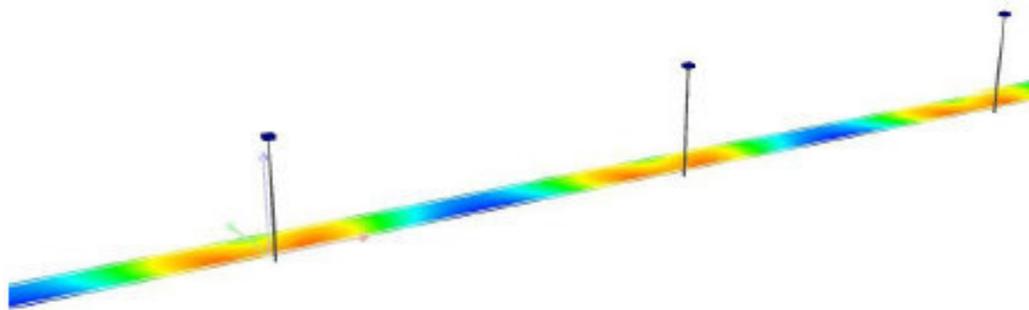
ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGAR

**DIALux**  
01.12.2020

Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

### Strada 1 / Rendering colori sfalsati



lx

ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGAR

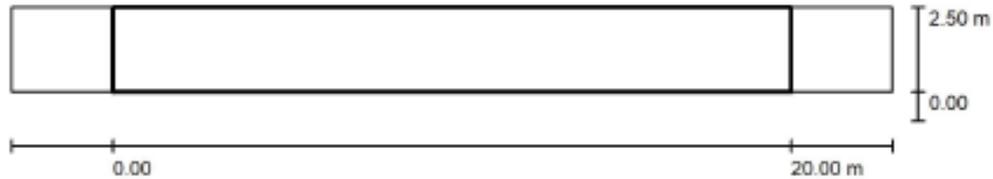
**DIALux**

01.12.2020

Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

### Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Panoramica risultati



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:186

Reticolo: 10 x 3 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
Classe di illuminazione selezionata: S1

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valori reali calcolati:	16.80	9.84
Valori nominali secondo la classe:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

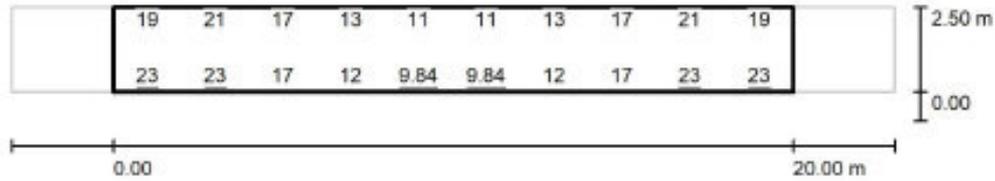
ROTATORIA SP49 OSON +CICLOPEDONALE NOGAR

**DIALux**  
01.12.2020

Berardo P.I. Luca  
Progettista Impianti Elettrici  
Via Molino di Sopra, n. 57  
37054 Nogara (VR)

Redattore Berardo Per. Ind. Luca  
Telefono 3487472642  
Fax  
e-Mail [berardlu@tiscali.it](mailto:berardlu@tiscali.it)

### Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Grafica dei valori (E)



Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Valori in Lux, Scala 1 : 186

Reticolo: 10 x 3 Punti

$E_m$  [lx]  
17

$E_{min}$  [lx]  
9.84

$E_{max}$  [lx]  
23

$E_{min} / E_m$   
0.586

$E_{min} / E_{max}$   
0.422