PROVINCIA di CUNEO
Medaglia d'oro al Valore Civile

LICEO SCIENTIFICO "ANCINA" - LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DEL FABBRICATO SU VIA TRIPOLI E MONVISO

CUP I47D18000070001 – CIG 9798927A5C

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

NEXT GEN EU

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Relazione tecnica verifica illuminotecnica illuminazione esterna Via Tripoli

	TAV.
TAV.	**1688.03.E.305**

Committente:

Provincia di Cuneo; Settore edilizia scolastica
Ufficio Progettazione Edilizia Scolastica
Corso Nizza, n.21 - 12100 - Cuneo

IL DIRIGENTE DEL SETTORE EDILIZIA SCOLASTICA
Dott. Fabrizio Freni

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Claudio Dogliani

Sito di intervento:

Via Tripoli 4, 12045 Fossano

Progettista:

dquadro

dQuadro S.R.L. STP
Corso Santorre Santarosa n.42
12100 Cuneo (CN)
Tel. 0171/602515 - info@d-quadro.it
www.d-quadro.it

Ing. Luca Basteris
Ordine Ingegneri di Cuneo
N.1305

	DATA	DESCRIZIONE
Definitivo Esecutivo	07/07/2026	Prima Stesura

Sommario:

1. Premessa 3

2. Norme e disposizioni legislative specifiche 4

2.1. Inquadramento normativo....5

3. Disposizione dei corpi illuminanti....9

4. Classificazione della strada e individuazione della categoria illuminotecnica....9

4.1. Categorie illuminotecniche di ingresso 10

4.2. Categorie illuminotecniche di progetto....10

5. Verifiche illuminotecniche 12

5.1. Apparecchi illuminanti 12

5.2. Risultati di calcolo....15

5.2.1. **Carreggiata C3**....17

1. Premessa

Le opere previste nell'intervento sono finalizzate alla riqualificazione e al miglioramento della funzionalità, della sicurezza e della fruibilità degli spazi pubblici e scolastici situati nell'area compresa tra Via Tripoli, Via Monviso e Piazza Don Mario Picco. Gli interventi riguardano in particolare il rifacimento di una porzione di Via Tripoli in corrispondenza dell'ingresso del Liceo Scientifico G. Ancina. Le opere sono state progettate con l'obiettivo di valorizzare gli spazi esistenti, senza privare gli studenti degli attuali spazi destinati alle attività sportive all'interno del cortile e al tempo stesso incrementare la presenza di superfici permeabili e aree verdi, riqualificando la porzione di via Tripoli attualmente già in sostanza pedonale ma completamente pavimentata in conglomerato bituminoso e dotata di marciapiedi inadeguati

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di un impianto di illuminazione pubblica per Via Tripoli – 12045 Fossano (CN).

Geolocalizzazione	
44°33'12.2"	7°43'34.9"

La presente relazione ha come obiettivo la verifica illuminotecnica del livello di illuminazione, secondo quanto richiesto dalla normativa e in riferimento al tipo di lampada e le posizioni prestabilite.

2. Norme e disposizioni legislative specifiche

Il presente elaborato fa riferimento alle indicazioni contenute nelle seguenti norme:

- UNI 11248 – 2016: Illuminazione Stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 13201-2 – 2004: Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3 – 2004: Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni

Le prescrizioni di sicurezza e le regole di buona tecnica costruttiva sono codificate in diversi documenti ufficiali, la cui applicazione e obbligatoria e si impone sia ai costruttori di apparecchi sia agli esecutori di impianti in genere.

I testi fondamentali sono:

- Norma CEI 64-8, VII° edizione – "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- Norma CEI EN 60598 – "Apparecchi di illuminazione"
- D.P.R. 27 aprile 1955, n° 547 – "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" - Gazzetta Ufficiale n° 158 del 12 luglio 1955;
- D.P.R. 7 gennaio 1956, n° 164 – "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni" - Gazzetta Ufficiale n° 78 del 31 marzo 1956.
- D.P.R. 19 marzo 1956, n° 302 – "Prevenzione infortuni sul lavoro: norme integrative"
- Legge 01 marzo 1968, n° 186 – "Art. 1 e 2" - Gazzetta Ufficiale n°77 del 23 marzo 1968;
- D.P.R. 21 giugno 1968, n°1062 – Regolamento di esecuzione della Legge 13/12/1964 n.1341, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione ed esercizio di linee elettriche aeree esterne;
- Legge 18 ottobre 1977, n° 791 – "Direttiva della CEE sulla sicurezza del materiale elettrico" - Gazzetta Ufficiale n° 298 del 2 novembre 1977;
- Legge 28 giugno 1986, n° 339 – "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- D.M. 21 marzo 1988 – "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D.M. 12 aprile 1995 – "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico";
- D.Lgs. 14 agosto 1996, n° 494 – "Cantieri temporanei e mobili";
- D.Lgs. 19 settembre 1994, n° 626 e successive varianti – "Sicurezza e salute dei lavoratori";
- D.Lgs. 19 novembre 1999, n° 528 – "Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. N°494;
- Legge Regionale Piemonte 24 marzo 2000 n° 31 – "Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche";
- Legge 3 agosto 2007 n° 123 – "Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia";
- Norma armonizzata UNI EN 13201 – "Recepita in ambito CEE Novembre 2003";
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n° 81 – "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

- Norma UNI 11248 (Ottobre 2012) – "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche";

- DECRETO 23 dicembre 2013 Supplemento ordinario n. 8 alla GAZZETTA UFFICIALE Serie generale - n. 18 (pubblicato in G.U. il 23/01/2014): Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013. (annulla e sostituisce l'allegato 3 ≪Illuminazione Pubblica≫ del decreto ministeriale del 22 febbraio 2011 (supplemento ordinario n. 74 alla G.U. n. 64 del 19 marzo 2011).
- Delibera G.R. 4 marzo 2013 n°3-5449 "Approvazione di schemi di capitolato tipo d'appalto per l'implementazione di contratti di rendimento energetico, di cui all'art. 13 del D.lgs. 115/2008, per l'affidamento della gestione del servizio energia nei patrimoni immobiliari sanitari e socio-sanitari degli Enti Locali, nonché del servizio di gestione della Pubblica Illuminazione";
- Supplemento ordinario G.U. n°8 del 23/01/2014 - Aggiornamento dei CAM adottati con DM 22 febbraio 2011 "Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica illuminazione".
- DM 29-09-2017
- UNI EN 40
- Norma CEI 11-4
- Decreto ministeriale 5 novembre 2001

2.1. Inquadramento normativo

L'illuminazione pubblica è definita come impianto fisso di illuminazione destinato a garantire buona visibilità agli utenti del traffico nelle aree pubbliche esterne durante le ore notturne, con l'obiettivo di agevolare la sicurezza stradale, la fluidità del traffico e la sicurezza pubblica. Negli ultimi anni si è posta l'attenzione anche sui consumi energetici degli impianti di illuminazione pubblica, sia con lo scopo di ridurre la spesa energetica e di manutenzione, sia per ridurre l'inquinamento luminoso. Una ulteriore novità è stata la revisione della UNI 11248 del 2016, che ha innalzato i valori di luminanza fino a raddoppiare in alcuni casi il consumo energetico rispetto quello che competeva ai valori di luminanza che erano prescritti nella vecchia UNI 10439/2001.

La norma UNI 11248 infatti definisce la metodologia progettuale, puntando al risparmio energetico e alla conseguente riduzione dell'inquinamento luminoso dovuta al minor flusso luminoso installato e quindi alle minori dispersioni verso l'alto della luce riflessa dalle superfici illuminate. La norma indica la definizione del prospetto che lega la categoria illuminotecnica di ingresso alla classificazione delle strade, con alcune riduzioni nei requisiti massimi.

In ultimo la Comunità Europea (Regolamento CE n. 245/2009 e le successive modifiche con il Regolamento CE n. 347/2010) ha inoltre introdotto delle caratteristiche minime prestazionali per le apparecchiature mettendo al bando alcune tipologie di lampade attualmente ancora presenti negli

attuali impianti. Lo stato ha recepito i menzionati regolamenti CE con il DECRETO 23 dicembre 2013 (S. o. n. 8 alla G. U. Serie generale - n. 18 il 23/01/2014).

La Legge Regionale n. 31 del 24.03.2000 in tema di "Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" e le successive integrazioni e modificazioni, costituiscono la normativa di riferimento regionale per ciò che concerne l'inquinamento luminoso, inteso come ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa e funzionalmente dedicata e, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte.

Legge L.R. 31/2000

Legge regionale 24 marzo 2000, n.31 riguarda la riduzione dell'inquinamento luminoso, la salvaguardia, il miglioramento dell'ambiente conservando gli equilibri ecologici delle aree naturali protette, la riduzione dei fenomeni di abbagliamento e affaticamento visivo provocati da inquinamento ottico, la tutela dei siti degli osservatori astronomici, miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali monumentali e architettonici. La legge è stata aggiornata con la Legge regionale n. 3 del 09 febbraio 2018, che aggiorna quanto stabilito dal testo originale.

La L.R. Piemonte n° 31/2000 e le successive integrazioni verranno ora esaminate per ciascun ambito di interesse ai fini di identificare univocamente le linee guida per l'illuminazione futura per il territorio comunale in particolare si riporteranno ed esaminate le seguenti disposizioni:

- Legge della Regione Piemonte n. 31 del 24/03/2000 "Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" (Rif. Abbreviato LR31/00).
- Legge Regionale n. 8 del 23/03/2004, "Modificazioni alla legge regionale 24 marzo 3000 n.31" (Rif. abbreviato LR8/04)
- Delibera della giunta regionale n.29-4373 del 20 novembre 2006 bollettino ufficiale n.48 del 30/11/2006

Verranno di seguito definiti i requisiti burocratici amministrativi, autorizzativi, ed i criteri tecnici per agevolare l'amministrazione comunale e gli operatori del settore (progettisti, illuminotecnici e produttori) che si troveranno ad operare sul territorio comunale.

Definizione di Inquinamento Luminoso

L.R. 31/00, Articolo 2: "Ai fini della presente legge si intende:

1) per inquinamento luminoso, ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa e funzionale e in particolare modo verso la volta celeste;

2) per inquinamento ottico qualsiasi illuminamento diretto prodotto dagli impianti di illuminazione su oggetti e soggetti che non è necessario illuminare;"

Commenti ed Osservazioni: La definizione di inquinamento luminoso è "estesa" ponendo l'accento su una progettazione illuminotecnica accurata che eviti non solo emissione di luce oltre l'orizzonte

(condizione necessaria ma non sufficiente per il reale conseguimento degli intenti della legge), ma anche fenomeni di fastidioso quanto pericoloso abbagliamento degli utenti della strada e di luce intrusiva ed invasiva nelle case e nei fondi altrui.

Ambito di applicazione

L.R. 31/00, Articolo 3, comma 1: "Per l'attuazione di quanto previsto dall'articolo 1, dalla data di entrata in vigore della presente legge, tutti gli impianti di illuminazione esterna, di nuova realizzazione o in rifacimento, dovranno essere adeguati alle norme tecniche dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) che ne definiscono i requisiti di qualità dell'illuminazione stradale e delle aree esterne in generale per la limitazione dell'inquinamento luminoso".

Commenti: Su tutto il territorio regionale i nuovi impianti devono essere realizzati in modo conforme alla legge. Tale principio vale sia per i soggetti pubblici che per quelli privati che devono assoggettare i loro nuovi impianti in conformità alla LR31/00 all'autorizzazione del sindaco (Art.3, comma 1)

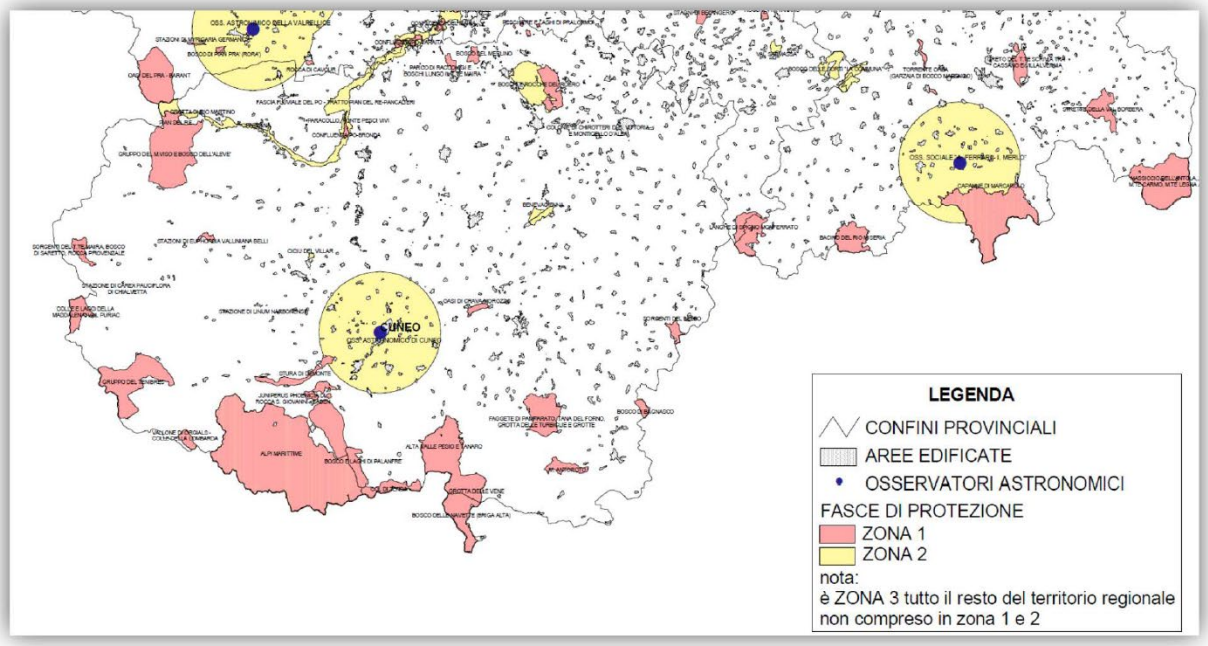
Zonizzazione ai sensi della LR 31/2000

L'identificazione delle zone di protezione dall'inquinamento luminoso risulta fondamentale dal momento che comportano particolari restrizioni dal punto di vista illuminotecnico. La presenza di tali zone, che vengono individuate in relazione alla vicinanza ai siti di osservazione astronomica, comporta il rispetto dei valori di rapporto medio di emissione superiore R_n all'interno delle aree stesse, che vengono definite in relazione all'importanza dell'osservatorio.

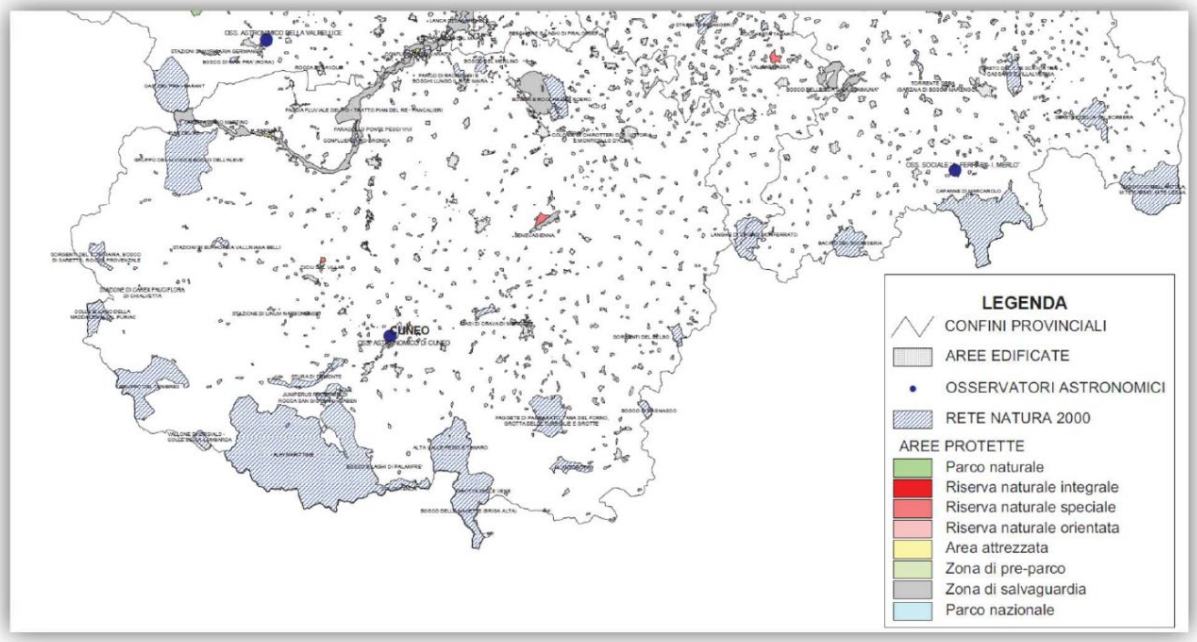
Infatti, a tale proposito e in conformità a quanto previsto dall'art. 8 della LR n. 31/2000, la Regione Piemonte "individua le aree del territorio regionale che presentano caratteristiche di più elevata sensibilità all'inquinamento luminoso e redige l'elenco dei comuni ricadenti in tali aree particolarmente sensibili ai fini dell'applicazione della presente legge". Nella redazione di questo elenco la Regione tiene conto della presenza di osservatori astronomici e di aree protette e divide pertanto il territorio in tre zone a diversa sensibilità e con diverse fasce di rispetto.

Zona 1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione r = 5 km. Siti Natura 2000 (estensione reale).
Zona 2	Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori ad uso pubblico. Raggio dal centro di osservazione r = 5 km e 10 km, in funzione dell'importanza del centro. Aree Naturali Protette (estensione reale).
Zona 3	Zona intorno ad osservatori a carattere privato. Territorio non classificato in Zona 1 e 2.

Mappa definizione fasce di rispetto al fine della protezione dall'inquinamento luminoso



Mappa individuazione delle aree sensibili ai fini della protezione dall'inquinamento luminoso



La norma UNI 13201 definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

Il DM 29-09-2017 stabilisce i criteri ambientali minimi per l'installazione di sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica.

La norma UNI EN 40 contiene specifiche prescrizioni riguardo ai pali per illuminazione che sono definiti come sostegni destinati a far da supporto ad uno o più apparecchi di illuminazione e costituiti da una o più parti: un fusto, eventualmente un prolungamento e all'occorrenza un braccio. La norma definisce la distanza minima tra l'impianto di illuminazione e i limiti della carreggiata, presupposta un'altezza massima di 5 metri dalla pavimentazione stradale, deve essere: 0,5 m per le strade urbane dotate di marciapiede con cordonatura, 1,4 m per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordonatura.

Norma CEI 11-4 definisce le distanze minime dei sostegni degli apparecchi di illuminazione dalle linee elettriche aeree. Le distanze minime sono: 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I e (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.

3. Disposizione dei corpi illuminanti

L'impianto di illuminazione esterna dovrà essere verificato con riferimento a quanto previsto dalla legge regionale del Piemonte n° 31/00. In particolare, essendo il sito nel comune di Fossano viene classificato come Zona 2 dovuta alla vicinanza con l'osservatorio Astronomico di Cuneo. Pertanto, le lampade dovranno essere adatte all'installazione almeno per la zona 2. La legge regionale definisce Zona 2 - *Entro raggi di 10, 15, 25 Km dal centro di osservazione astronomica gli impianti di illuminazione devono emettere verso l'emisfero superiore una percentuale di flusso*

4. Classificazione della strada e individuazione della categoria illuminotecnica

La norma UNI 11248 fornisce la *categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi*, che può essere modificata dal progettista per renderla meglio aderente alle reali situazioni dell'intervento. In particolare, alla categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi possono essere applicati fattori di influenza ed informazioni raccolte sul luogo (incidentalità, criminalità, presenze conflittuali, condizioni ambientali ecc.), nonché una analisi dei rischi effettuata dal progettista e parzialmente suggerita dalla Norma. La complessità delle scelte previste dalla Norma UNI 11248 e l'alto grado di responsabilizzazione richiesto al progettista determinano la necessita di redigere una specifica analisi dei rischi, analogamente a quanto richiesto per molti lavori stradali. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la/le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.
Secondo la Norma UNI 11248, insieme al valore dei parametri di influenza, permette di definire la categoria illuminotecnica di progetto e le categorie illuminotecniche di esercizio.

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".

Tabella 1: classificazione delle strade e definizione categoria illuminotecnica di ingresso (prospetto 1 UNI 11248)

4.1. Categorie illuminotecniche di ingresso

L'area di analisi in esame comprende una strada a traffico veicolare, per cui la norma prevede una analisi con unica area di studio, individuata come:

- Strada locale urbana: isola ambientale

Secondo quanto indicato nel Prospetto 1 della norma UNI 11248, Via Tripoli è una strada locale urbana, a esclusione di due accessi carrabili a cortile di un edificio risulta una strada pedonale ad accesso limitato.

4.2. Categorie illuminotecniche di progetto

In assenza di indicazioni precise non sono state applicate delle riduzioni di categoria illuminotecnica alla strada in esame, in quanto non sono stati individuati rischi particolari.

L'analisi illuminotecnica è stata realizzata secondo quanto indicato dalla normativa considerando:

Categoria illuminotecnica	
Carreggiata	
Categoria di ingresso	**C3 (Strada locale urbana)**
Riduzione categoria illuminotecnica	0
Categoria di progetto	C3 / P1
Categoria di progetto comparabile	C3 /P1

Tabella 2: definizione categoria illuminotecnica di esercizio

Il coefficiente medio di luminanza Q_0 è stato ricavato con riferimento al prospetto B della norma UNI 11248, considerando una pavimentazione stradale in asfalto (classe rappresentativa C2):

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	$S_1 > 0{,}4$

Tabella 3: prospetto B.1 - UNI 11248

$$Q_0 = 0{,}07 \quad \rightarrow \quad 0{,}05 < 0{,}07 \leq 0{,}08$$

I requisiti di illuminamento e luminanza per le strade in categoria M/C sono stabiliti dalla norma UNI EN 13201-2. La categoria C3 (CE4) prevede un illuminamento minimo mantenuto pari a 15 lux e un illuminamento orizzontale minimo di 6 lux, come indicato nel *prospetto 2* della norma:

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

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ [minimo mantenuto] lx	U_o [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

Tabella 4: prospetto 2 - UNI EN 13201-2

Si riassumono i parametri scelti per la categoria illuminotecnica di progetto nella seguente tabella:

Categoria illuminotecnica	
Categoria di progetto	**C3**
L_{min} = 6 lux	E_{min} ≥ 15 lux (minimo mantenuto)
	U_o ≥ 0,4

Tabella 5: parametri di verifica illuminotecnica

I dati di progetto sono stati utilizzati come riferimento per le verifiche illuminotecniche.

5. Verifiche illuminotecniche

Il dimensionamento illuminotecnico degli impianti in progetto è riferito alla classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica secondo le tabelle indicate al punto precedente e alle caratteristiche tipiche degli apparecchi illuminanti previsti.
Il calcolo di dimensionamento viene sviluppato sulla base di due criteri di calcolo. Una stima rapida effettuata sulla base del metodo UF (coefficiente di utilizzazione) descritto nei rapporti CIE 40 e 52 e il calcolo di illuminamento dei singoli punti della superficie considerata, con componenti di illuminamento diretto ed indiretto.
Dai risultati di calcolo sarà pertanto possibile determinare i seguenti risultati:

- verifica della disposizione degli apparecchi illuminanti;
- parametri di uniformità: Rapporti E_{min}/E_{max} e E_{min}/E_{med};
- valori di illuminamento medio: E_{med} in lux.

I calcoli illuminotecnici per la verifica delle luminanze e degli illuminamenti dello stato di fatto e del progetto sono stati realizzati con il software specializzato DIALux Evo, considerando i requisiti illuminotecnici richiesti specificamente dalla UNI 13201-2.

5.1. Apparecchi illuminanti

L'incidenza maggiore dei vari interventi previsti a progetto ricade sugli apparecchi di illuminazione, identificati come i componenti più importanti al fine del risparmio energetico: pertanto sarà di estrema importanza che questi siano idonei alla tipologia di utilizzo e rispondenti alle principali normative. In generale gli apparecchi illuminanti dovranno essere conformi alle vigenti Norme (in dettaglio Norme CEI 34/33, IEC 598, EN 60598 per l'aspetto elettrico e CIE 34/1977 per l'aspetto fotometrico). È specificatamente richiesta la marcatura CE e marchio IMQ o equivalente estero. **Gli apparecchi a LED dovranno essere dotati di garanzia totale di almeno 10 anni.**
L'impianto di illuminazione proposto prevede l'installazione di 2 punti luce con passo di montaggio pari a 14,3 metri. Il terzo punto luce viene mantenuto invariato:

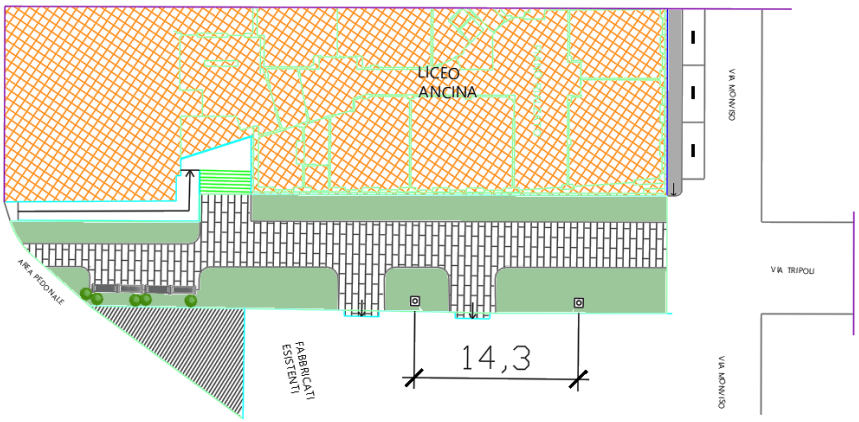


Figura 1: Via Tripoli – disposizione dei punti luce

I punti luce saranno spostati su due pali di nuova installazione sul lato opposto all'edificio scolastico della carreggiata. Per la realizzazione dell'impianto di illuminazione sono utilizzati i seguenti corpi illuminanti LED:

- **Strada: 2 apparecchi**
  Apparecchio a LED per illuminazione stradale Tipo Schréder AXIA 2

I corpi illuminanti saranno installati su pali per illuminazione pubblica di altezza 7 metri, posizionati lungo la via a una distanza di 2,90 m dal bordo della carreggiata, senza sbraccio.

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali dei proiettori.

AXIA 2 | CHARACTERISTICS

Schréder

GENERAL INFORMATION

Recommended installation height	5m to 12m | 16' to 39'
Driver included	Yes
CE mark	Yes
ENEC certified	Yes
ENEC+ certified	Yes
ROHS compliant	Yes
Dark Sky friendly lighting (IDA certification)	Yes
Zhaga-D4I certified	Yes
French law of December 27th 2018 - Compliant with application type(s)	a, b, c, d, e, f, g
RCM mark	Yes
Testing standard	LM 79-08 (all measurements in ISO17025 accredited laboratory)

HOUSING AND FINISH

Housing	Aluminium
Optic	Polycarbonate
Protector	Polycarbonate (with integrated lenses)
Housing finish	Polyester powder coating
Standard colour(s)	RAL 7040 window grey
Tightness level	IP 66
Impact resistance	IK 08, IK 09, IK 10
Vibration test	Compliant with modified IEC 68-2-6 (0.5G)
Access for maintenance	By loosening screws on the bottom cover

- *Any other RAL or AKZO colour upon request*
- *IK may be different according to the size/configurations. Please consult us.*

OPERATING CONDITIONS

Operating temperature range (Ta)	-30°C up to +50°C / -22°F up to 122°F

- *Depending on the luminaire configuration. For more details, please contact us.*

ELECTRICAL INFORMATION

Electrical class	Class I EU, Class II EU
Nominal voltage	220-240V – 50-60Hz
Power factor (at full load)	0.9
Surge protection options (kV)	10
Electromagnetic compatibility (EMC)	EN 55015 / EN 61000-3-2 / EN 61000-4-5 / EN 61547
Control protocol(s)	1-10V, DALI
Control options	AmpDim, Bi-power, Custom dimming profile, Photocell, Remote management
Socket	Zhaga (optional) NEMA 7-pin (optional)
Associated control system(s)	Schréder EXEDRA
Sensor	PIR (optional)

OPTICAL INFORMATION

LED colour temperature	2700K (Warm White WW 727) 3000K (Warm White WW 730) 3000K (Warm White WW 830) 4000K (Neutral White NW 740)
Colour rendering index (CRI)	>70 (Warm White WW 727) >70 (Warm White WW 730) >80 (Warm White WW 830) >70 (Neutral White NW 740)
ULOR	0%
ULR	0%

- *Meets IDA Dark Sky requirements when fitted with LEDs of 3000K or less.*
- *ULOR may be different according to the configuration. Please consult us.*
- *ULR may be different according to the configuration. Please consult us.*

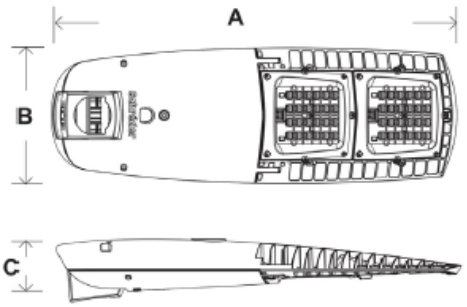
LIFETIME OF THE LEDS @ TQ 25°C

All configurations	100,000h - L90

AXIA 2 | CHARACTERISTICS

Schréder

DIMENSIONS AND MOUNTING	
AxBxC (mm | inch)	AXIA 2.1 : 650x103x250 | 25.6x4.1x9.8 AXIA 2.2 : 895x116x300 | 35.2x4.6x11.8
Weight (kg | lbs)	AXIA 2.1 : 6.7 | 14.7 AXIA 2.2 : 9.5 | 20.9
Aerodynamic resistance (CxS)	AXIA 2.1 : 0.05 AXIA 2.2 : 0.07
Mounting possibilities	Side-entry slip-over – Ø32mm Side-entry slip-over – Ø42mm Side-entry slip-over – Ø48mm Side-entry slip-over – Ø60mm Post-top slip-over – Ø60mm Post-top slip-over – Ø76mm



5.2. Risultati di calcolo

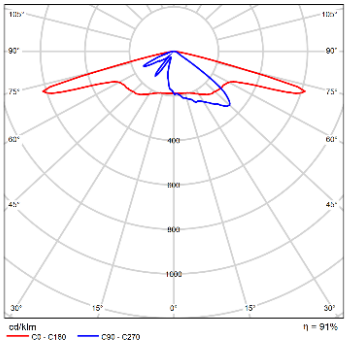
Le verifiche illuminotecniche sono state effettuate utilizzando le fotometrie di riferimento, fornite dal produttore dei proiettori:

Scheda tecnica prodotto

Schréder - AXIA 2.2 5166 Integrated lenses 48 OSLON SQUARE GIANT@600mA WW 830 230V 00-70-390 441962

Schréder

Articolo No.	441962
P	88.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	12165 lm
$\Phi_{Lampada}$	11013 lm
η	90.53 %
Efficienza	125.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polare

Figura 2: fotometria Schréder AXIA 2

La verifica illuminotecnica è stata realizzata modellando la strada in DIALux Evo. La verifica è stata effettuata esaminando un tratto di strada normalizzato tra due punti di illuminazione con distanza 14,3 m uno dall'alktro e una distanza di 2,90 m dal bordo della carreggiata. Di seguito sono indicate i dati in ingresso al calcolo:

AXIA 2.2 5166 Integrated lenses 48 OSLON SQUARE GIANT@600mA WW 830 230V 00-70-390 441962 (su un lato sotto)

Distanza pali	14.300 m
(1) Altezza fuochi	7.000 m
(2) Distanza fuochi	-2.900 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 88.0 W
Potenza / percorso	6160.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	≥ 70°: 1202 cd/klm ≥ 80°: 173 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*1
Classe indici di abbagliamento	D.3
MF	0.80

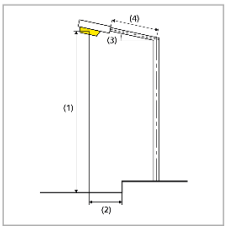


Figura 3: dati di calcolo su porzione di strada normalizzata

La superficie di calcolo è indicata per un tratto di carreggiata compreso tra due pali, la cui distanza longitudinale è pari a 14,3 m, e la cui ampiezza è 4 m. È stata considerata la presenza di una corsia di marcia e la presenza delle aiuole che fanno trattenere una distanza del palo di 2.9 m dalla strada.

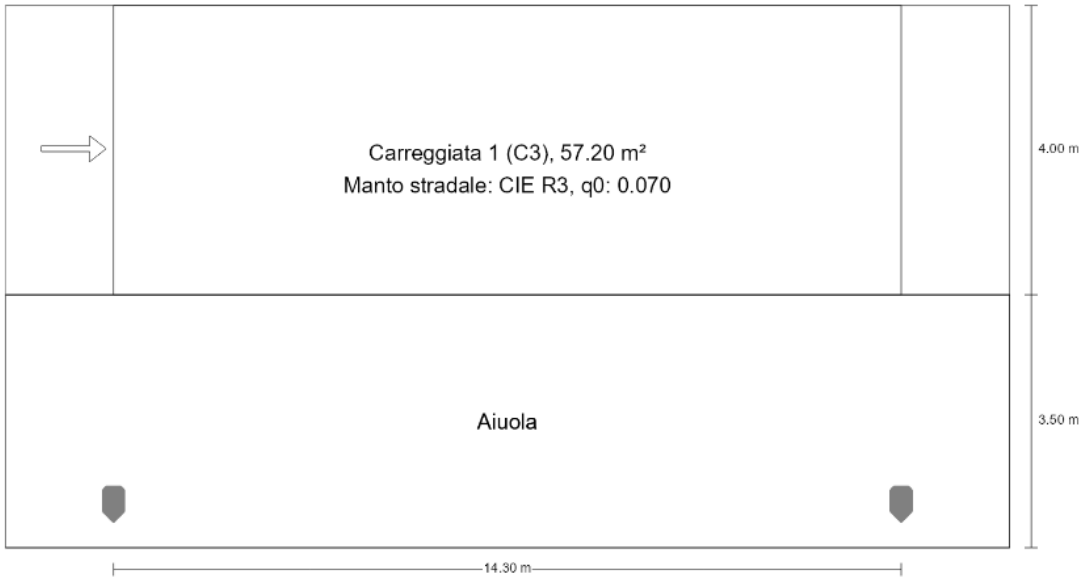
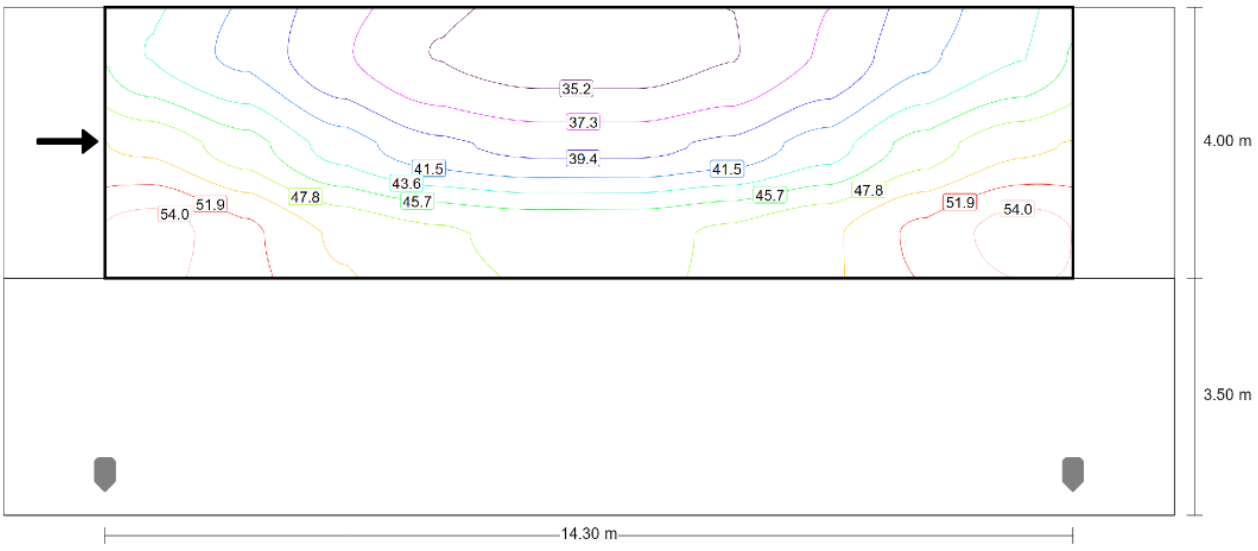


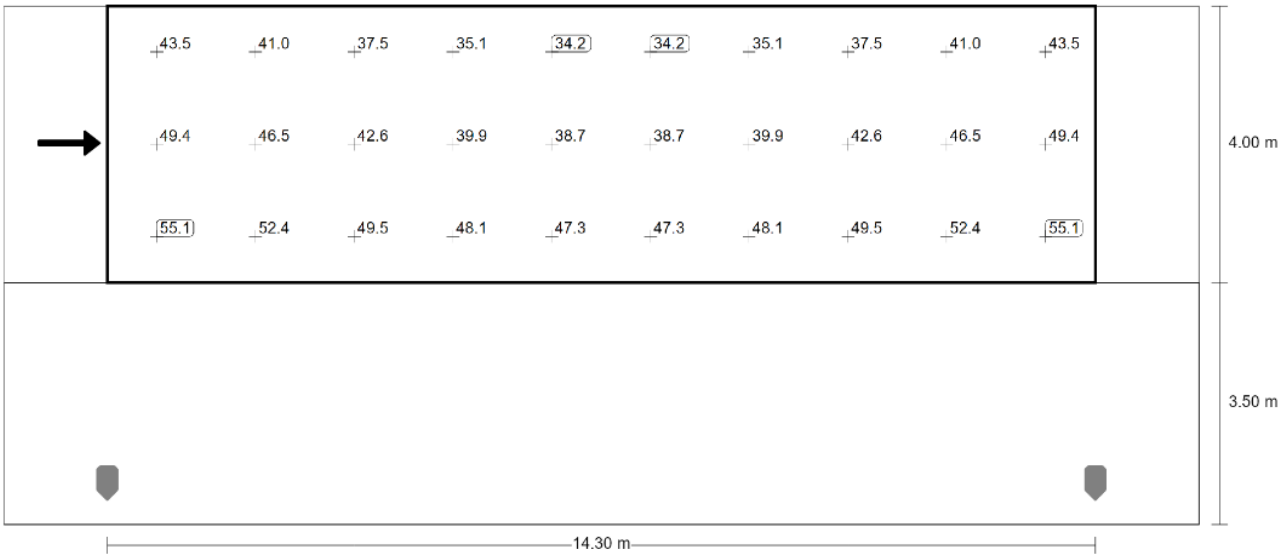
Figura 4: tratto di carreggiata analizzato

5.2.1. **Carreggiata C3**

Curve Isolux (illuminamento medio e minimo, luminanza):



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

I risultati riferiti a campo di valutazione (4 x 14,3 m) presentano dei valori di illuminamento medio E_m e di uniformità U_0 superiori ai riferimenti normativi:

Carreggiata 1 (C3)	E_m	44.05 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.78	≥ 0.40	✓

La verifica illuminotecnica ha determinato il soddisfacimento delle condizioni indicate da normativa. studio è riferito al singolo tratto di carreggiata.

L'illuminamento medio è rispettato, secondo quanto indicato per le strade di categoria C3.