



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



**COMUNE
DI PADOVA**

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Missione 2 Componente 4 Investimento 2.2-A
"Tutela del Territorio e della Risorsa Idrica"



NEXT GENERATION EU - EFFICIENTAMENTO ENERGETICO ILLUMINAZIONE PUBBLICA – MORTISE –

CUP: H93E23000030006

PROGETTO ESECUTIVO

CODICE OPERA		DATA
LLPP EDP 2023/068		APRILE 2023
DESCRIZIONE ELABORATO		ELABORATO
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA		RTS
IL PROGETTISTA	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	IL CAPO SETTORE
Ing. Simone Sarto P.I. Davide Giralдин	Arch. Domenico Lo Bosco	Ing. Matteo Banfi

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Generalità

Il contenuto del presente documento si riferisce alla rete di illuminazione pubblica di alcune vie del quartiere Mortise di Padova.

In particolare sono riportate l'analisi, i criteri adottati, i risultati della progettazione, e un elenco sintetico delle opere previste dall'intervento.

Il documento è parte integrante della documentazione tecnica di progetto, che comprende i "Calcoli illuminotecnici", le "Tavole grafiche", il "Capitolato Speciale d'Appalto" e il "Computo metrico".

Obiettivi del progetto

Gli obiettivi del progetto sono i seguenti:

- il rifacimento parziale dell'illuminazione del quartiere Mortise;
- il miglioramento dell'illuminazione e della sicurezza della circolazione stradale nel rispetto dei requisiti imposti dalle normative;
- il risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale per i tratti illuminati al sodio;
- il miglioramento del senso di sicurezza dei cittadini;
- la eliminazione dei tratti di linee di alimentazione aeree;
- l'eliminazione di impianti vetusti e pericolosi perché molto datati.

Stato di fatto

Il quartiere è alimentato da diversi quadri elettrici in bassa tensione che appaiono in buone condizioni e pertanto verranno solamente revisionati.

I corpi illuminanti sono equipaggiati con lampade al Sodio e a Ioduri metallici, installati su sbracci su pali in cemento e in alcune vie su pali già in acciaio conici. Nell'ultimo caso le lampade sono installate a testapalo. I sostegni sia in cemento che in acciaio appaiono in buone condizioni ad eccezione di qualche caso identificato nelle tavole grafiche.

L'efficienza delle lampade, la resa fotocromatica e i tempi di vita sono inferiori a quelli delle lampade a LED.

In alcuni tratti, in particolare in corrispondenza a intersezioni, l'illuminazione è insufficiente.

Alcuni impianti sono già posizionati all'interno di cavidotti, ma in molti abbiamo a che fare con linee aeree o con conduttori in rame non isolato, oppure con conduttori già in rame isolato.

Qual ora negli impianti fosse presente il regolatore di flusso nel quadro, questo verrà bypassato.

In particolare:

- Via Mortise è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un metro (a parte n.4 punti luce), fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità dello sbraccio e del palo e il mantenimento della linea aerea esistente, realizzata in cavo isolato precordato autoportante 2x10mm². Si conclude l'opera su questa via con l'installazione delle nuove armature a LED.

- Via Alberto Riva Villasanta è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di due metri, anch'esso da rimuovere. Il sostegno è in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità del palo e la rimozione della linea aerea esistente in quanto realizzata in cavo aereo non isolato. Si prevede pertanto la nuova installazione del cavo isolato precordato autoportante 2x10mm² e l'installazione del nuovo sbraccio tubolare in acciaio della lunghezza di un metro fissato su palo esistente. Un punto luce sarà realizzato con palo in acciaio conico su un parcheggio, come indicato sulla tavola grafica. Si conclude l'opera su questa via con l'installazione delle nuove armature a LED.

- Via Antonio Cantele è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate a testa palo su palo conico in acciaio. Si è prevista la verifica dell'integrità del sostegno e il mantenimento della linea interrata esistente. Si potrà mantenere anche la linea tra morsettiera e lampada se in buone condizioni. Si conclude l'opera su questa via con l'installazione delle nuove armature a LED testapalo.

- Via Luigi Sedeà è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un metro, fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità dello sbraccio e del palo e il mantenimento della linea aerea esistente, anche se ancora in cavo non isolato. Si aggiungerà un nuovo sbraccio e punto luce in corrispondenza dell'incrocio con via Decio Raggi che non risulta molto ben illuminato. Si conclude l'opera con la rimozione di un palo esistente in acciaio vetusto, la sua re installazione con uno nuovo sullo stesso plinto e l'installazione delle nuove armature a LED su tutti gli altri punti luce.
- Via Giuseppe Perotti, Via Antonio Giuriolo e Via Decio Raggi. In queste tre piccole vie è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un 0,5m, fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità dello sbraccio e del palo e il mantenimento della linea aerea esistente, realizzata in cavo isolato precordato autoportante 2x10mm². Si conclude l'opera su queste vie con l'installazione delle nuove armature a LED.
- Via Luigi Rizzo è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un metro, fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità dello sbraccio e del palo e il mantenimento della linea aerea esistente, anche se ancora in cavo non isolato. Si conclude l'opera su questa via con l'installazione delle nuove armature a LED.
- Via Manlio Longon è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un metro, fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità dello sbraccio e del palo e il mantenimento della linea aerea esistente, anche se ancora in cavo non isolato. Si conclude l'opera su questa via con l'installazione delle nuove armature a LED.
- Via Luigi Pettinati è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un metro, fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la verifica dell'integrità dello sbraccio e del palo e il mantenimento della linea aerea esistente, anche se ancora in cavo non isolato. Nel parcheggio dell'istituto tecnico "Severi" sono presenti due predisposizioni per pali. Lì si installeranno 2 pali in acciaio conici da 9m con relativa linea di alimentazione interrata, da derivare dalla prima morsettiera utile. Si conclude l'opera su questa via con l'installazione delle nuove armature a LED.
- Via Madonna della Saluta (strada chiusa). Su questo pezzo di strada in una fase precedente sono state realizzate le predisposizioni per l'installazione dell'illuminazione pubblica (plinti, pozzetti e cavidotti). E' prevista pertanto la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate su sbraccio in acciaio della lunghezza di un metro, fissato su palo in calcestruzzo. Si è prevista la rimozione dello sbraccio e della linea aerea esistente in cavo non isolato. Si conclude l'opera su questa via con l'installazione dei nuovi sostegni in acciaio conici, le nuove armature a LED montate su sbraccio della lunghezza di 1m. Un punto luce sarà provvisto di sbraccio doppio a 90° per illuminare in due zone.
- Via Madonna della Saluta è prevista la rimozione delle vecchie armature con lampade SAP installate a testa palo su palo conico in acciaio. Si è prevista la verifica dell'integrità del sostegno e il mantenimento della linea interrata esistente. Sarà necessario installare uno sbraccio della lunghezza di 1m e si dovrà realizzare nuovamente la linea tra morsettiera e lampada. Si conclude l'opera con l'installazione di 2 nuovi pali in prossimità della chiesa di Mortise e l'installazione delle nuove armature a LED.
- Piazzale Chiesa di Mortise. Qui si prevede la rimozione di un palo vetusto nel parcheggio laterale della chiesa (verso Via Mortise) con sostituzione di uno nuovo in acciaio; la rimozione di tutti i pali d'arredo del piazzale antistante la chiesa e di tutte le armature ormai obsolete presenti anche sulla facciata del patronato. Verranno ripristinati tutti i PL con nuovo palo e nuova armatura d'arredo ad eccezione di quelli sulla facciata del patronato in quanto si è già adottata una soluzione alternativa in passato.

Descrizione delle opere

Gli obiettivi di efficienza e di illuminamento saranno raggiunti sostituendo i corpi illuminanti attuali con corpi illuminanti dotati di sorgenti LED ad alta efficienza, temperatura colore pari a 3000°K, flussi luminosi e ottiche specifiche per i punti di installazione; per le linee elettriche di alimentazione si procederà come indicato nelle tavole grafiche e come riportato qui sopra.

Opere edili

Non saranno previste opere edili di nessuna natura.

Opere elettriche

- Sostituzione dei corpi illuminanti, come illustrato nelle tavole grafiche,
- Posa di risalite verso linee aeree di tratti non interessati dall'intervento,

- Posa delle relative morsettiere corredate dal fusibile sui pali in acciaio e chiusura tramite portello,
- Attestazione delle nuove linee/circuiti o di quelle preesistenti nei quadri già distribuiti nell'area solo se necessario, oppure mantenimento delle linee già esistenti. Nei quadri verranno valutati poteri d'interruzione e caratteristiche dei componenti già installati di volta in volta in base al quadro in essere.
- Valutazione preventiva dell'integrità ed eventuale sostituzione con nuovi dispositivi per i componenti presenti nei quadri.

Durante i lavori si valuterà la possibilità di riutilizzare tratti di cavidotto esistenti con prove di sondaggio. Per ulteriori dettagli si rimanda alla pianta.

Rimozioni

- Rimozione e smaltimento delle armature contenenti lampade al sodio, dei pali in acciaio e dei cavi aerei.

Le tipologie e le quantità dei materiali sono riportate nel "Computo metrico estimativo", mentre le prescrizioni per la posa sono contenute nel "Capitolato speciale d'appalto".

Per quanto riguarda il loro smaltimento attenersi a quanto prescritto dal DNSH capito 8. e comunque a tutte le direttive PNRR in materia di rimozione, stoccaggio, smaltimento e tracciabilità del processo di smaltimento dei rifiuti.

Progetto

I corpi illuminanti avranno le seguenti caratteristiche:

- sorgente LED,
- vano ottico in pressofusione di lega di alluminio,
- vetro di chiusura sodico-calcico spessore 5 mm,
- efficienza > 135 lm/Watt, grado termico 3000°K,
- vita utile gruppo ottico > 100.000h secondo L90B10,
- tutti i corpi illuminanti saranno Zhaga ready pertanto saranno pronte per l'installazione del dispositivo di comando e dimmerazione remota,
- Classe di isolamento II,
- grado di protezione IP65,
- I corpi illuminanti sono predisposti per essere installati su testa palo, o su sbracci,
- Ottiche stradali totalmente "cut off", dotati della dichiarazione di conformità alla norma UNI 10819 e alla Legge della Regione Veneto n. 17 del 07 agosto 2009 in materia di inquinamento luminoso,
- Il corpo illuminante dovrà essere certificato a norme CEI attraverso il regime IMQ del Marchio Italiano di Qualità, o altro Istituto equivalente riconosciuto nell'ambito della Comunità Europea, ed essere marchiato CE; il costruttore dovrà essere in grado di fornire su richiesta le certificazioni previste dai decreti CAM e dalle caratteristiche richieste dal PNRR.

Calcoli illuminotecnici

Individuazione delle categorie illuminotecniche

- Classificazione delle strade

Le strade delle zone di intervento sono state classificate secondo la "Tabella A.1 - Prospetto C.1: Classificazione delle strade" riportata in appendice.

- Zone di studio

Le zone di studio individuate sono riportate nella tabella 1.

Per ogni zona di studio, individuata la categoria illuminotecnica di ingresso, si è proceduto a determinare le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio sulla base dei parametri di influenza e dell'analisi dei rischi.

- **Categorie illuminotecniche di ingresso**

Le categorie illuminotecniche di ingresso delle strade sono state individuate in base al prospetto 1 della norma UNI 11248 riportato in appendice nella tabella A.2.

- Le strade sono di categoria illuminotecnica di ingresso M3 - M4 o M5;
- La classe dei marciapiedi - pista ciclabili è F-bis (itinerario ciclopeditone); pertanto la categoria illuminotecnica di ingresso è P3.

- **Categorie illuminotecniche di progetto**

La categoria di progetto è ottenuta dalla categoria di ingresso applicando le variazioni conseguenti all'analisi dei rischi secondo il prospetto 2 della norma UNI 11248 della tabella A.4 riportato in appendice; sono analizzati i parametri di influenza permanenti.

Lo scopo è garantire il contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza della circolazione stradale, contenendo consumi energetici e costi di gestione.

Considerati i fattori di influenza, si è ritenuto di non ridurre le categorie di progetto rispetto alle categorie di ingresso.

- **Categorie illuminotecniche di esercizio**

Le categorie illuminotecniche di esercizio sono state definite sulla base dei contenuti della tabella Tabella A.5 - Prospetto 3 della norma UNI 11248.

Sono analizzati i parametri di influenza che possono comportare variazioni della categoria illuminotecnica di esercizio rispetto alla categoria di progetto durante le ore di accensione dell'impianto, quali le effettive condizioni di traffico ed altri fattori di rischio occasionali.

Ad esclusione delle ore centrali della notte, la categoria di esercizio per le strade e per le rotonde è uguale a quella di progetto. Nelle ore centrali della notte invece, ipotizzando una riduzione di almeno il 50% del flusso di traffico, sarà possibile abbassare di un livello la categoria di esercizio rispetto alla categoria di progetto, con il flusso luminoso delle lampade ridotto del 50%. Ciò sarà ottenuto con la dimmerazione applicabile dai dispositivi Zhaga che verranno installati in un momento successivo al nostro intervento, ma del quale noi abbiamo già tenuto conto.

Tabella 1. classificazione delle strade, categorie illuminotecniche e analisi dei rischi

	Strada	Classe strada	Cat. ill. ingresso	Complessità campo visivo normale (Si/No)	Assenza o bassa densità zone di conflitto (Si/No)	Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali (Si/No)	Assenza di pericolo di aggressione (Si/No)	Max riduzione di categoria previste	Cat. Ill. progetto	Cat. Ill. Esercizio
1	Via Mortise	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
2	Via Alberto Riva Villasanta	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	SI	SI	SI	1	M4	M4
3	Via Antonio Cantele	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
4	Via Luigi Sedeà	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
5	Via Giuseppe Perotti – Via Antonio Giuriolo	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	SI	SI	SI	1	M4	M4

Tabella 1. classificazione delle strade, categorie illuminotecniche e analisi dei rischi

	Strada	Classe strada	Cat. ill. ingresso	Complessità campo visivo normale (SI/No)	Assenza o bassa densità zone di conflitto (SI/No)	Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali (SI/No)	Assenza di pericolo di aggressione (SI/No)	Max riduzione di categoria previste	Cat. Ill. progetto	Cat. Ill. Esercizio
6	Via Decio Raggi	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
7	Via Luigi Rizzo	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
8	Via Manlio Longon	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	SI	SI	SI	1	M4	M4
9	Via Luigi Pettinati	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
10	Via Madonna della salute (tratto chiuso)	F - strade locali urbane di quartiere	M4	SI	NO	SI	SI	1	M4	M4
11	Via Madonna della Salute	F - strade locali urbane di quartiere	M3	SI	NO	SI	SI	1	M3	M3

- Risultati dei calcoli illuminotecnici

Gli apparecchi di riferimento utilizzati per il calcolo sono di marca iGUZZINI, modello STREET, con varie ottiche (STCy0.5, ST1.5, ST1, ST1.2, STwrWIDE da tesata oppure ottica HC-S per le lampade del piazzale della chiesa) e vari flussi luminosi, classe di isolamento II e grado termico 3000°K.

Per il calcolo illuminotecnico è stato utilizzato il programma di simulazione Relux Desktop; e' stato considerato il solo contributo della luce diretta e un fattore di decadimento pari a 0.85.

Nel seguito sono riportati i risultati dei calcoli illuminotecnici per la varie vie sopra elencate partendo da modelli di strade con le caratteristiche di quelle reali. Nei calcoli non verrà menzionato il piazzale della chiesa di Mortise in quanto si provvederà ad effettuare una sostituzione di palo e corpo illuminante nelle medesime posizioni attuali e con le stesse caratteristiche delle lampade attuali, eliminando però l'inquinamento luminoso dato dalle attuali apparecchiature installate in quanto vetuste.

Tabella 2. Risultati dei calcoli illuminotecnici

	Zona di studio	Categoria illum. di esercizio	Illumin.to medio o minimo per corsia cd/mq	Uniformità Uo
1	Via Mortise	M4	0.83 – 0.76 (≥ 0.75)	0.55 - 0.57 (≥ 0.40)
2	Via Alberto Riva Villasanta	M4	0.89 – 0.82 (≥ 0.75)	0.57 - 0.58 (≥ 0.40)
3	Via Antonio Cantele	M4	0.80 – 0.86 (≥ 0.75)	0.60 - 0.61 (≥ 0.40)
4	Via Luigi Sedea	M4	0.78 – 0.84 (≥ 0.75)	0.59 - 0.59 (≥ 0.40)
5	Via Giuseppe Perotti – Via Antonio Giuriolo	M4	1.05 – 0.99 (≥ 0.75)	0.66 - 0.64 (≥ 0.40)
6	Via Decio Raggi	M4	0.82 – 0.87 (≥ 0.75)	0.55 - 0.55 (≥ 0.40)
7	Via Luigi Rizzo - Via Manlio Longon	M4	0.82 – 0.87 (≥ 0.75)	0.55 - 0.55 (≥ 0.40)
8	Via Luigi Pettinati	M4	0.80 – 0.86 (≥ 0.75)	0.56 - 0.54 (≥ 0.40)
9	Via Madonna della salute (tratto chiuso)	M4	0.86 – 0.79 (≥ 0.75)	0.49 - 0.52 (≥ 0.40)
10	Via Madonna della Salute	M3	1.11 – 1.00 (≥ 1.00)	0.45 - 0.49 (≥ 0.40)

Dimensionamento dell'impianto e modifiche ai quadri elettrici

Il quadri elettrici del quartiere saranno lasciati sostanzialmente invariati, in quanto le linee sono tutte già attestate all'interno dei quadri ma si valuterà la sostituzione di eventuali dispositivi obsoleti o vetusti.

Sui quadri i circuiti sono sempre monofase in classe II.

Si verificherà che:

- I circuiti siano equipaggiati con MTD con curva D
- Le protezioni alle sovratensioni di categoria I e II siano installate al punto di ingresso.
- I cavi di alimentazione dei circuiti monofase avranno sezioni di 10mmq in modo da permettere un ampliamento dell'impianto se necessario; in questo modo si garantiranno anche le cadute di tensione dell'ordine dell' 5% a fine linea.

Risparmio energetico

Potenza installata ante intervento (kw)	Potenza installata post intervento (kw)	Riduzione di potenza (kw)	Riduzione di potenza %
22,655	12,315	10,340	45,6%

La stima del risparmio energetico si basa sulla considerazione che le lampade led per l'illuminazione stradale funzioneranno per il 33% del tempo in modalità autodimmer, con flusso ridotto al 50%, e che le precedenti lampade, non essendo presente il riduttore di flusso, funzionavano sempre al 100%. Tramite il dispositivo Zhaga che si andrà ad installare in un secondo momento, la riduzione dei consumi e la dimmerazione potrà diventare maggiore arrivando fino al 60% del tempo.

Consumo/anno ante intervento Kwh	Consumo/anno post intervento kwh	Risparmio energia/anno kwh	Risparmio energia %
95.151	45.975	49.176	51,7%

Riduzione emissione CO2

Per il calcolo dell'emissione di CO2 nella varie fasi di vita dell'impianto si è moltiplicato il consumo energetico per il valore di 0,37 tonnellate di CO2 per ogni MWh consumato. Il valore è stato dedotto da quanto dichiarato *nell'inventario GHG 2021 di enel energia*.

Ton CO2/anno ante intervento	Ton CO2/anno post intervento	Riduzione Ton CO2/anno	Riduzione Ton CO2/anno %
35,2	17,0	18,2	51,7%

Normative di riferimento

Gli impianti rispetteranno, salvo esplicite deroghe previste dal "progetto", le seguenti disposizioni legislative e normative: ad esse si farà riferimento in sede di accettazione e verifiche preliminari degli impianti, e in sede di collaudo finale.

- Legge n°186 del 01/03/1968 – "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici".
- Decreto legislativo n°163 del 12/04/2006 – "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".
- Norma CEI 11-1 - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Norme generali";
- Norma CEI 11-17 - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- Norma CEI 11-18 - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni";
- Norme CEI 17-13/1 - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per la bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)";
- Norma CEI 34-21 - "Apparecchi di illuminazione - Parte I: Prescrizioni generale e prove";
- Norma CEI 34-33 - "Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per illuminazione stradale";
- Norma CEI 34-46 - "Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni generali di sicurezza";
- Norma CEI 34-47 - "Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Predisposizioni di prestazione";
- Norma CEI 34-48 - "Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni generali e di sicurezza";
- Norma CEI 34-49 - "Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni di prestazione";
- Norma CEI 64-8 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- Legge Regionale n°3/2011 del 18 marzo 2011.

Inoltre per gli aspetti illuminotecnici il progetto rispetta le seguenti normative:

- Norma UNI 11248 (2016 Novembre) - "illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI EN 13201-1-2-3-4 (2016 Febbraio) – "Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali"
- Norma UNI/TS 11726_ITA (2010) – "Illuminazione degli attraversamenti pedonali in strade a traffico motorizzato"
- Legge regionale 17/2009 in materia di Inquinamento Luminoso ed efficienza energetica.

APPENDICE 1: Tabelle di riferimento UNI 11248 e UNI 13201

Sebbene la classificazione delle strade non sia di competenza del progettista illuminotecnico, spetta a quest'ultimo la verifica della corrispondenza tra la classe assegnata e le effettive esigenze illuminotecniche.

A titolo informativo, per facilitare il progettista nella valutazione dei rischi e nella scelta della categoria illuminotecnica di ingresso, il prospetto C.1 riassume le caratteristiche dei vari tipi di strada come definiti nell'articolo 2 del Codice della Strada e dal Decreto Ministeriale dei Trasporti del 5/11/2001, N° 6792.

Tabella A.1 - Prospetto C.1: Classificazione delle strade secondo il Codice della Strada

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	N° minimo di carreggiate indipendenti	N° minimo di corsie per senso di marcia	N° di sensi di marcia	Portata max di servizio per corsia (veicoli/ora)	
B	Strade extraurbane principali	2	2	2	1000	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	1	1	2	600	Strade tipo provinciali, regionali e statali, con banchine laterali transitabili
	Strade extraurbane secondarie	1	1	2		
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	1	1	2		
D	Strade urbane di scorrimento	2	2	2	950	Strade urbane di grandi dimensioni e di connessione alla "rete urbana di quartiere" o "extraurbana secondaria"
E	Strade urbane di quartiere	1	1	2	800	
F	Strade urbane di quartiere	1	1	1 o 2	450	
F	Strade locali extraurbane	1	1	1 o 2		

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	N° minimo di carreggiate indipendenti	N° minimo di corsie per senso di marcia	N° di sensi di marcia	Portata max di servizio per corsia (veicoli/ora)	
F	Strade locali interzonali	1	1	1 o 2	800	
F	Strade locali urbane	1	1	1 o 2	800	
F bis	Itinerari ciclopedonali					

Tabella A.2 - Prospetto 1 della norma 11248: Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi UNI 11248

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità (km/h)	Categoria Illuminotecnica di ingresso
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle extraurbane principali	da 70 a 90	M3
C	Strade extra-urbane secondarie (tipi C1 e C2)	da 70 a 90	M2
	Strade extra-urbane secondarie	50	M3
	Strade extra-urbane secondarie con limiti particolari	da 70 a 90	M2
D	Strade urbana di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbana di quartiere	50	M3
F	Strade locali extra-urbane (tipi F1 e F2)	da 70 a 90	M2
	Strade locali extra-urbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C4/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
F bis	Itinerari ciclopedonali	Non dichiarato	P2
		30	

Tabella A.3 - Prospetto 6 della Norma UNI 11248: comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $q_0 \leq 0.05$ sr	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0.05 < q_0 \leq 0.08$ sr	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $q_0 > 0.08$ sr	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
(da norma UNI/TS ITA 11726 per attraversamenti pedonali)	-	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5

Tabella A.4 - Prospetto 2 della Norma UNI 11248: Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

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

Tabella A.5 - Prospetto 3 della norma UNI 11248 - Indicazioni 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 inferiore al 50% della portata di servizio	1
Flusso orario inferiore al 25% della portata di servizio	2
Riduzione della complessità della tipologia di traffico	1

Tabella A.6 - Prospetto 1 della norma UNI 13201-2: Requisiti prestazionali per le categorie M

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

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

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

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

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

- Nota 2 La luminanza del manto stradale è il risultato dell'illuminamento del manto stradale, delle proprietà riflettenti del manto stradale e delle condizioni geometriche di osservazione. Le convenzioni sono indicate nella EN 13201-3 e nella EN 13201-4, per la guida lungo tratti di strada con visione a distanze comprese tra 60 m e 160 m.
- Nota 3 La luminanza media (\bar{L}) è correlata al livello di luminanza generale che consente la visibilità al conducente. Al basso livello di illuminazione utilizzato per l'illuminazione stradale, la prestazione migliora con la luminanza in termini di incremento della sensibilità al contrasto, incremento dell'acuità visiva e riduzione dell'abbagliamento.
- Nota 4 L'uniformità generale (U_o) esprime, in generale, la variazione delle luminanze e indica l'adeguatezza del manto stradale come sfondo per segnaletica stradale, oggetti e altri utenti della strada.
- Nota 5 L'uniformità longitudinale (U_l) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sulla strada. Si riferisce alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti.
- Nota 6 L'incremento di soglia (f_{T1}) indica che, sebbene l'illuminazione stradale migliori le condizioni visive, essa causa anche abbagliamento debilitante in misura dipendente dal tipo di apparecchi di illuminazione, lampade e situazione geometrica. I valori di f_{T1} calcolati si riferiscono a un conducente giovane. La causa all'origine dell'abbagliamento è la diffusione nell'occhio umano che tende ad aumentare con l'età della persona. L'aumento è individuale e può essere basso per alcuni, di un fattore di due per altri e può essere elevato per persone affette da cataratta non trattata.
- Nota 7 L'illuminazione limitata alla carreggiata è inadeguata a rendere visibili le zone laterali immediatamente adiacenti alla strada e gli utenti della strada presenti sul ciglio.
- Nota 8 In alcuni paesi, il manto stradale è umido o bagnato per molte delle ore di buio. Per una determinata condizione di umidità, può essere imposto un requisito aggiuntivo di uniformità generale (U_o) per evitare una seria riduzione della prestazione in alcuni periodi umidi.

Tabella A.7 - Prospetto 2 della norma UNI 31201-2: Requisiti prestazionali per le categorie C

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.

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

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_o) devono essere calcolati e misurati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4.

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti del prospetto 2 può comprendere solo la carreggiata, quando si applicano altri requisiti per l'illuminazione adeguata di altre zone della strada per pedoni e ciclisti, oppure anche altre zone della strada.

Nota 2 La limitazione dell'abbagliamento debilitante può essere dimostrata valutando i valori di f_{TI} per tutte le combinazioni pertinenti delle direzioni di osservazione e delle posizioni dell'osservatore (vedere appendice C) oppure ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo le categorie G*1, G*2, G*3, G*4, G*5 o G*6 (vedere punto A.1).

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

Nota 3 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.

Si riportano per completezza la prescrizioni contenuta al par. 4.5 della norma 11248

- il valore medio dell'illuminamento non può superare di più del 35% il limite prescritto dalla normativa per le categorie M, e del 25% per le altre categorie:
 - nota 1: nel caso di zone di studio non omogenee i requisiti sopra riportati possono essere soddisfatti solo (cioè "è ammesso che siano soddisfatti solo") dalla categoria illuminotecnica con categorie più elevate.
 - nota 2: i requisiti della categoria vanno garantiti durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto

Tabella A.8 - Prospetto 3 della norma UNI 13201-2: Requisiti prestazionali per le piste ciclabili

- Nota 2 La limitazione dell'abbagliamento debilitante può essere dimostrata valutando i valori di f_{T1} per tutte le combinazioni pertinenti delle direzioni di osservazione e delle posizioni dell'osservatore (vedere appendice C) oppure ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo le categorie G*1, G*2, G*3, G*4, G*5 o G*6 (vedere punto A.1).
- Nota 3 La limitazione dell'abbagliamento molesto può essere ottenuta attraverso la scelta degli apparecchi di illuminazione secondo le categorie D1, D2, D3, D4, D5 o D6 dell'appendice A (vedere punto A.2). Per le categorie HS del prospetto 4, sono pertinenti solo le categorie D5 o D6.

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

Tabella A.9 - Prospetto 6 della norma UNI 13201-2: Requisiti prestazionali

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