



COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

PROGETTO ESECUTIVO

EFFICIENTAMENTO DI ALCUNI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA - "LOTTO 1"

IMPORTO COMPLESSIVO: € 420.000,00

N° Progetto Nome file APPR_08_RTS Data Marzo 2021	CUP LLPP	Descrizione RTS RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
Progettisti Ing. Simone Sarto Ing. Francesco Riva Geom. Nicola Friso	Rup Arch. Domenico Lo Bosco	Capo Settore Ing. Emanuele Nichele

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Sommario

Generalità.....	2
Obiettivi del progetto.....	2
Stato di fatto.....	2
Progetto.....	2
Definizione degli interventi sulla rete esistente.....	2
Individuazione delle categorie illuminotecniche.....	3
Risultati dei calcoli illuminotecnici.....	5
Dimensionamento dell'impianto e modifiche ai quadri elettrici.....	6
Risparmio energetico.....	6
Riduzione emissione CO2.....	6
Riepilogo delle opere previste.....	6
Normative di riferimento.....	7
APPENDICE 1: Tabelle di riferimento UNI 11248 e UNI 13201.....	8
Tabella A.1 - Prospetto C.1: Classificazione delle strade secondo il Codice della Strada.....	8
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.....	10
Tabella A.3 - Prospetto 6 della Norma UNI 11248: comparazione di categorie illuminotecniche.....	11
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.....	11
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.....	11
Tabella A.6 - Prospetto 1 della norma UNI 13201-2: Requisiti prestazionali per le categorie M.....	13
Tabella A.7 - Prospetto 2 della norma UNI 13201-2: Requisiti prestazionali per le categorie C.....	14
Tabella A.8 - Prospetto 3 della norma UNI 13201-2: Requisiti prestazionali per le piste ciclabili.....	15

Generalità

Il contenuto del presente documento si riferisce all'intervento sulla rete di illuminazione pubblica del tratto di Via PonteVigodarzere compreso tra la tangenziale e il ponte sul fiume Brenta, e del primo tratto di Via Signorini.

In particolare sono riportate l'analisi, i criteri adottati e 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

I principali obiettivi del progetto sono i seguenti:

- il risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale
- il miglioramento dell'illuminazione e della sicurezza della circolazione stradale nel rispetto dei requisiti imposti dalle normative
- il miglioramento del senso di sicurezza dei cittadini
- la realizzazione di un impianto di illuminazione predisposto per il telecontrollo dei corpi illuminanti
- la eliminazione dei tratti di linee di alimentazione aeree nelle vie oggetto dell'intervento

Stato di fatto

Negli impianti di illuminazione pubblica interessati dall'intervento sono installate lampade al Sodio e a Ioduri metallici, con efficienza, resa fotocromatica e tempi di vita inferiori alle lampade a LED.

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

In via PonteVigodarzere le linee di alimentazione sono in derivazione, aeree, e i corpi illuminanti sono sospesi su tesate tra pali in cemento; in Via Signorini le linee sono in derivazione, interrato, e i corpi illuminanti sono installati su testa palo e/o sbracci su pali in ferro.

L'impianto è alimentato dai quadri elettrici n.456 di via Telemaco Signorini e n.108 di via PonteVigodarzere; i quadri sono privi delle protezioni alle sovratensioni e dei magnetotermici con "curva D", e quindi non adeguati ad alimentare impianti dotati di sorgenti LED.

Nei quadri non sono presenti regolatori di flusso.

Progetto

Gli obiettivi di efficienza e di illuminamento saranno raggiunti sostituendo i corpi illuminanti attuali con corpi illuminanti dotati di sorgenti LED ad alta efficienza, grado termico 4000°K, flussi luminosi e ottiche specifiche per i punti di installazione; i corpi illuminanti saranno predisposti per il telecontrollo, con presa zhaga sul lato superiore per l'installazione dell'antenna.

Per eliminare i tratti di linea aerea dovranno essere posati nuovi cavidotti interrati

Definizione degli interventi sulla rete esistente

Il sopralluogo ha evidenziato la necessità di eseguire scavi in Via PonteVigodarzere per la posa di nuovi cavidotti, plinti e pali di sostegno; nel tratto tra la tangenziale e la rotatoria all'incrocio con Via Signorini risulta conveniente disporre i nuovi punti luce sul lato sinistro, mentre tra la rotatoria e l'inizio della rampa i nuovi punti luce saranno disposti sul lato destro.

Sulla rotatoria in corrispondenza di Via Signorini, e su via Signorini, saranno conservati i supporti in ferro e le linee interrate esistenti.

Sulla rampa di Via PonteVigodarzere è stato scelto di disporre i punti luce sul lato sinistro; i cavidotti saranno posati a sinistra del terrapieno, scavando su terra a livello della strada adiacente. I pali saranno

installati su plinti posati a bordo della carreggiata della rampa; su ciascun palo sarà installato un doppio punto luce per illuminare anche la strada adiacente al terrapieno.

La strada adiacente alla rampa sul lato destro del terrapieno richiederà un ulteriore scavo, con posa di plinti e nuovi pali in ferro.

A seguito della disposizione dei punti luce sul lato destro del tratto di Via PonteVigodarzere in corrispondenza di Via Benato, i punti luce di alcune vie risulteranno scollegati dal quadro n.108; pertanto saranno collegati al quadro n.456, posando un nuovo cavidotto dalla rotatoria di Via Signorini a via Benato.

Il quadro n.108 sarà spostato sul lato sinistro di Via PonteVigodarzere; dovrà essere posato un nuovo armadio, e richiesto lo spostamento della fornitura ENEL. Nel nuovo quadro dovranno essere previsti i circuiti di comando e protezione trifase per alimentare la rampa e le strade adiacenti al terrapieno, e i comandi attualmente presenti nel quadro relativi alle strade del quartiere Vivarini non interessate dall'intervento.

Nel quadro n.456 saranno modificati i circuiti di comando e protezione per renderlo idoneo ad alimentare corpi illuminanti LED; sarà aggiunto un circuito monofase per alimentare Via Benato.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla pianta e agli schemi dei quadri.

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.

Per le rotatorie, secondo quanto stabilito dalla norma UNI 11248, si è fatto riferimento alle categorie illuminotecniche della serie C, riportate in appendice nel prospetto 6 della norma UNI 11248 in tabella A.3.

Per determinare la categoria illuminotecnica di ingresso delle rotatorie sono state considerate le categorie illuminotecniche delle strade afferenti e lo stato di illuminazione delle stesse.

- Le strade afferenti alle rotatorie sono di categoria illuminotecnica di ingresso M4 o inferiore; si considera la massima categoria tra quelle delle strade che afferiscono alla rotatoria.
- Le strade afferenti alla rotatoria sono illuminate.

Il punto A.3.1.3 della norma 11248 prescrive che la categoria illuminotecnica di ingresso da applicare alla rotatoria nel caso di "rami di approccio alla stessa illuminati, e con $0.05 \text{ sr} < Q_0 \leq 0.08 \text{ sr}$ ", sia di un livello superiore a quella corrispondente alla massima categoria dei rami che afferiscono alla stessa.

Pertanto, poichè la massima categoria illuminotecnica di ingresso dei rami afferenti è M4, considerando che i rami stessi saranno illuminati, la categoria illuminotecnica d'ingresso delle rotatorie risulta essere la categoria C3.

La classe delle pista ciclabili è F-bis (itinerario ciclopeditoneo); pertanto la categoria illuminotecnica di ingresso è P2.

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.

Categoria 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.

Ad esclusione delle ore centrali della notte, la categoria di esercizio per le strade e per le rotatorie 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; conseguentemente il flusso luminoso sarà ridotto del 30% rispetto al valore corrispondente al funzionamento al 100%. Ciò sarà ottenuto inizialmente con la modalità autodimmer, riducendo in modo automatico il flusso in un intervallo di tempo intorno alla mezzanotte virtuale, e successivamente con il telecontrollo delle lampade, rilevando le reali condizioni di traffico e/o meteorologiche mediante l'utilizzo di sensori (controllo adattivo).

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	Cat. Esercizio ore notturne
1	Via PonteVigodarzere	F - strade locali extra urbane	M4	SI	NO	SI	NO	1	M4	M4	M5
2	Rotatoria Via PonteVigodarzere	Max categoria strade afferenti M4 e illuminate	C3	SI	NO	SI	NO	1	C3	C3	C4
3	Via Signorini	F - strade locali extra urbane	M4	SI	NO	SI	NO	1	M4	M4	M5
4	Rotatoria Via Signorini	Max categoria strade afferenti M4 e illuminate	C3	SI	NO	SI	NO	1	C3	C3	C4
5	Via PonteVigodarzere - rampa	F - strade locali extra urbane	M4	SI	NO	SI	NO	1	M4	M4	M5
6	Via PonteVigodarzere adiacente rampa lato sx	F - strade locali urbane di quartiere	M5	SI	SI	SI	SI	1	M5	M5	M6
7	Via PonteVigodarzere adiacente rampa lato dx	F - strade locali urbane di quartiere	M5	SI	SI	SI	SI	1	M5	M5	M6

Risultati dei calcoli illuminotecnici

Gli apparecchi di riferimento utilizzati per il calcolo sono di marca iGUZZINI, modello STREET, con varie ottiche (ST1, ST1.2, ST1.5) e flussi luminosi; il grado termico è 4000°K.

Per il calcolo illuminotecnico è stato utilizzato il programma di simulazione Relux; 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 le strade e per le rotatorie. Per i risultati dei calcoli relativi ai marciapiedi e alle piste ciclabili si rimanda agli specifici documenti.

Tabella 2. Risultati dei calcoli illuminotecnici

	Zona di studio	Categoria illum. di progetto	Illumin.to medio per corsia / superfice	Uniformità Uo
1	Via PonteVigodarzere	M4	0,85-0,77 (≥ 0.75)	0,55-0,59 (≥ 0.40)
2	Rotatoria Via PonteVigodarzere	C3	16,2 lux (≥ 15)	0,46 (≥ 0.40)
3	Via Signorini	M4	0,85-0,89 (≥ 0.75)	0,78-0,86 (≥ 0.40)
4	Rotatoria Via Signorini	C3	17,7 lux (≥ 15)	0,41 (≥ 0.40)
5	Via PonteVigodarzere - rampa	M4	0,9-0,83 (≥ 0.75)	0,47-0,48 (≥ 0.40)
6	Via PonteVigodarzere adiacente rampa lato sx	M5	0,6 (≥ 0.5)	0,43 (≥ 0.40)
7	Via PonteVigodarzere adiacente rampa lato dx	M5	0,82-0,77 (≥ 0.5)	0,66-0,65 (≥ 0.40)

I corpi illuminanti avranno le seguenti caratteristiche:

- sorgente LED
- vano ottico in pressofusione di alluminio
- vetro di chiusura sodico calcico in vetro temprato spessore 5mm
- efficienza > 130 lm/watt, grado termico 4000°K
- vita utile gruppo ottico > 100.000h secondo L80B10
- predisposizione per il telecomando: equipaggiamento con alimentatori DALI 2.0 e presa zhaga 4 pin
- configurazione iniziale in assenza di telecomando: modalità autodimmer con mezzanotte virtuale
- Classe di isolamento II
- Collegamento elettrico mediante sezionatore, con disinserzione automatica dalla rete all'apertura del gruppo elettrico.
- Protezione dalle sovratensioni di categoria II e III, 10KV di modo comune e 6kV di modo differenziale
- grado di protezione IP66
- resistenza agli urti grado IK08
- 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.

Dimensionamento dell'impianto e modifiche ai quadri elettrici

L'impianto sarà alimentato dai quadri n.456, situato nella rotatoria di via Signorini, e n.108, spostato in una nuova posizione in via PonteVigodarzere (si veda la planimetria).

Il nuovo impianto di illuminazione pubblica sarà in classe II di isolamento, alimentato da linee 3-fase e neutro interrate.

I cavi da 10 mmq di sezione garantiscono cadute di tensione inferiori all'1% a fine linea del tratto più lungo; in corrispondenza alla minima tensione di rete (-10%) la tensione fornita all'ultima lampada LED è pari a 205 Volt, che è all'interno delle tolleranze ammesse dal prodotto.

- Il quadro n.456 tramite due circuiti 3-fase alimenterà i tratti SUD di Via PonteVigodarzere. e NORD fino all'ultimo punto luce prima dell'incrocio con Via dei Vivarini; sarà aggiunto un circuito monofase per alimentare Via Benato attraverso il nuovo cavidotto, in quanto la stessa a seguito delle modifiche all'impianto di Via PonteVigodarzere risulterebbe isolata.
- Il quadro n.108 con un circuito 3-fase alimenterà la rimanente parte Nord di Via PonteVigodarzere, compresa la rampa, le due strade adiacenti al terrapieno, e il tratto aereo di Via Querini; il quartiere Vivarini sarà collegato ad un circuito 3-fase che fornirà alimentazione alle 2 fasi aeree preesistenti.
- Entrambi i quadri saranno equipaggiati con MTD con curva D e protezioni alle sovratensioni di categoria I e II.

Risparmio energetico

	Potenza installata ante intervento (kw)	Potenza installata post intervento (kw)	Riduzione di potenza (kw)	Riduzione di potenza %
	9833	2486	7347	74%

La riduzione di potenza con funzionamento al 100% pertanto risulta pari a 7347 Kw, pari al 74 %.

Per la stima del risparmio energetico va considerato che le lampade led funzioneranno per il 50% del tempo in modalità autodimmer, con flusso ridotto al 70%. Ipotizzando una riduzione di potenza proporzionale alla riduzione di flusso si può stimare il risparmio ottenibile rispetto alla situazione ante intervento.

	Consumo/anno ante intervento Kwh	Consumo/anno post intervento kwh	Risparmio energia/anno kwh	Risparmio energia %
	41297	8874	32423	78%

Riduzione emissione CO2

0,47 Ton CO2 / MWh	Ton CO2/anno ante intervento	Ton CO2/anno post intervento	Riduzione Ton CO2/anno	Riduzione Ton CO2/anno %
	19,4	4,2	15,2	78%

Riepilogo delle opere previste

- Opere edili
- Scavi per cavidotti, plinti e pozzetti
- Posa di cavidotti, plinti, pozzetti e chiusini
- Posa di pali in ferro nei plinti

- Posa del nuovo armadio per il quadro n.108 in sostituzione dell'attuale

Opere elettriche

- Posa nei cavidotti di linee 3-fase e neutro in cavo 10mmq RG16(O)R16 4x1x10mmq.
- Collegamento alternativemente delle fasi R-S-T e neutro alle morsettiere nei pali
- Installazione dei corpi illuminanti sui pali, su testa-palo o su sbracci
- Collegamento del cavo bipolare RG16(O)R16 2x2.5mmq ai corpi illuminanti e alla morsettiera all'interno del palo.
- Risalite su pali in cemento verso le linee aeree di tratti esclusi dall'intervento
- sostituzione degli interruttori magnetotermici-differenziali con dispositivi con curva di intervento D
- installazione di protezioni alle sovratensioni di categoria I e II

Rimozione

- Rimozione e smaltimento delle lampade al sodio, dei pali in cemento 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".

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 generali 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";
- 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 ciclopeditoni	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

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

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica

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]	$f_{Ti}^{c)}$ [massima] %	$R_{EI}^{d)}$ [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_{Ti} 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_{Ti}) 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_{Ti} 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_0) 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_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

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.