



## COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA

Città Metropolitana di Bologna

III<sup>^</sup> Area - Gestione del Territorio

SETTORE LAVORI PUBBLICI

### INTERVENTO DI RICUCITURA TRATTI PISTE CICLO-PEDONALI LUNGO IL PERCORSO VIA FONDE' - VIA REMIGIA COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA CUP: E67H23001070006

INTERVENTO COFINANZIATO: PR FESR 2021-2027 - Azione 2.8.1. Bando per favorire la realizzazione di piste ciclabili e progetti di mobilità dolce e ciclopedonale (D.G.R. 658/2023)

### PROGETTO ESECUTIVO

IL DIRIGENTE III<sup>^</sup> AREA  
GESTIONE DEL TERRITORIO  
Ing. Giuseppe COLAROSSO

PROGETTO GENERALE  
INFRASTRUTTURE:  
geom. Luca LA GANGA  
geom. Aurelio ESPOSITO

PROGETTO STRUTTURE  
Ing. Andrea SERENI  
PROGETTO IMPIANTI IIPP  
Ing. Giovanni STAGNI

IL RESPONSABILE DEL  
SETTORE  
Ing. Irene CAVINA

SUPPORTO PROGETTO VERDE:  
Marco GRILLINI

PROGETTO IDRAULICO  
Ing. Michele ANSALONI

IL RESPONSABILE UNICO  
DEL PROGETTO  
Ing. Irene CAVINA

SUPPORTO PROGETTO:  
Ing. Luca MAGI  
Ing. Enrico TORTORI  
geom. Fabio SASSI

COORDINATORE SICUREZZA  
PROGETTAZIONE:  
Ing. Claudia PRESTIA

OGGETTO:

### RELAZIONE TECNICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	TAVOLA:
00	03/24	EMISSIONE	IMP.1
			SCALA:
			-

Comune di San Lazzaro Di Savena

Piazza Bracci n° 1, 40068 San Lazzaro di Savena

Tel. 051 / 6228111 Fax 051 / 6228014

1	PREMESSE.....	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	1
3	Progetto elettrico .....	2
3.1	Descrizione sommaria delle opere.....	2
3.2	Dati di progetto .....	2
3.3	Tipo di impianto.....	2
3.4	Quadri elettrici.....	3
3.5	Sistema di telecontrollo punto-punto.....	3
3.6	Distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica.....	3
3.7	Caratteristiche del punto luce.....	4
3.8	Attraversamenti pedonali.....	5
3.9	Protezione delle condutture contro le sovracorrenti .....	5
3.10	Protezione contro i sovraccarichi (CEI 64.8/4 - 433.2).....	5
3.11	Protezione contro i Corto Circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3).....	6
3.12	Protezione contro i Contatti indiretti (CEI 64.8/4 - 413.1.4).....	6
3.13	Caduta di tensione.....	7
3.14	Lunghezza max protetta .....	7
3.15	Lunghezza max.....	7
3.16	Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne. 7	
3.17	Distanziamento dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata .....	7
4	Classificazione illuminotecnica .....	8
4.1	Zone di studio .....	8
4.2	Strade Classificazione stradale e categoria illuminotecnica di ingresso .....	8
4.3	Categoria illuminotecnica di Progetto e di Esercizio .....	11
4.4	Classificazione di zone di conflitto, piste ciclabili e marciapiedi.....	14
4.5	Requisiti per le zone di conflitto .....	14
4.6	Requisiti per pedoni e ciclisti .....	15
4.7	Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zoneadiacenti.....	17
4.8	ILLUMINAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI PEDONALI .....	18
4.9	sistema di illuminazione lampeggiante di ssegnalazione rallentatori di velocità .....	19
5	pista ciclo-pedonale.....	20
5.1	Classificazione della strada, analisi dei rischi e determiiazione categoria illuminotecnica.....	20
5.2	Analisi Dei Rischi E Determiiazione Categoria Illuminotecnica.....	20
5.3	Verifica dei risultati ottenuti.....	20
6	Incrocio via fondè – via vernizza e via scuole del farneto .....	21
6.1	Classificazione della strada, analisi dei rischi e determiiazione categoria illuminotecnica.....	21
6.2	Analisi Dei Rischi E Determiiazione Categoria Illuminotecnica.....	21
7	impianto semaforico incrocio via fondè-via vernizza-via scuole del farneto .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
7.1	DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
7.2	IMPIANTO SEMAFORICO.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
8	Allegati.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

## 1 PREMESSE

La presente relazione descrive le opere per l'illuminazione pubblica a servizio di una nuova pista ciclopedonale su via Fondè nel Comune di San Lazzaro di Savena (BO) e di un impianto semaforico all'incrocio tra via Verznizza, via Fondè e via Scuole del Farneto.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- CEI 64-8/1-7: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V ca, 1500Vcc;
- CEI 64-20: Impianti elettrici nelle gallerie stradali
- CEI 11-17: Impianti di Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo;
- CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per Bassa Tensione;
- CEI 111-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini e successive modificazioni;
- UNI EN 13201 Illuminazione stradale, requisiti prestazionali;
- UNI 11248: Illuminazione stradale, selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 10819: Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- UNI/TS 11726 Specifica tecnica per l'illuminazione degli attraversamenti pedonali
- UNI 11630 Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico
- UNI 10819 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - grandezze illuminotecniche e procedure di calcolo per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI EN 11095 Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali

Dovranno inoltre essere rispettate, in quanto applicabili, le:

- norme tecniche o prescrizioni emesse da Enti e Società preposti quali AUSL, ARPA, Società Elettriche e di Telecomunicazioni, ecc.;
- disposizioni locali dei Vigili Urbani e di altri enti (ANAS, Regione, Provincia, Comuni, ecc.);
- codice della strada e relativo regolamento di esecuzione ed attuazione;
- norme e leggi sui campi elettromagnetici: D.C.P.M. 23 Aprile 1992, LR. 31 Ottobre 2000 n° 30, L. 22 Febbraio 2001 n° 36.
- Decreto 27 Settembre 2007: Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica;
- LEGGE REGIONALE n. 19 del 29 settembre 2003 "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico";
- DIRETTIVA di Giunta Regionale n. 1732 del 12 novembre 2015 "TERZA direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge Regionale n. 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico".

### 3 PROGETTO ELETTRICO

#### 3.1 DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE

I lavori relativi agli impianti di illuminazione pubblica a progetto sono sommariamente così identificabili:

- Installazione di nuovi impianti di illuminazione per la pista ciclopedonale comprensivi di sostegni sui tratti di via Fondè compresi tra incrocio via Mario Conti ed incrocio via Bartolomeo Maria dal Monte.
- Installazione di nuovi impianti di illuminazione per la pista ciclopedonale comprensivi di sostegni sui tratti di via Fondè compresi tra incrocio via Viganò ed incrocio via Scuole del Farneto.
- Installazione di nuovi impianti di illuminazione per la pista ciclopedonale e per illuminazione stradale comprensivi di sostegni da installare su via Remigia.
- Installazione di nuovi impianti di illuminazione pubblica per passaggi pedonali completi di sostegni;
- Installazione di polifore principali e distribuzioni secondarie in derivazione distribuzione esistente per l'alimentazione dei punti luce di nuova fornitura.

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

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

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

#### 3.2 DATI DI PROGETTO

La classificazione elettrica degli impianti di illuminazione, ai sensi della Norma CEI 64-8 – Parte7 – Ambienti ed applicazioni particolari della Sezione 714: "Impianti di illuminazione situati all'esterno" risulta definita come - Impianto in derivazione alimentato a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata, 1500 V in corrente continua, esclusi gli impianti di gruppo "A".

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

#### 3.3 TIPO DI IMPIANTO

In linea generale, gli impianti oggetto dell'intervento sono esistenti ed alimentati da quadri di consegna, comando e protezione esistenti e con linee in derivazione trifase con neutro a 380/220V-50 Hz.

Le linee dorsali di nuova posa saranno del tipo:

- ARG16R16 0,6/1kV o FG16R16 0,6/1kV per linee interrate
- FS17 450/750V per conduttori di protezione

Le linee dorsali sono posate, a seconda delle zone, in cavidotti interrato o in linea aerea.

Nel caso di rifacimento di alcuni tratti di polifora, essa dovrà essere costituita da n.2 cavidotti in PE-AD di diametro F 110 mm interrato a profondità di circa 1,0 m su sede stradale e circa 50cm su marciapiede o terreno vegetale dal piano stradale e ricoperta da getto in calcestruzzo con spessore minimo di 60mm, previa sigillatura dei giunti.

Lungo il percorso interrato saranno posizionati opportuni pozzetti rompitratta per la posa, l'infilaggio e l'ispezionabilità delle linee e dell'impianto di terra; detti pozzetti saranno di tipo prefabbricato in cemento di dimensioni interne 600x600x1300 mm negli attraversamenti stradali e 400x400 mm interne in tutti gli altri casi, opportunamente rinfiancati e con chiusino in ghisa C250.

Si raccomanda la massima attenzione nell'infilaggio e/o sfilaggio di linee nuove nei cavidotti esistenti in merito alla presenza di sottoservizi quali fibre ottiche.

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

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

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

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

### 3.4 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici a servizio della nuova illuminazione pubblica sono esistenti.

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione installati all'interno dei quadri non sarà inferiore a 10kA come indicato negli elaborati.

Tutti i quadri elettrici saranno comunque dotati di portella frontale del tipo trasparente o cieca con chiusura a chiave, accessibili solo da personale istruito. L'insieme del quadro dovrà rispondere Norme CEI 23-51, CEI 17-113, CEI 17-114, CEI 17-116 e verrà realizzato sulla base di schema unifilare, utilizzando apparecchiature conformi alle normative vigenti ed allegando, al momento della consegna, il verbale di collaudo con l'elenco delle prove di accettazione effettuate. Dovrà essere garantito un grado di protezione esterno pari ad almeno IP40 e IPXXB per le parti attive all'interno, al fine di salvaguardare la protezione dai contatti diretti in caso di interventi per manutenzione.

Il dimensionamento della carpenteria, la verifica delle sovratemperature e delle sollecitazioni meccaniche di corto circuito saranno completamente a cura del costruttore del quadro.

### 3.5 SISTEMA DI TELECONTROLLO PUNTO-PUNTO

Come precedentemente citato, esiste in essere alla stazione appaltante un sistema di telecontrollo punto-punto ad onde convogliate composto da:

- Sistema di gestione centrale (esistente)
- Centrale di telecontrollo punto-punto (esistente in campo all'interno del quadro)
- Nodo di telecontrollo punto-punto (in campo all'interno dell'apparecchio illuminante)

Dovranno essere previsti nuovi nodi di telecontrollo punto-punto da installarsi all'interno dei nuovi corpi illuminanti che dovranno essere compatibili con il sistema e centrale esistenti in possesso alla stazione Appaltante.

### 3.6 DISTRIBUZIONE ED UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

Le linee principali di nuova posa saranno derivate da linee dorsali esistenti.

Il dimensionamento adottato per le sezioni dei cavi, tenuto conto dell'intervento delle protezioni in caso di corto circuito sia all'inizio che a fine linea, limiterà le cadute di tensione in linea a meno del 4% della tensione normale.

La derivazione dalla linea dorsale agli apparecchi illuminanti sarà realizzata con cavi multipolari di sezione 2,5 mm<sup>2</sup>, utilizzando essere effettuati con morsetto rubacorrente entro guscio in polipropilene, con derivazione a 30° (detta a Y), finito con colata in resina bicomponente 0,6/1kV.

La protezione ed il comando degli impianti sarà affidata ad interruttori con vari circuiti di alimentazione, in alcuni casi saranno esistenti ed in altri di nuova posa.

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

### 3.7 CARATTERISTICHE DEL PUNTO LUCE

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti avverrà come descritto nel capitolo di competenza.

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

- SOSTEGNI DI FORMA CONICA o OTTAGONALE
- APPARECCHIO ILLUMINANTE A LED
- CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE

**SOSTEGNI:** Sono previsti sostegni per i corpi illuminanti della pista ciclopedonale di hft=5,0m e per gli attraversamenti pedonali hdt=6m.

E' da prevedere la sostituzione di un palo all'incrocio tra via Vernizza, via Fondè e via Scuole del Farneto di Hft=7,0 m.

I sostegni saranno del tipo in lamiera in acciaio S235JR con caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 10025, protezione superficiale, interna ed esterna, mediante un processo di zincatura a caldo, effettuato per immersione in bagno di zinco fuso, previo decapaggio teso ad eliminare ogni scoria ed impurità, realizzato in conformità alla norma UNI EN ISO 1461.

#### PALI CONICI

H.t altezza tolate (mm)	H.ft altezza fuori terra (mm)	i interramento (mm)	D diametro alla base (mm)	d diametro sommità (mm)	s spessore (mm)	P Peso (indicativo) (kg)
3.500	3.000	500	95	60	4	27
4.500	4.000	500	105	60	4	37
5.500	5.000	500	115	60	4	48
6.800	6.000	800	128	60	4	63
7.800	7.000	800	138	60	4	77
8.800	8.000	800	148	60	4	91
9.800	9.000	800	158	60	4	107
10.800	10.000	800	168	60	4	123
11.800	11.000	800	178	60	4	141
12.800	12.000	800	188	60	4	160

#### SBRACCI

Tipologia	H altezza (mm)	I sporgenza (mm)	R raggio (mm)	i inclinazione (°)	D diametro (mm)	s spessore (mm)	P Peso (indicativo) (kg)
singolo	1.000	1.000	500	10	60	3	9
singolo	1.000	1.500	500	10	60	3	11
doppio	1.000	1.000	500	10	60	3	15
doppio	1.000	1.500	500	10	60	3	19
triplo	1.000	1.000	500	10	60	3	22
triplo	1.000	1.500	500	10	60	3	28
quadruplo	1.000	1.000	500	10	60	3	30
quadruplo	1.000	1.500	500	10	60	3	35

## APPARECCHIO ILLUMINANTE

Gli apparecchi illuminanti impiegati per la realizzazione dell'intervento sono di varie tipologie, forme e potenze per poter ottenere i livelli di luminanza e/o illuminamento idonei per ogni tipologia di strada o zona di studio.

Gli apparecchi illuminanti di seguito riportati sono divisi per categorie.

I corpi illuminanti dovranno rispettare le seguenti caratteristiche comuni, salvo casi particolari:

- Apparecchi con ottica cut-off;
- CCT = 3000 °K;
- Indice IPEA apparecchi;
- Gruppo RG apparecchio = 0
- Indice IPEI impianti;
- dotati di reattori elettronico con controllo punto-punto tramite onde convogliate

## COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE

I cavi per l'allacciamento della lampada sono di tipo FG16R/0,6-1 KV sez. 2x2,5 mmq., con protezione meccanica nel tratto palo-pozzetto in tubo flessibile dia. 32 mm. in PVC con spirale di rinforzo in PVC; le derivazioni dalla dorsale di alimentazione devono avvenire con morsetto rubacorrente entro guscio in polipropilene, con derivazione a 30° (detta a Y), finito con colata in resina bicomponente 0,6/1kV.

### *3.8 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI*

E' previsto nell'intervento la realizzazione dell'illuminazione di nuovi passaggi pedonali, individuabili dagli elaborati grafici allegati.

In questi punti verrà installato un nuovo sistema per la segnalazione ed illuminazione di passaggi pedonali, che prevede l'illuminazione dei pedoni con contrasto positivo ed un elevato illuminamento verticale, in conformità alla norma EN 13201. Il sistema è composto da pali e armature con ottica per attraversamenti pedonali da 39W in Classe II, 3000°K.

E' previsto inoltre un impianto lampeggiante, dotato di n. 4 proiettori a Led diametro 100mm (2 per parte) conformi alla normativa UNI EN 12352 cl.L2H, oltre ad un cartello segnalatore in alluminio.

### *3.9 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACCORRENTI*

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

### *3.10 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI (CEI 64.8/4 - 433.2)*

Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

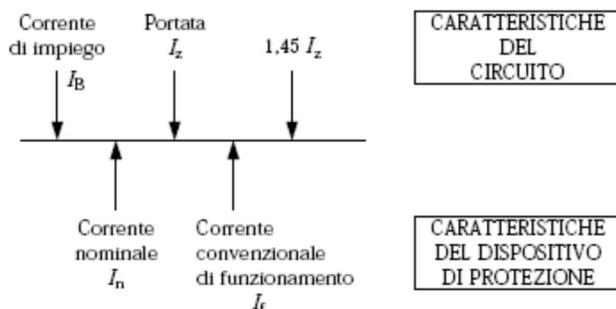
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove  $I_b$  = Corrente di impiego del circuito

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione

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

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



### 3.11 PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI (CEI 64.8/4 - 434.3)

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

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

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

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

$$I^2t = < K^2S^2$$

dove:

$I_{ccMax}$  = Corrente di corto circuito massima

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

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

K = Coefficiente della conduttura utilizzata:

-115 per cavi isolati in PVC

-135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

-143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

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

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

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

### 3.12 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (CEI 64.8/4 - 413.1.4)

per sistemi TT

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

dove

$R_E$  = è la resistenza del dispersore in ohm

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

### 3.13 CADUTA DI TENSIONE

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

dove

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

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

$X$  = reattanza della linea in W/km

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

$L$  = lunghezza della linea

### 3.14 LUNGHEZZA MAX PROTETTA

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

dove

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

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

### 3.15 LUNGHEZZA MAX

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

### 3.16 DISTANZIAMENTI DEI SOSTEGNI E DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DEI CONDUTTORI DI LINEE ESTERNE

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

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

### 3.17 DISTANZIAMENTO DEI PALI DI ILLUMINAZIONE DAI LIMITI DELLA CARREGGIATA

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

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

- 1) Al fine di evitare interferenze con il regolare traffico veicolare i sostegni ed ogni altra parte dell'impianto fino ad un'altezza di 5 m dalla pavimentazione della carreggiata è opportuno che siano posizionati:
  - a) Nelle strade urbane ad una distanza orizzontale di almeno 50 cm dal limite della carreggiata. Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada, tenendo conto di eventuali disposizioni di legge e/o Comunali, della situazione ambientale e del traffico veicolare consentito.
  - b) Nelle strade extra urbane, di regola, ad una distanza orizzontale di almeno 140 cm dal limite della carreggiata. Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada qualora la configurazione della banchina non consenta il distanziamento indicato.
- 2) Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia una larghezza di almeno 90 cm. (DM 14.06.89, n. 236 art. 8.2.1).

## 4 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA

### 4.1 ZONE DI STUDIO

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

Le zone di studio possono essere:

- Strade (a traffico veicolare) per presenza di rallentatori di velocità
- Passaggi pedonali

### 4.2 STRADE CLASSIFICAZIONE STRADALE E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO

La classificazione delle strade risulta fondamentale per pianificare al meglio l'illuminazione, in quanto le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare dipendono strettamente dal tipo di strada che si intende illuminare. Il Codice della Strada prevede le seguenti classificazioni:

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

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

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

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

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

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	
1)	Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792 <sup>[10]</sup> .		
2)	Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).		
3)	Vedere punto 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".		

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

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

#### 4.3 CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO E DI ESERCIZIO

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

La norma UNI 11248 introduce e propone nei prospetti 2 e 3, alcuni possibili parametri di influenza, ovviamente non tutti applicabili in ciascun ambito illuminotecnico, ed identificano quelli fondamentali applicabili in ambito stradale e per piste ciclabili, che possono essere integrati previa adeguata analisi dei possibili rischi, in ambiti stradali o pedonali misti con alcuni dei parametri di influenza, allo scopo di declassare ulteriormente l'ambito da illuminare e quindi di favorire il risparmio energetico.

prospetto 2

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

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

prospetto 3

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

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

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

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

L'analisi si suddivide in più fasi:

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

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio massima della strada, indipendentemente dal flusso orario di traffico effettivamente presente e considerando i parametri del prospetto 2.

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

prospetto 4 **Possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso**

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

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

Il decremento massimo per la categoria illuminotecnica di esercizio a partire dalla categoria illuminotecnica di progetto potrà essere pari a una categoria qualora la riduzione della categoria illuminotecnica di progetto sia

pari a due categorie illuminotecniche, altrimenti il decremento non potrà essere superiore a due categorie illuminotecniche.

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

prospetto 1 **Categorie Illuminotecniche M**

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

- a) L'uniformità longitudinale ( $U_l$ ) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.
- b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- c) I valori indicati nella colonna  $f_{T1}$  sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

#### 4.4 CLASSIFICAZIONE DI ZONE DI CONFLITTO, PISTE CICLABILI E MARCIAPIEDI

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

#### 4.5 REQUISITI PER LE ZONE DI CONFLITTO

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

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

prospetto 2

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

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

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

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

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

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

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

Categoria	Intensità luminosa <sup>a)</sup> massima in direzioni al di sotto della linea orizzontale in cd/klm del flusso di emissione dell'apparecchio di illuminazione			Altri requisiti
	a 70° e oltre <sup>b)</sup>	a 80° e oltre <sup>b)</sup>	a 90° e oltre <sup>b)</sup>	
G*1		200	50	Nessuno
G*2		150	30	Nessuno
G*3		100	20	Nessuno
G*4	500	100	10	Intensità luminose per angoli maggiori di 95° <sup>b)</sup> pari a zero <sup>c)</sup>
G*5	350	100	10	Intensità luminose per angoli maggiori di 95° <sup>b)</sup> pari a zero <sup>c)</sup>
G*6	350	100	0 <sup>c)</sup>	Intensità luminose per angoli maggiori di 90° <sup>b)</sup> pari a zero <sup>c)</sup>

a) Le intensità luminose sono indicate per qualsiasi direzione formante l'angolo specificato dalla verticale verso il basso, con l'apparecchio di illuminazione installato per l'uso.  
b) Qualsiasi direzione formante l'angolo specificato dalla verticale verso il basso, con l'apparecchio di illuminazione installato per l'uso.  
c) Le intensità luminose fino a 1 cd/klm possono essere considerate pari a zero.

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

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

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

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

prospetto A.2 **Categorie dell'indice di abbagliamento**

Categoria	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Indice di abbagliamento massimo	-	7 000	5 500	4 000	2 000	1 000	500

#### 4.6 REQUISITI PER PEDONI E CICLISTI

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

L'illuminamento medio (E), l'illuminamento minimo (E<sub>min</sub>), l'illuminamento emisferico medio (E<sub>hs</sub>) e l'uniformità generale dell'illuminamento emisferico (U<sub>g</sub>) devono essere calcolati e misurati secondo la EN 13201-3 e la EN 13201-4.

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

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

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

prospetto 3 <b>Categorie illuminotecniche P</b>				
Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$\bar{E}$ <sup>a)</sup> [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di  $\bar{E}$  indicato per la categoria.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Categorie illuminotecniche addizionali**

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

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

**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

**4.7 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE COMPARABILI TRA ZONE CONTIGUE E TRA ZONE ADIACENTI**

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

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

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

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

**Comparazione di categorie illuminotecniche**

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

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

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

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

**Classificazione delle pavimentazioni stradali asciutte**

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

**4.8 ILLUMINAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI PEDONALI**

Gli attraversamenti pedonali possono richiedere considerazioni particolari. In alcuni Paesi esistono norme nazionali che forniscono ulteriori indicazioni sulle prassi adottate a livello nazionale.

Quando si può ottenere un livello sufficientemente alto di luminanza del manto stradale, può essere possibile collocare i normali apparecchi di illuminazione stradale in modo tale da creare un buon contrasto negativo con il pedone visibile come sagoma scura contro uno sfondo luminoso.

Quando si considera l'illuminazione locale fornita mediante apparecchi di illuminazione aggiuntivi per l'illuminamento degli attraversamenti pedonali, l'intenzione dovrebbe essere di illuminare direttamente i pedoni nell'area di attraversamento e di richiamare l'attenzione dei conducenti di veicoli motorizzati sulla presenza dell'attraversamento pedonale.

Dovrebbero essere considerati il tipo di apparecchi di illuminazione aggiuntivi e la loro posizione e il loro orientamento rispetto all'area di attraversamento, in modo tale da ottenere un contrasto positivo e non causare un eccessivo abbagliamento ai conducenti.

Una soluzione consiste nel montare gli apparecchi di illuminazione a breve distanza prima dell'attraversamento pedonale nella direzione di arrivo del traffico motorizzato, dirigendo la luce sul lato dei pedoni che si trova di fronte ai conducenti in arrivo. Per una strada a doppio senso di marcia, si monta un apparecchio di illuminazione prima dell'attraversamento pedonale in ciascuna direzione di marcia, sul lato della strada dove scorre il traffico. Sono adatti apparecchi di illuminazione con emissione luminosa asimmetrica, che causano minore abbagliamento ai conducenti.

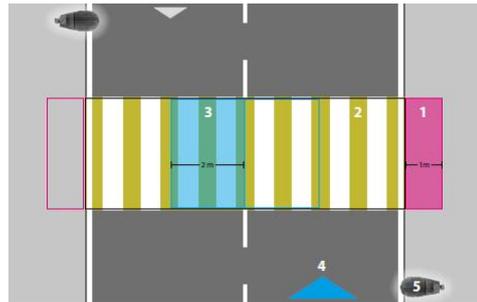
Può essere prevista un'illuminazione locale che fornisca un sufficiente illuminamento del pedone sul lato rivolto verso il traffico in tutte le posizioni dell'area di attraversamento pedonale. L'illuminamento, quando misurato

su un piano verticale, dovrebbe essere significativamente maggiore dell'illuminamento orizzontale prodotto dall'illuminazione stradale sulla carreggiata della strada. Le zone ad entrambe le estremità dell'attraversamento pedonale, in cui i pedoni attendono di entrare nell'area di attraversamento, dovrebbero ricevere un illuminamento adeguato. L'illuminazione limitata a una stretta striscia attorno all'area di attraversamento contribuisce in modo rilevante a richiamare l'attenzione.

In chiarimento a quanto esposto, è attualmente in vigore la norma UNI/TS 11726:2018, la quale fornisce linee guida e prescrizioni per la progettazione illuminotecnica degli impianti per illuminazione dell'attraversamento pedonale in strade con traffico motorizzato e nel campo di applicazione della norma UNI11248.

Sono evidenziate le parti relative al senso di marcia della corsia di destra:

1. zona di attesa
2. zona di attraversamento
3. zona di presa in carico
4. corsia di marcia
5. corpo illuminante



In caso di strada non illuminata si deve scegliere la categoria illuminotecnica EV3.

Nel caso di strada illuminata, ricordando che le condizioni di luminosità ambientale sono già considerate nell'analisi dei rischi per definire le categorie illuminotecniche di pertinenza della strada in conformità alla UNI 11248, si deve adottare la categoria illuminotecnica della zona di studio per l'attraversamento pedonale secondo il prospetto 1.

La segnaletica cospicua rappresenta un ulteriore mezzo per segnalare all'automobilista la presenza dell'attraversamento pedonale. Affinché la segnaletica presente possa ritenersi cospicua, essa deve soddisfare le seguenti condizioni:

- segnaletica retroilluminata: classe minima L2 secondo UNI EN 12899;
- segnaletica lampeggiante: classe minima L8 (se di dimensioni pari a 90 cm x 90 cm) o L2 (se di dimensioni pari a 60 cm \_ 60 cm) secondo UNI EN 12352.

#### 4.9 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE LAMPEGGIANTE DI SEGNALAZIONE RALLENTATORI DI VELOCITÀ

E' prevista l'installazione in prossimità dei rallentatori di velocità previsti a progetto, l'installazione di sistema a doppio lampeggiante composto da doppio proiettore a Led del diametro di 200mm conformi alla normativa UNI EN 12352 cl L8H inseriti in scatolato di alluminio dimensioni 600xH200mm e lastra frontale in metacrilato rivestita in pellicola color grigio.

## 5 PISTA CICLO-PEDONALE

### 5.1 CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA, ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

Strada	Tipo di strada	Limite Velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di Ingresso
Pista Ciclo-pedonale	F-bis	Nessun limite	P2

### 5.2 ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Riduzione categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	Em (illuminamento medio mantenuto)	Em (illuminamento minimo mantenuto)
Pista Ciclo-pedonale	P2	+1	P1	15	5

### 5.3 VERIFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



Fattore di manutenzione: 0.71

Scala 1:236

Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Pista ciclabile 1.

Classe di illuminazione selezionata: S1

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

$E_m$  [lx]  
17.98  
≥ 15.00  
✓

$E_{min}$  [lx]  
6.09  
≥ 5.00  
✓

Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati calcoli illuminotecnici.

## 6 INCROCI VIA FONDÈ – VIA VIGANO' E VIA SCUOLE DEL FARNETO

### 6.1 CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA, ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

Per determinare la categoria illuminotecnica dell'incrocio e degli attraversamenti pedonali dobbiamo classificare le strade:

Strada	Tipo di strada	Limite Velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di Ingresso
Via Vernizza	DE – Strada interquartiere	50	M3
Via Fondè	F – Strada Locale Urbana	50	M4
Via Scuole del farneto	DE – Strada interquartiere	50	M3

### 6.2 ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Riduzione categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	Lm (luminanza media mantenuta)	U0	Ui
Via Emilia	M3	1	M4	0,75	0,4	0,6
Via Remigia	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6
Via Aldo Moro	M3	1	M4	0,75	0,4	0,6

Attraversamenti pedonali

Zona di studio	Categoria illuminotecnica Strada	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	EV (illuminamento medio)
Attraversamenti Pedonali	M3	EV2	30

### 6.3 ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTEC

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Riduzione categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	Lm (luminanza media mantenuta)	U0	Ui
Via Viganò	M3	1	M4	0,75	0,4	0,6
Via Fondè	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6
Via Scuole del farneto	M3	1	M4	0,75	0,4	0,6

Incroci Via Fondè e Via Scuole del Farneto – Via Fondè e via Viganò

Zona di studio	Categoria illuminotecnica Strada	Categoria comparata	Aumento di categoria illuminotecnica	Categoria illuminotecnica applicata	EV (illuminamento medio)
Incrocio	M4	C4	1	C3	15

Attraversamenti pedonali

Zona di studio	Categoria illuminotecnica Strada	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	EV (illuminamento medio)
Attraversamenti Pedonali	M4	EV2	30

#### 6.4 ANALISI DEI RISCHI E DETERMINAZIONE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

Strada	Categoria illuminotecnica di Ingresso	Riduzione categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	Lm (luminanza media mantenuta)	U0	Ui
Via Conti	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6
Via Fondè	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6
Via dal Monte	M4	0	M4	0,75	0,4	0,6

Incroci Via Fondè e Via Mario Conti – Via Fondè e via Bartolomeo Maria dal Monte

Zona di studio	Categoria illuminotecnica Strada	Categoria comparata	Aumento di categoria illuminotecnica	Categoria illuminotecnica applicata	EV (illuminamento medio)
Incrocio	M4	C4	1	C3	15

Attraversamenti pedonali

Zona di studio	Categoria illuminotecnica Strada	Categoria illuminotecnica di Progetto/esercizio	EV (illuminamento medio)
Attraversamenti Pedonali	M4	EV2	30