



## COMUNE DI BRUINO (TO)

### PROJECT FINANCING:

IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE INTERVENTO FINALIZZATO A GENERARE RISPARMI DI NATURA ENERGETICA E GESTIONALE, MESSA IN SICUREZZA, CONTENIMENTO INQUINAMENTO LUMINOSO, ADEGUAMENTO NORMATIVO, MANUTENZIONE E GESTIONE AI SENSI DELL'ART. 183 COMMA 15 CODICE DEGLI APPALTI PUBBLICI D.LGS. N. 50/2016 PER LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI CUI ALL'OGGETTO, IN REGIME DI PROJECT FINANCING, CON DIRITTO DI PRELAZIONE.

### PROPONENTE:



### TIMBRI E FIRME:



### PROGETTISTA:



CODICE ELABORATO

R\_02

Titolo documento

Relazione tecnica



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

## **SOMMARIO**

1	PREMESSA .....	1
2	LA STRATEGIA.....	1
3	RISPARMIO ENERGETICO .....	2
4	CRONISTORIA E TIPOLIGIE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	3
5	CRITERI GENERALI PER LA SCELTA DELLE SORGENTI LUMINOSE .....	4
5.1	Flusso luminoso emesso:.....	4
5.2	Attacco:.....	4
5.3	Efficienza luminosa ( fotopica ) : .....	4
5.4	Indice di resa cromatica ( Ra ):.....	4
5.5	Temperatura di colore:.....	5
5.6	Vita media: .....	5
5.7	Presenza Hg e Pb:.....	5
6	STRUMENTO NORMATIVO .....	6
6.1	Norme CEI – Comitato elettrico italiano.....	6
6.2	Norme UNI – Ente Italiano di Unificazione.....	7
6.3	Leggi - Decreti - Circolari Nazionali.....	7
6.4	Norme CIE – Commissione Internazionale per l’Illuminazione .....	8
7	AREE DI INTERVENTO .....	8
7.1	Classificazione delle strade .....	9
7.2	Classificazione illuminotecnica stradali .....	11
7.3	Classificazione delle Strade e Individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento.....	13
7.4	Criteri illuminotecnici generali.....	14
7.5	Strade con prevalente traffico motorizzato.....	14
7.6	Strade con presenza di pedoni e traffico misto.....	15
7.7	Livelli di illuminazione .....	15
8	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE.....	16
8.1	Sostituzione degli apparecchi luminosi .....	16
8.1.1	Vantaggi .....	18
8.2	Adeguamento delle linee elettriche aeree ed interrate .....	18
8.3	Sostituzione e/o adeguamento dei sostegni .....	18
8.4	Sostituzione e/o adeguamento dei quadri elettrici .....	19



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

---

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

---

## 1 PREMESSA

Il presente progetto di fattibilità tecnico economica viene redatto con lo scopo di effettuare uno studio sullo stato di fatto dell'impianto elettrico di Pubblica Illuminazione per valutare, da un punto di vista tecnico ed economico la possibilità di realizzare un intervento di Pubblica utilità con la formula del Project Financing ai sensi dell'art. 183 comma 15 Codice degli Appalti Pubblici D.lgs. n. 50/2016, per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing con diritto di prelazione; è da considerarsi quindi parte integrante della proposta presentata dalla società **SITIE GREENPLANT S.r.l.** con sede in Via Giovanni Finati n° 6 - 44124 Ferrara (FE).

Vengono di seguito illustrati e messi in evidenza i vantaggi che l'Amministrazione Comunale potrà ottenere affidando, mediante una gara ad evidenza pubblica, la gestione pluriennale del parco impiantistico di pubblica illuminazione ad una azienda terza la quale realizzerà a proprie spese gli interventi di adeguamento normativo/riqualificazione tecnologia necessari per rendere gli impianti più affidabili ed efficienti.

Il primo passo per la realizzazione del presente progetto è stato la verifica del rilievo esistente degli impianti in oggetto, e dei dati forniti dalla pubblica amministrazione, operazione propedeutica per la verifica della qualità della luminanza, dei lux, dell'efficienza luminosa, dell'uniformità di illuminamento, degli abbagliamenti, dell'inquinamento luminoso, del risparmio energetico, dell'indice di corrispondenza al contesto ambientale ed infine, della rispondenza alle norme di sicurezza.

Il rilievo dello stato dei luoghi è stato effettuato punto per punto al fine di poterli individuare in maniera univoca su tutto il territorio. È stato quindi realizzato un rilievo con indicazione progressiva di ogni lampada e riportato sull'aerofotogrammetria inserita negli elaborati

Si è ottenuto, quindi un rilievo che consente l'aggiornamento, la progettazione degli eventuali ampliamenti e la gestione in tempo reale degli impianti su tutto il territorio.

Allo stato attuale, alla luce dello studio e dei sopralluoghi effettuati, risulta che gli impianti di pubblica illuminazione del Comune di Bruino, necessitano di un intervento di manutenzione straordinaria, come meglio descritto nei capitoli successivi.

**Si è constatato che sul territorio comunale esistono 1444 punti luce.**

Con il presente progetto preliminare si proporranno alcuni interventi puntuali unitamente agli interventi di:

- ✓ razionalizzazione, quali migliore distribuzione dei circuiti di alimentazione, adeguamento contrattuale della fornitura di energia elettrica;
- ✓ ottimizzazione attraverso l'installazione di sistemi di illuminazione LED ad alto rendimento, nonché l'adozione di strumenti idonei all'effettivo conseguimento del risparmio energetico;
- ✓ integrazione tecnico scientifica con strumenti innovativi per la gestione e controllo dell'impianto.

---

## 2 LA STRATEGIA

L'offerente al fine di perseguire l'obiettivo dell'efficientamento energetico e funzionale degli impianti di pubblica illuminazione comunale, propone la progettazione, la realizzazione degli interventi di adeguamento



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

normativo/riqualificazione tecnologica e la gestione pluriennale degli impianti stessi a fronte di un canone pluriennale per il finanziamento di quanto proposto.

Tale tipologia di contratto è tipica dell'affidamento del "Servizio di Pubblica Illuminazione".

Dal punto di vista finanziario, lo strumento concesso dall'attuale ordinamento è quello del **"Finanziamento Tramite Terzi (F.T.T)"**. Tale accordo contrattuale comprende un **"Terzo"** oltre al fornitore dell'energia ed al beneficiario della misura di miglioramento dell'efficienza energetica, che fornisce i capitali per tale misura e addebita al beneficiario un canone pari ad una parte del risparmio energetico conseguito avvalendosi della misura stessa.

### **3 RISPARMIO ENERGETICO**

L'illuminazione pubblica è parte integrante della gestione amministrativa del territorio comunale, da un lato è al servizio della comunità e delle società locali mentre dall'altro promuove lo sviluppo economico, migliora la sicurezza della viabilità e la sicurezza psicologica ed emotiva dei pedoni e dei cittadini residenti, nonché il comfort abitativo ed ambientale. Molti comuni ed enti locali non sono però consapevoli delle soluzioni esistenti in ambito di illuminazione, e dei risparmi energetici conseguibili attraverso scelte oculate, considerando quanto oggi la tecnologia metta a disposizione per ciascun componente degli impianti in oggetto.

Il presente progetto intende supportare l'Amministrazione nel meglio interpretare la funzione dell'illuminazione stradale, capire i problemi gestionali che essa pone e massimizzare i benefici che derivano dalla progettazione e realizzazione oculata degli impianti. Vengono evidenziate quindi le informazioni utili a capire cosa sia l'illuminazione delle aree pubbliche, con particolare enfasi a quelle stradali, e i benefici che ne possono derivare, nonché gli step necessari al raggiungimento degli obiettivi di una progettazione di illuminazione stradale efficace ed energeticamente efficiente, per il conseguimento del maggior risparmio energetico.

Il risparmio energetico è infatti "la prima fonte di energia alternativa e rappresenta senza dubbio il mezzo più rapido, efficace ed efficiente in termini di costi per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra", così si esprime la Commissione Europea nel documento "Fare di più con meno. Libro Verde sull'efficienza energetica" del 2005, e costituisce una tappa importante per lo sviluppo di una politica energetica dell'Unione Europea.

Analizzando il tema in ambito nazionale, un'iniziativa volta all'efficienza energetica dà un contributo significativo alla riduzione della nostra dipendenza energetica da altri paesi, in un contesto di prezzi instabili dei combustibili e tendenti comunque a crescere.

Il primo passo in politica di risparmio energetico, e quindi applicabile al campo della pubblica illuminazione, è il contenimento degli sprechi energetici. L'Europa, che consuma almeno il **20%** dell'energia che utilizza a causa della scarsa efficienza di apparecchi e impianti, si è posta l'obiettivo di ridurre queste perdite entro il 2020, adottando un *"Piano d'azione sull'efficienza energetica"*.

Il Piano, che mira ad eliminare dal mercato i prodotti che consumano troppo e ad informare i cittadini su quelli più efficienti, introduce norme minime di rendimento energetico per apparecchiature e impianti e prevede un'ulteriore diffusione dei sistemi di etichettatura energetica e di incentivazione economica.



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

Il settore dell'illuminazione pubblica è un punto di partenza ideale per una politica di risparmio energetico perché la qualità del servizio è immediatamente “visibile” ai cittadini e può contribuire in modo concreto a migliorare la sostenibilità ambientale del nostro stile di vita.

Basti pensare che per l'illuminazione si consuma il 14% di tutta l'elettricità della Unione Europea, il 19% a livello mondiale (fonte IEA). Circa i 2/3 di tutte le sorgenti luminose attualmente installate nell'Unione Europea si basano su una tecnologia obsoleta (sviluppata prima del 1970), a scarso rendimento energetico.

---

#### **4 CRONISTORIA E TIPOLOGIE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

La luce artificiale si ottiene con l'ausilio di lampade che si differenziano per:

- ✓ la resa luminosa a parità di potenza elettrica assorbita;
- ✓ il colore della luce emessa (ad esempio: bianco, giallo, ecc.);
- ✓ la resa cromatica, che indica le caratteristiche di una lampada per consentire l'apprezzamento delle sfumature di colore;
- ✓ la vita media di funzionamento (ad es.: 1.000 ore, 6.000 ore, 12.000 ore, 30.000, ecc.);
- ✓ i valori di potenza unitaria che il mercato offre (50 W, 70W, 100 W, 125W, 150 W, 250 W, ecc.).

La scelta idonea delle lampade da utilizzare incide in modo considerevole sull'efficienza dell'intero sistema in senso energetico e funzionale.

I primi impianti elettrici di illuminazione pubblica utilizzavano come sorgente luminosa le lampade ad incandescenza, che sono caratterizzate da un'ottima resa dei colori, una bassa efficienza luminosa, ossia pochi lumen emessi per ogni Watt di potenza (circa 15 lumen/Watt), ed una vita media di funzionamento breve (1000 ore).

Negli **anni '50** si diffusero le lampade fluorescenti tubolari, che aumentavano sensibilmente la resa luminosa (circa 60 lumen/Watt) e la vita media di funzionamento (circa 4000 ore);

negli **anni '60** comparvero le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione, più compatte rispetto a quelle fluorescenti ed avevano un buon valore di vita media di funzionamento (circa 8000 ore);

negli **anni '70** si installarono le lampade a vapore di sodio a bassa ed alta pressione, le prime sono caratterizzate da elevata efficienza luminosa (circa 110 lumen/Watt), resa cromatica pressoché nulla; le seconde presentano una buona resa dei colori, vita media di funzionamento elevata (circa 12.000 ore) ed efficienza luminosa di circa 100 lumen/Watt.

In grande ascesa in questi ultimi anni sono poi le lampade a **LED** capaci di coprire un ampio spettro di emissione dal verde fino all'ultravioletto, sta portando ad una rivoluzione nell'industria dedicata all'illuminazione, infatti l'introduzione di tecnologie ad elevata efficienza luminosa mira a rimpiazzare in breve tempo le sorgenti bianche comunemente usate fino ad oggi.



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

## **5 CRITERI GENERALI PER LA SCELTA DELLE SORGENTI LUMINOSE**

La valutazione per la scelta di ogni singola potenza disponibile è resa necessaria dal fatto che le prestazioni delle lampade, all'interno della stessa famiglia, possono variare di molto da una taglia all'altra, specialmente per quanto riguarda l'efficienza.

Per ognuna delle potenze commerciali disponibili sul mercato, di ciascuna famiglia di lampade, è necessario verificare ciascuna delle seguenti informazioni per un corretto utilizzo e posizionamento:

### **5.1 Flusso luminoso emesso:**

è dato dalla parte di radiazioni visibili, pesate con la visibilità dell'occhio umano in condizioni fotopiche, prodotte da una sorgente nell'unità di tempo. L'unità di misura è il lumen (lm).

### **5.2 Attacco:**

è la parte di lampada che, inserita nel portalampada, la pone in contatto funzionale con i punti terminali dell'alimentazione elettrica. Gli attacchi sono classificati da una convenzione internazionale e si identificano con delle sigle composte da due gruppi distinti di lettere e numeri separati da una barra o trattino. La prima lettera maiuscola, seguita a volte da una lettera minuscola, indica la tipologia di attacco (a vite o Edison, a spina, a baionetta, ecc.). Seguono una o più cifre che indicano in millimetri una lunghezza trasversale (ad esempio il diametro degli attacchi a vite). Se dopo le cifre vi è anche una lettera minuscola, questa indica il tipo di contatto elettrico. Nel secondo gruppo vi sono solo numeri ed indicano rispettivamente la misura in millimetri della lunghezza longitudinale dell'attacco e del diametro esterno di elementi di connessione tra attacco e bulbo, se presenti.

### **5.3 Efficienza luminosa ( fotopica ):**

è definita come il rapporto tra il flusso luminoso emesso dalla sorgente e la potenza da essa assorbita. L'unità di misura è il lumen per watt (lm/W). E' uno dei parametri più importanti per la stima del consumo energetico, in quanto nelle lampade, anche in quelle più efficienti, l'energia elettrica assorbita si trasforma in parte in forme di energia diverse dalla luce visibile, come le radiazioni UV ed il calore. Si deve inoltre precisare che l'efficienza luminosa varia anche in relazione alla curva di sensibilità spettrale dell'occhio umano, anche all'interno dello spettro nel visibile. Infatti le lampade con maggiore efficienza emettono energia radiante a lunghezze d'onda vicine alla maggior sensibilità ( $\lambda_m$ ) dell'occhio, ovvero  $\lambda_m = 555 \text{ nm}$  nella visione fotopica.

### **5.4 Indice di resa cromatica ( Ra ):**

quantifica la capacità di una sorgente di fare percepire i colori degli oggetti illuminati, la quantificazione avviene per confronto con una sorgente di riferimento e valuta l'alterazione, o meno, del colore delle superfici illuminate percepito nelle due condizioni. Diversamente da quanto avviene con lampade ad incandescenza, con le lampade a scarica si possono verificare delle significative distorsioni cromatiche. Il valore massimo dell'indice di resa cromatica è 100 e si verifica quando non vi è differenza di percezione del colore sotto la sorgente analizzata con la sorgente di riferimento.





### **5.5 Temperatura di colore:**

è il parametro che descrive il colore apparente della luce emessa da una sorgente luminosa. La temperatura del colore (CCT) è definita come “la temperatura di un corpo nero (o Planckiano) che emette luce avente la stessa cromaticità della luce emessa dalla sorgente sotto analisi”. Questo parametro dà informazioni precise sulla distribuzione spettrale dell’energia luminosa solo per le sorgenti di tipo termico, mentre per le altre sorgenti luminose si parla di temperatura ISO prossimale di colore (o correlata). La temperatura isoprossimale di colore (o correlata) viene definita come “la temperatura del corpo nero il cui colore percepito più si avvicina a quello della sorgente osservata”. Tale temperatura si esprime in Kelvin (°K).

### **5.6 Vita media:**

definita come “il numero di ore di funzionamento dopo il quale il 50% delle lampade di un congruo e rappresentativo lotto, funzionante in condizioni stabilite, si spegne”. Il test include sempre un ciclo di accensioni che varia in funzione del tipo di lampada. La vita media viene comunemente chiamata anche vita utile e solitamente viene misurata in numero di ore (h). Vi sono molti fattori che influenzano la vita operativa di una lampada e sono legati alle condizioni sfavorevoli di funzionamento, come la temperatura d’ambiente, il numero e la frequenza di accensioni e, in caso di lampade a scarica, le sollecitazioni meccaniche.

### **5.7 Presenza Hg e Pb:**

indica la presenza, tra i componenti delle lampade, di sostanze pericolose e nocive per l’uomo e l’ambiente, quali mercurio e piombo. In merito all’impatto ambientale delle lampade, in questa sede tradotto con la quantità di sostanze nocive contenute all’interno delle stesse, sarebbe interessante valutare anche l’impatto ambientale ed energetico legato all’intero ciclo di vita delle lampade, dalla produzione fino allo smaltimento delle stesse.

Altri aspetti importanti da valutare nella scelta delle lampade sono legati a:

- ✓ gli assorbimenti delle lampade comprensivi degli accessori, quali alimentatore e accenditore, per valutare l’incidenza di tali accessori sul rendimento della lampada (queste informazioni non vengono solitamente fornite dai costruttori nella documentazione abitualmente accessibile);
- ✓ la durata di vita media;
- ✓ gli spettri di emissione di ogni singola tipologia di lampada (in questo caso invece l’informazione viene abitualmente fornita dalle case costruttrici).

I pregi e i difetti di ciascuna tipologia di lampada, secondo i criteri indicati nella tabella seguente:







**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

Giudizio	Simbologia	efficienza [lm/W]	comfort visivo Ra [-]	vita media [h]	impatto ecologico
pessimo		$\leq 60$	$\leq 20$	$< 5000$	
mediocre	---	$60 < \leq 80$	$20 < \leq 50$	$5000 < \leq 10000$	
discreto	1	$80 < \leq 100$	$50 < \leq 80$	$10000 < \leq 20000$	Hg
buono	2	$100 < \leq 120$	$80 < \leq 90$	$20000 < \leq 30000$	Hg ridotto
ottimo		$> 120$	$> 90$	$> 30000$	assenza

UNA SORGENTE DOVREBBE PRESENTARE OTTIMA EFFICIENZA, BASSI COSTI DI MANUTENZIONE, LEGATI AD UNA LUNGA VITA MEDIA (INSIEME AD UN LIMITATO COSTO DI ACQUISTO), OLTRE A GARANTIRE UN BASSO IMPATTO AMBIENTALE.

## 6 STRUMENTO NORMATIVO

Il presente progetto illustra come l'offerente abbia dedotto dallo studio effettuato, in modo da incrementarne la qualità e l'affidabilità anche in termini di ulteriori servizi messi a disposizione della Collettività.

La normativa di riferimento è data dal D.lgs. 30 maggio 2008 n.115 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE" relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE". La norma impone di perseguire l'obiettivo del "risparmio energetico" inteso come "quantità di energia risparmiata, determinata mediante una misurazione o una stima del consumo prima e dopo l'attuazione di una o più misure di miglioramento dell'efficienza energetica (art.2m comma 1 lett. d)".

### 6.1 Norme CEI – Comitato elettrico italiano

- ✓ Norma CEI EN 60598-1: Apparecchi di illuminazione - Requisiti generali;
- ✓ Norma CEI EN 60598-2-3: Apparecchi di illuminazione stradale;
- ✓ Norma CEI EN 61547: Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC;
- ✓ Norma CEI 64-7: Impianti elettrici di illuminazione pubblica (1998);
- ✓ Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 100 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (2007);
- ✓ Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne (1998);
- ✓ Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica linee in cavo (2006);
- ✓ Norma CEI 34-48: Alimentatori per lampade a scarica (1991);
- ✓ Norma CEI 34-21: Apparecchi d'illuminazione (1990);
- ✓ Norma CEI 34-46: Dispositivi d'innesco (1991);
- ✓ Norma CEI 34-63: Condensatori per circuiti con lampade a scarica (1993);



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

---

**Comune di** R02\_Relazione Tecnica  
**Bruino (TO)**

- ✓ Norma CEI 70-1: Gradi di protezione degli involucri - Codice IP (1997);
- ✓ Norma CEI 34-21: Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove (2005);
- ✓ Norma CEI 34-33/V1/05: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale.

## **6.2 Norme UNI – Ente Italiano di Unificazione**

- ✓ Norma UNI EN 40: Sostegni per l'illuminazione: dimensioni e tolleranze;
- ✓ Norma UNI 11248: Illuminazione stradale (2007);
- ✓ Norma UNI 12464: Illuminazione posti di lavoro all'aperto;
- ✓ Norma UNI 13201-1: Illuminazione stradale - Parte 1: Selezione delle categorie illuminotecniche(2004);
- ✓ Norma UNI 13201-2: Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali (2004);
- ✓ Norma UNI 13201-3: Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni (2004);
- ✓ Norma UNI 13201-4: Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche (2004);
- ✓ Norma UNI 10439: Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato;
- ✓ Norma UNI 10819: Requisiti per limitazione dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- ✓ Tabelle UNI 35023: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 - Cadute di tensione;
- ✓ Tabella UNI 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V c.a. e 1500 V c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- ✓ Norma DIN 5044: Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato

## **6.3 Leggi - Decreti - Circolari Nazionali**

- ✓ Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: - "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- ✓ Decreto Interministeriale 22 gennaio 2008, n. 37: - "Norme sulla sicurezza degli impianti" - (ex Legge n. 46 del 05.03.1990 - ex D.P.R. n. 447 del 06.12.1991);
- ✓ Decreto Legislativo 09 aprile 2008, n. 81: - "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- ✓ Legge 01 marzo 1968 n. 186: - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- ✓ Legge 18 ottobre 1977 n° 791 : - Attuazione della direttiva CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- ✓ Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 - Nuovo Codice della Strada e successive modifiche - (Aggiornamento 1995);
- ✓ Decreto Ministeriale n. 6792 del 05 novembre 2001: - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade - (emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti);
- ✓ D.P.R. 495/1992 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- ✓ Decreto Legislativo 360/1993 - Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada approvato con Decreto Legislativo n. 285 del 30.04.1992;
- ✓ D.P.R. 503.96 - Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche;



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di** R02\_Relazione Tecnica  
**Bruino (TO)**

- ✓ Legge n. 10 del 09 gennaio 1991 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- ✓ Decreto Ministeriale 12 aprile 1995 - Supplemento Ordinario n. 77 alla G.U. n. 146 del 24.06.1995 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico;
- ✓ Direttiva 83/189/CEE (Allegato II) - Legge 21 giugno 1986, n. 317 - Realizzazione degli impianti a "regola d'arte".

#### **6.4 Norme CIE – Commissione Internazionale per l'Illuminazione**

- ✓ Pubblicazione CIE n. 17.4 - International Lighting Vocabulary;
- ✓ Pubblicazione CIE n. 27 - Photometry luminaries for street lighting
- ✓ Pubblicazione CIE n. 30.2 - Calculation and measurement of luminance and illuminance in road lighting;
- ✓ Pubblicazione CIE n. 31 - Glare and uniformity in road lighting installation;
- ✓ Pubblicazione CIE n. 68 - Guide to the lighting of exterior working areas;
- ✓ Pubblicazione CIE n. 88 - Guide for the lighting of road tunnels and underpasses (1990);
- ✓ Pubblicazione CIE n. 92 - Guide to the lighting of urban areas (1992);
- ✓ Pubblicazione CIE n. 115 - Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic (1995);
- ✓ Pubblicazione CIE n. 121 - The photometry and goniophotometry of luminaires;
- ✓ Pubblicazione CIE n. 126 - Guidelines for minimizing sky glow;
- ✓ Pubblicazione CIE n. 136 - Guide to the lighting of urban areas (2000);
- ✓ Pubblicazione IEC 1231 - International Lamp Coding System (ILCOS).

## **7 AREE DI INTERVENTO**

Il presente progetto si concentra su situazioni concrete e ipotesi reali di intervento nel campo dell'illuminazione pubblica.

Vengono individuate tre principali macro-aree di intervento che si differenziano per caratteristiche ed esigenze. Tali aree sono indicate nella Tabella 1 di seguito riportata.

**Tabella 1**

TIPO	CLASSIFICAZIONE	CARATTERISTICHE	ESIGENZE
A.	Strade ad esclusivo o prevalente traffico veicolare	- Velocità notevoli - Lunghezze notevoli - Difficoltà di manutenzione	- Sicurezza stradale - Elevata affidabilità - Elevata efficienza
B.	Aree in contesto urbano con traffico misto (veicolare + ciclo-pedonale)	- Presenza di persone - Presenza di attività commerciali e luoghi di aggregazione - Impianti inseriti in contesti urbani, molte volte pregevoli per arte e storia	- Sicurezza percepita - Ottima resa cromatica - Comfort visivo - Ottimo inserimento formale degli impianti
C.	Grandi aree (piazze, parcheggi, piazzali, ecc) con traffico misto	- Superfici notevoli - Limitazione nel posizionamento dei punti luce	- Elevata efficienza - Flessibilità delle possibilità di installazione e delle ottiche disponibili



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

Nelle aree di tipo **A** rientrano anche le gallerie stradali e gli impianti sportivi outdoor, che, presentando problematiche particolari, non sono approfonditi nel presente documento.

Nelle aree di tipo **B** rientrano anche casi limite, in cui la destinazione d'uso è esclusivamente ciclo – pedonale, o solo pedonale.

## **7.1 Classificazione delle strade**

La classificazione delle strade deve avvenire in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge e ss.mm.ii. di seguito elencati:

- ✓ Decreto Legislativo 30/04/1992, n. 285 – “Nuovo codice della strada.”, pubblicato sulla “Gazzetta Ufficiale - Serie generale” n. 114 del 18 maggio 1992 (Supplemento ordinario n. 74);
- ✓ Comunicato Ministeriale LL. PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995 ( Suppl. ordinario n. 77). Direttive emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell’art.36 del D.Lgs.30 aprile 1992, n.285;
- ✓ Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale – Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n. 5);
- ✓ Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;
- ✓ Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali ”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006.

Ai fini dell'applicazione delle norme previste dal Dlgs n.285 (Nuovo Codice della Strada) con il termine "strada" viene definita l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

La successiva **tabella 2** riporta la classificazione delle strade, coerentemente alle disposizioni di leggi vigenti in materia, in particolare per quanto riguarda la denominazione delle classi (da A ad F).

Per ogni classe, la tabella indica le categorie illuminotecniche, individuate con un indice numerico da 2 a 6.

Una volta individuata la categoria illuminotecnica, la **tabella 3** riporta le prescrizioni illuminotecniche.

I livelli di luminanza ed i rapporti di uniformità indicati nella successiva **tabella 3** sono valori minimi, mentre per quanto riguarda l'indice TI, relativo all'abbagliamento debilitante, si tratta di valori massimi.

Le categorie illuminotecniche prescritte per ogni classe di strada dalla **tabella 2**, dalle quali si possono ricavare le prescrizioni della **tabella 3**, sono valide con flusso orario di traffico riferito al valore massimo previsto per quella classe di strada.



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

**Tabella 2**

CLASSE (1)	TIPO DI STRADA E AMBITO TERRITORIALE	INDICE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (3)	TIPO DI LAMPADIE	RESA CROMATICA (x SA)	RAPPORTO MINIMO CONSIGLIATO - Interdistanza / altezza palo di sostegno
A	Autostrade extraurbane	6	SB - SA	Ra = 25max	4
A	Autostrade urbane	6	SA	Ra = 25	4
B	Strade extraurbane principali	6	SB - SA	Ra = 25max	4
C	Strade extraurbane secondarie	5	SB - SA	Ra = 25max	4
D (2)	Strade urbane di scorrimento veloce	6	SA	Ra = 65-25	4
D	Strade urbane di scorrimento	4	SA	Ra = 25	3,5
E (2)	Strade urbane interquartiere	5	SA	Ra = 65-25	4
E	Strade urbane di quartiere	4	SA	Ra = 25	3,5
F	Strade extraurbane locali	4	SA	Ra = 25	3,5
F (2)	Strade urbane locali interzonali	3	SA	Ra = 25	3,5
F	Strade urbane locali	2	SA	Ra = 25	3,5
(1) La presente classificazione è in sintonia con quella riportata nel "Testo aggiornato dal Decreto Legislativo 30 Aprile 1992, n° 285, recante il nuovo Codice della Strada", pubblicato sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale Serie Generale - n° 67 del 22.03.1994.					
(2) La presente classificazione è in sintonia con quella riportata nel Decreto Ministeriale LL. PP. del 12.04.1995					

Qualora si verificano flussi orari di traffico minori di detto valore (in particolare durante la notte) e le condizioni di sicurezza generale per tutti gli utenti della strada lo permettano, è possibile in fase di esercizio, Ridurre il valore minimo della luminanza media mantenuta indicata nella tabella 4, con i seguenti criteri:

- ✓ Flusso di traffico minore del 50% dal valore massimo Indice della categoria illuminotecnica ridotto di 1;
- ✓ Flusso di traffico minore del 25% dal valore massimo Indice della categoria illuminotecnica ridotto di 2, salvo per la categoria illuminotecnica con indice 2, cui si applica la riduzione di una categoria.





**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

**Tabella 3**

INDICE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA	VALORE MINIMO DELLA LUMINANZA MEDIA MANTENUTA	UNIFORMITÀ MINIMA		VALORE MASSIMO INDICE DI ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE
		$U_0$ % (1)	$U_L$ % (2)	
6	2,0	40	70	10
5	1,5	40	70	10
4	1,0	40	50	10
3	0,75	40	50	15
2	0,5	35	40	15
1	0,3	35	40	15

(1)  $U_0 = L_{min} / L_{med}$  = rapporto tra luminanza minima e media su tutta la carreggiata.  
 (2)  $U_L = L_{min} / L_{max}$  = rapporto tra luminanza minima e massima lungo la mezziera di ciascuna corsia.  
 (3) TI = indice dell'abbagliamento debilitante

## 7.2 Classificazione illuminotecniche stradali

La Norma

- ✓ UNI EN 13201-2 del settembre 2004, che recepisce la norma EN 13201-2 - Road Lighting - Part 2: Performance Requirements (del novembre 2003, con correzioni introdotte il 3 dicembre 2003)

definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione delle strade in base alle esigenze di visione degli utenti e considerandone gli impatti ambientali.

In essa sono contenute tabelle con le classi illuminotecniche definendone le caratteristiche previste per le seguenti tipologie di strade:

- ✓ **Classi M** - Strade con traffico motorizzato (manto stradale asciutto): Definiscono le luminanze del manto stradale;
- ✓ **Classi M** - Strade con traffico motorizzato (manto stradale asciutto/umido): Definiscono le luminanze del manto stradale;
- ✓ **Classi C** - Strade conflittuali con traffico misto: Definiscono gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, roatorie, sottopassi pedonali;
- ✓ **Classi HS** - Strade pedonali e ciclabili: Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi;
- ✓ **Classi HS** - Strade pedonali e ciclabili: Definiscono gli illuminamenti emisferici;
- ✓ **Classi SC** - Strade pedonali: Definiscono gli illuminamenti semicilindrici, favoriscono la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine;
- ✓ **Classi EV** - Strade in presenza di superfici verticali: Definiscono gli illuminamenti verticali, favoriscono la percezione di piani verticali, in passaggi pedonali, caselli, svincoli.



Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.

Comune di  
Bruino (TO)

R02\_Relazione Tecnica

**Tabella 4: Serie M di classi di Illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe	Luminanza della carreggiata in condizioni di manto asciutto			Abbagliamento debilitante TI	Rapporto di prossimità
	$L_{av}$ [cd/P2]	$U_o$ ( $U_{ow}$ )	$U_l$	$f_{TI}$ [%]	EIR
M1	2,00	0.40 (0,15)	0.70	10	0,35
M2	1.50	0.40 (0,15)	0.70	10	0,35
M3	1,00	0.40 (0,15)	0.60	15	0,30
M4	0.75	0.40 (0,15)	0.60	15	0,30
M5	0.50	0.35 (0,15)	0.40	15	0,30
M6	0.30	0.35 (0,15)	0.40	20	0,30

**Tabella 5: Serie CE di Classi di Illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe	Illuminamento della carreggiata in condizioni di manto asciutto		Classe	Illuminamento della carreggiata in condizioni di manto asciutto		TI
	$E_{av}$ [lx]	$U_o$		$E_{av}$ [lx]	$U_o$	
CE0	50	0.4	C0	50	0.4	15
CE1	30	0.4	C1	30	0.4	15
CE2	20	0.4	C2	20	0.4	15
CE3	15	0.4	C3	15	0.4	20
CE4	10	0.4	C4	10	0.4	20
CE5	7.5	0.4	C5	7.5	0.4	20

**Tabella 6: Serie S di classi di Illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe	Illuminamento orizzontale		Requisiti supplementari		+	TI	Classe	Illuminamento semisferico	
	Illuminamento orizzontale	Illuminamento orizzontale minimo	Illuminamento verticale minimo	Illuminamento semicilindrico minimo				Illuminamento semisferico	Uniformità generale
	$E_{h,av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{v,min}$ [lx]	$E_{sc,min}$ [lx]				$E_{h,av}$ [lx]	$U_o$
P1	15,0	3,00	5,0	5,0		20	HS1	5,00	0,15
P2	10,0	2,00	3,0	2,0		25	HS2	2,50	0,15
P3	7,50	1,50	2,5	1,5		25	HS3	1,00	0,15
P4	5,00	1,00	1,5	1,0		30	HS4		
P5	3,00	0,60	1,0	0,6		30			
P6	2,00	0,40	0,6	0,2		35			
							Sostituiscono le classi <b>S</b> e <b>A</b> della EN 13201-2:2003		





Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.

Comune di  
Bruino (TO)

R02\_Relazione Tecnica

Tabella 7: Serie EV di classi di Illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)

Classe	Illuminamento semicilindrico	Classe	Illuminamento verticale
	$E_{sc\ min} [lx]$		$E_{sc\ min} [lx]$
SC1	10,0	EV1	50
SC2	7,50	EV2	30
SC3	5,00	EV3	10,0
SC4	3,00	EV4	7,50
SC5	2,00	EV5	5,00
SC6	1,50	EV6	0,50
SC7	1,00	Rimane invariata alla precedente classe <b>EV</b> della EN 13201- 2:2003	
SC8	0,75		
SC9	0,50		
Sostituisce la classe <b>ES</b> della precedente EN 13201-2:2003			

### 7.3 Classificazione delle Strade e Individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248:2016 del Novembre 2016, che ha recentemente sostituito la norma UNI 11248:2007.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade.

Essa fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione delle diverse zone della strada, identificate e definite in modo esaustivo nella UNI EN 13201-2:2016 del Giugno 2016 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Tali categorie illuminotecniche di riferimento, per i vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente, sono riportate nella seguente tabella.



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

**Tabella 8**

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
									100%	50%
A <sub>1</sub>	1100	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-	Normale	-	ME2	ME3a	ME4a
A <sub>1</sub>		Autostrade urbane	130		-	Elevata	-	ME1	ME2	ME3
A <sub>2</sub>	1100	Strade di servizio alle autostrade	70 -90	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	-
A <sub>2</sub>	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	50			Si	Elevata	-	ME2	ME3a
					Normale		-	ME2	ME3b	-
					Elevata		-	ME1	ME2	-
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	ME4a
B	1100	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a		Si	Ininfluente	-	ME2	ME3a
					ME1				ME2	ME2
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2a)	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
					No	-	-	ME4a	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
D	950	Strade urbane di scorrimento	50	ME3a	Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
					No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
E	800	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME4b	No	-	-	ME4a	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
F	800	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	ME4b	No	-	-	ME4a	ME5	ME6

## 7.4 Criteri illuminotecnici generali

Il livello di illuminazione di una strada è condizionato da numerosi fattori, quali:

- ✓ sicurezza individuale;
- ✓ intensità del traffico motorizzato;
- ✓ tipologia della strada;
- ✓ edifici illuminati a fianco della strada;
- ✓ presenza di ciclisti e/o pedoni;
- ✓ negozi e aree commerciali.

## 7.5 Strade con prevalente traffico motorizzato

I livelli di illuminazione vengono assegnati in termini di luminanza, ossia di luce riflessa dal manto stradale. Il criterio illuminotecnico adottato è giustificato dalla necessità di rilevare tempestivamente la presenza di un ostacolo sulla strada, per permettere a chi guida un autoveicolo di intervenire con una manovra correttiva e garantire quindi la sicurezza della circolazione.



Comune di  
Bruino (TO)

R02\_Relazione Tecnica

## 7.6 Strade con presenza di pedoni e traffico misto

In questo caso ciò che conta è l'illuminamento del fondo stradale, ossia la luce che vi cade sopra, a cui va aggiunto l'illuminamento sul piano verticale, nei casi in cui sicurezza e comfort visivo richiedono che passanti ed oggetti possano essere riconosciuti, e non soltanto percepiti. Naturalmente, nelle due tipologie di cui sopra non ci si può limitare a garantire un valore minimo, di luminanza o di illuminamento: la miglior utilizzazione delle risorse presuppone una graduazione dei livelli a seconda della natura e dell'importanza delle strade, senza con questo ledere i criteri di sicurezza.

## 7.7 Livelli di illuminazione

I livelli illuminotecnici minimi per le varie tipologie di strade sono riportati nella tabella successiva e ad essi sono associati i valori minimi dei rapporti di uniformità, e precisamente:

- ✓ **globale (UO)** = rapporto fra illuminamenti / luminanze minima e media su un tratto stradale;
- ✓ **longitudinale (UL)** = rapporto tra illuminamento / luminanza minima e massima lungo la mezzzeria di ciascuna corsia.

Si tratta di parametri che, insieme ai livelli minimi, concorrono alla sicurezza del traffico e degli utilizzatori. I livelli di cui alla tabella successiva devono essere considerati come minimi, considerando la facoltà di aumentarli in funzione di condizioni particolari.

**Tabella 9: Classificazione illuminotecnica delle strade e dei percorsi**

N.	Tipo di percorso	Norma		Luminanza (cd / m <sup>2</sup> )	Illuminamento (lux)	Uniformità		Abbagliamento G <sup>(4)</sup>
		UNI	CEN			U <sub>o</sub> <sup>(1)</sup>	U <sub>l</sub> <sup>(2)</sup>	
1	Scorrimento veloce	D1	ME1	2	35 <sup>(3)</sup>	0,4	0,7	G3 <sup>(4)</sup>
2	Scorrimento	D2	ME2	1,5	20 <sup>(3)</sup>	0,4	0,5	G3 <sup>(4)</sup>
3	Interquartiere	E1	CE2	1,5	20	0,4		
4	Quartiere	E2	CE3	1,0	15	0,4		
5	Locale	F	CE4	0,7	10	0,4		
6	Portici		CE3		15	0,4		
7	Collinare		CE4		10			
8	Piste ciclabili		S3		7,5 <sup>(5)</sup> - 3 V <sup>(6)</sup>			
9	Pedonale		S3		7,5 <sup>(5)</sup> - 3 V <sup>(6)</sup>			G3 <sup>(4)</sup>
10	Aree verdi		EV4		7,5 <sup>(5)</sup> - 3 V <sup>(6)</sup>			G3 <sup>(4)</sup>
11	Aree parcheggio		EV5		5 <sup>(5)</sup> - 2 V <sup>(6)</sup>			
12	Marciapiedi				<sup>(7)</sup>	0,2		
13	Sottopassi				<sup>(8)</sup>			

<sup>(1)</sup> Uniformità globale U<sub>o</sub> - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e media su un tratto stradale significativo.

<sup>(2)</sup> Uniformità longitudinale U<sub>l</sub> - rapporto tra illuminamento / luminanza minima e massima lungo la mezzzeria di ciascuna corsia.

<sup>(3)</sup> Valore di riferimento per il collaudo, da effettuare in base al valore degli illuminamenti.

<sup>(4)</sup> Indice di abbagliamento - G3 corrisponde a valori massimi dell'intensità luminosa rispettivamente di 100 cd/km a 80° e 20 cd/km a 90°.

<sup>(5)</sup> Valore minimo.

<sup>(6)</sup> Illuminamento verticale minimo a 1,5 m di altezza.

<sup>(7)</sup> I valori medi di illuminamento / luminanza dei marciapiedi non deve essere inferiore al 30% del valore medio di illuminamento / luminanza della strada.

<sup>(8)</sup> Vedere la pubblicazione CIE 88.



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

## **8 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE**

Vista la peculiarità del territorio è stato eseguito un censimento puntuale degli apparati presenti sia nel centro abitato che nella periferia del paese.

Si evince quindi che gli impianti si sono sviluppati nel tempo in modo disomogeneo e su tutto il territorio sono presenti differenti tipologie di lampade, armature e sostegni.

Sono state quindi rilevate tutte le tipologie di corpi illuminanti presenti quali:

- ✓ Braccio a muro artistico con lanterna;
- ✓ Lanterna su palina singola e doppia;
- ✓ Globo su palina singolo;
- ✓ Palo con lampada a cappello;
- ✓ Palo diritto con armatura testa palo singola;
- ✓ Palo con braccio singolo, doppio o multiplo;
- ✓ Proiettore su palo singolo e doppio;
- ✓ Sospensione con lampada a cappello.

Dall'analisi dei quadri di comando risulta che spesso non sono posizionati in maniera baricentrica rispetto allo sviluppo della linea di pubblica illuminazione o comunque sono da sottoporre a manutenzione.

Le linee di alimentazione, inoltre, sono di tipo interrato, aereo con costruzione a muro o su palificazioni.

Partendo dall'analisi dell'attuale parco impianti, si ritiene che gli obiettivi di adeguamento tecnico funzionali possano essere ampiamente raggiunti attraverso la messa in opera delle seguenti attività:

- ✓ Sostituzione degli apparecchi illuminanti con armature aventi il gruppo ottico rispondente alle caratteristiche "CUT-OFF" e conformi alla normativa sul risparmio energetico.
- ✓ Interventi su eventuali sostegni ammalorati
- ✓ Sostituzione e/o adeguamento dei quadri elettrici
- ✓ Sviluppo di un sistema di monitoraggio e telecontrollo e riduzione del flusso luminoso del tipo punto- punto

Possono altresì comprendersi in questa attività di innovazione tecnologica anche l'adeguamento normativo, la riqualificazione energetica e l'innovazione tecnologica.

### **8.1 Sostituzione degli apparecchi luminosi**

L'illuminazione urbana oltre a garantire la sicurezza del traffico pedonale e veicolare, deve tenere in considerazione le caratteristiche morfologiche e tipologiche del tessuto edilizio in cui si colloca, pertanto per realizzare una rete illuminotecnica efficiente occorre definire tutti gli elementi che potrebbero modificare l'illuminazione artificiale.

La gran parte degli apparecchi illuminanti installati sul territorio comunale, è costituito da apparecchi di tipo stradale classici con vetro prismatico, curvo e piano.

Per quanto riguarda le lampade di arredo urbano queste sono per lo più costituite da punti luce a lanterna alcuni di queste del tipo Cut - Off altre di tipo non Cut - Off.





**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

Sotto l'aspetto normativo e di messa in sicurezza dell'attuale parco impianti, la presente proposta progettuale è stata redatta, osservando i seguenti punti:

- ✓ **tipologia delle strade da illuminare**
- ✓ **geometria delle installazioni**

Particolare importanza assumono anche i dati dimensionali, quote planimetriche e altimetriche, oppure i dati fotometrici e illuminotecnici associati a fattori di riflessione e trasmissione delle superfici esistenti (piano stradale, edifici...).

Gli attuali corpi illuminanti, privi di ottica del tipo cut-off, non sono conformi alla Legge Regionale che promuove la riduzione dell'inquinamento luminoso, cioè di ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte, e dei consumi energetici da esso derivanti, al fine di conservare e proteggere l'ambiente naturale, inteso anche come territorio, sia all'interno che all'esterno di aree naturali protette.

L'adeguamento normativo proposto prevede la sostituzione di tutti i corpi illuminanti non conformi alla normativa. Questa operazione si attua mediante la classificazione prima della tipologia di strada da illuminare e poi grazie all'ausilio dei calcoli illuminotecnici al tipo di lampada in sostituzione.

Per la classificazione della tipologia stradale si è fatto riferimento alla normativa tecnica vigente ed alla legislazione italiana, in particolare alle norme UNI 11248 ed EN3201-2 oltre che alla **Legge regionale del 24 marzo 2000, n° 31 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche"**.

L'intervento proposto prevede invece l'adozione di lampade e armatura di tecnologia LED.

La tecnologia LED rappresenta senza dubbio una delle maggiori innovazioni nel settore dell'illuminazione e nel prossimo futuro la maggior parte degli apparecchi illuminanti sia pubblici che privati saranno totalmente a LED.

Il termine LED è un acronimo che sta per **Light Emitting Diodes**, cioè **"diodi che emettono luce"**.

I LED sono uno speciale tipo di diodi a giunzione p-n, formati da un sottile strato di materiale semiconduttore drogato. Quando sono sottoposti ad una tensione diretta per ridurre la barriera di potenziale della giunzione, gli elettroni della banda di conduzione del semiconduttore si ricombinano con le lacune della banda di valenza rilasciando energia sufficiente da produrre fotoni. A causa dello spessore ridotto del chip un ragionevole numero di questi fotoni può abbandonarlo ed essere emesso come luce. I LED sono formati da GaAs (arseniuro di gallio), GaP (fosforo di gallio), GaAsP (fosforo arseniuro di gallio), SiC (carburo di silicio) e GaInN (nitruro di gallio e indio). L'esatta scelta dei semiconduttori determina la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita.



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica



**Figure 1: Esempi di lampade LED**

A parità di luce emessa, i LED permettono di risparmiare fino al **90% di elettricità** rispetto a una lampada a incandescenza. Hanno una durata di vita praticamente imbattibile (30.000-100.000 ore), che è almeno 5-10 volte più lunga rispetto alle più efficienti lampade fluorescenti compatte disponibili sul mercato.

I LED emettono una luce fredda, non nel senso della tonalità di colore (che può essere sia “calda” che “fredda”) ma del calore emesso. Questo è indicativo della loro elevata efficienza, poiché dimostra che l’energia spesa si converte quasi interamente in luce utile invece di trasformarsi in calore.

Basti pensare che le normali lampadine a incandescenza trasformano solo il 5% dell’energia spesa in luce, mentre il restante 95% viene dissipato sotto forma di calore. I LED di ultima generazione raggiungono ormai un’efficienza luminosa anche di 135 lumen/watt.

Tra le tante caratteristiche positive dei **LED**, sottolineiamo **l’accensione immediata e l’assenza di sostanze chimiche pericolose (come ad esempio il mercurio), che ne consentono lo smaltimento indifferenziato.**

#### **8.1.1 Vantaggi**

- ✓ Elevatissima durata
- ✓ Assenza di manutenzione
- ✓ Assenza di sostanze pericolose
- ✓ Accensione a freddo immediata
- ✓ Resistenza agli urti e alle vibrazioni
- ✓ Dimensioni ridotte
- ✓ Flessibilità di installazione
- ✓ Possibilità di regolare la potenza

### **8.2 Adeguamento delle linee elettriche aeree ed interrate**

Le linee elettriche presentano per lo più una distribuzione di tipo interrata fatta eccezione per un numero esiguo di lampade di tipo aereo.

Pertanto una valutazione di dettaglio dello stato in cui si trovano le linee interrate sarà demandata ad una fase successiva. Verrà, in tal senso, valutata al fine di garantire la rispondenza alla regola dell’arte dell’impianto la sostituzione di parte della linea elettrica di tipo interrato che a causa della vetustà, potrebbero presentare ridotte caratteristiche di isolamento. E’ previsto il **rifacimento di 2475 ml di linea elettrica di tipo interrato**. È demandata alla progettazione esecutiva la localizzazione di questi interventi.

### **8.3 Sostituzione e/o adeguamento dei sostegni**

Per i pali si rende necessario che vengano rispettati i vincoli imposti dalla normativa di riferimento (UNI EN 40). La norma specifica i materiali da utilizzare per la costruzione, fornisce raccomandazioni sui



**Impianti di pubblica illuminazione intervento finalizzato a generare risparmi di natura energetica e gestionale, messa in sicurezza, contenimento inquinamento luminoso, adeguamento normativo, manutenzione e gestione ai sensi dell'art. 183 comma 15 codice degli appalti pubblici d.lgs. n. 50/2016 per la realizzazione dei lavori di cui all'oggetto, in regime di Project Financing, con diritto di prelazione.**

**Comune di  
Bruino (TO)**

R02\_Relazione Tecnica

procedimenti di protezione contro la corrosione da adottare durante la produzione e fissa le caratteristiche degli alloggiamenti elettrici, dei passaggi dei cavi e dei morsetti di messa a terra dei pali diritti.

Per i pali sono state rilevate a vista condizioni di grave ammaloramento riferite a presenza di ruggine e obsolescenza del materiale prevalentemente su supporti diffusi nella zona urbana.

Relativamente al parco impianti in esame i rilievi eseguiti hanno evidenziato un numero di pali che necessitano dei seguenti interventi.

Il progetto prevede la **sostituzione di un numero complessivo di sostegni che ammonta ad un totale di 20 unità**. Inoltre è prevista la **verniciatura e revisione di n° 100 sostegni** con vernice di tipo zincata uguale a quella esistente, previa raschiatura, spazzolatura delle superfici e preparazione mediante una mano di minio e due di vernice.

#### **8.4 Sostituzione e/o adeguamento dei quadri elettrici**

I quadri presenti versano quasi tutti in condizioni non rispondenti alla normativa e/o comunque migliorabili. Dai rilievi effettuati sul territorio oggetto della presente proposta sono presenti n° 51 quadri di distribuzione.

**Viene proposta la revisione di n° 40 Q.E. e la sostituzione di n° 5 Q.E.**

I quadri da sostituire saranno realizzati in conformità alle norme in vigore ed in particolare alla norma CEI 17/13-1 fascicolo 1433, presenterà le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenitore con grado di protezione IP 44 in poliestere rinforzato con fibre di vetro;
- ✓ di tipo modulare, combinabile a moduli verticali per installazione a pavimento, completo di telaio e zanche di fissaggio al basamento di calcestruzzo. Il telaio interno è in acciaio zincato e tropicalizzato con un pannello frontale asolato in alluminio preverniciato per la protezione di contatti diretti con le apparecchiature elettriche in tensione;
- ✓ telaio completo di componenti elettrici modulari tipo DIN per il controllo e protezione e predisposto per eventuali successive modifiche.
- ✓ protezione generale del quadro realizzata con magnetotermico-differenziale ad intervento immediato e linee di uscita protette con fusibili inseriti in portafusibili sezionabili.



**Figure 2: Quadro tipo**