



# COMUNE DI ARCO

## PROVINCIA DI TRENTO

### PIANO REGOLATORE PER L'ILLUMINAZIONE COMUNALE (P.R.I.C.)

(L.P. n°16/2007 – PIANO PROVINCIALE DI INTERVENTO PER LA PREVENZIONE E LA RIDUZIONE  
DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO)

#### **GRUPPO REDAZIONALE**

RESPONSABILE AREA TECNICA  
Dott. Ing. Renzo Marchiori

COLLABORATORI  
Arch. Raffaella Torbol  
Dott. Ing. Maurizio Caproni

#### **Approvazione**

Delibera Consiglio Comunale n. \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

---

## **CAPITOLO I**

# **INTENTI ED OBIETTIVI DEL PIANO REGOLATORE DI ILLUMINAZIONE COMUNALE**

## **OBIETTIVI**

Introdurre i contenuti del piano dell'illuminazione

### **INDICE**

#### **1. - PREMESSA**

##### **1.1 - FINALITÀ DEI PIANI D'ILLUMINAZIONE**

- a. Che cosa si intende per Piano di Illuminazione Pubblica
- b. Esigenze e motivazioni
- c. Beneficiari dei piani d'illuminazione
- d. Vantaggi economici

##### **1.2 - CRITERI METODOLOGICI ED OPERATIVI**

- a. Individuazione delle fasi di studio e sviluppo del piano

## **CAPITOLO II**

# **INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

## **OBIETTIVI**

- 1- Inquadramento dei fattori che caratterizzano il territorio dal punto di vista della luce
- 2- Identificazione delle tipologie illuminotecniche presenti nella storia del territorio comunale
- 3- Suddivisione del territorio in aree con caratteristiche illuminotecniche omogenee

### **INDICE**

#### **QUADRO DI SINTESI**

##### **2.1- INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

##### **2.2- CENNI STORICI E ARCHITETTONICI**

##### **2.3- L'EVOLUZIONE STORICA DELL'ILLUMINAZIONE**

##### **2.4- VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO**

##### **2.5- AREE OMOGENEE**

---

## **CAPITOLO III**

# **ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO: CENSIMENTO E STATO DI FATTO**

## **OBIETTIVI**

- 1- Identificare le condizioni degli impianti d'illuminazione sia dal punto di vista illuminotecnico che elettrico.
- 2- Identificare le conformità alla legge regionale degli impianti d'illuminazione esistenti.

## **INDICE**

### **3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO**

1. Tipologie di applicazioni
2. Tipologia degli apparecchi illuminati
  - a. Stradale
  - b. Arredo Urbano
  - c. Proiettori
3. Tipologia di sorgenti luminose
4. Tipologia di supporti
  - a. Condizioni dei sostegni
  - b. Linee elettriche
  - c. Condizioni dei corpi illuminanti
5. Stato dei quadri elettrici
6. Aree illuminotecniche omogenee
7. Rilievi dei parametri illuminotecnici
8. Eventuale presenza di abbagliamenti molesti, o illuminazione intrusiva
9. Eventuale condizione di "sorgenti di rilevante inquinamento luminoso" ai fini della programmazione di interventi di bonifica in conformità alla legge provinciale n. 16/07

### **3.2- CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA L.P. n°16/2007**

---

## **CAPITOLO IV**

# **CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO COMUNALE**

## **OBIETTIVI**

- 1- Classificare le strade a traffico motorizzato
- 2- Classificare il resto del territorio
- 3- Definire le linee guida per le future integrazioni alla classificazione
- 4- Identificare gli indici di declassamento temporali ammissibili

## **INDICE**

### **4.1- INTRODUZIONE**

### **4.2- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE**

### **4.3- CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA**

#### **A- CLASSIFICAZIONE**

#### **B- PARAMETRI ILLUMINOTECNICI PROGETTUALI**

### **4.4- TABELLA RIASSUNTIVA: CLASSIFICAZIONE STRADE**

1. Integrazione Illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi
2. Tabella della classificazione delle strade

### **4.5- CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO**

1. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE (Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, ecc.)
2. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe S (Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi, ecc.)
3. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV (Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli, ecc.)
4. EN 13201 – Illuminamenti Semicilindrici: Classe ES (Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione al crimine)

### **4.6- FLUSSI DI TRAFFICO**

---

**CAPITOLO V**  
**PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI:**  
**-ADEGUAMENTO**  
**-SOSTITUZIONE**  
**-MANUTENZIONE**

**OBIETTIVI**

- 1- Effettuare una programmazione degli interventi di adeguamento degli impianti esistenti non conformi alla legge provinciale n. 16/07 relativamente alle Zone di Protezione
- 2- Effettuare una programmazione delle sostituzioni sulla base dello stato di usura degli impianti sul territorio comunale (ad esclusione delle Zone di Protezione)
- 3- Pianificazione dell'eventuale sviluppo dell'illuminazione su tutto il territorio comunale

**INDICE**

- 5.1- Identificazione delle tipologie dei sistemi e dei corpi illuminanti ammessi e conformi alla L.P. 16/07.
- 5.2- Pianificazione delle modalità e dei tempi di adeguamento degli impianti non rispondenti ai requisiti della legge provinciale n.16/07, ubicati nelle Zone di Protezione
- 5.3- Pianificazione delle modalità e dei tempi di sostituzione degli impianti esistenti sul territorio comunale (ad esclusione delle Zone di Protezione), in base allo stato di usura degli impianti
  - Proposte di interventi di adeguamento degli impianti di illuminazione distinte per area omogenea
- 5.4- Valutazioni economiche
- 5.5- Definizione dei piani di manutenzione degli impianti
- 5.6- Pianificazione dell' eventuale sviluppo dell'illuminazione su tutto il territorio comunale
  - Linee guida progettuali operative

---

## **CAPITOLO I**

# **INTENTI ED OBIETTIVI DEL PIANO REGOLATORE DI ILLUMINAZIONE COMUNALE**

## **1. Premessa**

La realizzazione di un piano di illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale ed in seguito di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della legge provinciale n. 16 del 3.10.2007 e delle eventuali normative vigenti regionali o nazionali (Nuovo codice della strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n.285, norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n.9-10 gennaio 1991 e successive modifiche, norme tecniche europee e nazionali tipo CEI , DIN e UNI).

Gli ambiti operativi dei Piani di illuminazione pubblica sono i seguenti :

- dal punto di vista tecnico pianificano l'illuminazione del territorio, gli interventi di aggiornamento degli impianti e la loro manutenzione;
- dal punto di vista economico permettono di programmare anticipatamente gli interventi e di gestire razionalmente i costi, con un considerevole risparmio energetico.

## **1.1 Finalità dei piani d'illuminazione**

### **1.1.1. Che cosa si intende per Piano di Illuminazione Pubblica**

Quando si parla di Piano di Illuminazione Pubblica si intende un progetto ed un complesso di disposizioni tecniche destinate a regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica e privata.

Le disposizioni elaborate da tale piano hanno applicazione su tutto il territorio comunale per gli impianti di futura realizzazione e per quelli già esistenti qualora sia obbligatorio per legge l'adeguamento

### **1.1.2. Esigenze e motivazioni**

- a) Ridurre, sul territorio, l'inquinamento luminoso e i consumi energetici da esso derivanti,
- b) Aumentare la sicurezza stradale per la riduzione degli incidenti, evitando abbagliamenti e distrazioni che possano ingenerare pericoli per il traffico ed i pedoni (nel rispetto del Codice della Strada),
- c) Ridurre la criminalità e gli atti di vandalismo che, da ricerche condotte negli Stati Uniti, tendono ad aumentare là dove si illumina in modo disomogeneo creando zone di penombra nelle immediate vicinanze di aree sovrailluminate,
- d) Favorire le attività serali e ricreative per migliorare la qualità della vita,
- e) Accrescere un più razionale sfruttamento degli spazi urbani disponibili,
- f) Migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche e della loro bellezza, con l'opportuna scelta cromatica (per es. il giallo - oro delle lampade al sodio ad alta pressione risulta particolarmente adatto nei centri storici), delle intensità e del tipo di illuminazione, evitando inutili e dannose dispersioni della luce nelle aree circostanti e verso il cielo e senza creare contrasti stucchevoli con l'ambiente circostante (es. con un'illuminazione troppo intensa),
- g) Integrare gli impianti di illuminazione con l'ambiente che li circonda, sia diurno che notturno,
- h) Realizzare impianti ad alta efficienza, mediante l'utilizzo di corpi illuminanti full cut-off, di lampade ad alto rendimento e mediante il controllo del flusso luminoso, favorendo il risparmio energetico,

- 
- i) Ottimizzare gli oneri di gestione e relativi agli interventi di manutenzione,
- j) Tutelare, nelle aree di protezione degli osservatori astronomici, l'attività di ricerca scientifica e divulgativa,
- k) Conservare gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette urbane ed extraurbane,
- l) Preservare la possibilità per la popolazione di godere del cielo sellato, patrimonio culturale primario.

#### **1.1.3. Beneficiari dei piani d'illuminazione**

- i cittadini;
- le attività ricreative e commerciali;
- i Comuni gestori di impianti di illuminazione propria;
- gli enti gestori di impianti di illuminazione pubblica e privata;
- i progettisti illuminotecnici;
- i produttori di apparecchiature per l'illuminazione e gli impiantisti;
- gli organi che controllano la sicurezza degli impianti elettrici e di illuminazione;
- il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale e le Società di assicurazione, per la riduzione del numero degli infortuni ;
- le forze dell'ordine per la riduzione delle micro criminalità e degli atti di vandalismo;
- l'ambiente con la salvaguardia della flora e della fauna locale;
- la ricerca e la divulgazione della cultura scientifica per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

#### **1.1.4. Vantaggi economici**

Poiché la nuova normativa di legge prevede interventi che si protrarranno nel tempo e modificheranno la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione, i vantaggi economici che derivano da un piano della luce orientato a trovare le migliori soluzioni tecnologiche sono notevoli in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti: riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era previsto arrivasse, controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili ed indesiderati sprechi, ottimizzazione degli impianti, riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni ed infine utilizzo di impianti equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia.

Per accrescere i vantaggi economici, oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature per l'illuminazione è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc..) e di un utilizzo di impianti ad elevata tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione. Le valutazioni di tipo economico saranno appunto oggetto di studio in una sezione dedicata di codesto piano.

---

## **CAPITOLO II**

# **INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

## **QUADRO DI SINTESI**

<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>
1- Inquadramento dei fattori che caratterizzano il territorio dal punto di vista della luce
<p>INDICAZIONI:</p> <p><b>CONSIDERAZIONI GENERALI</b></p> <p>CARATTERISTICHE – FATTORI DI INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La città di Arco è soggetta ad intensi volumi di traffico sia turistico che commerciale distribuito su tutto l'arco dell'anno. Il traffico risulta sostenuto nel centro di Arco ed in particolare:<ol style="list-style-type: none"><li>1. lungo la via di traffica nazionale (SS 45 bis), nel tratto Via S. Caterina, Via della Cinta, Viale Rovereto;</li><li>2. la SP 36 lungo Viale Capitelli e Via delle Grazie.</li></ol></li><li>• Il clima generale della zona è fortemente condizionato dalla presenza mitigatrice del Lago di Garda, il più caldo dei laghi prealpini; soprattutto durante l'inverno, ma anche durante le altre stagioni, si fa sentire l'azione moderatrice sui valori termometrici della grande massa d'acqua</li><li>• La popolazione presenta una crescita intorno all'16,1% nel decennio 2001-2010.</li></ul> <p>INQUINAMENTO LUMINOSO:</p> <p>Nell'ambito del Comune di Arco non sussistono aree ricadenti in zone di rispetto di osservatori astronomici professionali; per quanto attiene a quelli non professionali risultano assenti nel territorio comunale.</p>
2- Identificazione delle tipologie illuminotecniche presenti nella storia del territorio comunale
Vedi paragrafo 2.3
3- Suddivisione del territorio in aree con caratteristiche illuminotecniche omogenee
<p>INDICAZIONI</p> <p>AREE OMOGENEE: Le aree omogenee illuminotecniche del territorio sono identificate nel par. 2.5, dove vengono introdotte anche le considerazioni tecniche sull'organizzazione in tali aree dell'illuminazione esterna.</p>



---

## 2. Inquadramento territoriale e caratteristiche generali del territorio

Al fine della redazione del PRIC è particolarmente significativo prendere atto delle previsioni di sviluppo urbanistico programmate dal PRG per il territorio comunale. Particolarmente importanti sono le previsioni relative all'espansione residenziale, industriale, commerciale e l'analisi della struttura dei servizi esistenti, in particolar modo: la previsione di nuovi parcheggi e spazi da destinarsi ad uso della collettività, come spazi giochi, verde attrezzato e sport. Solo tramite il confronto con questo strumento urbanistico si possono elaborare delle proposte progettuali in sintonia con le linee di sviluppo del Comune.

Di seguito si riportano i passaggi del piano della luce nelle sue linee essenziali.

Definizione delle scelte tecniche progettuali da adottarsi tenendo conto delle seguenti realtà:

Suddivisione in Aree omogenee: in quartieri, centri storici, zone industriali, parchi, aree residenziali, arterie di grande traffico, circonvallazioni, autostrade, campagna, etc.... anche in funzione della distribuzione e morfologia del terreno (pianura, collina, montagna), degli ambientali prevalenti che possono influenzare, l'integrità dell'impianto, la viabilità e la visibilità.

Relazioni:

- Introduzione sulla distribuzione del territorio comunale e la sua suddivisione in aree omogenee,
- Caratteristiche storico – ambientali e dell'evoluzione storica dell'illuminazione sul territorio,
- Stato dell'inquinamento luminoso sul territorio di competenza,
- Descrizione delle aree a particolari destinazione, delle zone e degli edifici critici, e del contesto in cui sono inserite,
- Rilievo grafico, documentale e fotografico della situazione esistente nell'illuminazione.

Elaborati Grafici:

- Planimetrie del territorio comunale suddiviso per aree omogenee (compatibile con l'eventuale PRG).

### 2.1 Inquadramento territoriale

#### Collocazione geografica:

**Arco** (C.A.P. 38062), Comune del Trentino meridionale, si trova nella conca del Basso Sarca ed il suo territorio fa parte del bacino idrografico dell'immissario del Lago di Garda; dista cinque chilometri dalla sponda settentrionale del lago di Garda, anche se parte del territorio comunale arriva fino al litorale gardesano.

Dista da Trento appena 35 chilometri ed è facilmente raggiungibile sia in treno, sia in autobus e sia in auto (percorrendo l'Autostrada A22 del Brennero ed uscendo a Rovereto Sud, indicazioni per il Lago di Garda).

Il territorio di Arco risulta un grande anfiteatro naturale, caratterizzato da vaste zone di campagna pianeggianti intensamente coltivate (vigneti, frutteti) in cui si collocano molteplici frazioni e nuclei abitativi sparsi, collegati da una fitta rete di strade interpoderali, con le olivaie disposte perlopiù sulle zone in pendio, raggiungibili tramite strade e sentieri, intercalate da muretti a secco.

L'ambiente naturale in cui Arco è ubicata risulta unico per la varietà di situazioni paesaggistiche e climatiche; fortemente qualificante è il dualismo determinato dalla pianura, ricca di parchi e giardini, zona dal microclima e flora eccezionalmente mediterranei, e dalle "incombenti" vette dei monti circostanti che, diversamente caratterizzate, richiamano un ambiente tipicamente alpino; a tutto ciò fa da sfondo, con le sue acque azzurre, lo splendido Lago di Garda.

E' principalmente il verde "d'ornamento" che connota l'ambiente di Arco, i cui giardini pubblici ed il verde "privato" ad abbellimento delle ville, vennero realizzati dal 1872 in poi, all'epoca del Kurort.

Qui si possono praticare numerosi sport, quali vela e wind surf sulle onde del Lago di Garda, mountain bike, trekking e free climbing in montagna, o canyoning lungo le rapide di un torrente.

L'economia di Arco attualmente è fondata sul commercio, sul turismo, sull'industria, sull'artigianato e sull'agricoltura.



Coordinate	
<b>Latitudine</b>	45° 55' 14,88" N
<b>Longitudine</b>	10° 53' 8,88" E
<b>Gradi Decimali</b>	45,9208; 10,8858
<b>Locator (WWL)</b>	JN55KW
Misure	
<b>Superficie</b>	63,25 kmq
<b>Classificazione Sismica</b>	3 (sismicità bassa)
Clima	
<b>Gradi Giorno</b>	2.380
<b>Zona Climatica (a)</b>	E

### Principali caratteristiche geo-morfologiche del territorio:

Arco si trova a Nord della piana dell'Altogarda, la parte finale della valle del fiume Sarca che sfocia, da qui, nel Lago di Garda.

La valle, di chiara origine glaciale, presenta, in vicinanza di Arco, un fondovalle alluvionale delimitato ad Est ed Ovest da catene montuose dalle diverse caratteristiche. Il fianco orientale presenta un profilo piuttosto uniforme, verde di prati e di boschi, dominato dal M. Stivo (m. 2059) e terminante verso il lago con la propaggine del M. Creino. Il fianco occidentale invece è segnato da rilievi nudi ed aspri. La “fortezza” rocciosa dei M. Collodri precede la rupe del Castello. Più ad Ovest, oltre la valletta di Lāghel, si incontra la collina del Baòne e più in là ancora la dorsale culminante nel M. Biaina (m. 1413). A chiudere a Nord-Ovest la valle sorgono il Monte S. Pietro e il Monte Misone (m. 1804). Ma anche questi rilievi, così mossi nella loro struttura, s’addolciscono nelle loro falde ospitando i gradoni argentei dell’olivaia.

Ad eccezione dell’apertura valliva verso Nord, il territorio di Arco risulta un grande anfiteatro, avanti al quale si distende un’ampia campagna, costellata qua e là di centri abitati e case sparse; un lembo del territorio del Comune di Arco arriva fin sulla sponda del Benaco. Ed è proprio questo anfiteatro la nicchia naturale entro cui sussiste una situazione climatica favorevole, grazie alla concomitante presenza di fattori benefici. Allo sbocciare dell’epoca felice del Kurort, numerose guide turistiche esaltarono il clima di Arco, facendolo conoscere soprattutto agli ospiti mitteleuropei. Le osservazioni sistematiche compiute in quell’epoca e poi quelle effettuate a partire dal 1949, prima per iniziativa dell’Associazione Medica del Centro Sanatoriale e poi dell’Azienda Autonoma di Cura e Soggiorno (ora A.P.T. del Garda Trentino),

forniscono dati sufficienti per tracciare un quadro scientificamente valido della situazione climatica di Arco. Vi sono caratteri peculiari quali le precipitazioni, l'eliofania, lo spirare dei venti, la presenza termoregolatrice del Garda che insieme determinano il clima di Arco, comunemente definito mite.

Fonte: Sito Comunale

ARCO (m 109)	periodo di osservazione 1926-1999												pioggia totale anno mm 925.2	Numero giorni piovosi 95
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Anno	
Temp. media massima	7,2	8,5	12,7	16,3	20,4	25,2	28,5	27,3	24,6	18,2	12,1	8,7	17,5	
Temp. media minima	4,3	5,8	9,6	13,0	17,8	21,1	23,3	22,8	20,6	14,9	9,3	6,2	14	
Temp. media	5,7	7,1	11,1	14,6	19,1	23,1	25,9	25,0	22,6	16,5	10,7	7,4	15,7	
Pioggia	41,7	54,1	49,1	88,3	74,3	93,6	83,1	79,2	85,7	113,8	95,5	66,8	925,2	
Giorni piovosi	5	5	7	9	10	11	9	9	8	8	8	6	95	
Temperatura massima assoluta									37,8		10-11-12 agosto 1998			
Temperatura minima assoluta									-15,0		gennaio 1985			
Temperatura media mese più caldo									28,6					
Temperatura media mese più freddo									4,2					
Temperatura media annua									15,7					

### Estensione territoriale, popolazione:

**Cenni geografici:** Il territorio del comune risulta compreso tra i 65 e i 2.059 metri sul livello del mare. L'escursione altimetrica complessiva risulta essere pari a 1.994 metri.

**Arco** conta 16.901 abitanti (01/01/2011 - ISTAT) e ha una superficie di 63,25 km<sup>2</sup> per una densità abitativa di 267,21 abitanti per chilometro quadrato. Sorge a 91 metri sopra il livello del mare (min 65 - max 2.059).

**Cenni anagrafici:** % Trend Popolazione 2001-2010



Frazioni, Località e Nuclei abitati	Bolognano, Caneve, Ceole, Chiarano, Fornace, Gazzi, Grotta, Linfano, Mandrea, Masi, Massone, Mogno, Moletta, Padaro, Pratosaiano, San Giorgio, San Giovanni, San Martino, Varignano, Vigne, Vignole
Comuni confinanti	Comano Terme, Drena, Dro, Mori, Nago-Torbole, Riva del Garda, Ronzo-Chienis, Tenno, Villa Lagarina

### Cenni storici:

Le fonti storiche che presentano Arco come comunità già socialmente organizzata sono dell'epoca medioevale, ma ci sono tracce di civiltà più antiche che attestano insediamenti preistorici risalenti all'età mesolitica e neolitica.

La romanità arrivò nel Sommolago probabilmente nei primi decenni dopocristo e lasciò segni indelebili, in particolare il reticolo della centuriazione delle terre e della viabilità, ancor oggi riconoscibile.

L'antico nucleo romano, poi medioevale, era fissato sui detriti di falda della rupe del castello, che ne era il castelliere fin dall'età del bronzo, e sul breve terrazzamento antistante, in sponda destra del Sarca.

---

Borgo Longobardo, successivamente Carolingio infine aggregata al Sacro romano impero di Germania, seguì, come tale, le sorti del ducato, poi della contea e del principato arcivescovile di Trento.

Nel XII secolo i Conti d'Arco, usurpando la proprietà civica del castello, imposero il sistema feudale. Il cinquecento è l'epoca d'oro della città; nel rinascimento crebbero attorno alla piazza i magnifici palazzi dei Conti d'Arco che vi tenevano una piccola ma splendida corte alla maniera italiana, il casato allacciò rapporti con le principali famiglie della nobiltà lombarda e veneta.

Venezia sfiorò e combatté in Arco, ma non la integrò nei suoi domini.

Nel 1579 i conti d'Arco vennero esautorati dai loro poteri sulla contea per volere dell'Arciduca del Tirolo Ferdinando e, nel 1614 la stessa fu assoggettata al Tirolo.

Quasi un secolo dopo, il 2 agosto 1703, la città fu assediata ed il castello bombardato ed incendiato dalle truppe Francesi del generale Vendome.

Fu al culmine di un lungo periodo di crisi che, verso la fine del Settecento, si avviò un'attività industriale la "Fabbrica dei Panni" dando occupazione a 400 persone.

Ma la vera rinascita di Arco è del secolo successivo, dopo che si erano aperte delle strade moderne per Riva e per Trento e l'antica soggezione feudale e clericale era già tramontata.

Alla metà dell'ottocento la città esce dalla cerchia murata, che viene abbattuta, e si favorì la rettifica o creazione di una nuova viabilità per facilitare le comunicazioni e scambi commerciali.

Verso il 1870 nacque il "centro climatico" che divenne rapidamente la residenza autunnale-primaverile-estiva della società danarosa del Mitteleuropa.

Grazie al Kurort imprenditori arcensi e poi austriaci e germanici crearono ville circondate da magnifici giardini, alberghi, luoghi d'incontro, parchi e giardini pubblici; ad arco arrivò la ferrovia Mori-Arco-Riva. Arco ebbe un piano regolatore e l'industria turistica stimolò varie attività collaterali con grande beneficio per l'economia e l'edilizia.

Il primo conflitto mondiale interruppe quest'epoca felice: la città venne evacuata. Nel dopoguerra il centro climatico decadde gradualmente e venne sostituito da un centro sanatoriale per la cura della tbc.

Nel secondo dopoguerra si registrò il rilancio del centro sanatoriale; tale situazione permase fino agli anni 1950, quando la più facile curabilità della tubercolosi portò alla chiusura di molti sanatori, che vennero trasformati in case di cura, alberghi o case d'abitazione.

Si cercò di sopperire con la creazione di alcune industrie, che furono la base per uno sviluppo industriale sempre più consistente e "moderno", mentre la comunità rilanciava, su basi attuali, il centro climatico tradizionale quale autentica vocazione della zona.

### **Individuazione e caratterizzazione dei centri storici principali e minori presenti nel Comune:**

La città vecchia segue all'incirca il tracciato, ad arco, attorno alle rupi del castello, delle mura cittadine in parte ancora esistenti; la nuova, invece, si stende verso Riva in sinistra Sarca e nella conca ad ovest mentre a sud-est è ubicata la zona industriale.

Esistono poi un salone municipale e numerosi parchi e giardini, fra cui quello prezioso per rarità botaniche, della villa ex-arciducal. Le pendici ed alture circostanti sono coltivate ad oliveto con flora intercalata mediterranea.

Nella Piazza 3 Novembre, sorge l'imponente **Collegiata di Santa Maria Assunta**, di epoca rinascimentale, ricostruita nel 1613, che rappresenta uno dei più esemplari monumenti religiosi rinascimentali del trentino. Attigua è la fontana del Mosè in stile barocco con grande stemma dei d'Arco adorna la piazza sulla quale si affacciano i palazzi dei Conti.

Passeggiando nel centro storico si incontrano angoli caratteristici ed importanti monumenti, come la **dimora dell'arciduca Alberto d'Austria**, costruita nel 1873, in via Fossagrande, il parco arciducal "arboretum", l'antico rione di Stranfora, e poi salendo attraverso un secolare oliveto fino a raggiungere **Castello di Arco**, costruito intorno al XII sec., fu abitato dai di Arco, signori pressoché indiscusi del Borgo, fino alla fine del '500, quando si trasferirono nel nuovo e sontuoso palazzo nel centro storico. Costruito in posizione dominante per vigilare sul territorio, dalla Valle del Sarca alle antiche porte di accesso, era protetto da un grande fossato. Abbandonato al suo destino, il castello andò in rovina, ma ciò che oggi rimane offre ancora una magica atmosfera.

La strada prosegue per Prabi e sotto le rocce del monte, percorrendo un sentiero tra i lecci, si sale alla **chiesa di San Paolo** (XII sec.) con un eremo, costruito sotto il tetto della roccia.

In direzione opposta al centro storico, si protende anche la splendida veranda (1900) in ferro e vetro del Kursaal, l'attuale **Casinò Municipale**, ora sede di congressi e manifestazioni; viene costruita la Kurpromenade (viale delle Magnolie e delle Palme).

Sul viale Roma, verso la stazione delle corriere, sorge la **chiesa evangelica della Trinità**, in via Roma, fu costruita nel 1897, in stile neogotico con pregevole tetto di embrici maiolicati e policromi.

---

**Chiesa Sant'Apollinare.**

La chiesetta è di origine romanica ed è situata nella frazione di Prabi. La facciata e gli esterni furono affrescati tra il XV e il XVI secolo, mentre l'interno accoglie pregevoli affreschi del Trecento.

**Chiesa di san Martino**

Situata in località San Martino la chiesa fu completamente ricostruita nel corso del Cinquecento e al suo interno sono presenti diversi cicli di affreschi del periodo rinascimentale italiano.

**Chiesa di San Rocco**

Sita nella frazione di Caneve la sua costruzione è risalente al XIV secolo.

**Santuario Madonna di Laghel**

Costruito nel 1700 in stile barocco sorge in cima alla ripida Via Crucis. Un "Gesù morto", opera dell'artista gardenense Josef Moroder-Lusenbergl fu collocato nel sepolcro dopo il restauro del santuario il 19 marzo del 1896.

**Il Museo Naturale:** un parco di alberi secolari provenienti da vari paesi del mondo, che qui crescono rigogliosi grazie al particolare microclima.

**Palazzo del Municipio,** l'edificio fu costruito come residenza dalla famiglia d'Arco, che nel XIV sec. abbandonò il castello per trasferirsi nel centro storico, dove costruirono vari palazzi: Palazzo Nuovo, Palazzo di San Pietro, Palazzo del Termine e Palazzo dei Panni.

**Fonti:**

Sito Comunale – A.Gorfer “Le valli del Trentino – Trentino Occidentale” Manfrini – R. Turrini “Arco – nella storia e nella natura” – A.V.V. “I centri storici del Trentino” Silvana Editoriale – S.Ioppi “Di villa in villa” edizioni Il Sommolago



---

### Individuazione di aree particolarmente sensibili per motivi economici:

Le due principali risorse economiche del Comune sono l'attività legata al turismo e quella legata alle attività manifatturiere-artigianali. Tali due vocazioni risultano essere attualmente in antagonismo: mentre la richiesta turistica è attualmente indirizzata verso un paesaggio naturale accogliente e dolce, le necessità delle aziende artigianali ed industriali hanno trovato sfogo in varie aree del territorio (quella tradizionale sulla via per Linfano, una relativamente nuova sulla via per S. Giorgio, una ancor più nuova nella zona di Via S. Andrea; e in futuro potrebbe essere sacrificato anche a nord il territorio di Patone).

Si tratta di una quantità di territorio notevole, che ha trasformato la vallata in una distesa di cemento visibile non solo ad altezza d'uomo (ciò che distingue i nuovi insediamenti industriali da quelli più risalenti, Cartiere Fedrigoni ad esempio, è proprio questa assenza di mascheramento) sia dall'alto.

Tale sviluppo in tre aree, tutte distanti dalle direttrici Arco-Trento e Arco-Rovereto ha inoltre generato un traffico pesante di eccezionali proporzioni che ha reso le strade invivibili. A ciò si aggiunga l'aumento degli edifici residenziali, con il conseguente sfruttamento delle risorse stradali, ma anche con le accresciute necessità di approvvigionamento della popolazione, oltre che ai bisogni di smaltimento dei rifiuti e delle scorie.

### Individuazione di aree particolarmente sensibili per motivi di sicurezza:

Sotto il profilo della sicurezza, non sono state individuate aree particolarmente sensibili, è comunque opportuno prendere in considerazione per la salvaguardia delle persone, l'eventualità di mantenere gli stessi livelli di illuminamento serali anche nelle ore notturne, in particolare nei centri storici.

### Individuazione di aree particolarmente sensibili per altri motivi:

Al momento della redazione del presente Piano, non sono state individuate aree particolarmente sensibili per motivi diversi da quelli prima menzionati.

### Individuazione delle zone di rispetto in relazione della presenza di osservatori professionali astronomici e non professionali:

Nell'ambito del Comune di Arco non sussistono aree ricadenti in zone di rispetto di osservatori astronomici professionali; per quanto attiene a quelli non professionali, sono assenti nel territorio comunale.

### **Vie di Comunicazione: 1° fattore di influenza dell'illuminazione**

La città di Arco è soggetta ad intensi volumi di traffico sia turistico che commerciale distribuito su tutto l'arco dell'anno. La realizzazione della circonvallazione Sud ha già spostato buona parte del traffico fuori dal centro abitato. Attualmente non risulta superato completamente il problema del traffico intenso nel centro abitato di Arco in particolare lungo la S.S N.45bis e quindi Via S. Caterina, Via Garberie, Via G. Marconi, Via S. Pietro e Via della Cinta. Sono da considerare soggette ad un traffico sostenuto anche Viale dei Capitelli, Via Luigi Negrelli, Via delle Grazie ( S.P. N.36).

Il traffico, le vie di comunicazione e l'estensione del territorio, caratterizzano l'illuminazione e costituiscono il primo dei parametri di influenza.

L'illuminazione dovrà essere distribuita e graduata in funzione di queste principali vie di traffico.

### **Clima e orografia: 2° fattore di influenza dell'illuminazione**

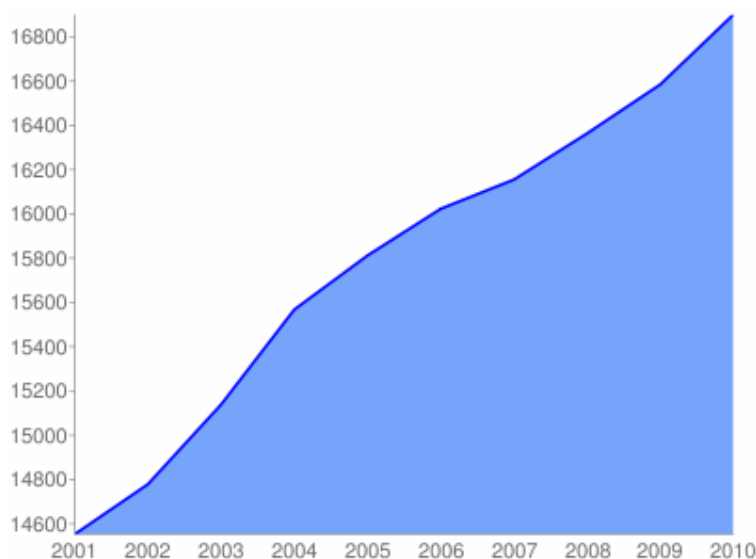
Il clima generale della zona è fortemente condizionato dalla presenza mitigatrice del Lago di Garda, il più caldo dei laghi prealpini; soprattutto durante l'inverno, ma anche durante le altre stagioni, si fa sentire l'azione moderatrice sui valori termometrici della grande massa d'acqua. L'effetto non si limita alle sponde lacuali ma si ripercuote all'interno, lungo l'asta del fiume Sarca, influenzando la vegetazione del piano basale che, spesso presenta estensioni notevoli a Leccio predominante. La stessa specie, oltre a spingersi a Nord fin dopo Vezzano, raggiunge e supera, nel territorio arcense, la quota di 1000 mt. s.l.m. In azione combinata, le montagne, relativamente alte, proteggono la zona dai venti freddi di tramontana.

Il clima è di transizione: dal gennaio al marzo predomina un clima di tipo centro-alpino con abbondante insolazione e scarse precipitazioni. In aprile e specialmente in ottobre e novembre le piogge equinoziali della regione mediterranea settentrionale influiscono sul regime pluviometrico. L'estate è abbastanza ricca di precipitazioni, tali da non permettere lo sviluppo di un prolungato periodo di siccità.

---

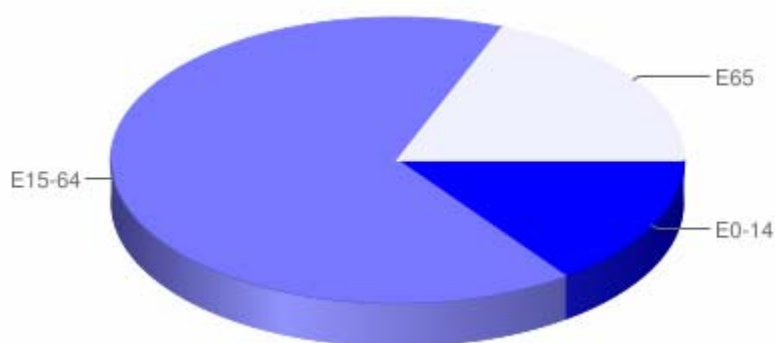
### Cenni demografici: 3° fattore di influenza dell'illuminazione

Il comune di Arco ha fatto registrare nel censimento del 2011 una popolazione pari a 16.901 abitanti. Nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 14.553 abitanti, mostrando quindi nel decennio 1991 - 2010 una variazione percentuale di abitanti pari al 16,1%.



Interessante è anche comprendere come si suddivide la popolazione sul territorio in funzione dell'età anagrafica.

Questo particolare, che sembra di secondaria importanza, è invece determinante nella valutazione dell'illuminazione in quanto le persone anziane hanno evidenti problemi di peggioramento della vista con l'età, e l'illuminazione è un elemento critico, in quanto è provato che non necessitano di un sostanziale aumento dell'illuminazione notturna, ma invece di un totale abbattimento dei fenomeni di abbagliamento che riducono pesantemente le capacità visive notturne. In particolare si evidenzia che il picco di popolazione residente è fra i 15 ed i 64 anni.



Indice di Vecchiaia: **124,2%**

*Rapporto tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e quella più giovane (0-14 anni)*

Nello specifico si rileva nel grafico che il 15,2% della popolazione ha fra 0 e 14 anni, il 65,8% fra 15 e 64 anni, ed infine una porzione non trascurabile del 18,9% oltre i 65 anni. E' quindi importante una

---

illuminazione efficace che però racchiuda anche aspetti estetici e di confort visivo non indifferenti. Con la riduzione al minimo degli sbalzi di luce e controllo e con la limitazione degli abbagliamenti.

**Economia: 4° fattore di influenza dell'illuminazione**

**Cenni occupazionali:** Risultano insistere sul territorio del comune 320 attività industriali con 2.708 addetti pari al 35,09% della forza lavoro occupata, 314 attività di servizio con 1.017 addetti pari al 13,18% della forza lavoro occupata, altre 451 attività di servizio con 2.721 addetti pari al 35,26% della forza lavoro occupata e 147 attività amministrative con 1.271 addetti pari al 16,47% della forza lavoro occupata (dati del 2001).

**2.3 Evoluzione storica dell'illuminazione sul territorio comunale**

Arco alla fine dell'800, dopo secoli d'economia prevalentemente agricola, visse un periodo di profonda trasformazione e cominciò a valutare altre possibilità di sviluppo. Il paese tentava un suo miglioramento estetico e strutturale.

Nel 1827 erano state illuminate le vie cittadine con 28 "apposite lanterne" a pertolio e negli anni '40 venne radicalmente ammodernata la viabilità all'interno del borgo e più tardi ultimata la strada Arco-Riva, mentre si progettavano nuovi collegamenti con Trento. Seguì, negli anni 1854 e 1855, un periodo di stasi, prima per una crisi monetaria e poi per una gravissima epidemia di colera. Nel 1863 vi furono i primi vagiti della nuova "industria", quella del forestiere: il turismo. E' del 1870 l'avvio deciso verso questa direzione di sviluppo. Una realizzazione di vitale importanza per lo sviluppo turistico ma anche per l'economia locale, fu la costruzione nel 1890 della ferrovia M.A.R. . Le primissime iniziative nel settore elettrico coinvolsero solo l'area della nuova "città di cura", teatro di uno sviluppo economico del tutto sconosciuto al borgo storico. Pure in altre città più importanti si era analogamente valorizzata la nuova energia illuminando primariamente l'area centrale storica, quella più importante sotto l'aspetto delle risorse e delle prospettive economiche.

Tra il 1886 e il 1892, ad Arco l'energia elettrica era già utilizzata per l'alimentazione dei più importanti edifici a carattere turistico.

Nella sessione del 14 agosto 1888, anche sull'esempio d'altri centri tirolesi ed italiani, e sollecitata dalle stesse richieste dei privati, l'amministrazione comunale arcense propose di illuminare con la luce elettrica le strade della città. Il progetto definitivo per portare la luce elettrica fu presentato al consiglio comunale nella seduta del 20 giugno 1891 e la rappresentanza comunale diede autorizzazione alla ditta Viennese Kremenieski Majer & Co. di costruire l'impianto.

L'illuminazione pubblica di Arco, negli anni precedenti la Guerra Mondiale, era composta da 350 lampade di cui 100 sistemate su colonne in ghisa lavorata e le altre su bracci in ferro a muro ed in parte su pali in legno. Vi erano anche 8 lampade ad arco (5 su colonne in ghisa e 3 sospese su corda metallica).

Negli anni successivi alla Prima Guerra Mondiale il centro di Arco come anche le sue frazioni più importanti erano ormai tutti elettrificati.

Esistono ancora tracce dell'illuminazione pubblica che ha caratterizzato il passato di Arco (bracci in ferro a muro); in particolare nei centri storici sono ancora utilizzate, per gli attuali apparecchi di illuminazione (Lanterne in stile mod. Neri), le mensole a parete come risulta dalla documentazione fotografica che segue.

Fonti:

M. Grazioli – Arco Felix – edizioni Il Sommolago; U.Zanin – Il carbone bianco – edizioni Il Sommolago;





**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.(ex Soprint. Statale – 1919)) – ARCO –PIAZZA 3 NOVEMBRE**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.(ex Soprint. Statale – 1919)) – Casa natale di Giovanni Segantini**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.(ex Soprint. Statale – 1919)) – palazzi sulla piazza e Rocca**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.(ex Soprint. Statale – 1958)) – Via Stranfora**





Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL. 1 (1970)) – imbocco di Via Ferrera



Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL. 1 (1970)) – Via Vergolano



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL. 1 (1970) )– lato posteriore Palazzo Giuliani**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL. 1 (1920) )– giardini del Casinò**





**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL. (ex Soprint. Statale – 1961))- Piazza Italia**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.1 – 1970)- Piazza Italia**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.1 – 1970)- frazione di Ceole – Santuario della Madonna delle Grazie**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL. (ex Soprint. Statale – 1919))- giardini collegiata.**



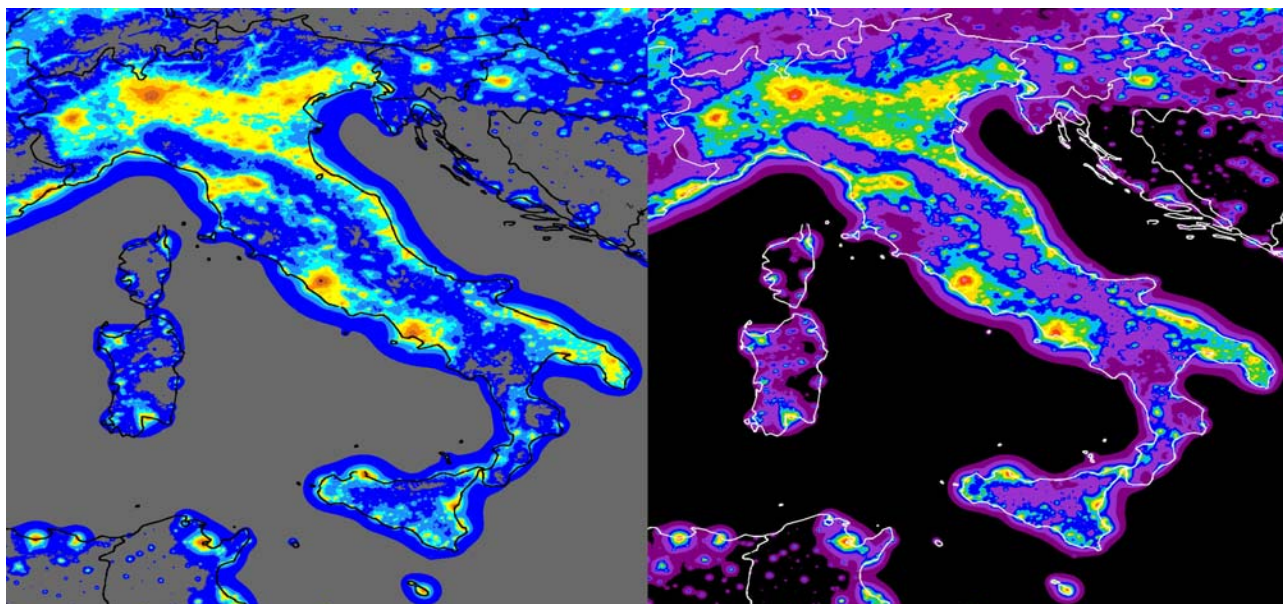
## 2.4 Zone di protezione dall'inquinamento luminoso

Con il termine area sensibile all'inquinamento luminoso si intende il sistema regionale delle aree naturali protette, i siti della Rete Natura 2000 e gli osservatori astronomici ed astrofisici, professionali e non professionali, di rilevanza regionale o interprovinciale che svolgono attività di ricerca scientifica o di divulgazione.

All'interno del Comune di Arco e nei territori circostanti, per un raggio di 20 km non sono allo stato attuale presenti osservatori astronomici o astrofisici.

L'illuminazione esterna, di qualsiasi tipo, è la causa dell'inquinamento luminoso, definito come l'alterazione dei livelli naturali di luce presenti nell'ambiente notturno. L'effetto più evidente di questo tipo di inquinamento è l'aumento della luminosità del cielo notturno, con conseguente perdita da parte della popolazione della possibilità di vedere quello che da molti è stato definito come il più grande spettacolo della natura. Oltre al danno estetico si ha un danno culturale di portata difficilmente valutabile: le nuove generazioni stanno progressivamente perdendo il contatto con il cielo stellato, lasciandosi sfuggire una spinta all'approfondimento del sapere scientifico: motore del benessere economico e sociale di ogni civiltà.

Secondo il Rapporto ISTIL 2001 sullo stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia, le Regioni più fortunate sono Trentino Alto-Adige, Basilicata e Valle d'Aosta ove la Via Lattea è ancora visibile per quasi tutti almeno nelle notti più serene. Naturalmente queste proiezioni non tengono conto di situazioni locali, come ad esempio di chi ha la sfortuna di vivere di fronte ad un centro commerciale illuminato tutta la notte, e si riferiscono ad un osservatore di normali capacità visive e a notti molto limpide.



La mappa mostra la visibilità delle stelle in Italia (ogni livello colorato della scala corrisponde a 0.25 magnitudini, l'unità usata dagli astronomi per indicare la luminosità delle stelle). Si noti che in alcune zone delle alpi c'è la stessa visibilità stellare che c'è nelle zone non inquinate in mezzo al mare. Potrebbe perciò sembrare che queste aree non siano inquinate, ma in montagna la trasparenza del cielo è maggiore che a livello del mare e quindi si dovrebbero vedere stelle più deboli. Non si vedono perché in realtà quelle montagne sono inquinate, come è evidente nella mappa a destra che mostra la perdita di magnitudine (ogni livello indica una perdita di 0.2 magnitudini). Ogni mezza magnitudine grossomodo si dimezza il numero di stelle visibili.

Credits: P. Cinzano, F. Falchi (University of Padova), C. D. Elvidge (NOAA National Geophysical Data Center, Boulder). Copyright ISTIL 2001.

I risultati di questo Rapporto ISTIL 2001 forniscono un quadro preoccupante. Il cielo notturno in Italia è molto più degradato di quanto si creda normalmente. La totalità degli italiani non può godere di un cielo incontaminato dal luogo dove vive e per più di metà di essi la visione è privata della sua componente più significativa: la Via Lattea. Il problema è grave perché è in gioco la percezione dell'Universo, un "mondo" sul quale l'unica finestra per la popolazione è rappresentata dal cielo stellato.

Il cielo notturno risulta degradato anche nelle aree di montagna, nel mare, per molti chilometri dalla costa, o in aree piuttosto isolate e poco popolate. In genere ciò è dovuto principalmente all'inquinamento luminoso proveniente dalle zone densamente popolate delle pianure che si propaga a centinaia di chilometri. Questo implica che per proteggere efficacemente il cielo notturno è necessario applicare misure anti-inquinamento

---

luminoso all'intero territorio, abbandonando l'obsoleto sistema delle aree di protezione "a cipolla". Inoltre è necessario ridurre efficacemente tutte le emissioni luminose in atmosfera. In particolare, è necessario porre estrema cura ad impedire quelle emissioni che a causa della loro direzione sono suscettibili di propagarsi a distanze elevate alimentando un deleterio effetto di addizione



---

## 2.5 Aree omogenee

Sono state individuate le aree omogenee che possono in particolare essere suddivise dalle tipologie di strade individuate in relazione agli strumenti urbanistici vigenti, al codice della strada e alle normative tecniche europee ed alla morfologia del terreno come di seguito indicato:

- industriali e artigianali;
- aree commerciali
- residenziali;
- aree verdi;
- centri storici;
- aree di aggregazione;
- aree pedonali
- parcheggi;
- zone per la ricreazione sportiva.

In particolare ai fini di una migliore distribuzione e/o redistribuzione della luce sul territorio si riportano le seguenti osservazioni e considerazioni preliminari sulla tipologia di illuminazione per ogni area omogenea.

### Aree industriali ed artigianali

Tale area può avere, anche dal punto di vista dell'illuminazione, un notevole impatto sul territorio e la notevole frammentazione rispetto a quella che può essere una illuminazione pubblica non facilita il compito di controllo degli insediamenti.

L'illuminazione di queste aree deve essere realizzata privilegiando aspetti di efficienza, funzionalità e ridotto impatto manutentivo.

### Centri storici e cittadini ed aree pedonali e di possibile aggregazione

Il Comune di Arco, presenta nuclei storici in ogni frazione e uno piuttosto esteso nel centro di Arco.

L'illuminazione di questi contesti merita interventi di valorizzazione mirati che risaltino la storia comunale e i principali aggregati storici.

### Aree Residenziali

Le aree residenziali si concentrano attorno ai nuclei storici della città di Arco e delle Frazioni presenti nel comune di Arco.

Le aree residenziali sono e saranno la principale causa dell'espansione urbanistica futura del territorio, è quindi necessario tenere sotto controllo i loro sviluppi sia negli impianti tecnologici pubblici, sia nelle nuove lottizzazioni private, non lasciando l'iniziativa ai lottizzanti in merito a decisioni di interesse pubblico quale è l'illuminazione.

### Aree Verdi

Le aree dedicate a verde pubblico ed attrezzate occupano uno spazio piuttosto importante del territorio anche in considerazione del fatto dell'importanza che rivestono le attrezzature e gli impianti turistici nell'economia del comune di Arco basata in gran parte sul turismo con una importante presenza sul territorio di strutture alberghiere.

L'illuminazione di queste aree che devono anche avere una funzione estetica ha la triplice funzione, di valorizzazione, sicurezza e salvaguardia dell'ambiente notturno e per questo deve essere attenta, limitata, gradevole ed efficace.

### Impianti destinati alla ricreazione sportiva

Tali impianti necessitano di maggiore attenzione soprattutto dal punto di vista illuminotecnico in quanto possono costituire una delle principali forme di inquinamento luminoso e ottico.

Questo aspetto è ancora più evidente e da monitorare se si considera che, quantunque la loro accensione sia limitata nel tempo, si rischia di influenzare l'intero ecosistema della montagna per le intensità luminose che detti impianti sono in grado di erogare.

Allegata a tale paragrafo si propone una cartografia delle Aree omogenee dal punto di vista illuminotecnico, elaborato n° 3.4 "Aree Illuminotecniche Omogenee".

## CAPITOLO III

# ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO: CENSIMENTO E STATO DI FATTO

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi nel censimento dei corpi illuminanti sono raccolti nell'allegato 2.1 (Schede di rilevamento appositamente predisposte, contenenti l'elencazione dei principali aspetti tecnici da rilevare) - Censimento disponibile anche nella versione multimediale del piano.

### 3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO

Le aree tematiche analizzate sono le seguenti:

1. Tipologie di applicazioni
2. Tipologie di corpi illuminanti
3. Tipologie di sorgenti luminose
4. Tipologie di sostegni

La base di dati è ovviamente costituita dal parco lampade di proprietà comunale, che conta complessivamente 2529 punti luce.

#### 1. Tipologie di applicazioni

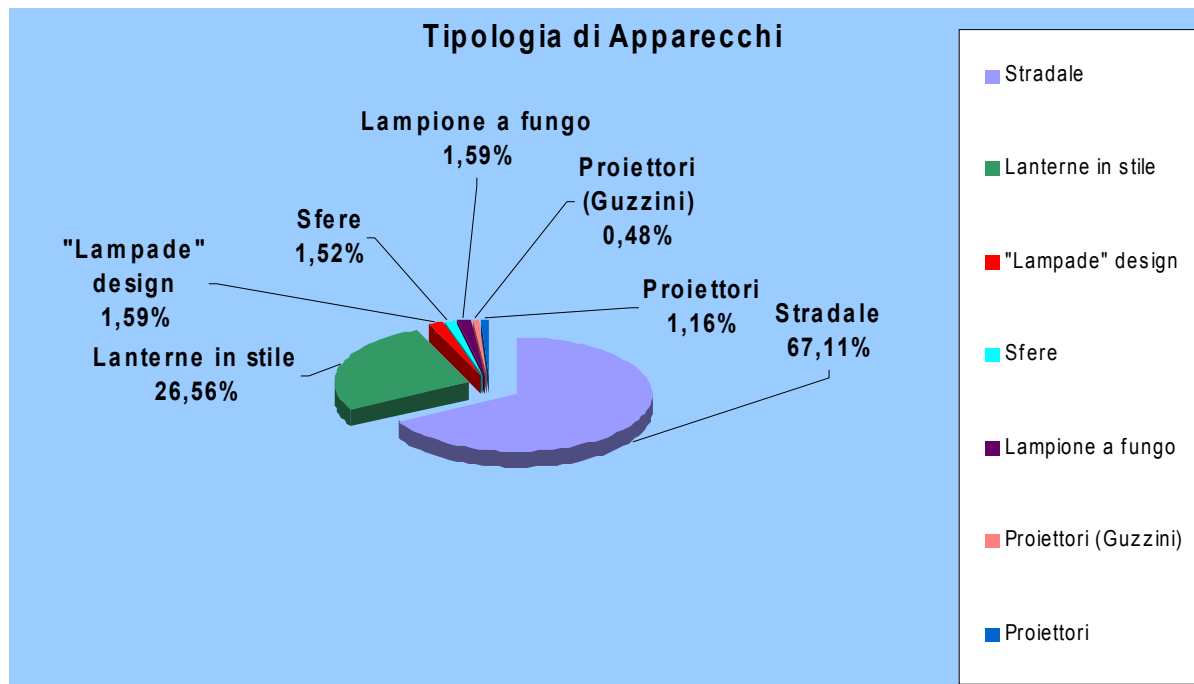
Le considerazioni che ci sembra utile fare sono le seguenti:

1. L'illuminazione stradale rappresenta la maggior parte dei punti luce del totale.
2. Si evidenzia una consistente parte di punti luce destinata alle rotatorie ai parchi e alle pedonali nei centri storici.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi all'applicazione sono raccolti nell'allegato 2.1 - Censimento disponibile anche nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Applicazioni'.

#### 2. Tipologia degli apparecchi illuminati

Questa valutazione comprende il legame che dovrebbe esistere tra la funzionalità e la tipologia d'apparecchio e la presenza di anomalie.



3.2:

Tipologia di apparecchi per l'illuminazione pubblica

Si rileva:

- Il risultato di questa valutazione è che praticamente tutti corpi illuminanti stradali (67,11%) sono stati impiegati quasi esclusivamente in applicazioni stradale. Non c'è stato quindi un abuso di tale tipologia illuminante, anzi una parte di altri apparecchi anche più decorativi "lampade design"(1,59%) sono stati impiegati in ambito stradale.
- Una percentuale trascurabile dei corpi illuminanti presenti sul territorio pubblico sono le sfere (1,52%) o globi e lampioni a fungo (1,59%). Questo argomento verrà trattato successivamente nella parte destinata all'inquinamento luminoso.
- Gli apparecchi d'arredo lanterne in stile sono il 26,56% del totale. Una sufficiente cifra di corpi illuminanti è dedicata alla valorizzazione del territorio.
- Gli apparecchi del tipo a proiettore, infine, sono lo 0,13% del totale per quanto riguarda l'impiego non in ambito sportivo. Per quanto riguarda i proiettori utilizzati negli impianti sportivi vengono analizzati di seguito nello specifico.

Tipologia apparecchio	Quantità
Stradale	1683
Lanterne in stile	666
"Lampade" design	40
Sfere	38
Lampione a fungo	40
Proiettori (Guzzini)	12
Proiettori	29
<b>TOTALE</b>	<b>2508</b>

#### a. Stradale

Tipologia chiusura apparecchio	Quantità
Piana 0°	35
Piana >0°	101
Bombata o curva	503
Lampada sporgente	21

Il 74,62% degli apparecchi sono del tipo a vetro curvo, e quindi essendo classificabili in classe B o C o E in base alla legge provinciale n°16/2007 è richiesta come vedremo in seguito una valutazione che deve essere condotta in accordo alle indicazioni previste dall'Allegato B (soluzione calcolata).

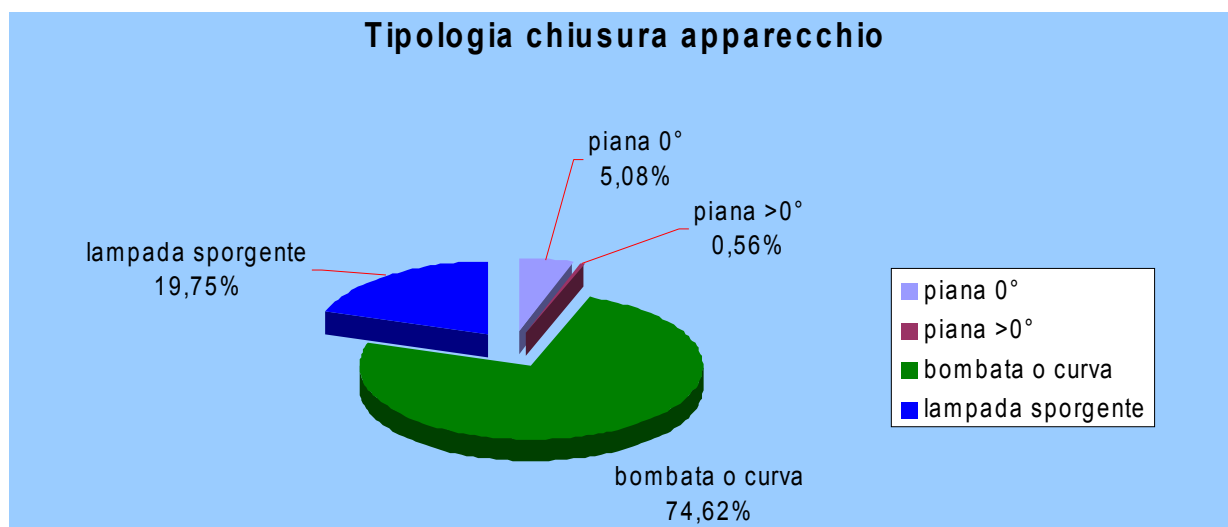


Grafico 3.3: Tipologia di chiusura apparecchi per l'illuminazione pubblica stradali  
Segue una tavola sinottica delle tipologie stradali presenti sul territorio comunale più comuni

STRADALE – Vetro bombato o Curvo		
T I P O L O G I A		
	<b>Philips Iridium SGS253</b>	<b>PHILIPS MALAGA SGS 101</b>

Tavola 3.2: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro curvo

STRADALE – Vetro bombato o Curvo		
T I P O L O G I A		
	<b>SITECO 5NA3412</b>	<b>PHILIPS TRAFFIC VISIO SGS305</b>

STRADALE – Vetro piano 0° E >0°		
T I P O L O G I A		
	<b>PHILIPS CITYSOUL MINI CGP430</b>	<b>EWO SM LED</b>

Tavola 3.3: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro piano

## b. Arredo Urbano

Tipo di Apparecchio	Quantità
Lanterna in stile Neri serie 800A	346
Lanterna in stile Neri serie 801A	316
Lanterna in stile Neri mod.PQ600A	4
Lanterna in stile mod. PQ804	26
Lanterna sospesa Neri serie 223A	14
Lanterna sospesa Neri mod.SN300A	15
Guzzini MaxiWoody (frame Woody): n°4 elementi per palo di sostegno)	8
Guzzini MaxiWoody (frame Woody: n°2 elementi per staffa a parete)	2
Guzzini MaxiWoody (n°4 elementi per palo di sostegno)	2
Disano Globo 1300	38

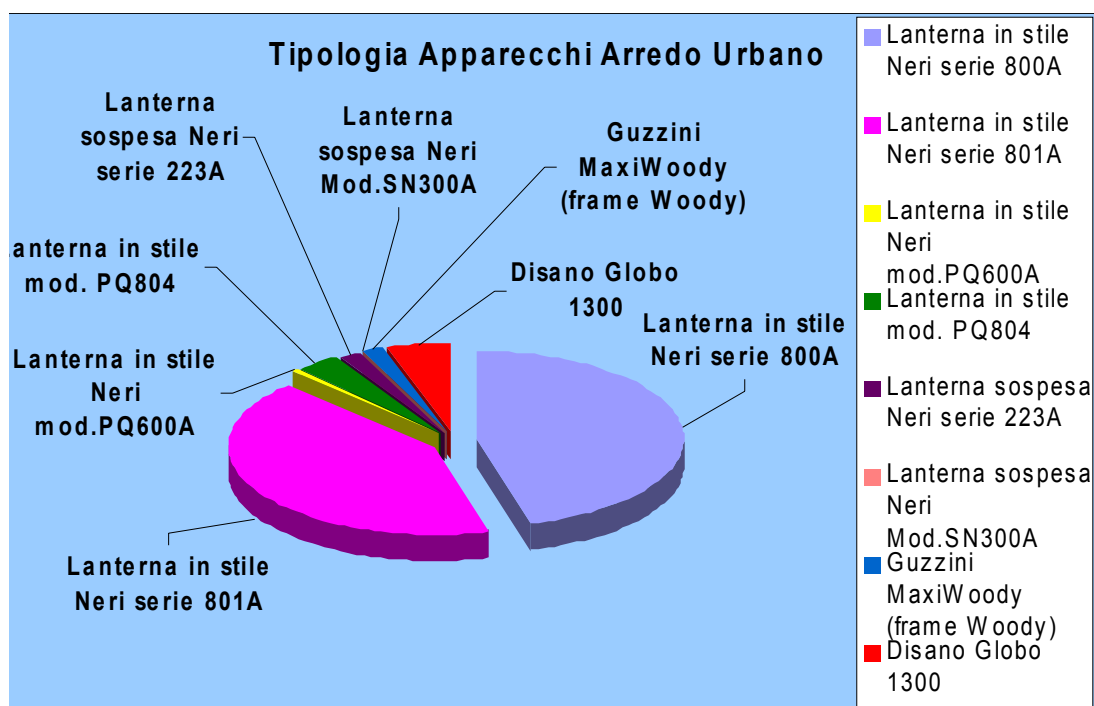


Grafico 3.4: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo urbano

Più interessante della distribuzione delle tipologie di corpi illuminanti d'arredo è capire i modelli più impiegati fra i prodotti considerati ed il loro grado di efficacia illuminante.

Tavola sinottica delle tipologie di apparecchi d'arredo.

ARREDO URBANO – Vetro piano 0° E >0°		
T I P O L O G I A		
	<b>NERI SQ223A</b>	<b>GUZZINI</b>

Tavola 3.4: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo

ARREDO URBANO – Lanterne			
T I P O L O G I A			
	<b>Lanterne in stile mod. Neri</b>		

Tavola 3.5: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo

Nonostante esistano vari distinguo in merito alla conformità di tali prodotti alle normative provinciali, come vedremo in seguito, in merito all'efficacia illuminante possiamo dire che pur con diversi distinguo i corpi illuminanti di figura 3.4 e 3.5 sono tendenzialmente a bassa efficienza.

### c. Proiettori

Se si escludono quelli dedicati ad impianti sportivi non oggetto di questa valutazione e comunque adeguati per tale applicazione, si sono rilevati n°29 proiettori in ambito non sportivo ed in particolare nei parcheggi o parzialmente in ambito pedonale.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi al tipo di apparecchi, ai sistemi di chiusura ed ai modelli sono raccolti nell'allegato 2.1- Censimento disponibile anche nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Tipo apparecchi', 'Tipo chiusura' e 'Modello'.

### 3. Tipologia di sorgenti luminose

Per quanto riguarda i tipi di lampade installate si rileva quanto segue:

- Oltre il 95,37% dei punti luce sono del tipo al sodio alta pressione e questo fa notare come sia completata la riconversione degli impianti con lampade al sodio alta pressione.

- Il 4,16% dei punti luce sono agli Ioduri metallici

Ricordiamo che nel parco lampade comunale bisogna conteggiare anche le sorgenti degli impianti sportivi che in questa sezione non sono state prese in considerazione.

Tipo di Sorgente	Quantità
Sodio Alta Pressione	2408
Ioduri metallici	105
Led	12

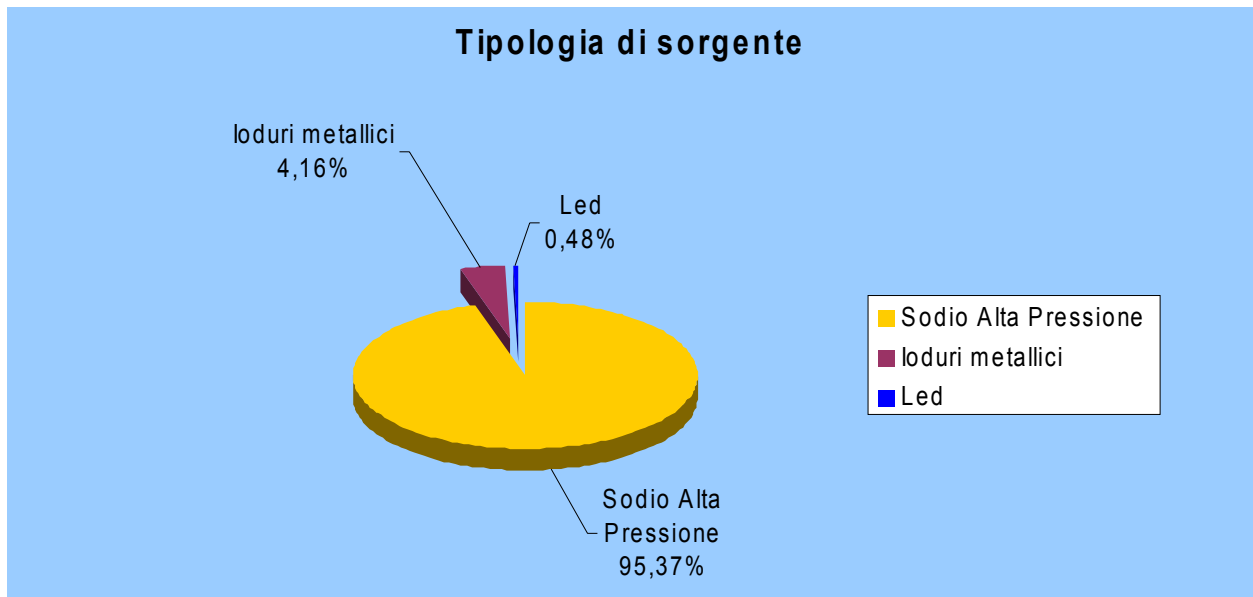


Grafico 3.6: Tipologia delle sorgenti luminose

- le potenze medie impiegate (esclusi i campi sportivi) sono pari a 71,4W che è un valore contenuto considerando la presenza di strade di una certa importanza, questo non vuole comunque dire che si è fatta efficienza energetica o qualità dell'illuminazione.
- L'efficienza media è di 95 lm/W che è effettivamente una efficienza soddisfacente.

Potenza delle sorgenti	Quantità
400 W	4
250 W	21
150 W	338
140 W	202
100 W	1336
70 W	610
62 W	6
45 W	12

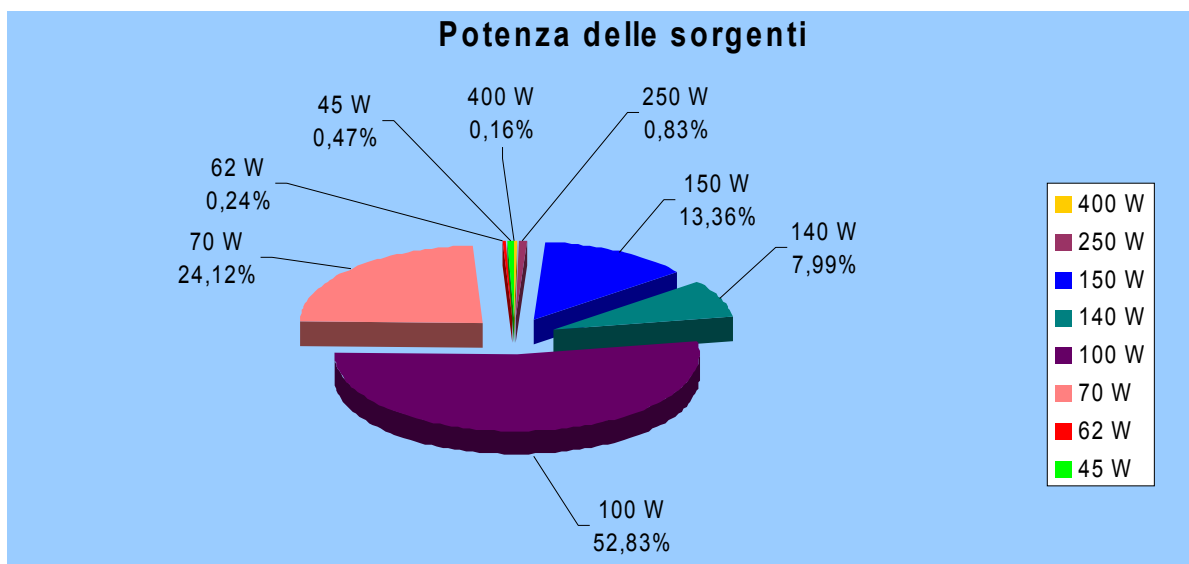


Grafico 3.7: potenze delle sorgenti luminose installate

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle sorgenti ed alle potenze installate sono raccolti nell'allegato Elaborato 2.1– "Schede censimento impianti di illuminazione Pubblica".

#### 4. Tipologia di supporti

Tipo di Supporto	Quantità
Testapalo	2103
Palo a frusta	92
palo+sbraccio	48
palo+staffe	12
Parete+sbraccio	247
staffa a parete	27

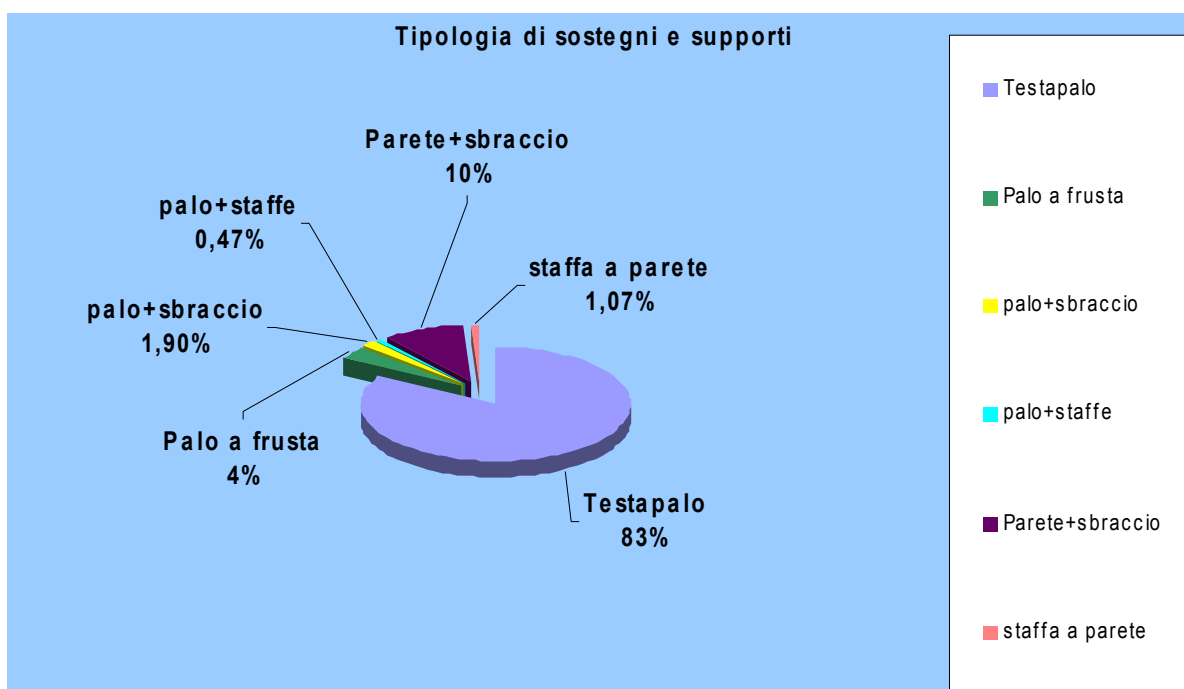


Grafico 3.8: Tipologia di sostegni e supporti



Le varietà più diffuse sul territorio comunale sono ovviamente la tipologia testapalo e parete + sbraccio con oltre il 90% dei punti luce totali dotati di sostegno.

### a. Condizioni dei sostegni

Su un totale di 2529 sostegni si osserva che risultano da ricondizionare o verniciare specialmente i sostegni con rivestimento in vetro resina.

In modo particolare devono essere sostituiti o sottoposti a manutenzione i sostegni che presentano segni di corrosione avanzata che ne pregiudicano la stabilità, di seguito sono riportati alcuni esempi :



**Via Canale**



**Via del Consiglio**



**Via Baden Powel**



**Via Maino**



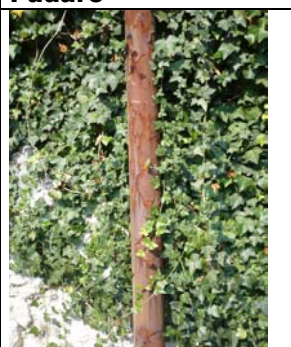
**Via Miorelli**



**Padaro**



**Via Passo Buole**



**Via Prude**





**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle tipologie dei sostegni, alle loro caratteristiche, ai materiali di cui sono composti, ed al loro stato di conservazione sono raccolti nell'allegato: Elaborato 2.1– “Schede censimento impianti di illuminazione Pubblica”.

## b. Linee elettriche

Per quanto riguarda le linee elettriche è evidente l'importanza di comprendere se gli impianti di distribuzione elettrica sono idonei per tali attività, senza escludere o dimenticare che gli stessi devono essere anche sicuri in caso di eventi accidentali ed adeguatamente isolati elettricamente e nei confronti degli agenti atmosferici. Per quanto riguarda i punti luce la totalità sono alimentati con cavi di alimentazione interrati.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle linee elettriche sono raccolti nell'allegato: Elaborato 2.1– “Schede censimento impianti di illuminazione Pubblica”

## c. Condizioni dei corpi illuminanti

Un'analisi dello stato di fatto non può non esimersi dal valutare lo stato dei corpi illuminanti presenti sul territorio ai fini dell'obsolescenza e della capacità di illuminare.

Nell'analisi sotto riportata non viene fatta una valutazione sulla conformità alla legge provinciale infatti quest'ultima è rimandata ai successivi paragrafi, sono inoltre esclusi i proiettori impiegati negli impianti sportivi.

Stato dell'apparecchio	Quantità
Accettabile	987
Buono	1215
Obsoleto	40
Da pulire	259
Sostituire	28

Come evidenza il 48% dei punti luce del territorio comunale sono in buone condizioni e se uniti agli apparecchi accettabili (39%) arriviamo a circa il 87%.

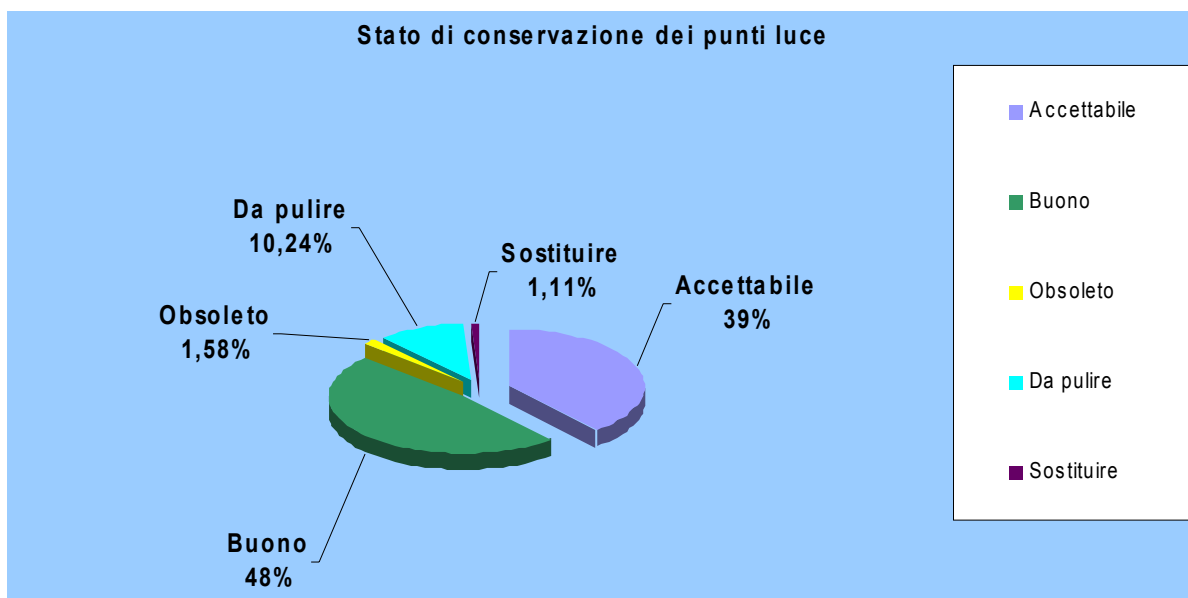


Grafico 3.9: Stato di conservazione dei punti luce

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle condizioni dei corpi illuminanti sono raccolti nell'allegato: Elaborato 2.1– “Schede censimento impianti di illuminazione Pubblica”.

## 5. Stato dei quadri elettrici

Quadri elettrici comunali presenti sul territorio sono 32 ed alimentano altrettante zone.

Dall'analisi dei quadri si riscontra che i quadri elettrici dotati di regolatore di flusso sono sedici e precisamente: Q.E. GAZZI, Q.E. BOLOGNANO ASILO, Q.E. BOLOGNANO STAZIONE, Q.E. PARCHEGGIO CANEVE, Q.E. CAPRONI MAINI, Q.E. SANTONI, Q.E. CASINO', Q.E. S. PANCRAZIO, Q.E. MANTOVA, Q.E. S. ISIDORO, Q.E. VIGNE CIMITERO, Q.E. GRAZIE, Q.E. ZONA ARTIGIANALE, Q.E. CAVALLO, Q.E. S. GIORGIO, Q.E. LINFANO SUD.

I rimanenti 16 quadri elettrici senza regolatore di flusso sono:

Q.E. PRATO SAIANO, Q.E. MASSONE, Q.E. ARCIDUCA, Q.E. BRAILE, Q.E. NARZELLE, Q.E. CHIARANO, Q.E. VIGNE, Q.E. PADARO, Q.E. FORNACI, Q.E. SABBIONI, Q.E. LINFANO NORD, LINFANO CENTRO, Q.E. CRETACCIO, Q.E. BRAILA, Q.E. DE GASPERI.

I dati relativi ai quadri elettrici sono riportati nell'allegato: Elaborato 2.3.b “Schede censimento quadri elettrici”. Nell'allegato sono riportati per ogni singolo quadro, la potenza totale degli apparecchi installati collegati, la potenza totale dissipata.

Tutti i dati relativi alle condizioni dei quadri elettrici sono raccolti nell'allegato: Elaborato 2.3.a– “Schede censimento quadri elettrici”.

## 6. Aree illuminotecniche omogenee

Le aree elementari definite, coincidono o sono comprese in una zona del P.R.G. comunale, in cui l'impianto di illuminazione è caratterizzato da una tipologia unica (o largamente prevalente) di corpo illuminante, di lampada, di destinazione d'uso. I dati relativi alle aree omogenee (superficie, corpo illuminante, lampada, potenza installata, consumi) e la planimetria riassuntiva sono riportati rispettivamente nell'Allegato 2 e nell'elaborato 3.4 “Aree illuminotecniche omogenee”.



---

Le aree illuminotecniche omogenee individuate sono le seguenti:

1	AREA OMOG. STR. BETTINAZZI	52	AREA OMOG. STR. ROVERETO NORD
2	AREA OMOG. STR. AL CASTELLO	53	AREA OMOG. STR. INDIPENDENZA
3	AREA OMOG. STR. STRAFONARA	54	AREA OMOG. STR. F. SANTONI SUD
4	AREA OMOG. STR. GIOVANNI SEGANTINI	55	AREA OMOG. ROT. NORD VIA SANTONI
5	AREA OMOG. STR. DELLA CINTA	56	AREA OMOG. STR. SAVERIO TORBOLI
6	AREA OMOG. PARCO SEGANTINI	57	AREA OMOG. STR. BEZZECA
7	AREA OMOG. STR. GIARDINO CASINO'	58	AREA OMOG. STR. S. MARTINO
8	AREA OMOG. STR. DELLE PALME	59	AREA OMOG. STR. F. SANTONI NORD
9	AREA OMOG. STR. GUGLIELMO MARCONI	60	AREA OMOG. LOC. PATONE
10	AREA OMOG. STR. BRAILE	61	AREA OMOG. STR. PAOLINA CAPRONI
11	AREA OMOG. STR. CESARE BATTISTI	62	AREA OMOG. STR. GARDESANA
12	AREA OMOG. STR. DELLE MONACHE	63	AREA OMOG. ROTONDA GARDESANA
13	AREA OMOG. STR. BADEN POWEL	64	AREA OMOG. LUNGO SARCA
14	AREA OMOG. STR. MANTOVA	65	AREA OMOG. LINFANO SUD
15	AREA OMOG. STR. SAN SISTO	66	AREA OMOG. LINFANO NORD
16	AREA OMOG. STR. CONTI D'ARCO	67	AREA OMOG. MONTE BRIONE
17	AREA OMOG. STR. GARBERIE-ROMA	68	AREA OMOG. SAN GIORGIO
18	AREA OMOG. STR. CAPITELLI	69	AREA OMOG. CAVALLO
19	AREA OMOG. STR. ALCIDE DEGASPERI	70	AREA OMOG. PARCO VIA GARBERIE
20	AREA OMOG. STR. VERONA	71	AREA OMOG. PASSIRONE
21	AREA OMOG. OVO	72	AREA OMOG. SABBIONI
22	AREA OMOG. PARCHEGGIO ALLA SARCA	73	AREA OMOG. SAN TOMMASO
23	AREA OMOG. STR. SAN MARCELO	74	AREA OMOG. ROTONDA SAN GIORGIO
24	AREA OMOG. STR. GIOSUE' CARDUCCI	75	AREA OMOG. STR. SAN VALENTINO
25	AREA OMOG. STR. DELLA FOSSA	76	AREA OMOG. LOC. PRATO SAIANO
26	AREA OMOG. STR. DEL CONSIGLIO	77	AREA OMOG. STR. VIA DEL CALVARIO
27	AREA OMOG. STR. NICOLA BRESCIANI	78	AREA OMOG. PARCO VIA FOSSA GRANDE
28	AREA OMOG. STR. GUGLIELMO FRISONI	79	AREA OMOG. STR. FOSSA GRANDE
29	AREA OMOG. STR. VITTORIO VENETO	80	AREA OMOG. DONATORI SANGUE
30	AREA OMOG. STR. DELLE GRAZIE	81	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIA MAZZINI
31	AREA OMOG. D. ALIGHIERI-SANTUARIO	82	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIA STAZIONE
32	AREA OMOG. STR. DANTE ALIGHIERI	83	AREA OMOG. FIBIE
33	AREA OMOG. STR. COGOZZI	84	AREA OMOG. GIARDINO BOLOGNANO SUD
34	AREA OMOG. STR. POMERIO SUD	85	AREA OMOG. VIA VERDE
35	AREA OMOG. STR. S. CATERINA NORD N.	86	AREA OMOG. STR. GAZZOLETTI
36	AREA OMOG. ROT. NORD S. CATERINA	87	AREA OMOG. STR. SAN FRANCESCO
37	AREA OMOG. STR. S. CATERINA SUD	88	AREA OMOG. PONTE NORD CICLABILE
38	AREA OMOG. ROT. SUD S. CATERINA	89	AREA OMOG. STR. LATERALE CAPRONI M.
39	AREA OMOG. STR. STRAPPAZOCHE	90	AREA OMOG. PARCO NORD CAPRONI M.
40	AREA OMOG. STR. S. CATERINA NORD	91	AREA OMOG. PONTE S. GIUSEPPE
41	AREA OMOG. ROT. EST VIALE ROVERETO	92	AREA OMOG. PARCHEGGIO CAPRONI M.
42	AREA OMOG. ROT. OVEST VIA ROVERETO	93	AREA OMOG. STR. FORNACI
43	AREA OMOG. STR. ROVERETO LED	94	AREA OMOG. STR. CAPRONI M. NORD
44	AREA OMOG. STR. ROVERETO	95	AREA OMOG. CIMITERO BOLOGNANO NORD
45	AREA OMOG. STR. ROVERO	96	AREA OMOG. PIAZZA VITTORIA
46	AREA OMOG. STR. STAZIONE	97	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIA MAINO
47	AREA OMOG. STR. BENACO	98	AREA OMOG. PIAZZA TRENTO
48	AREA OMOG. STR. SOCCESURE	99	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIA DELLA FOSSA
49	AREA OMOG. STR. DELLA REPUBBLICA	100	AREA OMOG. STR. PIAVE
50	AREA OMOG. LOC. GAZZI	101	AREA OMOG. STR. POMERIO
51	AREA OMOG. CICLAB./PEDONALE NORD	102	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIA POMERIO

---

103	AREA OMOG. PARCO VIA GALLAS	111	AREA OMOG. STR. GAMBOR
104	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIALE ROVERETO	115	AREA OMOG. PARCH. VIA MONTE ZUGNA
105	AREA OMOG. GIARDINO VIA CEFALONIA	116	AREA OMOG. PARCH. VIA S. TRINITA'
106	AREA OMOG. PARCH. VIA MARTIRI 28 GIUGNO	117	AREA OMOG. P.ZZA CAPRONI STR. S. SIGHELE
107	AREA OMOG. PARCH. VIA D. ALIGHIERI	118	AREA OMOG. CIMITERO VIA SCALETTA
108	AREA OMOG. PARCH. VIA 24 MAGGIO OVEST	119	AREA OMOG. PARCHEGGIO VIA FRISONI
109	AREA OMOG. PIAZZETTA SHOTTEN		
110	AREA OMOG. PARCHEGGIO FORO BOARIO		

Per ogni area omogenea individuata è stata effettuata l'analisi illuminotecnica, con valutazione mediante misura o calcolo, mediante approssimazioni e stime, dei parametri Kill ed  $\eta$ , dello stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica, previa redazione per ciascuna area omogenea dell'Allegato A (soluzione conforme) oppure all'Allegato B (soluzione calcolata). La relazione tecnica corrispondente è svolta all'interno del paragrafo 3.2- Conformità degli impianti alla legge provinciale n.16/ 07 e tutti i dati sono contenuti nell'**Allegato 4** elaborato 1.1.4 : "Modelli A e B".

## 7. Rilievi dei parametri illuminotecnici

Per effettuare l'analisi illuminotecnica di ogni area omogenea individuata, con valutazione, occorre misurare dei parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) necessari per redigere i Modelli A e B previsti dalla norma provinciale rispettivamente nell'Allegato A (Soluzione conforme) e nell'Allegato B (Soluzione calcolata) si sono misurati i valori di illuminamento.

Il lavoro viene svolto per semplicità operativa attraverso l'utilizzo del luxmetro; la scelta dei punti di rilievo sul territorio comunale segue i seguenti criteri:

- i rilievi sono stati effettuati in più tratti di strada o settori di aree pedonali o di parcheggi, generalmente rettilinei e sgombri da possibili ostacoli, nonché compresi fra due successivi sostegni facendone quindi la media. Il procedimento seguito prevede il rilievo secondo norme vigenti e per semplicità, delle schematizzazioni di seguito allegate, vengono tracciati i valori di illuminamento medio in alcuni punti significativi della carreggiata.

- La Norma UNI 11248, esprime l'illuminazione delle strade in termini di luminanze e non di illuminamento. A tal proposito si considera che 14,5 lux corrispondono, per tipologie di asfalto in classe C2, a 1 cd/m<sup>2</sup> secondo la nota formula di conversione:  $L = E \times r / \pi$  dove si intende per: L= luminanze, E=illuminamento, r=riflettanza della specifica superficie e  $\pi$ = pigreco = 3.14. E' evidente che questo raffronto piuttosto comune, può essere fatto solo per specifiche condizioni ed è da considerare solo per una verifica indicativa delle luminanze in quanto lo strumento più adatto per la loro rilevazione è appunto il luminanzometro.

I risultati delle misure fotometriche sono riportati nell'**Allegato 3** elaborato 1.1.3 : "MISURE FOTOMETRICHE".

## 8. Eventuale presenza di abbagliamenti molesti, o illuminazione intrusiva

### Valutazione generale

In questa sezione verranno riportate le valutazioni relativamente ai rilievi fotografici ed illuminotecnici effettuati sul territorio comunale suddividendo quelli su area pubblica e aree "private".

#### Impianti su area pubblica:

per quanto riguarda gli impianti su area pubblica le situazioni che richiedono una particolare attenzione riguardano i centri storici dove sono presenti apparecchi di arredo urbano quali lanterne in stile "mod. Neri" (numero 346 punti luce) con lampada sporgente a diffusione libera, e quindi non ammessi dalla legge provinciale, le quali causano inquinamento e abbagliamento molesto. Sono inoltre presenti, in misura limitata, in giardini o parchi pubblici apparecchi di tipologia "globo", anche con diffusore lamellare, che presentano un flusso disperso sopra il piano orizzontale maggiore del 30% e quindi classificabili secondo la legge provinciale (L.P. n. 16/07) in classe E e di conseguenza devono essere considerati apparecchi vietati.

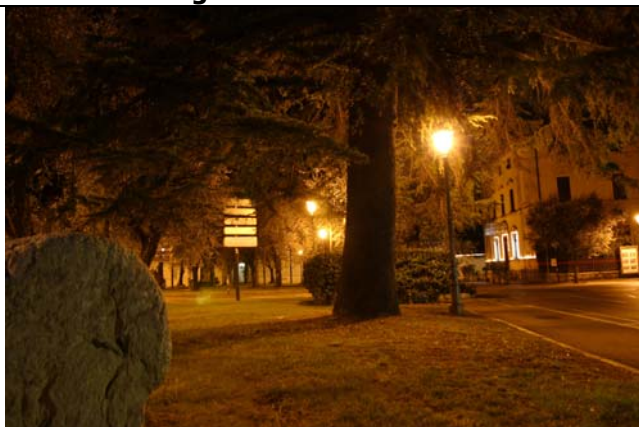
Di seguito riportiamo documentazione fotografica di alcune aree citate nelle valutazioni sopra riportate in cui sono state rilevate situazioni di inquinamento luminoso :



**Piazzale G. Segantini**



**Piazzale G. Segantini**



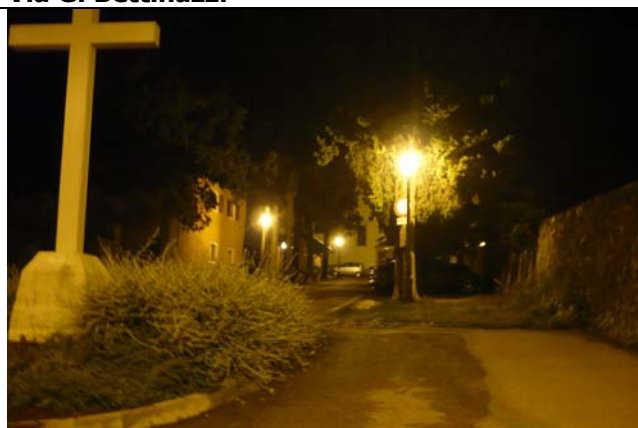
**Piazzale G. Segantini**



**Via G. Bettinazzi**



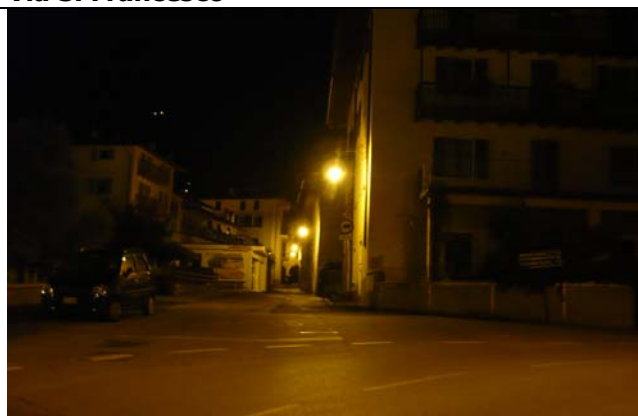
**Vicolo del Frassino**



**Via S. Francesco**



**Via S. Valentino - Bolognano**



**Via Pasubio - Bolognano**



**Via Foro Boario**



**Giardino Via Stazione – Bolognano**  
**Tipologia Apparecchio : globo**

#### Impianti illuminazione di edifici, monumenti e siti monumentali

Gli impianti di illuminazione dei monumenti e delle strutture architettoniche di rilievo devono:

- essere realizzati di norma dall'alto verso il basso. Solo nei casi di conclamata impossibilità e manufatti di particolare e comprovato valore storico o architettonico i fasci di luce possono essere orientati diversamente, rimanendo in ogni caso entro il perimetro degli stessi;
- essere spenti entro le ore 24 o subire una riduzione di almeno il 50% della potenza impiegata.

Per quanto riguarda la valutazione dell'illuminazione dell'area cimiteriale si deve fare riferimento a quanto previsto dalla legge provinciale per l'illuminazione di edifici, monumenti e siti monumentali che impone una deroga rispetto alle altre situazioni. Tuttavia occorre fare in modo di avere:

- una resa cromatica adeguata ai materiali ed al colore delle opere da illuminare ed eventuale tonalità di luce differenziata nel caso di edifici adiacenti e di aspetto cromatico diverso;
- una distribuzione della luce in funzione del grado di riflessione delle superfici;
- la possibilità di ottenere illuminamenti diversi;
- l'impiego di sorgenti di luce con massima efficienza luminosa;
- il contenimento del flusso luminoso sulla sagoma dell'opera da illuminare, evitando fenomeni di abbagliamento e di inquinamento luminoso.

#### Impianti su area privata:

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione su area privata si è rilevata una apprezzabile presenza numerica di apparecchi di illuminazione tipo globi, cioè apparecchi che hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30%, i quali sono vietati dalla legge provinciale N.16/07 dalla quale vengono classificati di tipo E, e costituiscono una sorgente di inquinamento luminoso non trascurabile e talvolta di abbagliamento in particolare quando si trovano in aree private immediata contigue alla carreggiata.

In riferimento a detti impianti di illuminazione si veda l'elaborato 2.2 : “Schede Censimento Impianti di illuminazione privati” nel quale sono riportati i dati e la documentazione fotografica relativa.

#### Applicazioni specifiche: Impianti sportivi

Come evidenziato nei precedenti capitoli sono presenti sul territorio comunale degli impianti di ricreazione sportiva. Il tipo di illuminazione richiesta da tali spazi ricreativi ha sicuramente, se mal realizzata, un contributo notevole all'aumento dell'inquinamento luminoso in tutte le sue forme, bisogna adottare particolari cure ed attenzione nell'illuminazione prevedendola solo quando funzionale alle attività sportive e solo quando effettivamente necessaria.

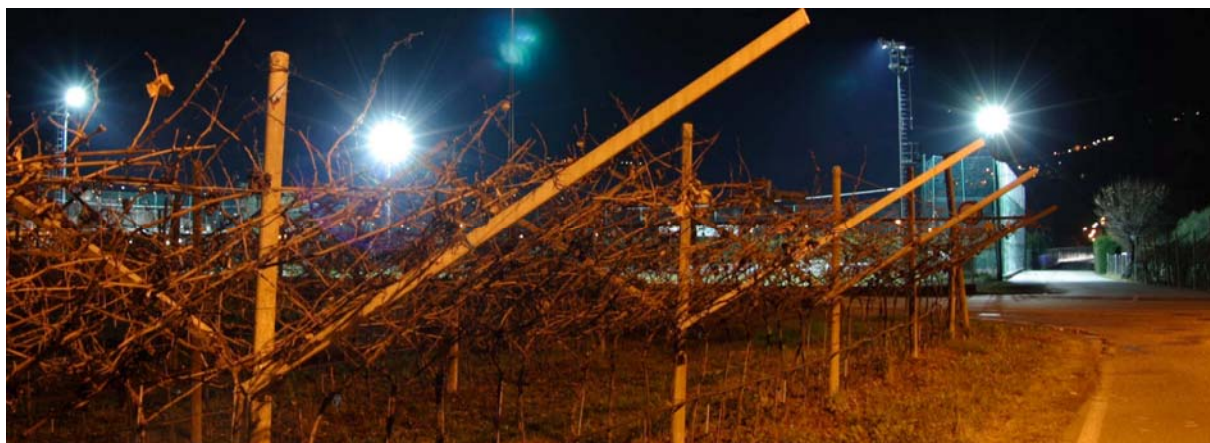
Queste indicazioni unitamente alla variazione dell'inclinazione per quanto possibile, ed all'inserimento di appositi schermi che indirizzino il flusso luminoso sul campo sportivo sono sicuramente i primi provvedimenti da adottare per contenere il flusso luminoso all'interno dell'area a cui è funzionalmente dedicato per evitare fenomeni di fastidiosa intrusività, abbagliante e di dispersione di flusso luminoso anche verso l'alto.



Di seguito riportiamo documentazione fotografica di alcuni impianti sportivi oggetto delle valutazioni sopra riportate in cui sono state rilevate situazioni di inquinamento luminoso :



**Campo Sportivo e Circolo tennis Arco di Via Pomerio** – inquinamento luminoso e abbagliamento



**Campo Sportivo San Giorgio** – inquinamento luminoso e abbagliamento

I proiettori installati negli impianti sportivi :

- campo Sportivo e Circolo tennis Arco di Via Pomerio;
- campo Sportivo di Bolognano;
- campo Sportivo di Vigne;
- campo Sportivo di S. Giorgio,

sono simmetrici e orientati secondo le esigenze di una corretta e uniforme illuminazione degli impianti sportivi quindi un modo per ridurre gli effetti dell'abbagliamento e direzionare maggiormente il fascio luminoso è quello di applicare gli appositi schermi.

Gli impianti per l'illuminazione degli impianti sportivi non sono tutti provvisti degli appositi sistemi di variazione di illuminamento, richiesti dalla legge provinciale n.16/07, con conseguente parzializzazione del flusso luminoso in relazione alle attività/avvenimenti quali allenamenti, gare o altro. Si evidenzia che gli impianti sportivi in oggetto sono quasi esclusivamente utilizzati per attività di allenamento e vengono immediatamente spenti al termine dell'attività sportiva.



## 9. Eventuale condizione di “sorgenti di rilevante inquinamento luminoso” ai fini della programmazione di interventi di bonifica in conformità alla legge provinciale n. 16/07

Il **Controllo del flusso luminoso diretto** costituisce di fatto lo strumento imposto dalla normativa provinciale per definire il “come illuminare” correttamente, in modo che gli impianti di illuminazione possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso e a risparmio energetico.

**legge provinciale n.16/07, Art. 4, comma 3, lettera b):**

*b) le fonti luminose di cui al comma 1, lettera a), presentano un'intensità luminosa non superiore a 0,49 candele per 1.000 lumen per angoli gamma maggiori o uguali a 90 gradi.*

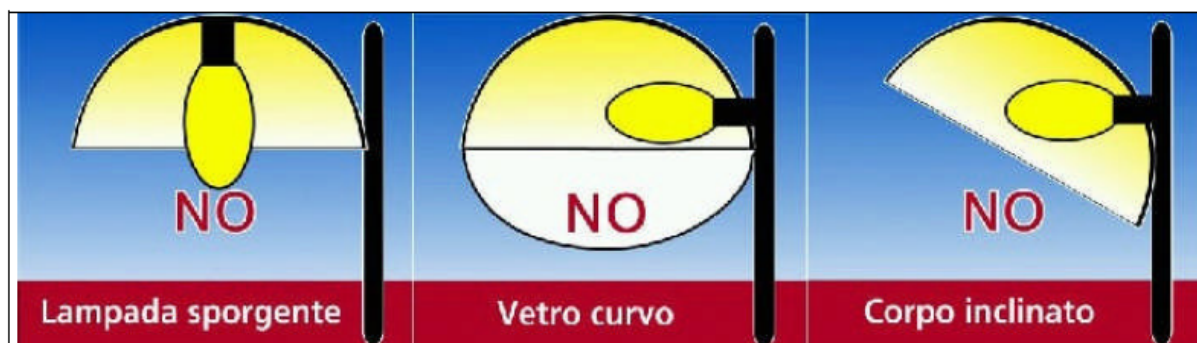


Figura 1 □ Tipologie di apparecchi non ammessi dalla legge provinciale n. 16/07



Figura 2 □ Tipologie di apparecchi conformi alla legge provinciale n. 16/07

L' **Intensità luminosa** ( $I$ ) esprime la quantità di luce che è emessa da una sorgente (flusso luminoso) in una determinata direzione (angolo  $\gamma$ ). Essendo una grandezza di tipo *vettoriale* per esprimerla correttamente non basta indicare la quantità di luce ma occorre specificare la direzione ad essa associata. Per permettere i necessari confronti viene “normalizzata” per 1000 lumen. L'unità di misura è la candela (cd).

Il **Flusso luminoso** ( $\Phi$ ) è la grandezza che quantifica la quantità di luce emessa da una sorgente luminosa o, come in questo caso, da un apparecchio, nell'unità di tempo. L'unità di misura è il lumen (lm).

Prevedere che i nuovi impianti debbano possedere apparecchi che, una volta installati, emettano al massimo tra 0,00 e 0,49 cd di intensità luminosa ogni 1000 lumen emessi (l'indicazione di tali valori, rientra nel range dell'errore strumentale della misurazione del valore zero), per un angolazione pari o maggiore a 90° (cioè oltre la linea di orizzonte) significa non ammettere flusso luminoso al di sopra della linea di orizzonte, e a tal fine è da sottolineare l'importanza di una corretta installazione.

Sono certamente conformi alla legge provinciale n.16/07, i corpi illuminanti installati ORIZZONTALI e con vetro di protezione PIANO, o chiusura PIANA; tali apparecchi inoltre presentano i seguenti importanti vantaggi:

- Non inquinano e non abbagliano;
- Si sporcano meno, e sono più facilmente pulibili;
- Hanno una minore perdita di efficienza;
- Non ingialliscono;
- Sono più resistenti anche ad eventi accidentali;
- Costano meno;
- Non sono elementi mobili nell'armatura a rischio di cadute.

Contribuiscono alla proiezione del fascio luminoso verso l'alto i vetri emisferici. Utilizzati per poter distribuire meglio la luce a terra. In molti casi la sostituzione del vetro emisferico non è possibile a causa della vetustà del corpo illuminante non si trovano sul mercato i pezzi di ricambio adatti anche perché non sono mai stati prodotti.

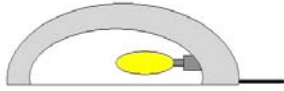
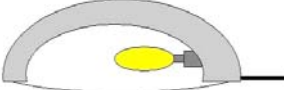
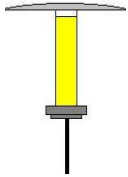
La verifica della conformità dei corpi illuminanti alle leggi regionali passa attraverso la verifica del valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di 90° ed oltre. Per tale verifica è **INDISPENSABILE** ricevere dal produttore, ai sensi e nei modi indicati all'art. 4, comma 3 lettera b) della legge provinciale n.16/07, la tabella fotometrica dell'apparecchio illuminante (che rappresenta l'intensità luminosa per ogni angolo C e Gamma). Qualsiasi autodichiarazione del produttore non ha alcun valore, in quanto gli unici elementi per verificare la rispondenza di legge sono esclusivamente le misurazioni fotometriche dell'apparecchio, certificate preferibilmente da un ente terzo quale ad esempio l'IMQ e comunque firmate dal responsabile tecnico del laboratorio di misura che le ha emesse.

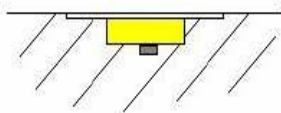

### Corretta installazione

Ulteriore aspetto di rilievo riguarda la corretta installazione degli apparecchi illuminanti: anche un apparecchio privo di emissione luminosa al di sopra di angoli di 90° (quindi un apparecchio di per sé conforme) se installato in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura di laboratorio, può registrare intensità luminosa verso l'alto.

### Classificazione degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione sono suddivisi in **classi a seconda del flusso luminoso disperso sopra il piano dell'orizzonte**. Ai fini del Piano provinciale, si identificano le 5 classi di apparecchi descritte di seguito.

<p>1. Apparecchi di <b>CLASSE A</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso; tipicamente armature stradali con lampada recessa nel vano ottico superiore dell'apparecchio, proiettori asimmetrici.</p>	 <p>Classe A</p>
	<p>Apparecchi conformi e ammessi in ogni caso (Soluzione conforme – Allegato A)</p>
<p>2. Apparecchi di <b>CLASSE B</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, maggiore di 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso e flusso luminoso disperso verso l'alto inferiore al 1%; tipicamente le armature stradali con vetro ricurvo e coppa prismatica.</p>	 <p>Classe B</p>
	<p>Apparecchi ammessi solo previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>
<p>3. Apparecchi di <b>CLASSE C</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell' 1% e minore del 30%; tipicamente armature da arredo urbano con schermatura superiore, ottiche secondarie, frangiluce.</p>	 <p>Classe C</p>
	<p>Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>

4. Apparecchi di <b>CLASSE D</b> : comprendono tutti gli apparecchi destinati a produrre illuminazione d'accentuo o effetti localizzati decorativi (incassi da terra, proiettori, applique, ecc.).	
	Apparecchi ammessi solo per gli impianti non soggetti di cui al punto VIII o per alcuni impianti particolari (numeri 1 e 2 del punto VI)
5. Apparecchi di <b>CLASSE E</b> : comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30%.	 Classe E
	Apparecchi vietati

La legge provinciale n. 16/07, ha come ambito di applicazione sia gli impianti di illuminazione pubblica sia gli impianti di illuminazione privata.

Deve quindi far parte del piano della luce una sezione dedicata all'analisi degli impianti di illuminazione privata segnalando quelli che nello specifico non sono conformi con la L.P. 16/07 in modo da identificare gli elementi che li rendono incompatibili con i dettami di legge e individuando, ove possibili, soluzioni alternative alla mera sostituzione.

Un PRIC si deve limitare ad identificare gli impianti palesemente difformi dalla L.P. 16/07, ai suoi obiettivi fondamentali, e ai suoi criteri guida: un'analisi più approfondita non è richiesta dalla legge in aree esterne alle fasce di protezione degli Osservatori Astronomici e in aree naturali protette. I criteri che hanno guidato l'approfondimento sugli impianti d'illuminazione privata, direttamente correlati con la L.P. 16/07 e successive integrazioni sono:

- 1- Apparecchi illuminanti palesemente difformi dalle indicazioni della L.P. 16/07 (intensità luminosa massima a 90° ed oltre superiore a 0,49 cd/klm);
- 2- luce invasiva e/o intrusiva, in contrasto anche con l'art. 844 del Codice Civile sulle immissioni moleste (esiste un'ampia casistica di sentenze di spegnimento e rimozione emesse ai sensi di tale articolo).

### 3.2- CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA LEGGE PROVINCIALE N. 16/ 07

Procederemo quindi, sulla base dei risultati emersi dalla valutazione dello stato di fatto sul territorio del precedente paragrafo 3.1, ad una valutazione della conformità alla legge n.16/2007 che si limiterà in questa sezione del piano alla verifica:

1. dei corpi illuminanti e della loro installazione,
2. delle sorgenti luminose,
3. dello stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica attraverso i risultati ottenuti per ogni area omogenea e quindi dei parametri Kill e  $\eta$  e di conseguenza degli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata).

Saranno invece limitate le valutazioni relative agli altri concetti fondamentali della legge provinciale medesima anche perché saranno successivamente approfondite, ad esempio per quanto riguarda:

- luminanze ed illuminamenti,
- ottimizzazione degli impianti d'illuminazione,
- utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso.

## 1. Verifica emissione della luce verso l'alto e tipo di sorgenti luminose

Questo è il principale elemento rilevabile da un'analisi diretta degli apparecchi installati e deve essere valutato (flusso disperso) per ogni tipologia di apparecchio illuminante.

Gli apparecchi illuminanti in funzione anche della loro posizione di installazione, sono suddivisi nelle 5 categorie, A-B-C-D-E ai fini della conformità della L.P. N.16/2007 come riportato nella tabella che segue (vedi anche Allegato 4 "Classificazione Apparecchi") e in accordo alle definizioni delle classi date dalla legge provinciale di riferimento e precedentemente descritte:

### CLASSIFICAZIONE APPARECCHI --> L.P. 16/2007

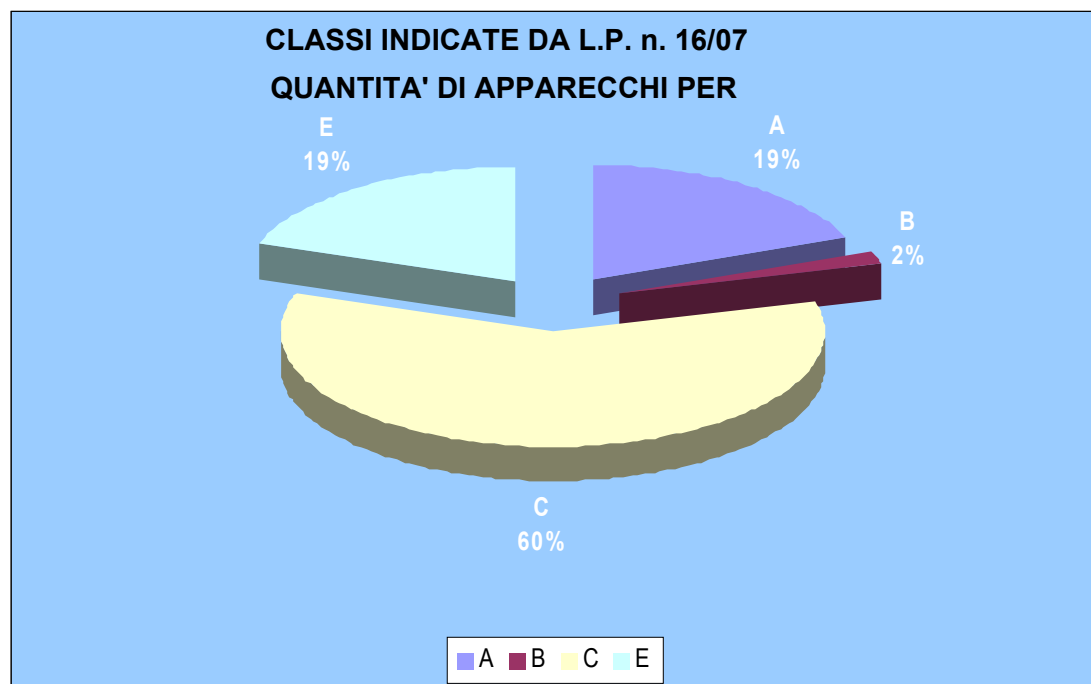
N.	MARCA/ MODELLO	FLUSSO DISPERSO	CLASSE	
01	TRAFFIC VISIONS PHILIPS SGS305	URL = 0% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	A	Apparecchi conformi ed ammessi in ogni caso
02	IRIDIUM PHILIPS SGS 253 FG	URL = 0% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	A	Apparecchi conformi ed ammessi in ogni caso
03	CITY SOUL MINI PHILIPS CGP 430 FG	URL = 0% (tilt90° = 0°; tilt0°=0°)	A	Apparecchi conformi ed ammessi in ogni caso
04	EWO-LED DS32 9G_M	URL = 0% (tilt90° = 0°; tilt0°=0°)	A	Apparecchi conformi ed ammessi in ogni caso
05	MALAGA PHILIPS SGS 101	URL = 0% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	A	Apparecchi conformi ed ammessi in ogni caso
06	NERI SQ223A	URL = 0% (tilt90° = 0°; tilt0°=0°)	A	Apparecchi conformi ed ammessi in ogni caso
07	SITECO 5NA3412	URL < 1%	B	Apparecchi ammessi solo previa verifica di conformità
08	NERI PQ804A	URL < 1%	B	Apparecchi ammessi solo previa verifica di conformità
09	AEC AEC2 CP	URL =3%	C	Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità
10	NERI LANTERNE SERIE 801 CON LAMPADA RECESSA	URL =3%	C	Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità
11	AEG (PHILIPS) E-NR 821-460-014	URL > 1% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	C	Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità
12	AEG (PHILIPS) K100	URL > 1% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	C	Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità
13	AEG (PHILIPS) KLEINER KOFFER	URL > 1% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	C	Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità
14	AEG (PHILIPS) STRADALE A DOPPIA LAMPADA	URL > 1% (tilt90° = 0°; tilt0°=3°)	C	Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità
15	NERI LANTERNE SERIE 800 CON LAMPADA ESPOSTA	URL > 30%	E	<b>Apparecchi vietati</b>
16	NERI SN300A	URL > 30%	E	<b>Apparecchi vietati</b>

N.	MARCA/ MODELLO	FLUSSO DISPERSO	CLASSE	
17	NERI PQ600A	URL > 30%	E	<b>Apparecchi vietati</b>
18	DISANO GLOBO 1300 TR / OP CON DIFFUSORE LAMELLARE DIREZIONALE	URL > 30%	E	<b>Apparecchi vietati</b>
19	GLOBI OPALI O TRASPARENTI SENZA DIFFUSORI	URL > 30%	E	<b>Apparecchi vietati</b>

Non considerando gli apparecchi utilizzati per l'illuminazione degli impianti sportivi riportiamo la consistenza numerica relativa alle classi di apparecchi individuate.

Apparecchio	Quantità	Classe L.P. n. 16/07	Totali quantità
TRAFFIC VISIONS PHILIPS SGS305	54	<b>A</b>	<b>428</b>
IRIDIUM PHILIPS SGS 253 FG	283		
CITY SOUL MINI PHILIPS CGP 430 FG	51		
EWO-LED DS32 9G_M	6		
MALAGA PHILIPS SGS 101	20		
NERI SQ223A	14		
SITECO 5NA3412	15	<b>B</b>	<b>41</b>
NERI PQ804A	26		
AEC AEC2 CP	34	<b>C</b>	<b>1558</b>
NERI LANTERNE SERIE 801 CON LAMPADA RECESSA	316		
AEG - (PHILIPS) E-NR 821-460-014	425		
AEG - (PHILIPS) K100	448		
AEG - (PHILIPS) KLEINER KOFFER	133		
AEG (PHILIPS) STRADALE A DOPPIA LAMPADA	202		

Apparecchio e posizione di installazione	Quantità	Classe L.P. n. 16/07	Totali quantità
NERI LANTERNE SERIE 800 CON LAMPADA ESPOSTA	346	<b>E</b>	<b>439</b>
NERI SN300A	15		
DISANO GLOBO	38		
LAMPIONI A FUNGO	40		



### Considerazioni

Per quanto riguarda gli apparecchi Guzzini mod. MaxWoody si tratta di apparecchi illuminanti con



chiusura piana che se installati senza dare inclinazione rispetto all'orizzontale sono in classe A in quanto hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso. Mentre se l'apparecchio viene montato con una inclinazione rispetto all'orizzontale diversa da zero, quindi con "tilt90 > 0°", la classe di appartenenza varia con la dimensione dell'angolo e quindi con la quantità percentuale di flusso disperso verso l'alto.

La maggior parte degli apparecchi illuminanti risulta in classe C (60%) quindi sono ammessi secondo la L.P. n.16/07 solo previa verifica di conformità che si valuta utilizzando, come precedentemente descritto, la soluzione calcolata (Allegato B). Il 19% degli apparecchi illuminanti risulta conforme e ammesso in ogni caso.

Per quanto riguarda gli apparecchi in ogni caso vietati (nelle aree pubbliche) risultano essere il 19% e si tratta delle lanterne in stile, con sorgente non recessa, che sono installate nel centro storico di Arco ma prevalentemente nei centri storici delle frazioni.

---

## 2. Sorgenti luminose

Per quanto riguarda la conformità delle sorgenti luminose installate, sono praticamente tutte del tipo al sodio alta pressione e quindi conformi con la legge provinciale e ad alta efficienza.

## 3. Stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica

La valutazione dello stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica è fatta attraverso i risultati ottenuti per ogni area omogenea e quindi dei parametri Kill e  $\eta$  e di conseguenza degli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata).

Nell'**Allegato 4** elaborato 1.1.4 : "Modelli A e B", sono contenuti i documenti relativi ad ogni area omogenea suddivise tra quelle che dalle valutazioni effettuate sono risultate conformi oppure non conformi alla legge provinciale N.16/07 e alle norme in essi indicate:

1. MODELLI A e B a "NORMA"
2. MODELLI B "NON A NORMA"

e il Riepilogo che riporta le aree omogenee e i rispettivi valori dei parametri Kill e  $\eta$ , ottenuti redigendo i modelli A e B, che determinano la conformità o non conformità alla L.P. 16/2007 .

I parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) necessari per redigere i modelli A e B sono stati ottenuti eseguendo le misure fotometriche (vedi Allegato 3 elaborato 1.1.3 : "Misure fotometriche") in settori rappresentativi delle aree omogenee individuate, per quanto riguarda le rotatorie che presentavano una illuminazione con disuniformità evidenti, e per alcune aree destinate a parcheggi, si è ritenuto lo strumento della simulazione software (Philips – Calculux) e quindi la soluzione calcolata la più adeguata allo scopo di ottenere dati approssimati ma relativi a tutta l'area da analizzare e non limitati ad un settore poco rappresentativo.

### Definizione delle grandezze caratteristiche

Si riportano le principali definizioni delle grandezze indicate nei modelli A e B:

- 1) Ai fini del calcolo dell'area efficace Aeff, nell'ambito del modello di analisi si devono considerare le superfici interessate dal traffico veicolare e pedonale o da motivi di sicurezza.
- 2) L'indice KILL è il rapporto tra l'illuminamento disperso complessivo e l'illuminamento efficace prodotto pesato tra le rispettive aree (area di misura ed area efficace); la misura è chiaramente adimensionale e si esprime come:

$$K_{ILL} = \left( \frac{E_{mdis}}{E_{meff}} \right) \left( \frac{A_{rif}}{A_{eff}} \right) \quad \text{dove:}$$

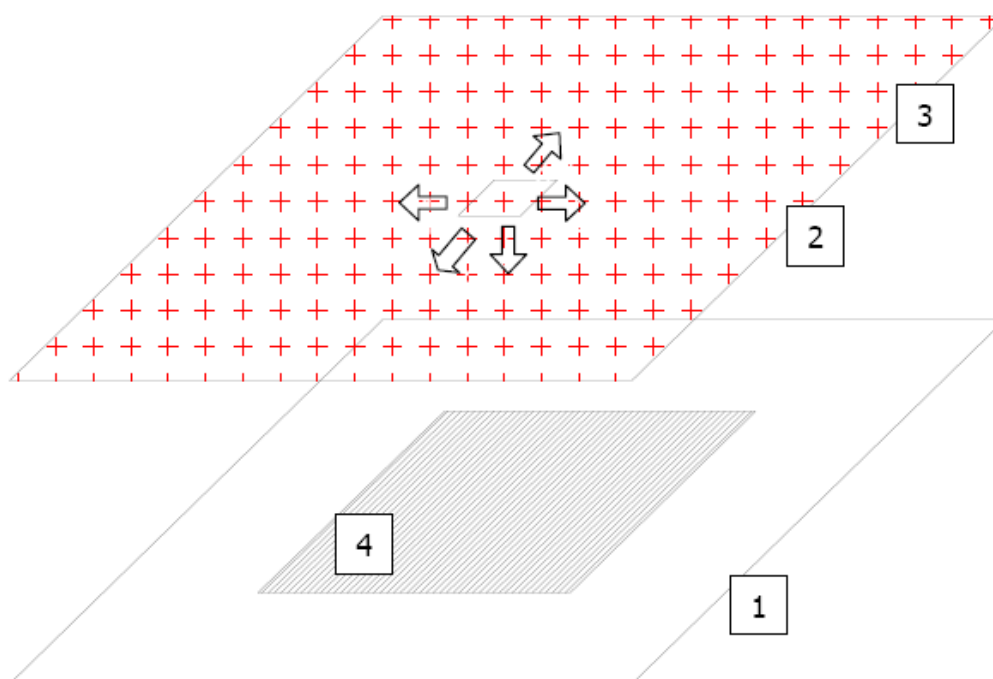
$E_{mdis}$  = illuminamento medio disperso =  $E_h C + 6 * \max(E_v N; E_v E; E_v S; E_v W)$   
 $E_{meff}$  = illuminamento medio sul piano efficace  
 $A_{rif}$  = area del piano di riferimento (500 x 500 metri)

Aeff = area efficace del compito visivo

Per il calcolo si dovrà utilizzare un software di calcolo illuminotecnico per esterni e prevedere le seguenti operazioni:

- a) creare un progetto per illuminazione esterna;
- b) inserire una superficie di base (dimensioni 500m x 500m con grado di riflessione 0,45 che simula il terreno);
- c) inserire sopra la superficie di base, a 20m di altezza, un piano orizzontale di misura delle stesse dimensioni per l'illuminamento orizzontale con orientamento verso il basso (reticolo 10m x 10m) in modo da calcolare l'illuminamento orizzontale disperso verso l'alto;
- d) inserire un secondo piano di misura come c), in modo da calcolare gli illuminamenti verticali lungo le 4 direzioni principali;
- e) al centro del terreno inserire il modello di analisi (un tipologico di strada, rotatoria, piazza, parcheggio ...) con dimensioni massime 200m x 200m, con tutti i corpi illuminanti; per modelli che eccedono le predette dimensioni analizzare l'impianto suddividendolo in più porzioni avente ciascuna dimensioni massime 200m x 200m.
- f) eseguire il calcolo completo (diretto + indiretto livello medio) e ricavare i parametri sotto indicati:





Rif.	Descrizione	Misure (m)	Coeff. Riflessione	Reticolo (m)
1	Superficie di base	500 x 500	0,45	10 x 10
2	Piano misura +20m E <sub>bc</sub>	500 x 500		10 x 10
3	Piano misura +20m E <sub>N</sub> +E <sub>E</sub> +E <sub>S</sub> +E <sub>W</sub>	500 x 500		10 x 10
4	Modello di analisi	200 x 200 max.	Propri dei materiali	1 x 1, con almeno 3 punti nella dimensione minima

**Figura 1: modello di calcolo**

3) Il Coefficiente di efficienza energetica (normalizzato a 100 lux) ( $\eta$ ) espresso in [kWh<sub>anno</sub>/m<sup>2</sup>] è definito come rapporto tra energia consumata annualmente dall'impianto per produrre 100 lux di illuminamento sul piano efficace durante il periodo di funzionamento di progetto, tenuto conto delle eventuali regolazioni (intensità luminosa ed energia) nel tempo, ed area efficace:

$$\eta = \left( \frac{kWh_{\text{anno}}}{A_{\text{eff}}} \right) \left( \frac{100 \text{ lx}}{E_{\text{eff}}} \right)$$

Il termine kWh<sub>anno</sub> viene determinato nella compilazione dell'allegato A o B relativo all'impianto.

#### Valori limite ammessi:

1) Lm in cd/m<sup>2</sup> (luminanza minima media mantenuta) o Em. Il valore di verifica misurato o calcolato non potrà essere maggiore del **15%** del valore di progetto;

2) Il coefficiente di manutenzione valutato in funzione del grado di inquinamento, dell'intervallo di manutenzione, del tipo di protezione, del tipo di lampada/alimentazione ed ore di esercizio annue.

Tale valore dovrà essere:

- a) maggiore di **0,80** nel caso di assenza di regolatore;
- b) maggiore di **0,70** nel caso di presenza di regolatore.

3) L'indice dell'illuminamento medio disperso per la soluzione conforme non viene calcolato.

4) Nel caso di illuminazione di facciate di edifici storici e monumenti la luminanza media deve essere inferiore a **0,8 cd/m<sup>2</sup>** sulla superficie illuminata ovvero (nel caso di forme irregolari da illuminare) sul rettangolo circoscritto alla figura stessa; l'illuminazione è soggetta ad orario regolamentato dalle



---

Amministrazioni comunali in relazione ad esigenze generali, quali il risparmio energetico, e locali, quali il turismo.

5) L'indice dell'illuminamento medio disperso per la soluzione calcolata su un piano stabilito (di 500m x 500m posizionato ad un'altezza di 20 metri) **KILL** dovrà essere inferiore a:

- a) In ogni caso per zona protetta **2,50**;
- b) Aree extraurbane con traffico veicolare (autostrade, tangenziali, circonvallazioni, ecc.): **3,00**;
- c) Aree di notevole estensione (parcheggi, piazzali, piazze ed altre superfici simili): **3,00**;
- d) Centri storici e vie commerciali: **3,00**;
- e) Illuminazione esterna di edifici industriali: deve essere realizzata per garantire la sicurezza ed il controllo delle zone perimetrali: **3,00**;
- f) Installazioni sportive: **3,00** per nuove realizzazioni e rifacimenti; **4,00** per adeguamenti con sistemi meccanici (visiere, alette) o per impianti ad elevato coefficiente di riflessione (piste con ghiaccio o neve).

6) Il coefficiente di efficienza energetica (normalizzato a 100 lux)  $\eta$  espresso in [kWhanno/m<sup>2</sup>], dovrà essere sempre inferiore a **15,00**.

7) I valori di illuminamento sulle superfici finestate ad uso abitativo non devono essere superiori a 5 lux.

8) Le insegne luminose non potranno avere una luminanza maggiore della classe L3 di cui alla norma UNI EN 12899-1.

.....

Nell'**Allegato 5 elaborato 1.1.5** : "Elaborato di sintesi del P.R.I.C" sono contenuti gli elaborati di sintesi che riassumono per ogni zona ed area illuminotecnica omogenea gli indici caratteristici ed il piano di intervento in importi e tempo.:

3. ELABORATI DI SINTESI:

- RILIEVO
- PROGETTO

4. PIANO INTERVENTO

**Allegati ai precedenti paragrafi abbiamo i seguenti Elaborati cartografici:**

<b>3.1</b>	<i>DIS.</i>	<b>RILIEVO GEOREFERENZIATO</b>
<b>3.2</b>	<i>DIS.</i>	<b>RILIEVO APPARECCHI ILLUMINANTI</b>
<b>3.3</b>	<i>DIS.</i>	<b>RILIEVO QUADRI ELETTRICI ILLUMINAZIONE PUBBLICA</b>
<b>3.4</b>	<i>DIS.</i>	<b>AREE ILLUMINOTECNICHE OMOGENEE</b>
<b>3.5</b>	<i>DIS.</i>	<b>TIPOLOGIA SORGENTI LUMINOSE</b>
<b>3.7</b>	<i>DIS.</i>	<b>CLASSIFICAZIONE APPARECCHI ILLUMINAZIONE</b>

---

## CAPITOLO IV

# CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO COMUNALE

### 4.1- INTRODUZIONE

Uno degli obiettivi principali del Piano Regolatore di Illuminazione Comunale è la classificazione dell'intero territorio al fine di permettere la futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, giardini, piste ciclabili, incroci principali e torri faro.

#### Classificazione illuminotecnica dei tracciato viario

Identificazione e classificazione (in base alla norma UNI11248) del tracciato viario esistente. Si potranno riportare in tale ambito anche i parametri illuminotecnici (luminanze ed illuminamenti, uniformità, abbagliamento ecc) caratteristici del tipo di classificazione risultante.

#### Strade a Traffico motorizzato

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 divide le strade in 6 grandi categorie:

- Autostrade (extraurbane e urbane)
- Extraurbane principali
- Extraurbane secondarie
- Urbane di scorrimento
- Urbane di quartiere
- Locali (extraurbane e urbane)

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati. Ad esempio le strade di categoria B, Extraurbane principali, devono avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 110 km/h, non possono essere usate da biciclette e ciclomotori. Le strade urbane di scorrimento, categoria D, devono anch'esse avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono anche i ciclomotori, mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata. Le caratteristiche dei vari tipi di strada sono riassunte nelle tabelle per paragrafi successivi.

La norma **UNI 11248** permette di fare una classificazione ai fini illuminotecnici.

#### Resto del Territorio

L'approvazione della norma europea EN 13201 introduce la classificazione anche la restante parte del territorio, permettendo una migliore e più graduale gestione della luce per una migliore fruizione degli spazi e un corretto uso dei flussi luminosi.

### 4.2- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE

Il Nuovo Codice della Strada (decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni), nonché il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) dettano le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade.

Classificazione strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
A- autostrada	2	2+2		6
B- extraurbana principale	2	2+2	Tipo tangenziali e superstrade	6
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. o S.S.	5

Classificazione strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	Limite di velocità > 50Km/h	<b>6</b>
D- urbana a scorrimento	2	2+2	Limite di velocità < 50Km/h	<b>4</b>
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	- solo proseguimento strade C - solo con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata	<b>4</b>
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C	<b>4</b>
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato	<b>3</b>
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato	<b>2</b>

Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il Codice della Strada.

Esulano da questa esemplificazione le sole strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporti pubblici (autobus di linea), che non possono essere classificate come F-urbane locali.

Strade di tipo F rurali o in strade locali extraurbane:

se in prossimità di incroci sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o limitati con funzione di segnalazione visiva, non sono richieste prescrizioni per i livelli di illuminazione (categoria ill. S7) ma solo per la categoria ill. G3 per limitare l'abbagliamento, valutato nelle condizioni di installazione degli apparecchi.

Strade non calcolabili con UNI EN 13201-3:

qualora non sia calcolabile il parametro di luminanza della strada secondo la UNI EN 13201-3, si deve utilizzare la categoria illuminotecnica CE di livello luminoso comparabile.

In particolare, la luminanza media mantenuta per categoria di indice illuminotecnico è la seguente:

Indice illuminotecnico	Luminanza media mantenuta Lm (cd/mq)
<b>6</b>	<b>2,0</b>
<b>5</b>	<b>1,5</b>
<b>4</b>	<b>1,0</b>
<b>3</b>	<b>0,75</b>
<b>2</b>	<b>0,5</b>
<b>1</b>	<b>0,3</b>

La Norma UNI 11248 permette, di comune accordo fra il progettista ed il Comune interessato, di declassificare, dal punto di vista dell'illuminazione, la strada valutando l'effettivo traffico rispetto ai flussi teorici individuati dal DM 6792/2001. In particolare:

- se il traffico notturno nelle condizioni sfavorevoli non raggiunge mai il **50%** del traffico orario previsto per tale tipo di strada, è possibile declassificare di un indice la strada ai fini dell'illuminazione;
- se il traffico notturno nelle condizioni sfavorevoli non raggiunge mai il **25%** del traffico orario previsto per tale tipo di strada, è possibile declassificare di due indici illuminotecnici la strada ai fini dell'illuminazione.

*Il flusso di autoveicoli per corsia, per i diversi tipi di strade, è stabilito dal citato D.M. 6792/2001.*

<b>Classificazione Stradale</b>	<b>Indice Illuminotecnico</b>	<b>Portata di servizio per corsia (autoveic. Equiv./ora)</b>
A – Autostrada extraurbana	6	1100
A – Autostrada urbana	6	1550
B – extraurbana principale	6	1000
C – extraurbana secondaria	5	600
D – urbana a scorrimento veloce	6	950
D – urbana a scorrimento	4	950
E – urbana interquartiere	5	800
E – urbana di quartiere	4	800
F – extraurbana locale	4	450
F – urbana interzonale	3	800
F – urbana locale	2	800

Allo stato attuale sono disponibili i dati reali dei flussi di traffico rilevati nella stesura del Piano Urbano della Mobilità (P.U.M.) adottato dal Comune di Arco.

Per declassificare le strade del Comune di Arco di uno o due indici dovrebbero essere rispettati i seguenti flussi di traffico notturno.

<b>Tipologia Strada</b>	<b>Flusso di traffico al 50% (autoveic. Equiv./ora)</b>	<b>Flusso di traffico al 25% (autoveic. Equiv./ora)</b>
C – extraurbana secondaria	300	150
D – urbana a scorrimento	475	238
E – urbana di quartiere	400	200
F – extraurbana locale	225	113
F – urbana interzonale	400	200
F – urbana locale	400	200

#### **4.3- CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA**

Risulta fondamentale, sia ai fini della stesura di un piano della luce sia della progettazione illuminotecnica, definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito.

La classificazione di un PRIC, non implica l'obbligo di illuminare quanto classificato, semplicemente determina che, se in futuro si deciderà di intervenire, i parametri di progetto sono già definiti a uso degli uffici tecnici comunali e dei progettisti.

Fasi della classificazione:

- Categoria illuminotecnica di riferimento: Tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore; la classificazione non è normalmente di competenza del progettista, ma lo stesso può aiutare nell'individuazione della corretta classificazione.
- Categoria illuminotecnica di progetto: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.
- Categorie illuminotecniche di esercizio: in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza, come in ambito stradale, e del variare dei flussi di traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto il progettista: individua i parametri di influenza

applicabili e definisce nel progetto 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 per valutare i parametri di influenza e la loro importanza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme;
- determinazione di un programma di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

L'analisi individua le categorie illuminotecniche e le misure (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare la sicurezza degli utenti della strada, ottimizzando costi di installazione ed energetici, conformemente ai requisiti evidenziati dall'analisi e fissando i criteri da seguire per garantire nel tempo livelli di sicurezza adeguati.

### **Ambito: stradale**

La classificazione illuminotecnica in ambito stradale ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici definiti nella Tabella 2.

Piano dell'illuminazione: Classificazione di rete viaria e territorio comunale - 4.4 -

A tal fine, la classificazione di una strada può essere effettuata da un professionista in accordo con il Comune sulla base del seguente approccio metodologico:

1) **In caso di presenza di PRIC o PUM:** Utilizzare la classificazione illuminotecnica definita nel Piano della luce e/o la classificazione del Piano Urbano della Mobilità (PUM). Verificare che la classificazione del PUM sia coerente con quanto definito dal Codice della Strada (D.Lgs. 285 del 30/4/1992 e successive modifiche) e sulla base al D.M. n. 6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, perché talvolta la classificazione riportata nel PUM è imprecisa ai fini dell'illuminazione del territorio.

2) **In mancanza di strumenti di pianificazione:** Identificare la classificazione illuminotecnica applicando la norma italiana UNI 11248 e la norma UNI EN 13201.

Fasi della classificazione:

**I. Categoria illuminotecnica di riferimento:** Dipende dal tipo di strada della zona di studio ed è sintetizzata nella tabella 4.6 in funzione del Codice della Strada e del DM 6792 del 5/11/2001. L'errore più comune (che raddoppia il valore della classificazione e di conseguenza i costi) è quello di classificare scorrettamente le strade urbane locali (oltre il 60% delle strade) in quanto le si definisce genericamente "strade urbane di Quartiere". Come precisa il D.M. 6792/2001 però le strade urbane di quartiere sono solo le "strade della rete secondaria di penetrazione che svolgono funzione di collegamento tra le strade urbane locali (facenti parte della rete locale, di accesso) e, qualora esistenti, le strade urbane di scorrimento (rete principale, di distribuzione)". Pertanto le strade urbane di quartiere sono strade che entrano nel centro urbano e che nel tracciato extraurbano erano di tipo C "extraurbane secondarie" o più semplicemente S.P. o S.S.

Classificazione strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
A- autostrada	2	2+2		6
B- extraurbana principale	2	2+2	Tipo tangenziali e superstrade	6
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. o S.S.	5

Classificazione strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	Limite di velocità > 50Km/h	6
D- urbana a scorrimento	2	2+2	Limite di velocità < 50Km/h	4
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	- solo proseguimento strade C - solo con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata	4
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C	4
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato	3
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato	2

Tabella 4.6: Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il Codice della Strada. Esulano da questa esemplificazione le sole strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporti pubblici (autobus di linea), che non possono essere classificate come F-urbane locali.

### Illuminazione delle strade e delle piazze

Con criteri analoghi, anche le strade e le piazze, vengono classificate in base all'importanza ed a quanto riportato nella normativa UNI 11248, sia per quanto riguarda il tipo di strada, che la categoria illuminotecnica.

In conseguenza a quanto sopra, come si evince dal prospetto 1 e dalla tabella 5, sarà possibile leggere i riferimenti sulla base dei quali potranno essere individuate le caratteristiche tecniche per ciascun tipo di strada o di piazza

### Prospetto1 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo di Strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [Km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Note punto
A1	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-
	Autostrade urbane	130		
A2	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a	-
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a	-
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>4)</sup> )	70 - 90	ME3a	-
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a	



Tipo di Strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [Km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Note punto
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	-
		50		
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	-
	Strade urbane di quartiere	50		
F	Strade locali extraurbane(tipi F1 e F2 <sup>4)</sup> )	70 - 90	ME3a	6.3
	Strade locali extraurbane	50	ME4b	
		30	S3	
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 <sup>4)</sup> )	50	ME4b	
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	
	Strade locali urbane:altre situazioni	30	CE5/S3	
	Strade locali urbane: aree pedonali	5		
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	
	Strade locali interzonali	50		
30				
	Piste ciclabili <sup>5)</sup>	Non dichiarato	S3	-
	Strade a destinazione particolare <sup>5)</sup>	30	S3	-

Occorre precisare che: laddove l'appartenenza di una strada o di una piazza ad una ben precisa classe non sia già chiaramente riportata nel presente piano, sarà cura del progettista ricorrere agli uffici tecnici comunali per ricevere le dovute informazioni atte ad indicare, in base ad oggettivi riscontri, la classe di appartenenza delle strade alle classi sopra indicate.

Per quanto attiene alle determinazioni di dettaglio ed ai requisiti rispondenti a ciascuna categoria illuminotecnica, si farà riferimento alla normativa UNI : EN 13201 parte 2 che descrive e determina in modo esaustivo le condizioni di illuminazione tipiche di ciascuna categoria, sia in termini di Luminanza (L), che di abbagliamento debilitante (TI) e che di illuminazione di contiguità (SR).

Di seguito si riporta nella tabella 7 per ciascuna tipologia di strada individuata nel prospetto 1, in funzione dell'ubicazione della stessa (area classificata come da tabelle 3 e 4) le tipologie delle lampade con le potenze delle stesse che vengono consentite e raccomandate in base al presente Piano, il progettista potrà con adeguate motivazioni giustificare scelte diverse.

## II. 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 riferimento 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 Tabella 4.7 riassume i prospetti 1-2-3-A della norma UNI 11248 (fare riferimento alla medesima per approfondimenti), e la classificazione secondo le leggi dello stato. La stessa permette di risalire alla classificazione illuminotecnica (riferimento/progetto/esercizio) del tracciato viario in funzione dei relativi parametri fondamentali di influenza.

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di Velocità [Km/h]	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%	25%
A1	1100	Autostrade extraurbane	130-	ME	-	Normale	-	ME2		
A1		Autostrade urbane	130		-	Elevata	-	ME1		
A2	1100	Strada di servizio alle autostrade	70-90	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4	-
						Elevata	-	ME2	ME3	-
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		Si	Normale	-	ME2	ME3	-
						Elevata	-	ME1	ME2	-
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4	ME4
						Elevata	-	ME2	ME3	ME3
B	1100	Strade di servizio alle	70-90	ME4a	Si	Ininfluente	-	ME1	ME2	ME2
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3	ME4
C	600	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3	ME4
D	950	Strade urbane a scorrimento veloce	70	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3	ME4
D	950	Strade urbane a scorrimento	50	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3	ME4
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3	ME4
					Si	-	No	ME2	ME3	ME4
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3
E	800	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3	ME4
					Si	-	No	ME2	ME3	ME4
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3	ME4
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4	ME5
F	800	Strade locali urbane	50	ME4b	NO	-	-	ME4b	ME5	ME6

**Tabella 4.7:** Classificazione illuminotecnica di progetto e esercizio in funzione della categoria della strada e dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI 11248 (fare sempre riferimento al documento UNI originale).

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. Nello specifico il prospetto 2 identifica quelli fondamentali applicabili in ambito stradale e per piste ciclabili (direttamente riportati nelle tabelle 4.7, 4.8 e 4.9), che possono essere integrati previa adeguata analisi dei possibili rischi, in ambiti stradali, o pedonali misti con alcuni dei parametri di influenza del prospetto 3, allo scopo di declassare ulteriormente l'ambito da illuminare e quindi di favorire il risparmio energetico.

N.B. Nel prospetto 3 della UNI 11248 si introducono diversi parametri utili per ridurre o incrementare la classificazione del territorio ai fini del risparmio energetico, e in particolare i seguenti applicabili a seconda dell'ambito specifico. I valori sono inseriti esclusivamente a titolo indicativo e possono anche essere aumentati o diminuiti dal progettista in quanto, se le condizioni lo permettono, è necessario favorire il risparmio energetico - la colonna 4 infatti è una proposta di estensione di tali parametro.

Applicazione	Parametro d'influenza	Valori indicativi
<b>Estensione pari all'intero tratto stradale/pedonale/altro</b>		
Stradale/Ciclo-pedonale	Compito visivo normale	- 1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1
Stradale/Ciclo-pedonale	Condizioni non conflittuali	
Stradale	Flusso del traffico <50% del massimo previsto per quella categoria	
Stradale	Flusso del traffico <25% del massimo previsto per quella categoria	- 2 (declassamento)
Non stradale	Quando i flussi di traffico veicolare e pedonale decrescono considerevolmente entro le ore 24	Non indicato
Stradale/Ciclo-pedonale	Impiego di apparecchi del tipo full cut-off (con emissione inferiore a 0,49 cd/Klm 90° ed oltre)	- 1 (declassamento)
Pedonale/Aree di aggregazione	Pericolo di aggressione	1 (incremento)
<b>Estensione limitata a zone di progetto molto ristrette</b>		
Stradale	Segnaletica efficace nelle zone conflittuali	- 1 (declassamento)
Stradale	In corrispondenza di svincoli o intersezioni a raso	1 (incremento)
Stradale	In prossimità di passaggi pedonali	
Stradale	In prossimità di dispositivi rallentatori	

**Tabella 4.8** - Esempi di parametri di influenza e individuazione del loro peso sul territorio comunale

Le indicazioni sopra riportate, tratte dalla UNI 11248 e in questo documento, NON sono state implementate se non molto parzialmente nelle Tabelle 4.7, 4.9 e 4.10, così come nei prospetti A della UNI 11248.

Mostriamo per le strade più comuni, tipo F - Urbana Locale, le situazioni di riferimento:

1- categoria illuminotecnica di riferimento ME4:

- con compito visivo normale (nella maggior parte delle situazioni) tale indice diventa un indice di progetto ME5, nei restanti casi rimane ME4b.

- Qualora non sia applicabile il calcolo della luminanza secondo EN 13201, si usa la categoria equivalente CE, che per situazioni di compito visivo normale tale indice è CE5, e negli altri casi CE4.

2- Strade a traffico veicolare con velocità minore di 30 km/h: categoria illuminotecnica di riferimento CE4 per centri storici e isole ambientali e CE5 per il resto.

### **Ambito: resto del territorio**

L'approvazione della norma europea EN 13201 introduce la classificazione anche la restante parte del territorio, permettendo una migliore e più graduale gestione della luce per una migliore fruizione degli spazi e un corretto uso dei flussi luminosi.

Le norme di riferimento sono le seguenti:

- UNI EN 13201 e UNI 11248 – parcheggi e piazze, incroci e rotatorie, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.;
- UNI EN12193 – impianti sportivi;
- EN 12462 – Aree industriali di lavoro con utilizzo anche notturno.

La categoria illuminotecnica EV, integra le categorie CE ed S, per zone sottoposte a videosorveglianza.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di Velocità [Km/h]	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi rallentatori	Indice rischio di aggressione	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
								100 %	50%	25%
F	Strade locali extraurbane	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30 Km/h	30	CE4	-	Normale	NO	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
					Elevata	NO	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
						Nei pressi	Normale	CE2	CE3	CE4
							Elevato	CE1	CE2	CE3
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	-	Normale	NO	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
						Nei pressi	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
					Elevata	NO	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali pedoni)	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali interzonali	50/30	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade a destinazione particolare	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4

**Tabella 4.9** - Classificazione illuminotecnica di strade e aree a traffico misto in funzione dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI 11248 (fare riferimento al documento UNI originale).

*Strade di tipo F particolari* – Nel caso di isole ambientali, centri storici, altri tipi di strade con velocità massima compresa tra 5 e 30 km/h e nelle strade con velocità della marcia a piedi, il valore dell’incremento di soglia TI è riportato in tabella 4.13 *Piste ciclabili e intersezioni* – Le categorie illuminotecniche individuate per i tratti in curva sono generalmente applicabili anche per le zone di intersezioni a raso con strade con traffico veicolare, e qualora fossero presenti dispositivi rallentatori.

PISTE CICLABILI								
Descrizione del tipo della strada	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Ambiente	Flusso di Traffico ciclisti	Pedoni	Pendenza media	Tratto di progetto	Categoria Illuminotecnica di progetto	Categoria Illuminotecnica di Esercizio
Piste ciclabili	S3	urbano	Normale	Non ammessi	< 2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					> 2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
				Ammessi	< 2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					> 2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
			Elevato	Non ammessi	< 2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					> 2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
				Ammessi	< 2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
					> 2%	Rettilineo	CE3	
						Curva	CE2	
		extraurbano	Normale	Non ammessi	< 2%	Rettilineo	S5	
						Curva	S4	
					> 2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
				Ammessi	< 2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					> 2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
			Elevato	Non ammessi	< 2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					> 2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
				Ammessi	< 2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					> 2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE2	

**Tabella 4.10** – Classificazione illuminotecnica delle piste ciclabili in funzione dei parametri fondamentali di influenza secondo la norma UNI 11248 (fare riferimento al documento UNI originale).

L'abaco seguente riporta l'elenco completo di tutte le tipologie di classificazione strade indicate dalla normativa UNI 11248.



## ABACO CLASSIFICAZIONE STRADE

Definizioni casi di intervento				Requisiti illuminotecnica (valori minimi ammessi)				
Tipo di strada	Caso	Descrizione del tipo di strada (Norma UNI 11248)	Categoria illuminotecnica di riferimento (Norma UNI 11248)	Luminanza Media <b>L<sub>m</sub></b> (Cd/m <sup>2</sup> )	Uniformità di luminanza/ Illuminamento <b>U<sub>0</sub></b>	Uniformità Longitudinale di luminanza <b>U<sub>1</sub></b>	Illuminamento Medio <b>E<sub>m</sub></b>	Illuminamento Minimo <b>E<sub>min</sub></b>
B	-	Strade extraurbane principali	ME3a	1	0,4	0,7	-	-
C	a	Strada extraurbane secondarie (tipi C <sub>1</sub> o C <sub>2</sub> )	ME3a	1	0,4	0,7	-	-
	b	Strade extraurbane secondarie	MEb4	0,75	0,4	0,5	-	-
	c	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	ME3a	1	0,4	0,7	-	-
D	-	Strade urbane di scorrimento veloce	ME3a	1	0,4	0,7	-	-
E	a	Strade urbane interquartiere	ME3c	1	0,4	0,5	-	-
	b	Strade urbane di quartiere	ME3c	1	0,4	0,5	-	-
F	a	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	ME3a	1	0,4	0,7	-	-
	b	Strade locali extraurbane (velocità max 50Km/h)	ME4b	0,75	0,4	0,5	-	-
		Strade locali extraurbane (velocità max 30Km/h)	S3	-	-	-	7,5	1,5
	c	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	ME4b	0,75	0,4	0,5	-	-
	d	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	CE4		0,4		10	
	e	Strade locali urbane: altre soluzioni	CE5/S3	-	0,4	-	7,5	
	f	Strade locali urbane: aree pedonali	CE5/S3	-	0,4	-	7,5	
	g	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	CE5/S3	-	0,4	-	7,5	
			CE5/S3	-	0,4	-	7,5	
	h	Strade locali interzonali	CE5/S3	-	0,4	-	7,5	
			CE5/S3	-	0,4	-	7,5	
Ciclabile	a	Ciclabile in sede propria	S3	-	-	-	7,5	1,5
	b	Ciclabile su corsia riservata da carreggiata	S3	-	-	-	7,5	1,5
	c	Ciclabile su corsia riservata da marciapiede	S3	-	-	-	7,5	1,5
Strada a Destinazione particolare	-	Strada a destinazione particolare	S3	-	-	-	7,5	1,5
Zona di conflitto	-	Intersezione tra strade aventi categoria illuminotecnica di riferimento ME3	CE2	-	0,4	-	20	-
Zona di conflitto	-	Intersezione tra strade aventi categoria illuminotecnica di riferimento ME4	CE3	-	0,4	-	15	-

## B- PARAMETRI ILLUMINOTECNICI PROGETTUALI

Definiti i requisiti illuminotecnici di progetto, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali (Tabelle 4.12);
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti (Tabelle 4.13).

I parametri di progetto da minimizzare sono riportati in Tabella 4.11.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto	Grandezza illuminotecnica da verificare 1	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2
Strade	ME	Luminanza media mantenuta	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Unif. Generale Uo[%] Unif. Long. Ul[%]	Abbagliamento massimo	Ti [%]
Pedonali, parchi, giardini, parcheggi, piazze, ciclabili, strade non di classe ME	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo mantenuto [lx]
Rotatorie, zone conflitto, sottopassi intersezioni, strade non di classe ME in aree di conflitto	CE	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (Emed/Emin)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]

Tabella 4.11: Definizione dei parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare.

### Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile (Tabella 4.14 i gruppi di categorie illuminotecniche comparabili sono riportate nella stessa colonna).

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice Ill. UNI10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m <sup>2</sup> ]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E verticali		EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Tabella 4.14: Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue.

### Requisiti illuminotecnici di progetto in ambito stradale:

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR min*
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)	Ti max (%)	
ME1	2	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	Nessuna richiesta

Tabella 4.12: Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale. \*SR: questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

### Requisiti illuminotecnici di progetto in altri ambiti

**Classe CE** Definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali ecc.

**Classe S** Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi ecc.

**Classe ES** Favorisce la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

**Classe EV** Favorisce la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose, ecc.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicilindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U <sub>0</sub> Emedio	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	Classe	E <sub>sc</sub> Minimo (mantenuto) lx
CE0	50	0,4	10	ES1	10
CE1	30	0,4	10	ES2	7,5
CE2	20	0,4	10	ES3	5
CE3	15	0,4	15	ES4	3
CE4	10	0,4	15	ES5	2
CE5	7,5	0,4	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. min (mantenuto)	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	ES7	1
S1	15	5	15	ES8	0,75
S2	10	3	15	ES9	0,5
S3	7,5	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	5	1	20	Classe	E <sub>v</sub> Minimo lx
S5	3	0,6	20	EV3	10
S6	2	0,6	20	EV4	7,5
S7	Non determinato			EV5	5

Tabella 4.13: Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S, CE, EV, Es.

### Illuminazione delle intersezioni a rotatoria

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade di accesso (bracci di ingresso e di uscita) alla rotatoria illuminate. La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla Tabella 4.14. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

- Strade di accesso (bracci di accesso e di uscita) alla rotatoria non illuminate. Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Se una o più delle strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è la categoria illuminotecnica prevista per dette strade. Occorre adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 secondi alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

---

### **Illuminazione delle intersezioni a raso lineari e a livelli sfalsati**

Le intersezioni, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione vi fanno parte) illuminate. La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla Tabella 4.14. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria CE2.
- Strade principali non illuminate. Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Si raccomanda inoltre di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 secondi alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

### **TABELLA RIASSUNTIVA: CLASSIFICAZIONE STRADE**

#### **Integrazione Illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi**

Il territorio comunale presenta diversi livelli di traffico, passando dalle strade statali a quelle locali urbane e extraurbane.

Nella definizione della classificazione illuminotecnica del territorio si sono quindi seguite pedissequamente le norme, andando però a identificare, in funzione di una puntuale analisi dei rischi riassunta qui con delle considerazioni di massima, e distinguere alcune particolari situazioni in accordo con l'amministrazione comunale per evitare sovrailluminamenti in un territorio in cui potrebbe avere un elevato impatto e soprattutto in cui la presenza di persone, veicoli, rischi di interferenze è assolutamente limitata e non giustificata da interventi con una illuminazione permanente. Per questi motivi e con l'obiettivo di migliorare la percezione de territorio ove necessario si riportano le seguenti considerazioni conclusive e di completamento dell'analisi dei rischi:

1. Tutte le vie comunali non presentano situazioni di pericolo, sia sul tracciato urbano che su quello extraurbano in quanto non si hanno evidenti situazioni in cui viene alterato il compito visivo ed in quanto le condizioni di conflitto sono estremamente limitate a 2-3 incroci principali.
2. Tutte le vie comunali soprattutto nel tracciato viario urbano ed extraurbano presentano alcune delle seguenti caratteristiche:
  - sono a traffico limitato, e la maggior parte delle vie extraurbane sono del tipo comunale o vie agricole, e sia le dimensioni che le velocità consentite sono modeste,
  - non presentano interferenze luminose artificiali nella visione del territorio che possono distrarre dal percorso e fuorviarne la percezione,
  - i percorsi delle strade extraurbane raramente sono tortuosi o presentano limitazioni alla visibilità diurne e notturna e non sono state individuate presente di elementi che possano disturbare la percezione del percorso.

I parametri di influenza che incidono maggiormente sull'illuminazione del territorio comunale possiamo annoverare i seguenti:

- utilizzo di apparecchi del tipo full cut off (prescritti per legge) che riducono i fenomeni di abbagliamento e a parità di condizioni permettono di ridurre le luminanza delle strade anche di una classe (-1 classe illuminotecnica),
- Compiti visivi normali (-1 classe illuminotecnica),
- Condizioni non conflittuali ad esclusione dell'ingresso nella autostrada (-1 classe illuminotecnica),
- Segnaletica efficace nelle zone conflittuali (-1 classe illuminotecnica),
- Nelle zone pedonali l'utilizzo di sorgenti ad elevata resa cromatica, permette una ulteriore declassificazione dell'ambito da illuminare (-1 classe illuminotecnica).

**Estratto dalla Norma UNI 11248:2007 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche"**

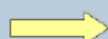
UNI EN 13201-2:2004	
Indice della categoria illuminotecnica	Valore della luminanza minima mantenuta in condizioni di manto stradale asciutto (cd/m <sup>2</sup> )
ME1	2,0
ME2	1,5
ME3a	1,0
ME3b	1,0
ME3c	1,0
ME4a	0,75
ME4b	0,75
ME5	0,5
ME6	0,3

• flusso di traffico minore del 50% del valore massimo:  
indice della categoria illuminotecnica ridotto di 1;

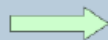
• flusso di traffico minore del 25% del valore massimo:  
indice della categoria illuminotecnica ridotto di 2, salvo per la categoria illuminotecnica con indice 2 cui si applica la riduzione di una categoria.

Flusso di traffico inferiore al 50% del valore massimo

Flusso di traffico inferiore al 25% del valore massimo



Riduzione luminanza del 25%



Riduzione luminanza del 50%

## Situazione di Arco :

### Classificazione di riferimento:

vedi elaborato 3.6.1 "Classificazione illuminotecnica delle strade – Categorie illuminotecniche di progetto.

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITI DI VELOCITA' (Km/h)	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA DI PROGETTO	CATEGORIA DI ESERCIZIO (flusso di traffico 100%)
C	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	ME4b	ME4b
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	ME3c	ME3c
E	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	ME3c	ME3c
F	Strade locali urbane	50	ME4b	ME4b	ME4b
F	Strade locali urbane (centri storici..)	30	CE4	CE4	CE4
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5	CE5	CE5
-	Classe CE (Aree di conflitto come roatorie, incroci, sottopassi, passaggi pedonali, dispositivi rallentatori..)	-	CE2	CE2	CE2
-	Classe CE (Aree di conflitto come roatorie, incroci, sottopassi, passaggi pedonali, dispositivi rallentatori..)	-	CE3	CE3	CE3
-	Strade locali urbane (pedonali, piste ciclabili, parcheggi..)	-	S3	S3	S3

### Classificazione di esercizio:

vedi elaborato 3.6.2 "Classificazione illuminotecnica delle strade – Categorie illuminotecniche di esercizio.

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITI DI VELOCITA' (Km/h)	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA DI PROGETTO	CATEGORIA DI ESERCIZIO (flusso di traffico 100%)	CATEGORIA DI ESERCIZIO (flusso di traffico < 50%)	CATEGORIA DI ESERCIZIO (flusso di traffico < 25%)
C	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	ME4b	ME4b	ME5	ME6
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	ME3c	ME3c	ME4b	ME5
E	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	ME3c	ME3c	ME3c	ME5
F	Strade locali urbane	50	ME4b	ME4b	ME4b	ME5	ME6
F	Strade locali urbane (centri storici..)	30	CE4	CE4	CE4	CE5	S4
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5	CE5	CE5	S4	S5
-	Classe CE (Aree di conflitto come roatorie, incroci, sottopassi, passaggi pedonali, dispositivi rallentatori..)	-	CE2	CE2	CE2	CE3	CE4
-	Classe CE (Aree di conflitto come roatorie, incroci, sottopassi, passaggi pedonali, dispositivi rallentatori..)	-	CE3	CE3	CE3	CE4	CE5
-	Strade locali urbane (pedonali, piste ciclabili, parcheggi..)	-	S3	S3	S3	S4	S5

Il piano definisce le classificazioni del territorio in quanto condivisa dall'amministrazione comunale ma i futuri progetti d'illuminazione oltre ad assolvere alla classificazione definita nel piano dovranno rispettare i requisiti prescritti per legge e dalla UNI11248 in merito ai contenuti di un progetto illuminotecnico ed alla definizione delle attività manutentive che preservano i requisiti di progetto.



## CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO

La classificazione del resto del territorio può essere eseguita mediante le norme tecniche EN 13201 di che permettono di assegnare determinati valori progettuali a ciascun ambito territoriale con particolare destinazione.

1. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE (Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, ecc.)

Illuminamento orizzontale - Classe CE		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	$U_0$ Emedio
CE0	50	0.4
CE1	30	0.4
CE2	20	0.4
CE3	15	0.4
CE4	10	0.4
CE5	7.5	0.4

### Quando usarla

- Incroci importanti, rotatorie e svincoli.
- Strade di aree commerciali.
- Corsie di incolonnamento e decelerazione.
- Sottopassi pedonali.

### Quando non usarla

- Strade con incroci su strade secondarie che non modificano la visione del conducente.
- Strade con banchine laterali o corsie di emergenza che fanno parte della banchina principale.

### Condizioni in cui è applicabile

- Quando le convenzioni per la luminanza non sono applicabili (in generale aree complesse con molteplici direzioni di osservazione)
- Come classe aggiuntiva per situazioni in cui siano presenti più utenti della strada

### Classificazione del territorio secondo classe CE

LOCALIZZAZIONE	APPLICAZIONE	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Rotonda Via Santoni - Nord	ROTONDA	CE2
Rotonda Viale Rovereto - circonvallazione	ROTONDA	CE2
Rotonda Viale Rovereto	ROTONDA	CE2
Rotonda Via Grande circonvallazione e Via Linfano	ROTONDA	CE2
Rotonda Via Grande circonvallazione e Via S. Caterina	ROTONDA	CE2
Rotonda Via S. Caterina e Via Sant'Andrea	ROTONDA	CE2
Via Capitelli /Via Cesare Battisti	INCROCIO	CE3
Via Linfano /Gardesana Orientale	INCROCIO	CE3
Viale Rovereto/Via Stazione	INCROCIO	CE3
Via Linfano/Via Sabbioni	INCROCIO	CE2

Tabella 4.16 – Classificazioni degli ambiti classificati con classe CE secondo EN 13201

2. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe S (Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi, ecc.)

**Quando usarla**

- Nelle strade principali che attraversano i piccoli centri urbani è comune trovare affiancati o congiunti alla carreggiata parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili.
- In questo caso unitamente al calcolo della luminanza è necessario verificare i valori di illuminamento e soprattutto il rispetto del valore minimo puntuale.
- Questi valori possono essere di riferimento anche per piccole circolazioni interne veicolari o pedonali.

Illuminamento orizzontale – Classe S		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	E.min [lx] (mantenuto)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	Non determinato	

**Quando non usarla**

- I valori di S1 sono da utilizzare come valori di riferimento e controllo per situazioni in cui l'illuminamento non sia elemento principale di valutazione.
- Nel caso di rotatorie o altre situazioni simili è imperativo utilizzare come riferimento la classe CE

**Classificazione del territorio secondo classe S**

LOCALIZZAZIONE	APPLICAZIONE	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Foro Boario	Parcheggio	S3
Piazzale Giovanni Segantini	Giardini e parchi	S3

Tabella 4.17 – Classificazioni del territorio secondo classe S (EN 13201).

3. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV (Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli, ecc.)

Illuminamento verticale	
Classe	E <sub>V</sub> . minimo [lx] (mantenuto)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7.5
EV5	5
EV6	0.5

**A cosa serve**

I valori di illuminamento verticale permettono di valutare la quantità di luce che colpisce (da una direzione di osservazione data) una sagoma o un ostacolo che si staglia sul fondo.

I parametri definiti nella classe EV sono riferimenti aggiuntivi da utilizzare congiuntamente alle altre classi base.

**Quando usarla**

- Il calcolo della classe EV è un parametro aggiuntivo ed integrativo in alcune condizioni alle classi ME, MEW, CE -S
- Negli attraversamenti pedonali.
- Sul fronte dei caselli a pedaggio.
- In tutti i casi in cui è necessario verificare la corretta illuminazione di una sagoma

### Quando non usarla

- Illuminazione di sicurezza, in particolare in aree sottoposte a video sorveglianza.
- Piazze ed aree pedonali come alternativa o variante agli illuminamenti semicilindrici.
- In incroci o svincoli per verificare i valori nei punti limite.

Tale Classe viene associata alle altre classi in caso di progettazione del territorio; non viene quindi riportata una suddivisione specifica per il territorio comunale in quanto sarebbe piuttosto articolata e complessa.

#### 4. EN 13201 – Illuminamenti Semicilindrici: Classe ES (Classe aggiuntiva per aumentare la percezione di sicurezza e ridurre la propensione al crimine)

Illuminamento semicilindrico	
Classe	$E_{sc}$ Minimo [lx] (mantenuto)
ES1	10
ES2	7.5
ES3	5
ES4	3
ES5	2
ES6	1.5
ES7	1
ES8	0.75
ES9	0.5

### A cosa serve

La classe ES viene utilizzata per definire dei valori di riferimento nel riconoscimento delle forme tridimensionali (un persona e il suo volto).

Una buona percezione di una figura a una distanza adeguata consente, per la maggioranza degli individui, di accrescere il senso di sicurezza e quindi il piacere di permanere in un determinato luogo.

### Quando usarla

La classe ES è una classe aggiuntiva, il suo utilizzo è da prevedere congiuntamente alle altre classi base.

In tutte le aree pedonali dove è importante limitare il senso di insicurezza, principalmente piazze, parcheggi, marciapiedi e

zone pedonali.

### FLUSSI DI TRAFFICO

La norma UNI 11248 dell'ottobre 2007, ha introdotto la possibilità di abbassare i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

Per esempio:

- una strada urbana di scorrimento che dalle 17 alle 20 presenta il massimo traffico consentito (es. 800 veicoli/ora/corsia) deve avere una luminanza di 1 cd/m<sup>2</sup>.
- con un flusso di traffico dalle 20 alle 22:30 ridotto del 50% (400 veicoli/ora/corsia) la luminanza può essere ridotta a 0,75 cd/m<sup>2</sup>.
- dalle 22:30 in poi, con un traffico ridotto a meno del 25% del massimo (266 veicoli/ora/corsia), la strada può avere una luminanza di 0,5 cd/m<sup>2</sup>.

La norma inoltre dice che l'indice della categoria illuminotecnica che corrisponde ad ogni classe di strada vale per i flussi di traffico massimi previsti per ogni classe stradale.

### Orari di riduzione dei flussi luminosi

Volendo definire una curva di calibrazione per gli impianti d'illuminazione, in considerazione di una riduzione di flusso di traffico nelle ore notturne, disponendo dei flussi di traffico suddivisi per fasce orarie, si quantifica del 70% a partire dalle ore 22:00 fino alle 07:00.

Per quanto riguarda strade pedonali, parcheggi categoria di riferimento **S3**.

---

**Future nuove classificazioni**

Ogni futura classificazione di aree, svincoli, strade, deve essere realizzata in conformità ai paragrafi 4.2, 4.3 4.6 e integrarsi con livelli d'illuminazione coerenti con quelli previsti dal Piano medesimo per le aree circostanti, contenendo i livelli d'illuminamento per non alterare l'eco-sistema.

Eventuali variazioni dei flussi di traffico negli anni a venire suggeriranno, di volta in volta, come e se cambiare gli orari di riduzione del flusso luminoso nelle varie strade.

---

## **CAPITOLO V**

### **PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI:**

- ADEGUAMENTO**
- SOSTITUZIONE**
- MANUTENZIONE**

#### **5.1 Identificazione delle tipologie dei sistemi e dei corpi illuminanti ammessi e conformi alla L.P. 16/07.**

Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, siano essi pubblici o privati dovranno essere realizzati in conformità alla normativa vigente (L.P. n.6/07).

I criteri guida che potranno caratterizzare la progettazione di futuri impianti di illuminazione pubblica sono relativi a:

1) possibilità di una diminuzione dei livelli di luminanza in quegli orari in cui le caratteristiche di uso dello spazio cittadino lo consentano (i livelli di illuminazione necessari per la sicurezza o per il buon uso di un certo tipo di area dipendono infatti dalle caratteristiche di fruizione dell'area stessa);

2) minimizzazione della dispersione diretta di luce da parte degli apparecchi di illuminazione al di fuori delle aree da illuminare. Ciò è già concretamente realizzabile attraverso un'attenta progettazione e un'attenta scelta degli apparecchi di illuminazione basata sulle loro prestazioni e caratteristiche fotometriche.

Si suggerisce inoltre la definizione, da parte della Pubblica Amministrazione, di un quadro legale per gli interventi futuri (ad esempio, delibera comunale di servitù pubblica per l'installazione di apparecchi su facciata, definizione e scala valori degli impatti visivi notturni, ecc.) nonché la definizione della temporalità delle illuminazioni (permanente, di veglia, stagionale, per evento, per monumenti storici, ecc.). Se tra gli obiettivi del Piano della Luce è posto in primo piano il concetto di "sviluppo organico" del territorio per criteri omogenei di scelta delle tipologie di illuminazione (corpi illuminanti e relative sorgenti luminose), il rilievo del colore della luce e dunque dei diversi scenari notturni di Arco rappresenta un'ulteriore opportunità di valutazione del sito.

Obiettivo dei nuovi interventi di progettazione sarà quello di fornire un orientamento guida anche nella scelta del colore della luce dei tratti viari che caratterizzano il territorio comunale, affinché tutti gli eventuali interventi successivi propri della stratificazione urbana possano essere incanalati secondo principi univoci, capaci di fornire collegamenti omogenei, identificativi propri e riconoscibili sul territorio stesso.

In tal senso la pianificazione proposta, oltre ad eliminare le possibili incongruenze di alcune scelte che si possono operare nel tempo, adotta il colore della luce come utile strumento di delimitazione e campitura del territorio comunale.

#### Apparecchi di illuminazione e sostegni

I criteri di scelta delle tipologie di illuminazione, tengono conto di tutte le considerazioni preliminari riportate.

In particolare l'altezza dei pali e la quota di installazione delle mensole a muro dovrà sempre essere calcolata sia in base alle interdistanze necessarie per ottenere i valori richiesti di luminanza ed illuminamento, sia considerando di non superare l'altezza degli edifici circostanti.

Si dovrà inoltre cercare di evitare installazioni di fronte ad esercizi commerciali o facciate di pregio, così come, per ragioni di sicurezza, di installare pali troppo vicino ad abitazioni al fine di evitare che i medesimi possano trasformarsi in una facile via di accesso alle case da parte di malintenzionati.

L'impiego di limitate tipologie di sostegni è certamente una scelta più armonica ed omogenea: rilevante può essere l'impatto diurno esercitato dai sostegni dei corpi illuminanti, che in alcuni casi diviene vero e proprio legante connettivo del tessuto urbano.

I requisiti tecnici necessari al fine di ottenere gli obiettivi previsti, determinano la scelta di apparecchi aventi un ottimo controllo del flusso luminoso emesso, equipaggiati con le sorgenti luminose giudicate più idonee e caratterizzati da un grado di protezione elevato contro l'infiltrazione di polveri e liquidi.



### Sorgenti luminose

Per quanto concerne le sorgenti luminose, la Legge provinciale N.16/2007, prevede l'impiego di lampade dotate della "più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia" e di apparecchi di illuminazione con "alta efficienza e minore potenza installata".

Per ogni ambito di utilizzo il Piano di Illuminazione fornisce le caratteristiche minime che devono possedere le sorgenti luminose da installare (Indice di Resa cromatica, Temperatura di colore, Efficienza luminosa). La scelta di utilizzazione di differenti sorgenti con stesse caratteristiche minime garantite per ambiti uguali è dettata dalla necessità del Piano di potersi interfacciare con apparecchi di illuminazione esistenti e costi differenti di acquisto e di gestione.

Ambito di utilizzo	Caratteristiche minime delle sorgenti luminose adottate
Illuminazione stradale	$Ra \geq 25$ $2000K < T < 5000K$ $\epsilon \geq 90 \text{ lm/W}$
Illuminazione stradale centri storici	$Ra \geq 25$ $2000K < T < 3000K$ $\epsilon \geq 90 \text{ lm/W}$
Illuminazione aree verdi attrezzate, giardini pubblici e monumenti	$Ra \geq 80$ $3000K < T < 4000K$ $\epsilon \geq 80 \text{ lm/W}$
Illuminazione impianti sportivi	$Ra \geq 65$ $4000K < T < 4500K$ $\epsilon \geq 80 \text{ lm/W}$
Illuminazione dedicata attraversamenti pedonali	$Ra \geq 90$ $4000K < T < 5000K$ $\epsilon \geq 80 \text{ lm/W}$

Le sorgenti luminose che sarà possibile impiegare, suggerite nella stesura della pianificazione, tenendo in considerazione il colore dei materiali prevalenti, riflessioni e aspetti estetico/funzionali dell'impianto cittadino, nonché la normativa esistente, sono le seguenti:

- Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, con tubo di scarica in alluminio policristallino racchiuso all'interno di un bulbo di vetro, adatte per l'illuminazione di aree urbane e pubbliche. Bulbo tubolare esterno in vetro trasparente, posizione di funzionamento universale.  
Temperatura colore  $T = 2000 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 25$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 100\text{-}130 \text{ lm/W}$
- Lampade a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata.  
Temperatura colore  $T = 2800/3000 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 65$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 85\text{-}130 \text{ lm/W}$
- Lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico, dalla durata di oltre 7.000 ore: il loro impiego è noto per l'illuminazione decorativa dei manufatti.  
Temperatura colore  $T = 3000 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 83$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 80\text{-}100 \text{ lm/W}$
- Lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico.  
Temperatura colore  $T = 4200 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 92$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 88\text{-}95 \text{ lm/W}$

- 
- Lampade a ioduri metallici per l'illuminazione temporanea e funzionale dei campi sportivi, in considerazione delle elevate potenze di sorgenti generalmente impiegate per i proiettori dedicati a tale scopo.

Temperatura colore  $T = 4000/4500$  K

Resa Cromatica  $Ra \geq 65$

Efficienza luminosa  $\varepsilon = 80-85$  lm/W

- Sistemi a diodi ad emissione luminosa (LED bianchi) a lunga durata (60.000 ore), bassa emissione di radiazioni infrarosse, assenza di emissione di radiazioni ultraviolette, miniaturizzazione ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici, costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi.

Temperatura colore  $T = 2700-6500$  K

Resa Cromatica  $65 \leq Ra \leq 85$

Efficienza luminosa  $\varepsilon = 80-110$  lm/W

La scelta di questo tipo di sorgenti luminose si fonda su precise motivazioni:

- Le caratteristiche cromatiche delle lampade si adattano particolarmente alle superfici cui sono destinate (la Temperatura prossimale di colore è infatti compatibile con la curva di riflessione delle superfici di interesse).
- La Temperatura correlata di colore dovrà essere scelta in relazione ai materiali di costruzione ed al tipo di fruizione delle aree urbane. Le sorgenti impiegate dovranno risultare facilmente focalizzabili ed avere una buona stabilità di colore.
- L'efficienza luminosa elevata consentirà di limitare la potenza elettrica installata ed assorbita, contenendo quindi i costi di esercizio dell'impianto.
- Le sorgenti menzionate hanno tutte una vita media elevata.

In particolare per quanto concerne le lampade a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata si tratta di sorgenti luminose a luce bianca con bruciatore ceramico ad alta efficienza luminosa, superiori alle sorgenti al sodio ad alta pressione di pari potenza nominale in termini di efficienza luminosa e resa cromatica ( $Ra \geq 59$  contro  $Ra \geq 25$ ).

Per diversi anni le lampade al sodio ad alta pressione hanno rappresentato la scelta preferenziale per l'illuminazione urbana in quanto in grado di produrre elevati livelli di illuminazione con un consumo energetico costante, assicurando affidabilità e durata.

Tuttavia la luce giallo/arancione prodotta dalle sorgenti al sodio non offre una resa cromatica adeguata. Alle migliori caratteristiche prestazionali fornite rispetto alle lampade al sodio, le sorgenti a ioduri metallici a luce bianca con bruciatore ceramico ad alta efficienza luminosa determinano ambienti più brillanti e naturali e consentono la realizzazione di zone più vivibili, conferendo alle aree oggetto di intervento un aspetto più gradevole e sicuro.

L'aumento della luminosità determina anche una sensazione di maggiore sicurezza. Il miglioramento delle condizioni di visibilità rende le aree interessate più sicure per i fruitori del territorio comunale. Tale sorgente luminosa ha inoltre, per talune potenze, un livello di efficienza energetica superiore rispetto alle lampade al sodio ad alta pressione. Inoltre, secondo i risultati delle ricerche più recenti, a parità di intensità luminosa applicata, le fonti di luce bianca hanno una maggiore efficienza visiva rispetto alle fonti di luce gialla. In altri termini, è possibile ridurre l'illuminamento utilizzando alternative a minor potenza, abbassando i consumi energetici senza variare in alcun modo l'effetto luminoso percepito.

Queste sorgenti rappresentano in definitiva una soluzione eco-compatibile che consente di considerare una distanza maggiore tra i sostegni nei casi di realizzazione di nuovi impianti e di installare lampade a potenza ridotta. In tal modo si limitano notevolmente i costi di esercizio, si riducono le emissioni di CO<sub>2</sub> e si ottiene una migliore qualità di illuminazione.

Il vantaggio più evidente della "luce bianca" è l'aumento del livello di illuminazione percepita.

Poiché, anche a livelli più bassi, la luce bianca è percepita come più luminosa rispetto alla luce gialla, è possibile effettivamente ridurre l'emissione luminosa, senza che la percezione degli utenti ne sia modificata, garantendo in tal modo notevoli risparmi.

---

Relativamente all'impiego suggerito di apparecchi con tecnologia LED, si tratta di una tipologia di sorgente le cui possibilità di impiego nell'illuminazione stradale sono recenti, la tecnologia è infatti in costante sviluppo; se sotto il profilo energetico non è possibile rilevare un notevole incremento dell'efficienza energetica rispetto alle sorgenti al sodio ad alta pressione, i LED rappresentano oggi l'unica soluzione in grado di unire a una durata nominale superiore a qualunque altra sorgente luminosa, un'alta Resa Cromatica e la possibilità di regolare integralmente e istantaneamente il flusso luminoso emesso da 0 a 100%. Le applicazioni sono innumerevoli nell'illuminazione architettonica e decorativa, e sono legate alla possibilità di modulare con varianti pressoché infinite colore e quantità della luce emessa; nell'illuminazione stradale la crescente affidabilità degli apparecchi a LED disponibili promette una riduzione in impegno e oneri manutentivi di grande rilievo anche rispetto al sodio ad alta pressione.

LED è l'acronimo di Light-Emitting Diode (diodo ad emissione di luce). Per produrre energia visibile le lampade a LED sfruttano le proprietà ottiche di alcuni materiali semiconduttori (in genere silicio) che, una volta eccitati da una tensione diretta, emettono una luce visibile in un determinato colore.

Negli ultimi anni il miglioramento dei dispositivi e lo sviluppo di LED sempre più efficienti hanno aperto a queste sorgenti nuove possibilità di impiego, tra le quali quella in ambito illuminotecnico è senz'altro la più interessante.

Questi i principali aspetti che rendono particolarmente interessanti le lampade a LED rispetto alle altre tipologie di sorgenti luminose:

- lunga durata: superiore di molti ordini di grandezza a quella delle classiche sorgenti luminose, è attestata in media oltre le 50.000 ore in condizioni di corretta alimentazione;
- bassa emissione di radiazioni infrarosse;
- assenza di emissione di radiazioni ultraviolette;
- miniaturizzazione degli apparecchi luminosi ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici;
- costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi;
- flessibilità d'uso: rappresentano la migliore soluzione per applicazioni in cui la manutenzione degli apparecchi risulta difficile o in cui le lampade si trovano ad operare in condizioni difficili per temperatura e/o umidità;
- Temperatura di Colore  $T = 3000-7500\text{ K}$ ;
- Indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$ .

Sotto il profilo dell'efficienza luminosa ed energetica, qualunque valutazione è destinata a invecchiare e invalidarsi nell'arco di mesi: se fino ad oggi l'efficienza luminosa dei LED non è stata comparabile a quella di sorgenti meno recenti, le più recenti evoluzioni lasciano supporre la comparsa sul mercato di apparati LED competitivi rispetto a lampade a vapori di sodio ad alta pressione.

Il vantaggio oggettivo osservabile è legato alle prestazioni gestionali: durate al di sopra di 50000 ore o più garantiscono enormi vantaggi sotto il profilo manutentivo, rendendo virtualmente superflue continue e onerose operazioni di relamping (sostituzioni di sorgenti esauste), senza considerare la grande efficienza energetica nella regolazione dei LED, per cui l'assorbimento energetico mantiene una stretta proporzionalità al flusso emesso, rispetto alle lampade a scarica.

I notevoli risparmi di natura gestionale emergono chiaramente in ambienti di utilizzo difficilmente mantenibili, in cui la sostituzione delle sorgenti costituisce un'attività estremamente onerosa, ad alto rischio per gli operatori e ad altissimo impatto in termini di disagi per gli utenti. Il notevole risparmio ottenibile potrà così convertirsi in risorse da reimpiegare in ulteriori adeguamenti tecnologici a miglioramento del servizio, o, semplicemente, in notevoli risparmi economici per il gestore e l'Amministrazione Comunale.

Dal punto di vista dell'illuminazione stradale, i vantaggi della tecnologia LED sono ormai molto noti:

- alta sostenibilità ambientale, in quanto nella produzione del LED non vengono utilizzati metalli pesanti;
- gestionali, in quanto il controllo totale del flusso luminoso e la lunghissima durata garantiscono un sistema molto efficiente, senza sprechi;
- ergonomici, poiché il flusso può essere direzionato esclusivamente dove serve, senza dispersioni di luce e di energia, con il vantaggio che l'eventuale inefficienza di un componente non comporta lo spegnimento dell'impianto.

Nel confronto tra le principali caratteristiche delle sorgenti prevalentemente utilizzate è possibile vedere dove si collochi il vantaggio competitivo del LED.

	LED	SODIO AD ALTA PRESSIONE	LAMPADE AD ALOGENURI METALLICI CON BRUCIATORE CERAMICO	LAMPADE A IODURI METALLICI CON EFFICIENZA LUMINOSA MIGLIORATA
<i>Temperatura di colore K</i>	2700-6500	2000	3000	2800-3000
<i>Indice di Resa Cromatica</i>	$65 \leq Ra \leq 85$	$Ra \geq 25$	$Ra \geq 92$	$Ra \geq 65$
<i>Efficienza luminosa Lm/W</i>	80 - 110	100-130	80-100	85-130
<i>Durata ore</i>	50.000	16.000-32.000	9.000-16.000	18.000-30.000
<i>Regolazione</i>	sì	parziale	no	parziale (solo con sistemi specifici)
<i>Accensione</i>	immediata	4/5 min. regime	4 min. regime	4 min. regime

La scelta di apparati LED opportunamente studiati per l'illuminazione stradale diviene di fondamentale importanza per gestire gli aspetti critici del loro impiego, legati al flusso luminoso emesso, all'efficienza luminosa, al rendimento e alla durata degli apparati di alimentazione, al tasso di guasto dei diodi, all'omogeneità nelle caratteristiche cromatiche dei LED di diversi lotti produttivi, alle modalità di manutenzione in caso di guasto.

Consolidati sono invece i campi di applicazione della tecnologia LED, impiegata su:

- illuminazione decorativa – di arredo urbano;
- illuminazione architettonica d'accento di monumenti ed edifici.

In relazione ai diversi compiti illuminotecnici si potrà dunque fruire dei grandi vantaggi offerti dai LED, quali:

- cicli di accensione – spegnimento virtualmente illimitati;
- lunghissima durata;
- accensione, spegnimento e riaccensione istantanei;
- possibilità di regolazione istantanea da 0 a 100%.

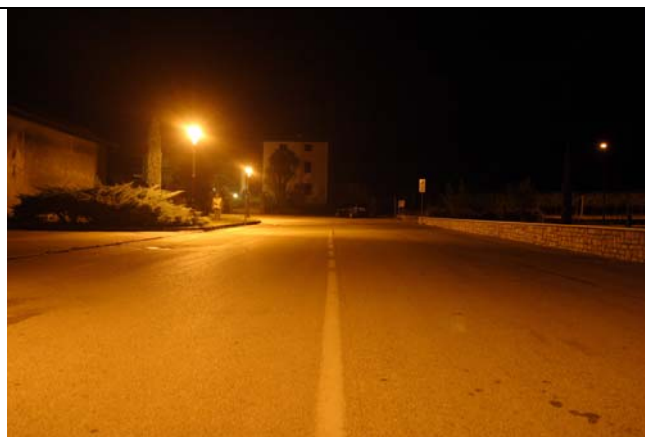
## **5.2 Pianificazione delle modalità e dei tempi di adeguamento degli impianti non rispondenti ai requisiti della legge provinciale n.16/07, ubicati nelle Zone di Protezione**

Il territorio comunale non ricade sotto l'area di rispetto di nessuno degli osservatori astronomici o interessato da altre zone di protezione definite dalla L.P. n.16/07.

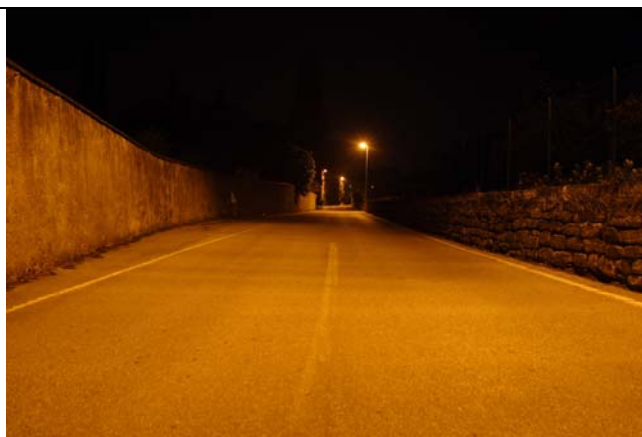
### 5.3 Pianificazione delle modalità e dei tempi di sostituzione degli impianti esistenti sul territorio comunale (ad esclusione delle Zone di Protezione), in base allo stato di usura degli impianti

-Identificazione delle aree omogenee non sufficientemente illuminate.

Documentazione fotografica non esaustiva di aree omogenee e di zone **non sufficientemente illuminate**:



**AREA OMOG. D. ALIGHIERI-SANTUARIO (N.31)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. STR. DANTE ALIGHIERI (N.32)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. STR. FOSSA GRANDE (N.79)**  
**Illuminazione non insufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. P.ZZA CAPRONI-STR. SIGHELE (N.117)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. STR. GIOSUE' CARDUCCI (N.24)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. STR. POMERIO SUD (N.34)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**





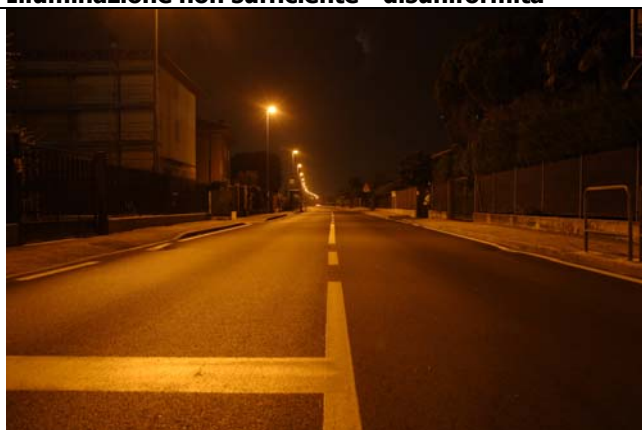
**AREA OMOG. STR. BEZZECA (N.24) – Via A. Volta**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. STR. BEZZECA (N.24)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



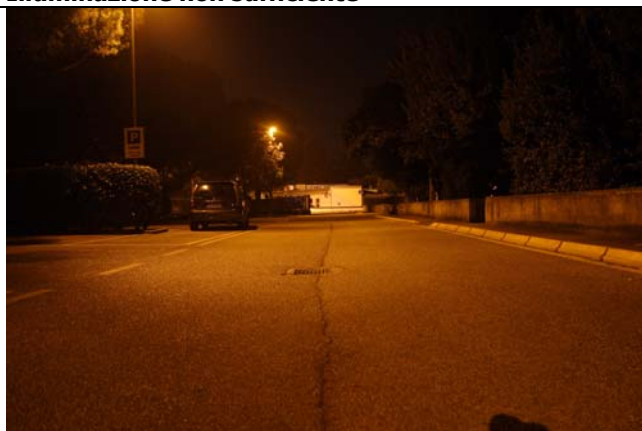
**AREA OMOG. MONTE BRIONE (N.67)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. SAN GIORGIO (N.68)**  
**Illuminazione non sufficiente**



**AREA OMOG. PASSIRONE (N.71) – Via A. Leoni**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. DONATORI SANGUE (N.80)**  
**Illuminazione non sufficiente**



**AREA OMOG. PARCHEGGIO FORO BOARIO (N.110)**  
**Illuminazione non sufficiente - disuniformità**



**AREA OMOG. STR. N. BRESCIANI (N.27) – Via Gobbi**  
**Illuminazione non sufficiente**



-Identificazione degli impianti e delle aree omogenee che presentano valori fortemente inquinanti, abbagliamento molesto, illuminazione intrusiva, disuniformità, sovrabbondanza di illuminazione.

Documentazione fotografica non esaustiva delle aree omogenee **con sovrabbondanza di illuminazione**



**AREA OMOG. STR. G. SEGANTINI (N.4)**  
**Sovrabbondanza di illuminazione**



**AREA OMOG. STR. DELLE PALME (N.4)**  
**Sovrabbondanza di illuminazione**



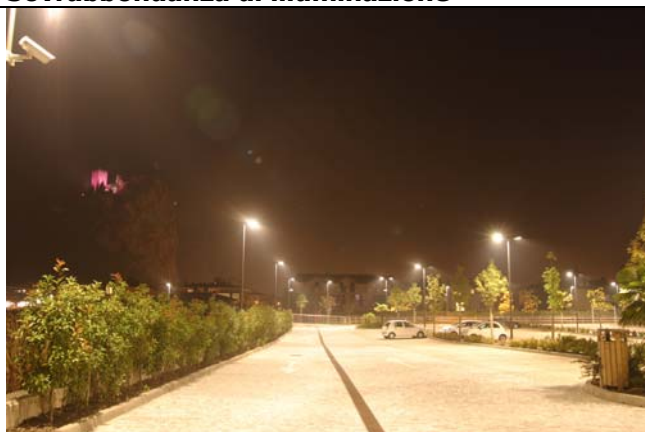
**AREA OMOG. STR. GUGLIELMO MARCONI (N.9)**  
**Sovrabbondanza di illuminazione**



**AREA OMOG. PONTE S. GIUSEPPE (N.91)**  
**Sovrabbondanza di illuminazione**



**AREA OMOG. CICLAB./PEDONALE NORD (N.51)**  
**Disuniformità**



**AREA OMOG. PARCHEGGIO ALLA SARCA (N.91)**  
**Sovrabbondanza di illuminazione**

---

In questa sezione si fornisce una sintetica valutazione ed un riepilogo dei fenomeni di insufficienza di illuminazione e di sovrabbondanza di illuminazione facendo riferimento alle aree omogenee individuate e ai relativi valori dei parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) misurati strumentalmente o calcolati. I casi in cui si è ritenuto lo strumento della simulazione software più adeguato sono in particolare quelli relativi alle aree che presentano una illuminazione con disuniformità evidenti, come le rotatorie, per le quali risulta opportuno considerare complessivamente l'area (ad esempio del parcheggio) con tutti i punti luce che sono in essa contenuti per avere una valutazione dei parametri illuminotecnici non limitata ad uno o pochi settori.

I valori dei parametri illuminotecnici relativi alle aree omogenee, sono riportati specificatamente negli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata) che costituiscono l'**Allegato 4** elaborato 1.1.4 "Modelli A e B" del PRIC.

Le valutazioni effettuate vedi Allegato 4 elaborato 1.1.4 evidenziano una situazione con sostanziale divisione degli impianti:

- impianti con delle situazioni di illuminamento scarso, zone di buio e disuniformità del livello di valore minimo medio mantenuto;

- impianti con una produzione luminosa superiore al livello di illuminamento di riferimento che le norme prevedono ma sempre con disuniformità del livello di valore minimo medio mantenuto.

Sui livelli di illuminamento segnaliamo la situazione delle rotatorie, in questi casi abbiamo disuniformità riconducibile principalmente all'utilizzo di una tipologia di apparecchi e una disposizione degli stessi, che si rileva non particolarmente adatta per l'illuminazione di dette aree.

Come si è sinteticamente sopra evidenziato il problema è quello di pianificare un intervento per porre rimedio a situazioni di scarso illuminamento e disuniformità rilevata nelle strade, nelle rotatorie nei parcheggi, ecc., e quindi del livello di corrispondenza alle norme oltre che all'inquinamento luminoso e ad una distribuzione dei corpi illuminanti che si integrino nel territorio comunale cercando di produrre il minor impatto ambientale possibile.

Le differenti tipologie di intervento relative agli impianti di illuminazione pubblica vengono definite in relazione alla destinazione funzionale degli stessi e alla tipologia di area omogenea cui sono destinati, relativamente a ciò che concerne gli apparecchi di illuminazione, i sostegni e le sorgenti luminose, nonché le loro applicazioni specifiche.

In particolare, per quanto riguarda gli **impianti stradali**, la pianificazione dell'illuminazione pubblica deve porsi l'obiettivo della sicurezza del traffico pedonale e veicolare, senza tuttavia trascurare le esigenze dell'ambiente in cui si inserisce.

Ove tali strade siano già interessate da impianti di illuminazione pubblica, il Piano di Illuminazione prevede la sostituzione degli esistenti non conformi alla legge provinciale N. 16/2007 con apparecchi di illuminazione totalmente schermati, dotati di vetro di sicurezza, riflettore con distribuzione del flusso asimmetrica (ottica stradale), marcatura IMQ e certificazione L.P. n.16/07, fissati su palo (o mensola) ed equipaggiati con sorgenti aventi come caratteristiche minime una Temperatura di colore compresa tra 2000K e 5000K, indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 25$ , e efficienza luminosa pari almeno a 90lm/W. In particolare le sorgenti luminose che si consiglia di adottare in questi casi sono LED con Temperatura di colore da 4000K a 4500K (luce bianca neutra).

La scelta della sorgente è dettata principalmente da esigenze di sicurezza del traffico veicolare e pedonale: visibilità e comfort visivo saranno assicurati dal contrasto di luminanza medio delle carreggiate, e da una uniformità di luminanza in grado di garantire che la percezione della strada venga fornita in modo chiaro e senza incertezze, soprattutto in prossimità di curve pericolose e tornanti.

Il fattore di visibilità, garantito dall'uniformità generale di luminanza (data dal rapporto luminanza minima/luminanza media), dovrà essere coerente con il valore raccomandato dalla Norma UNI EN 13201-2.

Nelle strade che attraversano i **centri storici** si suggerisce di adeguare le attuali lanterne in stile (Neri), sostituendo l'attuale corpo lampada non recesso vietato dalla legge provinciale n. 16/07, con un Kit a Led con una sorgente luminosa a LED di 50W. E' possibile quindi pensare all'utilizzo di sorgenti a LED con Temperatura colore  $T = 3000K$  (luce bianca calda) e indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$ , caratterizzate da lunga durata, miniaturizzazione ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici e costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi.

---

Per i **parcheggi**, il Piano di Illuminazione suggerisce l'installazione di armature o di proiettori per l'illuminazione di grandi aree con ottica totalmente schermata, dotati dello stesso tipo di sorgente utilizzata per le strade attigue (LED con fotometrie completamente variabili in dipendenza del contesto d'uso, se esterni al centro storico, lampade a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata se interni al centro storico).

L'illuminazione di **aree verdi, giardini, parchi pubblici, attrezzature sportive e spazi di relazione**, pur mantenendo per ogni differente situazione caratteristiche analoghe di decoro ed arredo urbano, si modellerà in stretta relazione con le dimensioni delle stesse.

Alberi e cespugli possono essere illuminati dal basso verso l'alto solo nel caso in cui la chioma sia sufficientemente folta da evitare qualsiasi dispersione del flusso luminoso verso il cielo, prevedendone i tempi di accensione programmata.

Il colore predominante verde delle aree oggetto di intervento risulta particolarmente apprezzabile se illuminato con sorgenti fredde.

Il Piano di Illuminazione suggerisce pertanto di utilizzare apparecchi d'arredo urbano installati su palo di altezza media ( $4m < h < 6m$ ) con ottica totalmente schermata, equipaggiati con sorgenti con Resa cromatica  $Ra \geq 80$ , temperatura prossimale di colore compresa tra 3000 e 4000K ed efficienza luminosa maggiore di 80lm/W. Si suggerisce quindi in questi casi l'utilizzo di sorgenti a led con temperatura colore da  $T = 3000K$  (luce bianca calda) a  $T=4000K$ , indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$  e fotometrie completamente variabili (asimmetriche, rosimmetriche,...) o di lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico ( $Ra \geq 83$ ,  $T=3000K$ ).

Per quanto riguarda **l'illuminazione architettonica ed artistica di evidenze di varia natura** (monumenti, luoghi significativi per ruolo sociale, artistico, culturale, religioso, ecc), relativamente ai livelli di illuminamento e luminanza, è necessaria una sensibilità sia artistica sia impiantistica; il risultato dell'effetto luminoso dipende infatti sia dalle caratteristiche del manufatto da illuminare, sia dalla sua posizione e dal tipo di illuminazione della zona in cui l'oggetto di valorizzazione artistica è sito.

Le sorgenti utilizzate per l'illuminazione architettonica ed artistica dovranno avere come caratteristiche minime una Temperatura di colore compresa tra 3000K e 4000K, indice di Resa cromatica  $Ra \geq 80$ , e efficienza luminosa pari almeno a 80lm/W.

La sorgente ottimale suggerita è quella ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico, caratterizzata da un'ottima Resa cromatica  $Ra \geq 83$  e da una Temperatura di colore pari a 3000K e pertanto in grado di restituire pressoché fedelmente i colori visibili durante il giorno dei materiali lapidei e delle strutture murarie che costituiscono i manufatti.

Per l'illuminazione architettonica si suggerisce anche l'utilizzo di sorgenti a LED (Temperatura colore  $T=3000-4000 K$ ; Resa Cromatica  $Ra \geq 80$ ), caratterizzate da lunga durata, miniaturizzazione ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici e costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi.

**l'Allegato 5** elaborato 1.1.5 "Elaborato di sintesi del P.R.I.C." **sono contenuti gli elaborati di sintesi che riassumono per ogni zona ed area illuminotecnica omogenea gli indici caratteristici ed il piano di intervento in importi e tempo:**

**Gli elaborati di sintesi contenuti nell'allegato sopra indicato sono:**

ELABORATI DI SINTESI:

- PROGETTO
- PIANO INTERVENTO
  - RISPARMIO DI ENERGIA
- INDICE DI PRIORITA'

**La classificazione degli interventi** è articolata in base al prodotto dei valori degli indici rilevati (**KILL** e  **$\eta$** ) per ciascun intervento moltiplicato per le relative aree efficaci **Aeff** (tali prodotti sono infatti maggiori per gli impianti più inquinanti, meno efficienti e più estesi).

I parametri, desunti dai modelli di cui all'Allegato B (Soluzione calcolata), sono quelli rispettivamente identificati (vedi tabella indice di priorità) nelle configurazioni di rilievo della situazione esistente (pedice **r**) ed in quella di progetto (pedice **p**):

$$\eta = \eta_r - \eta_p \quad K = K_r / K_p$$

$K_{ill\_r}$  = indice di illuminamento disperso – situazione rilievo

$K_{ill\_p}$  = indice di illuminamento disperse – situazione progetto adeguamento/rifacimento

$\eta_r$  = coefficiente di efficienza energetica – situazione rilievo

$\eta_p$  = coefficiente di efficienza energetica – situazione progetto adeguamento/rifacimento

Area = area efficace [ $m^2$ ]

$E_{m\_r}$  = illuminamento orizzontale medio mantenuto [Lux]– situazione rilievo

$E_{m\_p}$  = illuminamento orizzontale medio mantenuto [Lux]–situazione progetto adeguamento/rifac.

$P_{pl\_r}$  = potenza totale teorica punti luce installati [KW] - situazione rilievo

$P_{pl\_p}$  = potenza totale teorica punti luce installati [KW] - situazione progetto adeguamento/rifacimento

$p\%_r$  = perdite elettriche [%] – situazione rilievo

$p\%_p$  = perdite elettriche [%] – situazione progetto adeguamento/rifacimento

$P_{tot\_r}$  = potenza totale punti luce [KW] – situazione rilievo

$P_{tot\_p}$  = potenza totale punti luce [KW] – situazione progetto adeguamento/rifacimento

$E_{tot\_r}$  = energia totale assorbita in un anno [KWh/anno] (considerando 4200 ore di funzionamento annue) – situazione rilievo

$E_{tot\_p}$  = energia totale assorbita in un anno [KWh/anno] (considerando 4200 ore di funzionamento annue) – situazione progetto adeguamento/rifacimento

$\Delta_E$  = variazione energia assorbita in un anno =  $E_{tot\_r} - E_{tot\_p}$

$\Delta_{\eta\_k}$  = risparmio energia [KWh/anno] in funzione del miglioramento di  $\eta$  che viene pesato nel fattore Kill

$$kWh_{anno} = \bar{\eta} \times A_{eff} \times \left( \frac{E_{eff}}{100 \text{ lx}} \right) \times \bar{K}$$

**Sono stati fissati tre livelli di priorità degli interventi di adeguamento in base al valore dell'energia in [KWh/anno] indicata con  $\Delta_{\eta\_k}$**

$\Delta_{\eta\_k}$	$\Delta_{\eta\_k} \geq 15000$	Indice di priorità 1	1
	$\Delta_{\eta\_k} \geq 6000$	Indice di priorità 2	2
	$\Delta_{\eta\_k} > 0$	Indice di priorità 3	3

$\eta_r$  \* (Area efficace) = prodotto tra coefficiente di efficienza energetica  $\eta$  di rilievo e l'area efficace relativa. I valori più alti di questo prodotto caratterizza le situazioni esistenti più inefficienti e/o estese e viene utilizzato per stabilire un secondo livello di priorità per le zone con lo stesso indice di priorità 1, 2, 3, individuato in relazione al risparmio di energia.

## PROPOSTE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DISTINTE PER AREA OMOGENEA

L'individuazione degli interventi per il graduale adeguamento degli impianti di illuminazione esterna esistenti, consistente nell'elenco, nella classificazione e nelle disposizioni specifiche per i singoli interventi volti alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

### AREE OMOGENEE CHE PRESENTANO GLI INDICI DI VERIFICA ( $\eta$ , Kill) NON CONFORMI AI VALORI MINIMI PREVISTI DALLA L.P. 16/2007 (MODELLI B "NON A NORMA") E CHE RICHIEDONO INTERVENTI PER L'ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

#### a) **AREE OMOGENEE CON APPARECCHI IN CLASSE E (LANTERNE IN STILE CON LAMPADA ESPOSTA TIPO NERI)**

1	AREA OMOG. STR. BETTINAZZI	28	AREA OMOG. STR. GUGLIELMO FRISONI
2	AREA OMOG. STR. AL CASTELLO	49	AREA OMOG. STR. DELLA REPUBBLICA
6	AREA OMOG. PARCO SEGANTINI	58	AREA OMOG. STR. S. MARTINO
7	AREA OMOG. STR. GIARDINO CASINO'	75	AREA OMOG. STR. SAN VALENTINO
16	AREA OMOG. STR. CONTI D'ARCO	85	AREA OMOG. VIA VERDE
23	AREA OMOG. STR. SAN MARCELO	100	AREA OMOG. STR. PIAVE
26	AREA OMOG. STR. DEL CONSIGLIO	119	AREA OMOG. PARC. VIA FRISONI

Le aree omogenee sopra elencate, che si riferiscono in gran parte ai centri storici del territorio comunale di Arco, sono caratterizzate dalla presenza di corpi illuminanti (lanterne classiche Neri) con le lampade che non sono recessive nel vano ottico e quindi rientrano negli apparecchi vietati dalla legge provinciale n°16/2007 presentando un flusso luminoso disperso pari al 32%.

Avendo la lampada completamente esposta si evidenziano, come è stato anche documentato nella parti precedenti del piano, fenomeni di abbagliamento molesto.

Una possibile soluzione correttiva efficiente e compatibile con la legge provinciale di riferimento n°16/2007, mantenendo la stessa tipologia di corpo illuminante rispettando le scelte storiche adottate, consiste nell'adottare un'ottica completamente recessa nel vano superiore e con vetri laterali sostituiti con un vetro piano posto orizzontalmente sotto l'ottica. Sono disponibili moduli a LED che integrano un sistema ottico di tipo stradale a microlenti di alta qualità per ridurre in modo significativo la dispersione di luce verso l'alto, causa principale dell'inquinamento luminoso.

I moduli LED hanno una vita utile superiore anche di 5/6 volte alle lampade a scarica. Si accendono istantaneamente e mantengono in modo ottimale le prestazioni nel tempo, permettendo la riduzione degli interventi di manutenzione periodica per il cambio della lampada. Migliori anche la resa cromatica e il comfort visivo per minore abbagliamento.

Trattandosi di impianti di illuminazione ubicati nei **centri storici** di Arco centro, Chiarano, Vigne, Bolognano, S. Martino, Massone, si suggerisce l'utilizzo di sorgenti a LED di **51W** (dotati di alimentatore elettronico) con Temperatura colore  $T = 3000K$  e indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$ , caratterizzate da una luce bianco neutro.

<b>Adeguamento</b>	
<b>Caratteristiche:</b> Modulo Led da 45 W Applicazione vetro piano sotto l'ottica Potenza totale assorbita 51W Flusso modulo 3850 lm Efficienza modulo 75,5 lm/W Alimentatore elettronico Smontaggio vetri laterali	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>700 €</b>
Numero di apparecchi	<b>346</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>242.200 €</b>



L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W (NAV E 100 SUPER)	LED 45W
Temperatura di colore (K)	2000	3000
Indice resa cromatica (Ra)	20	70-100
Efficienza luminosa teorica (lm/W)	102	75,5
Durata media (ore)	28.000	50.000
Costo medio lampada (€)	35,00	700,00 (costo apparecchio in opera)
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 469/15 = 31,26 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	115	51
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo (€)	96,60 €	42,84 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno alimentatore (ogni 6 anni: 80 €/6)	0	13,33 €
Costo pulizia vetro/lente (ogni 5 anni: 40€/5)	0	8 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	153,35 €	95,43 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		57,92 €



L'investimento di 242.200 € si ammortizza in 12 anni, essendo il risparmio totale annuo per i 346 punti luce pari a circa 20.040 €.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (167118KWh/anno-74113,2 KWh/anno)·0,72/1000 = 66,96 ton/anno

b) **AREE OMOGENEE CON GLI INDICI DI VERIFICA ( $\eta$  , Kill) NON CONFORMI, AI VALORI MINIMI PREVISTI DALLA L.P. 16/2007, I CUI IMPIANTI NON SONO PROVVISI DI REGOLATORE DI FLUSSO LUMINOSO NEL QUADRO ELETTRICO RELATIVO**

1) Consideriamo le aree omogenee nelle quali è possibile rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n. 16/2007 con l'intervento di adeguamento che consiste esclusivamente nell'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico di competenza.

- n.10 AREA OMOG. STR. BRAILE
- n.35 AREA OMOG. STR. S. CATERINA NORD ROTONDA NARZELLE
- n.39 AREA OMOG. STR. STRAPPAZOCHE
- n.93 AREA OMOG. STR. FORNACI
- n.72 AREA OMOG. STR. SABBIONI

**AREA OMOG. STR. BRAILE ( N. 10 )**

L'intervento di adeguamento individuato per rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n.16/2007 consiste nell'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "BRAILE (n. 17)". Questo permette regolando la tensione di alimentazione delle lampade di calibrare il giusto compromesso fra risparmio e servizio. Il quadro elettrico "BRAILE (n. 17)" attualmente alimenta un carico nominale totale di 12,76 KW e interessa le aree omogenee n.10 "STR. BRAILE" e n.11 "STR. CESARE BATTISTI", applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 33 KVA.

Il carico nominale dovuto ai soli punti luce dell'area omogenea n.10 "STR. BRAILE" è di 3,41 KW.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>	
Regolatore di flusso luminoso trifase:	
Potenza nominale 33 KVA	
Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>6.000,00 €</b>
Numero di apparecchi	1
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>6.000,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.17 Braile)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	<b>0,2</b>	
Numero delle lampade	NI		96	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	<b>12,76</b>	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	<b>gg-a = g-sett x sett-a</b>
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
<b>Energia consumata all'anno</b>	Ea	kWh/a	<b>54575</b>	<b>Ea = Pa * Nht</b>
<b>Costo x consumo dell'energia senza riduttore</b>	Ctot	€/a	<b>10915</b>	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla riduzione</b>	EES	kWh/a	<b>9417</b>	<b>EES = Pa* (Nh1 * Aer1%+Nh2*Aer2%)</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla riduzione</b>	MES		<b>1883</b>	<b>MES = EES x Cee</b>
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione</b>	SS	kWh/a	<b>2729</b>	<b>SS = Pa * Nht * Aes</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione</b>	MSS	€/a	<b>546</b>	<b>MSS = SS * Cee</b>
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	1099,80	<b>=NI * [(Lc + Lr ) / Al ]</b>
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	769,86	<b>=NI * [(Lc + Lr ) / AlwE ]</b>
<b>Risparmio dovuto alla Manutenzione</b>	MNS	€/a	<b>329,94</b>	<b>MNS = NI *Nht * (Lc + Lr ) (1/ Al - 1 / AlwE )</b>
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	EStot	kWh/a	12146	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	RMtot	€/a	<b>2759,14</b>	<b>Rmtot = MES + MSS + MNS</b>
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	Rmtot%	%	25,3%	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade al sodio ad alta pressione installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 6000,00 € si ammortizza in circa due anni.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 9417 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (9417 KWh/anno)-0,72/1000 = 6,78 ton/anno

---

**AREA OMOG. STR. S. CATERINA NORD ROTONDA NARZELLE ( N. 35 )**

L'intervento di adeguamento individuato per rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n.16/2007 consiste nell'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "NARZELLE (n. 21)". Questo permette regolando la tensione di alimentazione delle lampade di calibrare il giusto compromesso fra risparmio e servizio. Il quadro elettrico "NARZELLE (n. 21)" attualmente alimenta un carico nominale totale di 3,82 KW, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 8,5 KVA.

Il carico nominale dovuto ai soli punti luce dell'area omogenea n.35 "STR. S. CATERINA NORD ROTONDA NARZELLE " è di 3,17 KW.

<b>Adeguamento</b>	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase:  Potenza nominale 8,5 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>3.000,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>3.000,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.21 Narzelle)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	<b>0,2</b>	
Numero delle lampade	Nl		23	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	<b>3,82</b>	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	<b>gg-a = g-sett x sett-a</b>
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
<b>Energia consumata all'anno</b>	Ea	kWh/a	<b>16338</b>	<b>Ea = Pa * Nht</b>
<b>Costo x consumo dell'energia senza riduttore</b>	Ctot	€/a	<b>3268</b>	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla riduzione</b>	EES	kWh/a	<b>2819</b>	<b>EES = Pa* (Nh1 * Aer1%+Nh2*Aer2%)</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla riduzione</b>	MES		<b>564</b>	<b>MES = EES x Cee</b>
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione</b>	SS	kWh/a	<b>817</b>	<b>SS = Pa * Nht * Aes</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione</b>	MSS	€/a	<b>163</b>	<b>MSS = SS * Cee</b>
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	263,49	<b>=NI * [(Lc + Lr )/ Al ]</b>
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	184,45	<b>=NI * [(Lc + Lr )/ AlwE ]</b>
<b>Risparmio dovuto alla Manutenzione</b>	MNS	€/a	<b>79,05</b>	<b>MNS = NI *Nht * (Lc + Lr ) (1/ Al - 1 / AlwE )</b>
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	ESot	kWh/a	3636	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	RMtot	€/a	<b>806,28</b>	<b>Rmtot = MES + MSS + MNS</b>
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	Rmtot%	%	<b>24,7%</b>	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade al sodio ad alta pressione installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 3000,00 € si ammortizza in meno di tre anni.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 2819 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub>  
[ton/anno] = (2819 KWh/anno)·0,72/1000 = 2,02 ton/anno

## AREA OMOG. STR. STRAPPAZOCCHE ( N. 39 )

L'intervento di adeguamento individuato per rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n.16/2007 consiste nell'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "**DEGASPERI** (n. 12)". Questo permette regolando la tensione di alimentazione delle lampade di calibrare il giusto compromesso fra risparmio e servizio. Il quadro elettrico "**DEGASPERI** (n. 12)" attualmente alimenta un **carico nominale totale di 18,41 KW** e interessa le aree omogenee n.39 "STR. STRAPPAZOCCHE", n.19a "STR. A. DEGASPERI", n.20 "STR. VERONA", n.19b "STR. A. DEGASPERI (Nas)", n.80 "STR. DONATORI SANGUE", applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 45 KVA.

Il carico nominale dovuto ai punti luce presenti in ogni area omogenea, precedentemente indicata, e alimentati dal quadro elettrico "**DEGASPERI** (n. 12)" è il seguente:

- per l'area omogenea n.39 "STR. STRAPPAZOCCHE" è di 5,31 KW
- per l'area omogenea n.19a "STR. A. DEGASPERI" è di 1,196 KW
- per l'area omogenea n.20 "STR. VERONA" è di 0,96 KW
- per l'area omogenea n.19b "STR. A. DEGASPERI (Nas)" è di 1,978 KW
- per l'area omogenea n.80 "STR. DONATORI SANGUE" è di 0,828 KW

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase:  Potenza nominale 45 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>8.000,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>8.000,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.12 Degasperi)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	<b>0,2</b>	
Numero delle lampade	Nl		146	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	<b>18,41</b>	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	<b>gg-a = g-sett x sett-a</b>
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
<b>Energia consumata all'anno</b>	Ea	kWh/a	<b>78740</b>	<b>Ea = Pa * Nht</b>
<b>Costo x consumo dell'energia senza riduttore</b>	Ctot	€/a	<b>15748</b>	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla riduzione</b>	EES	kWh/a	<b>13587</b>	<b>EES = Pa* (Nh1 * Aer1%+Nh2*Aer2%)</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla riduzione</b>	MES		<b>2717</b>	<b>MES = EES x Cee</b>
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione</b>	SS	kWh/a	<b>3937</b>	<b>SS = Pa * Nht * Aes</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione</b>	MSS	€/a	<b>787</b>	<b>MSS = SS * Cee</b>
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	1672,61	<b>=NI * [(Lc + Lr) / Al]</b>
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	1170,83	<b>=NI * [(Lc + Lr) / AlwE]</b>
<b>Risparmio dovuto alla Manutenzione</b>	MNS	€/a	<b>501,78</b>	<b>MNS = NI *Nht * (Lc + Lr) (1/ Al - 1 / AlwE )</b>
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	EStot	kWh/a	17524	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	RMtot	€/a	<b>4006,61</b>	<b>Rmtot = MES + MSS + MNS</b>
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	Rmtot%	%	25,4%	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 8000,00 € si ammortizza in meno di due anni.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 13587 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (13587 KWh/anno)·0,72/1000 = 9,78 ton/anno



---

## AREA OMOG. STR. FORNACI ( N. 93 )

L'intervento di adeguamento individuato per rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n.16/2007 consiste nell'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "**FORNACI** (n. 20)". Questo permette regolando la tensione di alimentazione delle lampade di calibrare il giusto compromesso fra risparmio e servizio. Il quadro elettrico "FORNACI (n. 20)" attualmente alimenta un **carico nominale totale di 3 KW**, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 8,5 KVA.

Il carico nominale dovuto ai soli punti luce dell'area omogenea n.93 "STR. FORNACI" è di 1,47 KW.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase: Potenza nominale 8,5 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>3.000,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>3.000,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.20 Fornaci)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	0,2	
Numero delle lampade	NI		19	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	3	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	$gg-a = g-sett \times sett-a$
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
<b>Energia consumata all'anno</b>	Ea	kWh/a	<b>12831</b>	$Ea = Pa \times Nht$
<b>Costo x consumo dell'energia senza riduttore</b>	Ctot	€/a	<b>2566</b>	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla riduzione</b>	EES	kWh/a	<b>2214</b>	$EES = Pa \times (Nh1 \times Aer1\% + Nh2 \times Aer2\%)$
<b>Risparmio monetario dovuto alla riduzione</b>	MES		<b>443</b>	$MES = EES \times Cee$
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione</b>	SS	kWh/a	<b>642</b>	$SS = Pa \times Nht \times Aes$
<b>Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione</b>	MSS	€/a	<b>128</b>	$MSS = SS \times Cee$
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	217,67	$= NI \times [(Lc + Lr) / Al]$
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	152,37	$= NI \times [(Lc + Lr) / AlwE]$
<b>Risparmio dovuto alla Manutenzione</b>	MNS	€/a	<b>65,30</b>	$MNS = NI \times Nht \times (Lc + Lr) \times (1/Al - 1/AlwE)$
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	ESTot	kWh/a	2856	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	RMtot	€/a	<b>636,43</b>	$Rmtot = MES + MSS + MNS$
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	Rmtot%	%	24,8%	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 3000,00 € si ammortizza in meno di cinque anni.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 2214 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (2214 KWh/anno)·0,72/1000 = 1,59 ton/anno

---

**AREA OMOG. STR. SABBIONI ( N. 72 )**

L'intervento di adeguamento individuato per rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n.16/2007 consiste nell'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "SABBIONI (n. 25)". Questo permette regolando la tensione di alimentazione delle lampade di calibrare il giusto compromesso fra risparmio e servizio. Il quadro elettrico "SABBIONI (n. 25)" attualmente alimenta un **carico nominale totale di 6,52 KW**, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 15 KVA.

Il carico nominale è dovuto ai punti luce dell'area omogenea n.72 "STR. SABBIONI" ed è di 6,52 KW.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase:  Potenza nominale 15 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>4.210,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>4.210,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione				( Q.E. N.25 SABBIONI )
Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	0,2	
Numero delle lampade	NI		40	
Tipo di Lampade				lampada philips SON-T PIA PLUS
Potenza della singola Lampada	Plamp	Watt	150	
Potenza assorbita dal ballast	Pballast	Watt	13	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	6,52	$Pa = (Plamp + Pballast) \times NI / 1000$
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	$gg-a = g-sett \times sett-a$
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4200	
Energia consumata all'anno	Ea	kWh/a	27384	$Ea = Pa \times Nht$
Costo x consumo dell'energia senza riduttore	Ctot	€/a	5477	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
Risparmio energetico dovuto alla riduzione	EES	kWh/a	4812	$EES = Pa \times (Nh1 \times Aer1\% + Nh2 \times Aer2\%)$
Risparmio monetario dovuto alla riduzione	MES		962	$MES = EES \times Cee$
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione	SS	kWh/a	1369	$SS = Pa \times Nht \times Aes$
Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione	MSS	€/a	274	$MSS = SS \times Cee$
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	54	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	20000	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE	h	28000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	537,60	$= NI \times [(Lc + Lr) / Al]$
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	384,00	$= NI \times [(Lc + Lr) / AlwE]$
Risparmio dovuto alla Manutenzione	MNS	€/a	153,60	$MNS = NI \times Nht \times (Lc + Lr) \times (1/Al - 1/AlwE)$
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	ESot	kWh/a	6181	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,6%	
Risparmio Monetario Totale annuo	Rmtot	€/a	1389,83	$Rmtot = MES + MSS + MNS$
Risparmio Monetario Totale annuo	Rmtot%	%	25,4%	

L'investimento di 4210,00 € si ammortizza in circa tre anni.

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 4812 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub>  
[ton/anno] = (4812 KWh/anno)·0,72/1000 = 3,46 ton/anno

2) Consideriamo le aree omogenee nelle quali con il solo intervento di adeguamento che prevede l'installazione di un regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico di competenza non è possibile rendere l'impianto esistente conforme alla L.P. n. 16/2007 ma che viene proposto per il risparmio energetico ottenibile.

n.57 AREA OMOG. STR. BEZZECCA  
n.24 AREA OMOG. STR. G. CARDUCCI  
n.25 AREA OMOG. STR. DELLE FOSSE  
n.3 AREA OMOG. STR. STRANFORA  
n.77 AREA OMOG. STR. VIA DEL CALVARIO  
n.79 AREA OMOG. STR. FOSSA GRANDE

Per quanto riguarda le aree omogenee n.19a "STR. A. DEGASPERI", n.20 "STR. VERONA", n.19b "STR. A. DEGASPERI (Nas)", n.18 "STR. DONATORI SANGUE" sono alimentate dal Q.E. "DEGASPERI" ed è stato precedentemente valutato, nell'analisi dell'adeguamento alla L.P. n. 16/2007 dell'area omogenea n.39 "STR. STRAPPAZOCHE", il risparmio energetico e monetario ottenibile con l'installazione del regolatore di flusso luminoso.

#### AREA OMOG. STR. BEZZECCA ( N. 57 )

Di seguito valutiamo il risparmio energetico e monetario ottenibile con l'installazione del regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "MASSONE (n.1)", che calcoliamo stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta.

Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

Il quadro elettrico "MASSONE (n. 1)" attualmente alimenta un **carico nominale totale di 12,77 KW**, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 33 KVA.

Il carico nominale dovuto ai punti luce dell'area omogenea n.57 "STR. BEZZECCA" è di 1,84 KW.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase:  Potenza nominale 33 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>6.200,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>6.200,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.1 Massone)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	<b>0,2</b>	
Numero delle lampade	Nl		129	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	<b>12,77</b>	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	<b>gg-a = g-sett x sett-a</b>
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
<b>Energia consumata all'anno</b>	Ea	kWh/a	<b>54617</b>	<b>Ea = Pa * Nht</b>
<b>Costo x consumo dell'energia senza riduttore</b>	Ctot	€/a	<b>10923</b>	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla riduzione</b>	EES	kWh/a	<b>9425</b>	<b>EES = Pa* (Nh1 * Aer1%+Nh2*Aer2%)</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla riduzione</b>	MES		<b>1885</b>	<b>MES = EES x Cee</b>
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
<b>Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione</b>	SS	kWh/a	<b>2731</b>	<b>SS = Pa * Nht * Aes</b>
<b>Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione</b>	MSS	€/a	<b>546</b>	<b>MSS = SS * Cee</b>
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	1477,86	<b>=NI * [(Lc + Lr )/ Al ]</b>
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	1034,50	<b>=NI * [(Lc + Lr )/ AlwE ]</b>
<b>Risparmio dovuto alla Manutenzione</b>	MNS	€/a	<b>443,36</b>	<b>MNS = NI *Nht * (Lc + Lr ) (1/ Al - 1 / AlwE )</b>
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	EStot	kWh/a	12156	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	RMtot	€/a	<b>2874,46</b>	<b>Rmtot = MES + MSS + MNS</b>
<b>Risparmio Monetario Totale annuo</b>	Rmtot%	%	26,3%	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 6200,00 € si ammortizza in circa due anni.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 9425 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub>  
 [ton/anno] = (9425 KWh/anno)·0,72/1000 = 6,78 ton/anno



---

**AREA OMOG. STR. G. CARDUCCI ( N. 24 ) e AREA OMOG. STR. DELLA FOSSA ( N. 25 )**

Di seguito valutiamo il risparmio energetico e monetario ottenibile con l'installazione del regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "VIGNE (n.10)", che calcoliamo stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta.

Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

Il quadro elettrico "VIGNE (n. 10)" attualmente alimenta un **carico nominale totale di 10,84 KW**, e interessa le aree omogenee n.24 "STR. CARDUCCI" e n.25 "STR. DELLA FOSSA", applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 25 KVA.

Il carico nominale dovuto ai punti luce presenti in ogni area omogenea, precedentemente indicata, e alimentati dal quadro elettrico "VIGNE (n. 10)" è il seguente:

- per l'area omogenea n.24 "STR. CARDUCCI" è di 1,56 KW
- per l'area omogenea n.25 "STR. DELLA FOSSA" è di 1,84 KW

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase:  Potenza nominale 25 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>5.500,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>5.500,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.10 Vigne)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	0,2	
Numero delle lampade	Nl		102	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	10,84	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	$gg-a = g-sett \times sett-a$
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
Energia consumata all'anno	Ea	kWh/a	46363	$Ea = Pa \times Nht$
Costo x consumo dell'energia senza riduttore	Ctot	€/a	9273	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
Risparmio energetico dovuto alla riduzione	EES	kWh/a	8000	$EES = Pa \times (Nh1 \times Aer1\% + Nh2 \times Aer2\%)$
Risparmio monetario dovuto alla riduzione	MES		1600	$MES = EES \times Cee$
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione	SS	kWh/a	2318	$SS = Pa \times Nht \times Aes$
Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione	MSS	€/a	464	$MSS = SS \times Cee$
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	1168,54	$= NI \times [(Lc + Lr) / Al]$
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	817,98	$= NI \times [(Lc + Lr) / AlwE]$
Risparmio dovuto alla Manutenzione	MNS	€/a	350,56	$MNS = NI \times Nht \times (Lc + Lr) \times (1/Al - 1/AlwE)$
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	ESot	kWh/a	10318	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
Risparmio Monetario Totale annuo	RMtot	€/a	2414,24	$Rmtot = MES + MSS + MNS$
Risparmio Monetario Totale annuo	Rmtot%	%	26,0%	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 5500,00 € si ammortizza in circa due anni.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 8000 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub>  
 [ton/anno] = (8000 KWh/anno)·0,72/1000 = 5,76 ton/anno

---

**AREA OMOG. STR. STRANFORA ( N. 3 ), AREA OMOG. STR. VIA DEL CALVARIO ( N. 77 ) e  
AREA OMOG. STR. FOSSA GRANDE ( N. 79 )**

Di seguito valutiamo il risparmio energetico e monetario ottenibile con l'installazione del regolatore di flusso luminoso nel quadro elettrico "ARCIDUCA (n.8)", che calcoliamo stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta.

Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

Il quadro elettrico "ARCIDUCA (n. 8)" attualmente alimenta un **carico nominale totale di 9,01 KW**, e interessa le aree omogenee n.3 "STR. STRANFORA", n.77 "STR. VIA DEL CALVARIO" e n.79 "STR. FOSSA GRANDE", applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5 il regolatore di flusso luminoso consigliato da utilizzare ha una potenza nominale di 21 KVA.

Il carico nominale dovuto ai punti luce presenti in ogni area omogenea, precedentemente indicata, e alimentati dal quadro elettrico "ARCIDUCA (n. 8)" è il seguente:

- per l'area omogenea n.3 "STR. STRANFORA" è di 0,69 KW
- per l'area omogenea n.77 "STR. VIA DEL CALVARIO" è di 0,6 KW
- per l'area omogenea n.79 "STR. FOSSA GRANDE" è di 1,56 KW

<b>Adeguamento</b>	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Regolatore di flusso luminoso trifase:  Potenza nominale 21 KVA  Tecnologia ad inverter che consente di erogare una tensione sinusoidale e regolabile in un ampio range di valori, e riuscendo ad annullare l'effetto negativo dello sfasamento permette di ottenere la massima efficienza luminosa ed il migliore rendimento energetico dell'impianto.	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>5.000,00 €</b>
Numero di apparecchi	<b>1</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>5.000,00 €</b>

Il risparmio energetico e monetario si può calcolare stabilendo quante ore le lampade operano a piena potenza e quante ore a potenza ridotta. Si possono poi ipotizzare dei vantaggi aggiuntivi minori dovuti alla maggior durata delle lampade ed al minore deterioramento nel tempo.

## Risparmio di un Riduttore/stabilizzatore di tensione

( Q.E. n.8 Arciduca)

Descrizione della voce	Simbolo	Unità di Mis.	Valore	Formule Commenti
<b>Situazione di Riferimento</b>				
Costo unitario del kWh	Cee	€/kWh	0,2	
Numero delle lampade	NI		84	
Potenza totale assorbita	Pa	kWatt	9,01	
Tempo di funzionamento delle lampade al giorno	Nh-d	h/d	11,71	
Giorni/settimana di funzionamento delle lampade	g-sett	d/wk	7	
Settimane/anno di funzionamento delle lampade (hrs)	sett-a	wk/a	52	
Giorni all'anno di funzionamento delle lampade	gg-a	gg/a	365	$gg-a = g-sett \times sett-a$
Tempo totale annuo di funzionamento delle lampade	Nht	h/a	4277	
Energia consumata all'anno	Ea	kWh/a	38536	$Ea = Pa \times Nht$
Costo x consumo dell'energia senza riduttore	Ctot	€/a	7707	
<b>Effetto della Riduzione del Flusso Luminoso</b>				
Numero di ore in modo riduzione 1 (hrs)	Nh1	h/g	6,74	Si dà la possibilità di configurare 2 livelli di riduzione
Media di riduzione raggiunta durante Nh	Aer1	%	30%	
Numero di ore in modo riduzione 2(hrs)	Nh2	h/g	0	
Media di riduzione raggiunta durante Nh2	Aer2	%	10%	
Risparmio energetico dovuto alla riduzione	EES	kWh/a	6650	$EES = Pa \times (Nh1 \times Aer1\% + Nh2 \times Aer2\%)$
Risparmio monetario dovuto alla riduzione	MES		1330	$MES = EES \times Cee$
<b>Effetto della Stabilizzazione della Tensione</b>				
Media della energia risparmiata per stabilizzazione	Aes	%	5%	
Risparmio energetico dovuto alla stabilizzazione	SS	kWh/a	1927	$SS = Pa \times Nht \times Aes$
Risparmio monetario dovuto alla stabilizzazione	MSS	€/a	385	$MSS = SS \times Cee$
<b>Effetto sulla Manutenzione lampade</b>				
Costo di acquisto della singola lampada	Lc	€	35	
Costo per la sostituzione della lampada	Lr	€	10	
Vita media della lampada (hrs)	Al	h	16800	
Vita media della lampada con regolatore (hrs)	AlwE		24000	
Costo annuo sostituzione lampade senza riduttore	Csost	€/h	962,33	$= NI \times [(Lc + Lr) / Al]$
Costo annuo sostituzione lampade con riduttore	Csost-rid	€/h	673,63	$= NI \times [(Lc + Lr) / AlwE]$
Risparmio dovuto alla Manutenzione	MNS	€/a	288,70	$MNS = NI \times Nht \times (Lc + Lr) \times (1/Al - 1/AlwE)$
<b>Totali</b>				
Risparmio energetico totale annuo	ESTot	kWh/a	8576	
Risparmio energetico percentuale annuo	Estot%	%	22,3%	
Risparmio Monetario Totale annuo	RMtot	€/a	2003,99	$Rmtot = MES + MSS + MNS$
Risparmio Monetario Totale annuo	Rmtot%	%	26,0%	

Nel calcolo del risparmio dovuto alla manutenzione è stata fatta una approssimazione assumendo un costo di acquisto della singola lampada e di vita media della lampada uguale per tutte le lampade installate anche se di potenze diverse.

**L'investimento di 5000,00 € si ammortizza in circa due anni e mezzo.**

Il risparmio energetico dovuto alla riduzione è di 6650 KWh/anno quindi abbiamo minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (6650 KWh/anno)·0,72/1000 = 4,78 ton/anno

c) **AREE OMOGENEE CON GLI INDICI DI VERIFICA ( $\eta$  , Kill) NON CONFORMI, AI VALORI MINIMI PREVISTI DALLA L.P. 16/2007, E CHE RICHIEDONO COME POSSIBILE INTERVENTO DI ADEGUAMENTO LA SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI ESISTENTI**

1)

n.5	AREA OMOG. STR. DELLA CINTA	n.46	AREA OMOG. STR. STAZIONE
n.9	AREA OMOG. STR. GUGLIELMO MARCONI	n.47	AREA OMOG. STR. BENACO
n.13	AREA OMOG. STR. BADEN POWEL	n.48	AREA OMOG. STR. SOCCESURE
n.14	AREA OMOG. STR. MANTOVA	n.53	AREA OMOG. STR. INDIPENDENZA
n.15	AREA OMOG. STR. SAN SISTO	n.57	AREA OMOG. STR. BEZZECA
n.18	AREA OMOG. STR. CAPITELLI	n.67	AREA OMOG. MONTE BRIONE
n.19a	AREA OMOG. STR. ALCIDE DEGASPERI	n.69	AREA OMOG. CAVALLO
n.19b	AREA OMOG. STR. ALCIDE DEGASPERI	n.71	AREA OMOG. PASSIRONE
n.20	AREA OMOG. STR. VERONA	n.80	AREA OMOG. DONATORI SANGUE
n.21	AREA OMOG. OVO	n.83	AREA OMOG. FIBIE
n.24	AREA OMOG. STR. GIOSUE' CARDUCCI	n.86	AREA OMOG. STR. GAZZOLETTI
n.25	AREA OMOG. STR. DELLA FOSSA	n.94	AREA OMOG. STR. CAPRONI M. NORD
n.27	AREA OMOG. STR. NICOLA BRESCIANI		

Le aree omogenee sopra elencate sono caratterizzate dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  $\eta$  e Kill previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  $\eta$ .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione degli apparecchi con apparecchi in classe A (e lampade di potenza inferiore) e in alcuni casi dei relativi sostegni, in quanto quest'ultimi per la loro geometria e dimensionamento non sono riutilizzabili per altre tipologie di apparecchi applicabili.

Considerando che in alcuni casi devono essere sostituiti anche i sostegni ed è quindi possibile aumentare la distanza tra i pali, diminuendo il numero di punti luce si consiglia di adottare apparecchi a Led i quali possono consentire di ottenere i requisiti fotometrici richiesti anche con interdistanze tra i pali di 40 m.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 46 W al 100% Flusso modulo 3970 ÷ 4200 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>950 €</b>
Numero di apparecchi	<b>679</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>645.050 €</b>

Di seguito valutiamo il risparmio energetico e monetario ottenibile con l'installazione di nuovi apparecchi in classe A a Led senza considerare il costo della sostituzione dei sostegni necessaria in alcuni casi e che viene riportato nei prospetti di sintesi allegati (**Allegato 5** elaborato 1.1.5 "Elaborati di sintesi del P.R.I.C.").

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- *viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento* e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE			NUOVO
	SAP 150W	SAP 100W	SAP 70W	LED 46W
Temperatura di colore (K)	2000	2000	2000	3000 - 5000
Indice resa cromatica (Ra)	< 25	20	20	70-100
Efficienza luminosa teorica (lm/W)	100	102	90	> 90
Durata media (ore)	24.000	28.000	28.000	50.000
Costo medio lampada (€)	35,00	35,00	35,00	550,00
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)				
Durata media anni	4	4	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 8,75	€ 8,75	€ 550/15 = 36,66 €
<b>REATTORI</b>				
Reattori durata media	3	3	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	€ 48 (indicativo)	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	€ 16	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>				
Accenditori durata media	2	2	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	€ 24 (indicativo)	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	€ 12	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)				
Potenza assorbita effettiva (W)	170	115	83	51
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo (€)	142,8 €	96,60 €	69,72 €	42,84 €
<b>MANUTENZIONE</b>				
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	10 €	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	10 €	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	0	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>				
	199,55 €	153,35 €	126,47	89,50 €



---

Il numero di **apparecchi da sostituire sono in totale n° 679** e le lampade attualmente installate sono n° 643 da 70W, n° 184 da 100W e n° 33 da 150W.

Si evidenzia che n°181 apparecchi sono provvisti di doppia lampada da 70W e che quindi le lampade installate sono in totale n° 860.

La sostituzione dei n° 181 apparecchi a bilampada (70W+70W) con apparecchi a led provvisti di lampada/modulo a led da 46W porta alla riduzione del numero di lampade installate, con potenza nominale 70W, di 181 unità e quindi ad un risparmio totale annuo di  $(126,47 \text{ €} - 89,50 \text{ €}) \cdot 181 = 6.691,57 \text{ €}$  e minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] =  $(63.096,6 \text{ KWh/anno} - 38.770,2 \text{ KWh/anno}) \cdot 0,72/1000 = 17,51 \text{ ton/anno}$

Consideriamo la sostituzione dei n° 679 apparecchi :

- il risparmio totale annuo è di  
 $(126,47 \text{ €} - 89,50 \text{ €}) \cdot (643 - 181) + (153,35 \text{ €} - 89,50 \text{ €}) \cdot 184 + (199,55 \text{ €} - 89,50 \text{ €}) \cdot 33 =$   
 $= 17.080,14 \text{ €} + 11.748,40 \text{ €} + 3.631,65 \text{ €} = 32.460,19 \text{ €} ;$

- minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] =  
 $= [(0,083 \cdot 4200 \cdot 462 + 0,115 \cdot 4200 \cdot 184 + 0,170 \cdot 4200 \cdot 33) \text{ KWh/anno} - (0,051 \cdot 4200 \cdot 679) \text{ KWh/anno}] \cdot 0,72/1000 =$   
 $= (161.053,2 + 88.872 + 23.562) \cdot 0,72/1000 = 196,91 \text{ ton/anno}$

Con l'intervento di adeguamento proposto ed effettuando l'analisi applicando le ipotesi precedentemente fissate si ottiene che:

- il **risparmio totale annuo è di 39.151,76 €;**
- il **totale delle minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = 214,42 ton/anno**

L'investimento di 645.050 € si ammortizza in tempi lunghi (circa 17 anni), ma si deve evidenziare che nell'analisi economica effettuata non si è tenuto conto del fatto che la progettazione del nuovo impianto può prevedere un numero di punti luce inferiore all'esistente ed è possibile con apparecchi a led sfruttare appieno ogni potenziale di risparmio nel funzionamento gestito. I led col diminuire della corrente elettrica ricevuta aumentano l'efficienza di lavoro, infatti ad esempio un apparecchio a led con un flusso luminoso al 50% utilizza solo il 40% dell'energia mentre gli apparecchi convenzionali HST per un flusso luminoso del 50% richiedono il 60% di energia. Inoltre il controllo costante del flusso luminoso degli apparecchi a led compensa il calo del flusso luminoso dovuto all'invecchiamento e quindi a differenza delle lampade convenzionali, in fase di progettazione non si deve prevedere un fabbisogno superiore (sovradimensionamento) rispetto a quello prescritto dalle norme che comporta inizialmente un consumo di energia maggiore del necessario.

Devono essere anche considerati altri fattori a favore della tecnologia a led quali, la convincente riduzione della CO<sub>2</sub> oltre alla possibilità di aggiornare facilmente l'apparecchio con le generazioni led future grazie al suo sistema modulare.

2)

n.17 AREA OMOG STR. GARBERIE - ROMA

L'area omogenea "STR. GARBERIE – ROMA" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo B presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto inferiore all' 1%. Questi apparecchi sono ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  $\eta$  e  $K_{ill}$  previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  $\eta$ .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme l'impianto esistente alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione dell'armatura a lampada recessa (sodio alta pressione) attualmente montata sulla lanterna Neri mod.PQ 804A con un'armatura a led con lampada/moduli di potenza inferiore e di efficienza che consente di ottenere i requisiti fotometrici richiesti.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 40 W al 100% Flusso modulo 3000 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>700 €</b>
Numero di apparecchi	<b>27</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>18.900 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 40W
<b>Temperatura di colore (K)</b>	<b>2000</b>	<b>3000 - 5000</b>
<b>Indice resa cromatica (Ra)</b>	<b>20</b>	<b>70-100</b>
<b>Efficienza luminosa teorica (lm/W)</b>	<b>102</b>	<b>&gt; 90</b>
<b>Durata media (ore)</b>	<b>28.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Costo medio lampada (€)</b>	<b>35,00</b>	<b>500,00</b>

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 40W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 500/15 = 33,33 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	115	46
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	96,60 €	38,64 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	153,35 €	81,97 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		71,38 €

L'investimento di 18900 € si ammortizza in 10 anni, essendo il risparmio totale annuo per i 27 punti luce pari a circa 1.927,26 €.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (13.041 KWh/anno–5.216,4 KWh/anno)·0,72/1000 = 5,63 ton/anno

3)

**n.77 AREA OMOG. STR. VIA DEL CALVARIO**

L'area omogenea "STR. VIA DEL CALVARIO" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  **$\eta$  e Kill** previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  **$\eta$** .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione degli apparecchi con apparecchi in classe A (e lampade di potenza inferiore) e dei relativi sostegni, in quanto quest'ultimi per la loro geometria e dimensionamento non sono riutilizzabili per altre tipologie di apparecchi applicabili.

<b>Adeguamento</b>	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 40 W al 100% Flusso modulo 3000 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>1.530 €</b>
Numero di apparecchi	<b>15</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>22.950 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- *viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento* e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>ESISTENTE</b>	<b>NUOVO</b>
	<b>SAP 70W</b>	<b>LED 40W</b>
<b>Temperatura di colore (K)</b>	<b>2000</b>	<b>3000 - 5000</b>
<b>Indice resa cromatica (Ra)</b>	<b>20</b>	<b>70-100</b>
<b>Efficienza luminosa teorica (lm/W)</b>	<b>90</b>	<b>&gt; 90</b>
<b>Durata media (ore)</b>	<b>28.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Costo medio lampada (€)</b>	<b>35,00</b>	<b>500,00</b>

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 70W	LED 40W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 500/15 = 33,33 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	83	46
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	69,72 €	38,64 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	126,47	81,97 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		44,5 €

L'investimento di 22.950 € si ammortizza in un numero elevato di anni superiore al periodo di vita di 15 anni ipotizzato per l'impianto, essendo il risparmio totale annuo per i 15 punti luce pari a circa 667,5 €.

In questo caso, essendo prevista anche la sostituzione dei sostegni, deve essere valutata in fase di progettazione la possibilità di ridurre il numero di punti luce rispetto alla situazione esistente.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (5.229 KWh/anno–2.898 KWh/anno)·0,72/1000 = 1,678 ton/anno

4)

n.77 AREA OMOG. STR. D. ALIGHIERI

L'area omogenea "STR. D. ALIGHIERI" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  **$\eta$  e Kill** previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  **$\eta$** .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione di n° 9 apparecchi con apparecchi stradali in classe A (e lampade di potenza inferiore).

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 61 W al 100% Flusso modulo 4500 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>950 €</b>
Numero di apparecchi	<b>9</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>8.550 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- *viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento* e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 61W
Temperatura di colore (K)	2000	3000 - 5000
Indice resa cromatica (Ra)	20	70-100
Efficienza luminosa teorica (lm/W)	102	> 90
Durata media (ore)	28.000	50.000
Costo medio lampada (€)	35,00	650,00



**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 61W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 650/15 = 43,33 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	115	68
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	96,60 €	57,12 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	153,35 €	110,45 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		42,9 €

L'investimento di 8.550 € si ammortizza in un numero elevato di anni superiore al periodo di vita di 15 anni ipotizzato per l'impianto, essendo il risparmio totale annuo per i 9 punti luce pari a circa 386,1 €. Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (4.347 KWh/anno-2.570,4 KWh/anno)·0,72/1000 = 1,27 ton/anno

5)

n.73 AREA OMOG. STR. S. TOMMASO

L'area omogenea "STR. S. TOMMASO" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  **$\eta$  e Kill** previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  **$\eta$** .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione degli apparecchi con apparecchi in classe A (e lampade di potenza inferiore) e dei relativi sostegni, in quanto quest'ultimi per la loro geometria e dimensionamento non sono riutilizzabili per altre tipologie di apparecchi applicabili.

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 24 W al 100% Flusso modulo 1800 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>1.300 €</b>
Numero di apparecchi	<b>16</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>20.800 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 70W	LED 24W
<b>Temperatura di colore (K)</b>	<b>2000</b>	<b>3000 - 4000</b>
<b>Indice resa cromatica (Ra)</b>	<b>20</b>	<b>70-100</b>
<b>Efficienza luminosa teorica (lm/W)</b>	<b>90</b>	<b>&gt; 100</b>
<b>Durata media (ore)</b>	<b>28.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Costo medio lampada (€)</b>	<b>35,00</b>	<b>400,00</b>

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 70W	LED 24W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 400/15 = 26,66 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	83	28
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	69,72 €	23,52 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	126,47	60,18 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		66,29 €

L'investimento di 20.800 € si ammortizza in un numero elevato di anni superiore al periodo di vita di 15 anni ipotizzato per l'impianto, essendo il risparmio totale annuo per i 16 punti luce pari a circa 1060,64 €.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (5.577,6 KWh/anno–1.881,6 KWh/anno)·0,72/1000 = 2,66 ton/anno

6)

n.34 AREA OMOG. STR. POMERIO SUD

L'area omogenea "STR. POMERIO SUD" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  **$\eta$  e Kill** previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  **$\eta$** .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione degli apparecchi con apparecchi in classe A (e lampade di potenza inferiore).

<b>Adeguamento</b>	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 24 W al 100% Flusso modulo 1800 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>950 €</b>
Numero di apparecchi	<b>6</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>5.700 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- *viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento* e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 70W	LED 24W
<b>Temperatura di colore (K)</b>	<b>2000</b>	<b>3000 - 4000</b>
<b>Indice resa cromatica (Ra)</b>	<b>20</b>	<b>70-100</b>
<b>Efficienza luminosa teorica (lm/W)</b>	<b>90</b>	<b>&gt; 100</b>
<b>Durata media (ore)</b>	<b>28.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Costo medio lampada (€)</b>	<b>35,00</b>	<b>400,00</b>

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 70W	LED 24W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 400/15 = 26,66 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	83	28
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	69,72 €	23,52 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	126,47	60,18 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		66,29 €

L'investimento di 5.700 € si ammortizza in un numero elevato di anni pari al periodo di vita di 15 anni ipotizzato per l'impianto, essendo il risparmio totale annuo per i 6 punti luce pari a circa 397,74 €.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (2.091,6 KWh/anno-705,6 KWh/anno)·0,72/1000 = 0,99 ton/anno

7)

#### n.51 AREA OMOG. CICLABILE PEDONALE NORD

L'area omogenea "STR. CICLABILE PEDONALE NORD" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  $\eta$  e  $K_{ill}$  previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  $\eta$ .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione del corpo lampada delle lanterne Neri con moduli a led da 24W che rende gli apparecchi in classe A (con lampade di potenza inferiore).

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 24 W al 100% Flusso modulo 1800 lm $Ra \geq 70$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>700 €</b>
Numero di apparecchi	<b>16</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>11.200 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 24W
<b>Temperatura di colore (K)</b>	<b>2000</b>	<b>3000 - 4000</b>
<b>Indice resa cromatica (Ra)</b>	<b>20</b>	<b>70-100</b>
<b>Efficienza luminosa teorica (lm/W)</b>	<b>102</b>	<b>&gt; 100</b>
<b>Durata media (ore)</b>	<b>28.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Costo medio lampada (€)</b>	<b>35,00</b>	<b>500,00</b>

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 24W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 500/15 = 33,33 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	115	28
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	96,60 €	23,52 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	153,35 €	66.85 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		86,87 €

L'investimento di 11.600 € si ammortizza in 8 anni, essendo il risparmio totale annuo per i 16 punti luce pari a circa 1.389,92 €.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (7.728 KWh/anno–1.881,6 KWh/anno)·0,72/1000 = 4,2 ton/anno



8)

n.68 AREA OMOG. STR. S. GIORGIO

L'area omogenea "STR. S. GIORGIO" è caratterizzata dalla presenza di corpi illuminanti che sono classificabili in base alla legge provinciale n°16/2007 di tipo C presentando un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell'1%. Questi apparecchi sono sconsigliati ed ammessi solo se risultano conformi i valori degli indici di verifica  $\eta$  e  $K_{ill}$  previsti dalla L.P. 16/2007. Nel nostro caso risulta non conforme l'indice di efficienza energetica  $\eta$ .

Una soluzione possibile che consenta di rendere conforme gli impianti esistenti alla L.P. 16/2007 prevede la sostituzione degli apparecchi con apparecchi in classe A (e lampade di potenza inferiore).

Adeguamento	
<b>Caratteristiche indicative:</b>  Apparecchio a Led da 68 W Potenza totale assorbita 81 W Flusso modulo 6000 lm $Ra \geq 90$ Modulo led e alimentatore sostituibili separatamente	
<b>Costo medio apparecchio in opera</b>	<b>950 €</b>
Numero di apparecchi	<b>31</b>
<b>COSTO TOTALE MEDIO ADEGUAMENTO</b>	<b>29.450 €</b>

L'analisi dell'intervento di sostituzione sopra descritto è eseguita confrontando le due tipologie di impianto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per le due tipologie di impianto il periodo di funzionamento di ciascuna lampada ammonta a 4200 ore annue, pari a 11,5 ore medie giornaliere e si considera il funzionamento tutto al 100%;
- la vita dell'impianto di illuminazione pubblica è di 15 anni, durante il quale il Comune è chiamato a sostenere solo i costi della manutenzione ordinaria per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari (e non i costi della manutenzione straordinaria per la sostituzione dei sostegni e dei corpi illuminanti);
- viene considerato il tempo di ritorno semplice dell'intervento e non quello attualizzato, non viene quindi tenuto conto dell'aumento medio del costo dell'energia e dell'inflazione media.

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 68W
Temperatura di colore (K)	2000	3000 - 5000
Indice resa cromatica (Ra)	20	70-100
Efficienza luminosa teorica (lm/W)	102	> 90
Durata media (ore)	28.000	50.000
Costo medio lampada (€)	35,00	650,00

**Tabella comparativa SAP/LED energia e costi**

CARATTERISTICHE	ESISTENTE	NUOVO
	SAP 100W	LED 68W
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)		
Durata media anni	4	15
Costo annuo lampada	€ 8,75	€ 650/15 = 43,33 €
<b>REATTORI</b>		
Reattori durata media	3	0
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)	0
Costo annuo reattori	€ 16	0
<b>ACCENDITORI</b>		
Accenditori durata media	2	0
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)	0
Costo annuo accenditori	€ 12	0
<b>CONSUMI</b> (considerando anche il consumo del reattore e dell'accenditore per la SAP e gli alimentatori per i led)		
Potenza assorbita effettiva (W)	115	81
Costo dell'energia (IVA compresa)	0,20 €/Kwh	0,20 €/Kwh
Costo consumi elettrici annuo ( € )	96,60 €	68,04 €
<b>MANUTENZIONE</b>		
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €	0
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €	0
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0	10 €
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
	153,35 €	121,37 €
<b>RISPARMIO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>		
		31,98 €

L'investimento di 29.450 € si ammortizza in un numero elevato di anni superiore al periodo di vita di 15 anni ipotizzato per l'impianto,, essendo il risparmio totale annuo per i 31 punti luce pari a circa 991,38 €.

Minori emissioni di CO<sub>2</sub> [ton/anno] = (14.973 KWh/anno-10.546.2 KWh/anno)·0,72/1000 = 3,187 ton/anno

---

## 5.4. Valutazioni Economiche

Vengono di seguito esaminate alcune soluzioni applicabili al parco impiantistico oggetto di questo studio; essendo finalizzate ad un'ottimizzazione dei consumi energetici, ad una migliore qualità dell'illuminazione e ad un conseguente risparmio economico (derivante dal risparmio energetico).

Tali soluzioni possono essere differenziate in:

- soluzioni che prevedono interventi di modifica tecnica all'impianto;
- soluzioni che prevedono l'applicazione di procedure gestionali al parco impiantistico.

Ogni soluzione contempla diverse metodologie d'azione che verranno di seguito elencate ed illustrate, al fine di avere una visione completa dei possibili interventi che meglio si coniugano con lo stato di fatto degli impianti.

Le soluzioni che prevedono operazioni di modifica tecnica all'impianto possono riassumersi nelle seguenti:

### **I riduttori di flusso**

Il regolatore di flusso luminoso è uno stabilizzatore di tensione centralizzato che consente una regolazione della potenza erogata a circuiti di lampade mediante un'azione di riduzione lineare della tensione di alimentazione, secondo cicli programmabili in valore / in tempo in funzione dei flussi di traffico stimati.

I regolatori di ultima generazione stabilizzano le tensioni di lavoro con un sistema completamente digitale, privo di contatti mobili, con una precisione al +/- 1% e senza sovratensioni. Il controllo della tensione avviene con l'iniezione di una tensione variabile in serie al carico, generata da un trasformatore booster, a sua volta alimentato da una corrente pilota generata dalle schede elettroniche.

Pertanto la corrente al carico non viene mai interrotta. Le macchine sono controllate da un microprocessore che supervisiona tutti i processi di regolazione e comunicazione.

Le lampade alimentate dal regolatore devono essere dotate di reattore magnetico in quanto non sono ammessi i reattori elettronici.

La stabilizzazione della tensione ai valori programmati durante il funzionamento a regime normale e la riduzione nelle ore notturne, quando la diminuzione del flusso del traffico lo consente, determinano una contrazione nei consumi di energia elettrica. La riduzione di potenza assorbita, in funzione del tipo di lampada e delle condizioni dell'impianto, può variare dal 20% al 50%.

La stabilizzazione della tensione attuata dal regolatore evita alle lampade lo stress dovuto alle sovratensioni, soprattutto negli impianti ubicati vicino alle cabine di trasformazione dove, nelle ore notturne, la tensione di alimentazione può raggiungere valori ben superiori a quelli nominali.

La riduzione della tensione, quando il regolatore funziona a regime normale, determina una sensibile diminuzione di calore. Risulta così possibile aumentare la durata delle lampade.

### **Sostituzione di corpi illuminanti esistenti con altri ad elevato rendimento**

La sostituzione dei corpi illuminanti è un intervento che permette di ottenere un beneficio tanto migliore quanto maggiore è il numero di elementi su cui si va ad agire.

L'intervento ha come obiettivo la sostituzione dell'intero corpo illuminante con riferimento alle armature stradali a basso rendimento, senza distinzione per quel che riguarda la tipologia di sorgente luminosa. L'impiego di questo tipo di apparecchi permette, a parità d'illuminamento, una sostanziale diminuzione della potenza impegnata ed un rilevante aumento della luminosità prodotta. La maggior parte delle case costruttrici di apparecchi illuminanti, in quest'ultimo periodo, ha investito molto sulla ricerca di dispositivi sempre più efficienti e lampade dalle durate sempre maggiori. Questo permette una sostanziale diminuzione della potenza della lampada senza compromettere l'efficienza luminosa.

I corpi illuminanti di recente costruzione hanno ottiche estremamente avanzate, in grado di concentrare al massimo la luce e di dirigerla nel verso desiderato. La dispersione luminosa verso l'alto è pressoché nulla e le varie possibilità di regolazione consentono che gli apparecchi siano modulabili alle diverse necessità d'illuminamento.

Tale aspetto è di fondamentale importanza per riuscire a sfruttare tutto il fascio luminoso disponibile, permettendo di ridurre al minimo la potenza della lampada che equipaggerà l'armatura stradale.

La normativa antinquinamento luminoso prevede che gli apparecchi siano installati parallelamente alla strada, quindi l'armatura dovrà forzatamente avere un angolo pari a 0° d'inclinazione. Questo aspetto ha costretto i ricercatori a progettare ottiche in grado di "spingere" il flusso luminoso il più distante possibile, da un'armatura priva d'inclinazione.

---

La vasta possibilità di scelta delle ottiche permette di soddisfare molte applicazioni illuminotecniche, come ad esempio svariate altezze di montaggio o particolari posizioni.

Una stessa armatura, con ottiche diverse potrebbe essere montata sia a tre metri da terra, sia a dodici metri, inoltre, design molto curati permettono l'installazione di questi apparecchi anche nei centri urbani o nei centri storici.

Grazie all'utilizzo dei nuovi software si è in grado di prevedere come una strada risulterà illuminata, riuscendo ad individuare con precisione eventuali zone buie o le zone troppo illuminate, mantenendo in questo modo la massima interdistanza possibile tra due punti luce, nel rispetto della normativa.

### **Riduzione della potenza impegnata con la sostituzione delle lampade**

La sostituzione delle lampade si integra con la prima soluzione analizzata in quanto può essere eseguito mediante il ricablaggio degli apparecchi esistenti o con la sostituzione degli stessi qualora il loro stato di conservazione renda non economica l'operazione.

### **Sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a led**

Al pari della soluzione precedente questo è un intervento che si basa sulla sostituzione degli attuali corpi illuminanti con apparecchi ad altissimo rendimento. La tecnologia a led, relativamente recente per quel che riguarda l'illuminazione pubblica e dunque da poco sul mercato, sfrutta l'elettronica e le sue applicazioni per ottenere dagli apparecchi enormi vantaggi energetici e manutentivi. Il led è per sua natura molto più economico in termini energetici e più duraturo rispetto alle sorgenti di uso comune (incandescenza, fluorescenti, scarica nei gas, ecc). Non va tuttavia sottovalutata la criticità applicativa di questa tecnologia che necessita di un monitoraggio costante delle condizioni d'utilizzo; particolare attenzione va anche posta sull'energia termica dissipata da questo tipo di apparecchi che, al contrario di quelli tradizionali, è di notevole entità.

Il punto critico di questa tecnologia è l'elettronica raffinata che sta alla base del funzionamento.

L'installazione della stessa su palo, costringe ad un funzionamento costantemente a contatto con i fattori atmosferici; tale situazione può compromettere pesantemente la delicata elettronica all'interno dei dispositivi. Ogni singolo apparecchio a led, ha la capacità di essere controllato a distanza, questa caratteristica rende l'intero impianto completamente regolabile. Il vetro copri ottica di questi apparecchi è studiato affinché il fascio luminoso prodotto da ogni led vada a sovrapporsi ai fasci dei led circostanti (in un certo senso ogni led ha il proprio vetro copri ottica).

Pertanto anche se un led andasse fuori uso sarebbe compensato dal fascio degli altri. La tecnologia LED rappresenterà sicuramente il futuro dell'illuminazione, in quanto può garantire numerosi vantaggi:

- diminuzione della quantità di "materia" utilizzata per la loro produzione: rispetto ai prodotti tradizionali comporta quindi una riduzione degli ingombri e dei pesi, determinando un'agevolazione nell'approvvigionamento, stoccaggio e trasporto dei materiali e nella produzione industriale;
- ridotto contenuto di sostanze tossiche o nocive; le parti componenti dei LED sono facilmente disaggregabili, smaltibili e riciclabili (allo stesso livello dei normali diodi che si utilizzano in elettronica);
- ridotta emissione di raggi UV ed IR;
- lunga durata della vita media;
- tecnologia in costante evoluzione;

Le sorgenti luminose a LED, al contrario delle sorgenti luminose tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: i LED infatti nel tempo diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente in un periodo molto lungo.

Il mantenimento del 70% del flusso iniziale corrisponde al limite al di sotto del quale l'occhio umano percepisce una riduzione della luce emessa. Per questo motivo, numerose ricerche dimostrano che una riduzione del flusso iniziale del 30% è accettabile per la maggioranza delle applicazioni luminose e quindi viene definita come "vita media utile" di un LED il tempo trascorso prima che venga raggiunto questo limite. Una delle principali cause di riduzione della vita utile dei led è l'aumento della temperatura della giunzione.

In pratica, consentire un eccessivo riscaldamento del nucleo del led corrisponde ad una durata ridotta nel tempo o addirittura la rottura istantanea dello stesso. I dispositivi di dissipazione risultano dunque fondamentali per il buon utilizzo e la corretta durata dell'apparecchio.

Un'ultima considerazione va fatta relativamente al calcolo dei tempi di ammortamento degli apparecchi, in quanto essendo una tecnologia recente, non è ancora perfettamente definita l'influenza dei fattori esterni (non trascurabili) sulla durata delle componenti elettroniche delle armature.

---

Le soluzioni che prevedono invece l'adozione di particolari politiche gestionali finalizzate al risparmio energetico possono riassumersi nelle seguenti:

### **Ottimizzazione dei tempi di accensione e spegnimento**

è possibile ottimizzare i tempi di accensione e di spegnimento degli impianti evitando accensioni anticipate e spegnimenti ritardati dovuti all'influenza di fattori esterni quali condizioni meteo, vegetazione, posizione d'installazione, ecc., sugli interruttori crepuscolari.

Si può quindi prevedere la sostituzione degli interruttori crepuscolari con orologi astronomici, che in funzione dell'impostazione della latitudine e della longitudine del sito d'installazione, regolano gli orari di accensione all'alba e di spegnimento al tramonto di tutti i giorni dell'anno, in funzione del mutare delle stagioni. Utilizzando gli orologi astronomici si è in grado di determinare precisamente i crepuscoli, in modo da garantire accensioni e spegnimenti precisi, esenti da sprechi.

L'algoritmo di calcolo astronomico interno al dispositivo consente di ricreare il ciclo giorno/notte, tutti i giorni dell'anno, senza alcun bisogno di un sensore di luminosità esterno. Il dispositivo calcola i cicli di accensione e di spegnimento attraverso l'inserimento dei valori di latitudine e di longitudine della località interessata dall'azione dell'interruttore.

### **Telegestione dell'impianto**

I sistemi di telegestione, oltre ad essere una soluzione efficace nella prevenzione dei guasti e nella loro rapida risoluzione, costituiscono un ottimo strumento per il controllo e contenimento dei costi: il monitoraggio e la gestione degli impianti deve avvenire in modo semplice, rapido ed efficace.

Le tecnologie attuali permettono di avere a disposizione strumenti adeguati alla gestione degli impianti e non più per una loro semplice supervisione. Per questo motivo è opportuno che la struttura del sistema sia pensata in funzione dell'impianto e delle reali esigenze di chi ne deve assicurare l'efficienza. In particolare, deve essere scelto il sistema di comunicazione più adeguato tra quelli disponibili:

\_ GSM: è il sistema attualmente più utilizzato, in quanto comporta bassi costi d'installazione e di gestione, oltre ad essere estremamente flessibile.

\_ RETE ETHERNET: preferibile per la velocità e i bassi costi di comunicazione, ma con alti oneri d'installazione. La soluzione è adatta laddove sono presenti reti cittadine cablate o impianti in cui la distanza tra macchine e centri di controllo è limitata.

\_ GPRS: ancora poco utilizzato, permette di creare reti ethernet senza cavo; questa caratteristica, unitamente alla velocità di comunicazione, lo rende particolarmente adeguato ai grossi impianti.

\_ RADIOFREQUENZA: in passato molto utilizzato, è stato quasi interamente superato dal sistema GSM. È ancora utile dove non esiste la copertura GSM o dove il flusso dei dati da scambiare è talmente elevato da non giustificare i costi a tempo del sistema GSM.

\_ LINEA TELEFONICA COMMUTATA: s'integra bene con il sistema GSM; la velocità di comunicazione è buona ma, spesso, i costi e i tempi d'installazione sulle macchine fanno preferire l'uso di un modem GSM.

\_ ONDE CONVOGLIATE: per le sue caratteristiche è applicabile solamente alla comunicazione tra quadro e punto luce. Le informazioni vengono trasmesse attraverso i cavi di alimentazione.

Uno dei sistemi di comunicazione maggiormente utilizzati in questo periodo è il GSM. I PC dei centri di controllo si connettono con le macchine in campo, richiedendo le informazioni di cui necessitano ed impostando i parametri di lavoro. Gli elementi nell'impianto, a loro volta, inviano ai centri di controllo i dati sugli eventi di allarme in tempo reale. Se i centri di controllo sono strutturati in rete (intranet, internet, ecc.) i dati sono condivisi tra i vari PC.

Gli impianti di pubblica illuminazione di piccole e medie città (quando i quadri gestiti non sono di numero elevato), prevedono una configurazione tipica del sistema di telegestione: si appoggiano su un unico centro di controllo, dotato di un PC e di una serie di modem e lo scambio delle informazioni avviene tra PC e quadro. Il centro di controllo è, in questo caso, l'unico strumento di monitoraggio e di controllo degli impianti. Quando i quadri gestiti sono di quantità considerevole, o esiste la necessità di condividere ed elaborare le informazioni in più luoghi di lavoro, la telegestione si realizza attraverso la configurazione server/client con più PC connessi in rete.

La metodologia di telegestione "punto a punto" è sicuramente la più completa e complessa: oltre a fornire una grande quantità d'informazioni utili, essa permette di estendere la comunicazione fino alla singola

---

lampada. Le informazioni rilevate sono importanti input per la programmazione della manutenzione e per la prevenzione dei guasti. Il centro di controllo può essere unico oppure periferico, condividendo le informazioni raccolte.

Tutte le informazioni inviate dai controllori disposti sul territorio sono gestite da un software distribuito dalla casa costruttrice, che permette di controllare approfonditamente lo stato dell'impianto e di regolarne ogni operazione. Attraverso la telegestione è infatti possibile regolare o spegnere ogni singola lampada, controllarne le ore di funzionamento e programmare una sostituzione anticipata nel caso in cui la sorgente sia prossima all'esaurimento. Viene creata una cartografia completa dell'impianto e per ogni punto luce viene fornito uno storico delle operazioni manutentive effettuate, rendendo semplice ogni tipo di censimento dell'impianto.

Per mettere in comunicazione il punto luce con il quadro di telegestione viene inserito nell'armatura un dispositivo operante con onde convogliate che permette l'accensione e lo spegnimento del singolo punto luce, ove è installato. Inoltre, fornisce la lettura da remoto delle misure da parte del centro di controllo (tensione, corrente, fattore di potenza, ore di funzionamento, stato della lampada, ecc.) e consente inoltre di individuare velocemente i guasti, identificare le lampade in esaurimento, eseguire dettagliate analisi sul funzionamento dei punti luce gestiti. E' possibile fare eseguire in modo automatico ad ogni modulo un ciclo giornaliero di lampada accesa/spenta, ad orari impostabili. Nei modelli più evoluti è disponibile un'uscita  $1\div 10\text{Vdc}$  non isolata, con la quale è possibile pilotare l'ingresso di un reattore elettronico regolabile oppure comandare un reattore bi regime; in questo caso il ciclo automatico si può anche configurare a 5 livelli di regolazione, permettendo quindi la realizzazione di scenografie.

---

## 5.5 Definizione dei piani di manutenzione degli impianti

L'integrità dell'impianto d'illuminazione viene garantito solo attraverso un adeguato programma di manutenzione programmata che preveda per tutta la durata della vita dell'impianto.

Gli strumenti operativi che costituiscono il piano di manutenzione di un impianto e di una serie di impianti di manutenzione sono:

- IL MANUALE D'USO E CONDUZIONE,
- IL MANUALE DI MANUTENZIONE,
- IL PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.

Il calcolo degli oneri di manutenzione è piuttosto complesso, ci limiteremo quindi a riportare le principali attività che compongono le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, estrapolando quindi come risultato definitivo, i documenti sopra elencati che tengono già adeguatamente conto di tutti i fattori che contribuiscono ad accrescere gli oneri di manutenzione.

Attività manutentive:

Rilevazione delle lampade fuori servizio:

- ricambio delle lampade
- riparazione dei guasti
- pulizia degli apparecchi d'illuminazione con particolare attenzione al gruppo ottico ed agli schermi di protezione
- controllo periodico dello stato di conservazione dell'impianto
- sostituzione dei componenti elettrici e meccanici deteriorati
- verniciatura delle parti ferrose

Per impianti per i quali per motivi di traffico o di ordine pubblico si renda necessario un servizio di presidio continuato per il recepimento dei disservizi a la pronta riparazione, occorre tenere conto anche di tale voce che potrà essere perseguita con personale specializzato o quasi completamente automatizzato mediante sistemi di telecontrollo e di segnalazione dei guasti.

I metodi di calcolo che hanno permesso di valutare i costi manutentivi trovando le soluzioni che li minimizzano, ovviamente non tengono conto di variabili ulteriori quali:

- la rilevazione delle lampade fuori servizio
- il presidio continuato per il pronto intervento in caso di disservizio
- la riparazione dei guasti per atti vandalici o incidenti stradali

I metodi di calcolo dei costi manutentivi per la loro ottimizzazione, inoltre si basano su ipotesi che verranno di seguito sviluppate, e presuppongono:

- che il cambio lampada venga effettuato a programma e ad intervalli regolari,
- che il controllo dello stato di conservazione dell'impianto e di pulizia delle parti ottiche e degli elementi di chiusura vengano effettuati in concomitanza di ogni ricambio di lampada (tanto programmato quanto saltuario ed accidentale per rottura).

### **a. MANUALE D'USO E CONDUZIONE**

#### **Introduzione**

Gli obiettivi principali del manuali d'uso e di conduzione sono:

- prevenire e limitare gli eventi di guasto che comportano l'interruzione del funzionamento,
- evitare un invecchiamento precoce degli elementi tecnici e dei componenti costitutivi,
- fornire un adeguata conoscenza all'utilizzatore dell'impianto medesimo.

La gestione della programmazione può essere più efficace se inquadrata all'interno di sistema di gestione integrata degli impianti d'illuminazione presenti sul territorio quali per esempio sistemi GIS di gestione topografica georeferenziata tematica del territorio.

#### ***Impianto d'illuminazione in generale***

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.



---

Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde; una volta smontate le lampade con carica esaurita queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura del bulbo contenete i gas esauriti.

#### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

- Abbassamento livello di illuminazione
- Avarie
- Difetti agli interruttori

#### **Pali per l'illuminazione**

#### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

- Corrosione
- Difetti di stabilità

### **B. MANUALE DI MANUTENZIONE**

#### **Introduzione**

Il manuale di manutenzione definisce i passaggi ed i processi della manutenzione programmata degli impianti d'illuminazione. Il suo utilizzo permette di razionalizzare e rendere più efficienti le attività inerenti la manutenzione attuando tutte le procedure necessarie per prevenire malfunzionamenti, anomalie e guasti.

Le operazioni di manutenzione sono regolamentate dalle vigenti normative di legge in materia e devono essere effettuate esclusivamente da personale autorizzato dotato di tutti i dispositivi di protezione personale previsti per legge, e della strumentazione minima prevista per tali tipi di interventi mantenuta in perfetta efficienza.

L'esigenza di una manutenzione programmata periodica è quella di conservare gli impianti d'illuminazione nel tempo in perfetta efficienza sino alla morte naturale degli impianti medesimi (prevista dopo 25-30anni), migliorandone l'economia di gestione. A tal fine è indispensabile una completa pianificazione ed organizzazione del servizio di manutenzione unito ad una adeguata formazione del personale operativo.

Si evidenziano a tal proposito le tipologie più comuni di interventi legati ad un uso normale ed ordinario degli impianti d'illuminazione:

- sostituzione delle lampade;
- pulizia degli apparecchi di illuminazione;
- stato di conservazione dell'impianto;
- verniciatura e protezione dalla corrosione dei sostegni.

Gli automezzi per la manutenzione devono essere dotati degli idonei dispositivi di sollevamento o di accesso ai corpi illuminanti, partendo dalle semplici scale doppie per i sostegni di apparecchi decorativi posti a meno di 3.5 metri da terra, sino a sistemi con cestello mobile per sostegni sino a 8- 10 metri di altezza.

Gli interventi manutentivi devono essere coordinati in modo da minimizzare i costi d'intervento e massimizzarne l'efficacia, per tale motivo si riportano di seguito le seguenti modalità operative minime:

- far corrispondere il cambio lampada con la pulizia dei vetri di protezione e chiusura. Solo in caso di apparecchi con ridotti livelli protezione agli agenti atmosferici, possono essere previsti degli interventi intermedi

- Gli interventi di manutenzione sugli impianti elettrici sono estremamente delicati in quanto è necessario mantenere l'integrità nel tempo dell'impianto documentando adeguatamente eventuali interventi che ne modifichino le caratteristiche, utilizzando materiali identici a quelli esistenti (nel caos dei cavi anche nel colore), con analoghe prestazioni, evitando di alterare il grado di protezione di quei componenti che sono suscettibili di esposizione alle intemperie.

- I quadri elettrici vanno puliti periodicamente, ogni anno, assicurandosi che i contrassegni conservino la loro leggibilità. Ogni anno occorre controllare le linee nei pozzetti e l'efficienza dei relè crepuscolari se presenti.

- Per quanto riguarda i sostegni di acciaio, essi vanno tenuti in osservazione, in relazione alle condizioni atmosferiche, al fine di provvedere alla verniciatura quando necessaria. Una periodicità per la verniciatura, in ogni caso, può essere prevista intorno ai cinque anni limitatamente per sostegni verniciati e per periodi molto più lunghi per pali in acciaio zincato che comunque perdono gran parte del loro strato protettivo in meno di 10 anni.

Gli interventi manutentivi, devono essere adeguatamente documentati e registrati.

Come verrà evidenziato si legheranno le operazioni di verifica e controllo alle esigenze di pulizia degli schermi degli apparecchi e di cambio lampada.

Un particolare chiarimento è necessario nei confronti delle operazioni di cambio lampada:

- calcolare i tempi di accensione media annua dei singoli circuiti e confrontarli con le tabelle fornite dai produttori della vita media delle lampade installate, per valutare i tempi di relamping programmati;
- calcolare il costo dell'intervento di manutenzione come somma del costo della sorgente e del tempo medio di sostituzione della medesima (comprensiva di eventuale noleggio di cestello);
- le sorgenti luminose mal sopportano sbalzi di tensione e frequenti cicli di accensione e spegnimento;
- non maneggiare le sorgenti luminose con le dita;
- Non utilizzare le apparecchiature in condizioni di lavoro differenti da quelli suggeriti dalla ditta costruttrice;
- Utilizzare sistemi di stabilizzazione della tensione che migliora le performance, riduce i costi energetici (anche con operazione di riduzione del flusso luminoso), ed aumenta la vita media delle sorgenti luminose.

Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite con le apparecchiature non in tensione, (dopo aver controllato che gli interruttori dei relativi circuiti siano aperti) da personale qualificato ed autorizzato.

## C. PROGRAMMA DELLE MANUTENZIONI

### Introduzione

Il programma delle manutenzioni definisce in modo puntuale e specifico la tempistica degli interventi programmati e periodici sul territorio per agevolare un servizio di maggiore qualità al cittadino e per una migliore gestione delle risorse favorendo economie gestionali e organizzative.

Segue un programma operativo adeguato al parco impianti d'illuminazione comunale.

#### C.1. MANUTENZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Nella tabella C.1 seguente illustriamo le principali criticità ed anomalie cui possono essere soggetti gli apparecchi di illuminazione, siano essi stradali, proiettori, da arredo urbano, ecc.

E' importante sottolineare l'importanza della pulizia e della manutenzione del vano ottico degli apparecchi di illuminazione, attività che sarà effettuata in occasione di ogni ricambio lampade, utilizzando specifici prodotti chimici non aggressivi, allo scopo di mantenere inalterate nel tempo (il più a lungo possibile) le caratteristiche prestazionali dell'impianto.

CRITICITÀ	COMPONENTE	CRITICITÀ	
	Sistema di fissaggio dell'apparecchio su palo/braccio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difettosità del sistema di serraggio</li> <li>- Corrosione metallica</li> <li>- Errato orientamento apparecchio sulla strada</li> </ul>	
	Vano ottico delle armature/proiettori, ecc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sporcizia, opacizzazione delle coppe, ossidazione riflettore</li> </ul>	
	Sistema di chiusura delle armature/proiettori, ecc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- difettosità del sistema di chiusura</li> <li>- degradazione delle guarnizioni e conseguente</li> <li>- riduzione del grado di protezione nominale IP</li> </ul>	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE
	Verifica del fissaggio degli apparecchi ai bracci o sostegni	In base alla periodicità del ricambio lampade	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Verifica dell'inclinazione del gruppo ottico rispetto alla sede stradale	In base alla periodicità del ricambio lampade	
	Verifica dello stato degli accessori elettrici interni (accenditore, alimentatore, condensatore, fotocellula, ecc.) e del cablaggio elettrico	In occasione di ogni ricambio lampade, a programma o su guasto	
	Verifica dell'integrità di vetri, globi, schermi, guarnizioni, ecc.	In base alla periodicità del ricambio lampade	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE
	Pulizia del vano ottico (coppa, riflettore, schermi, vetriere, ecc.) e della brillantatura con appositi prodotti non corrosivi.	Intervalli compresi tra i 6 mesi e l'anno. In occasione di ogni ricambio lampade	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES).

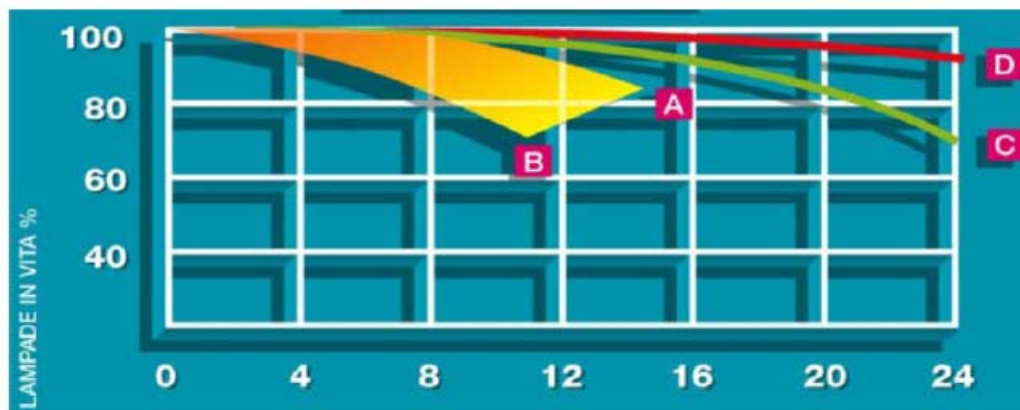
TABELLA C.1: DISCIPLINARE DI MANUTENZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE IL RICAMBIO DELLE SORGENTI LUMINOSE

Molto spesso, la mancanza di un opportuno programma di sostituzione delle lampade, comporta un duplice svantaggio: da una parte un disagio agli utenti in quanto gli interventi di sostituzione avvengono solo in conseguenza dei guasti con conseguente interruzione del servizio e dall'altra, una politica di sostituzione delle lampade molto sbilanciata a favore della manutenzione a guasto, comporta un utilizzo non razionale e non efficiente delle risorse impiegate nella manutenzione.

Per tali motivi, viene attribuita particolare importanza e cura alla programmazione di quest'attività.

La periodicità con cui vengono sostituite le lampade dipende naturalmente dalla vita media delle sorgenti luminose, ed è pertanto un dato caratteristico di ciascuna tipologia di lampade. La vita utile delle lampade dipende da numerosi fattori: l'effetto "specchio", lo scarso smaltimento di calore, il gruppo di alimentazione non idoneo, gli sbalzi della tensione di alimentazione.

L'installazione di sistemi di regolazione del flusso luminoso, stabilizzando la tensione di rete, consentirebbe di prolungare la vita utile delle lampade fino a raddoppiarla, riducendo così i costi di manutenzione (per l'aumento della "vita programmata" delle lampade).



Il grafico qui raffigurato rappresenta un esempio, ricavato da esperienze sul campo, di come la vita media delle lampade sia inferiore a quella prevista in laboratorio (l'area fra A e B rappresenta i dati rilevati su impianti esistenti, in ascisse sono riportate le migliaia di ore di funzionamento, in ordinate la percentuale di lampade ancora efficienti; la linea C si riferisce ai dati previsti in laboratorio, la linea D a quelli rilevati sul campo in presenza del regolatore di flusso); tale differenza è dovuta agli shock (di tensione, termici ed altro) subiti dalle lampade in normali condizioni di esercizio rispetto a quelle presenti in impianti in cui è presente un regolatore di flusso. Tali dispositivi inoltre garantiscono non solo un aumento della vita media delle lampade, ma anche livelli elevati di efficienza dell'utilizzo delle lampade stesse; il secondo grafico sotto riportato, mostra infatti tale effetto (la curva in basso è legata ad impianti senza regolatore, quella in alto ad impianti col regolatore; ancora una volta in ascissa sono riportate le migliaia di ore di funzionamento, in ordinata il flusso luminoso residuo delle lampade).



La regolazione del flusso luminoso consente quindi una buona gestione degli impianti, conseguendo un sensibile risparmio energetico e riducendo gli oneri di manutenzione.

La periodicità suggerita in generale considerando la vita media per la periodica sostituzione delle lampade fornite dal costruttore, tenendo conto delle ore di funzionamento annue di 4200 ore (valore assunto analizzando i consumi degli impianti di illuminazione relativi all'anno 2010), è la seguente:

#### **TIPOLOGIA DELLE PRINCIPALI LAMPADE A SCARICA ATTUALMENTE INSTALLATE**

<b>TIPOLOGIA LAMPADA</b>	<b>MARCA LAMPADA</b>	<b>PERIODICITA' RICAMBIO LAMPADA</b>
❖ NAV. E 100 SUPER ❖ NAV. E 150 SUPER ❖ NAV. E 250 SUPER	OSRAM	4 anni
❖ NAV. T 70 SUPER ❖ NAV. T 100 SUPER ❖ NAV. T 150 SUPER ❖ NAV. T 250 SUPER ❖ NAV. T 250 SUPER	OSRAM	4 anni
❖ NAV. TS 150 SUPER	OSRAM	4 anni
❖ NAV. E/I 70W ❖ NAV. E/I 2x70W	OSRAM	4 anni
❖ MASTER SON-T PIA PLUS 70W ❖ MASTER SON-T PIA PLUS 100W ❖ MASTER SON-T PIA PLUS 150W	PHILIPS	4 anni
❖ MASTER CITY WHITE CDO-TT 70W ❖ MASTER CITY WHITE CDO-TT 100W	PHILIPS	3 anni

## CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI ALCUNE DELLE LAMPADE A SCARICA ATTUALMENTE INSTALLATE (schede tecniche fornite dal costruttore)

### Lampade al sodio ad alta pressione

#### - NAV-E 100 SUPER (Osram)

Dati elettrici	
Efficacia caratteristica della lamp (std)	104 lm/W
Potenza nominale	100 W
Capacità condensatore a 50 Hz	12 $\mu$ F <sup>1)</sup>
Potenza di costruzione	100 W
Corrente di costruzione	1.2 A

Durata	
Fattore sopravvivenza car. 2.000 h	0.99
Fattore sopravvivenza car. 4.000 h	0.98
Fattore sopravvivenza car. 6.000 h	0.98
Fattore sopravvivenza car. 8.000 h	0.97
Fattore sopravvivenza car. 12.000 h	0.96
Fattore sopravvivenza car. 16.000 h	0.95
Fattore sopravvivenza car. 20.000 h	0.90
Modalità di funzionamento LLMF/LSF	50 Hz
Durata	28000 h <sup>2)</sup>

- <sup>2)</sup> Durata della vita media

Dati illuminotecnici	
Indice di resa dei colori caratt. (Ra)	20
Flusso luminoso caratteristico	10400 lm
Flusso luminoso nominale	10200 lm
Flusso luminoso	10200 lm
Temperatura colore caratteristica	2000 K
Indice di resa del colore Ra	$\leq 25$

Dati illuminotecnici	
Fattore mantenim flusso lum car. 2.000h	0.94
Fattore mantenim flusso lum car. 4.000h	0.92
Fattore mantenim flusso lum car. 6.000h	0.90
Fattore mantenim flusso lum car. 8.000h	0.89
Fattore mantenim flusso lum car. 12.000h	0.88
Fattore mantenim flusso lum car. 16.000h	0.87
Fattore mantenim flusso lum car. 20.000h	0.86
Temperatura di colore	2000 K
Classe di resa del colore	4
Luminanza	13 cd/cm <sup>2</sup>
Efficienza luminosa	102 lm/W

## - NAV-T 100 SUPER (Osram)

Dati elettrici	
Efficacia caratteristica della lamp (std)	98 lm/W
Potenza nominale	100 W
Capacità condensatore a 50 Hz	12 $\mu$ F <sup>1)</sup>
Potenza di costruzione	100 W
Corrente di costruzione	1.2 A

Durata	
Fattore sopravvivenza car. 2.000 h	0.99
Fattore sopravvivenza car. 4.000 h	0.98
Fattore sopravvivenza car. 6.000 h	0.98
Fattore sopravvivenza car. 8.000 h	0.97
Fattore sopravvivenza car. 12.000 h	0.96
Fattore sopravvivenza car. 16.000 h	0.94
Fattore sopravvivenza car. 20.000 h	0.90
Modalità di funzionamento LLMF/LSF	50 Hz
Durata	28000 h <sup>2)</sup>

## - <sup>2)</sup> Durata della vita media

Dati illuminotecnici	
Indice di resa dei colori caratt. (Ra)	20
Flusso luminoso caratteristico	10100 lm
Flusso luminoso nominale	10700 lm
Flusso luminoso	10700 lm
Temperatura colore caratteristica	2000 K

Dati illuminotecnici	
Indice di resa del colore Ra	$\leq 25$
Fattore mantenim flusso lum car. 2.000h	0.94
Fattore mantenim flusso lum car. 4.000h	0.92
Fattore mantenim flusso lum car. 6.000h	0.90
Fattore mantenim flusso lum car. 8.000h	0.89
Fattore mantenim flusso lum car. 12.000h	0.88
Fattore mantenim flusso lum car. 16.000h	0.87
Fattore mantenim flusso lum car. 20.000h	0.85
Temperatura di colore	2000 K
Classe di resa del colore	4
Luminanza	470 cd/cm <sup>2</sup>
Efficienza luminosa	107 lm/W

## - NAV-TS 150 SUPER (Osram)

Dati elettrici	
Potenza nominale	150 W
Capacità condensatore a 50 Hz	20 µF <sup>1)</sup>
Potenza di costruzione	150 W
Corrente di costruzione	1.8 A

Durata	
Durata	24000 h <sup>2)</sup>

- <sup>2)</sup> Durata della vita media

Dati illuminotecnici	
Flusso luminoso	15000 lm
Indice di resa del colore Ra	≤ 25
Temperatura di colore	2000 K
Classe di resa del colore	4
Luminanza	450 cd/cm²
Efficienza luminosa	100 lm/W

## - MASTER SON-T PIA PLUS 70W (PHILIPS)

### • Caratteristiche generiche

Descrizione del sistema	Accenditore esterno
Attacco	E27
Informazioni sull'attacco	-
Forma lampada	T35 [T 35mm]
Finitura lampada	Chiara
Posizione di funzionamento	UNIV. [Qualsiasi o Universale (U)]
Vita media al 5%	14000 hr
Vita media al 10%	17000 hr
Vita media al 20%	22000 hr
Vita media al 50%	30000 hr
LSF EM 20000h	83 %
Rated, 12h cycle	
LSF EM 16000h	92 %
Rated, 12h cycle	
LSF EM 12000h	96 %
Rated, 12h cycle	
LSF EM 8000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 6000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 4000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 2000h Rated, 12h cycle	99 %

### • Dati illuminotecnici

Codice di colore	220 [CCT of 2000K]
Indice resa cromatica	25 (max) Ra8
Temperatura di colore	2000 K
Temperatura di colore tecnico	1900 K

Coordinate cromatiche X	540 -
Coordinate cromatiche Y	420 -
Luminanza media alim. Cu-Fe	310 cd/cm²
Resa luminosa nom. 25°C in EM	91 lm/W
LLMF EM 20000h	86 %
Rated	
LLMF EM 16000h	86 %
Rated	
LLMF EM 12000h	87 %
Rated	
LLMF EM 8000h	88 %
Rated	
LLMF EM 6000h	89 %
Rated	
LLMF EM 4000h	90 %
Rated	
LLMF EM 2000h	92 %
Rated	
Flusso luminoso nom. EM 25°C	6600 Lm

### • Caratteristiche elettriche

Potenza lampada nominale	70 W
Tensione	230 V
Tensione lampada	90 V
Corrente lampada	1 A
Ferro-Rame	
Tempo di innesco	5 (max) s
Tempo di accensione al 90%	4 (max) min
Regolabile	Si



## - MASTER SON-T PIA PLUS 100W (PHILIPS)

### • Caratteristiche generiche

Descrizione del sistema	Accenditore esterno
Attacco	E40
Informazioni sull'attacco	-
Forma lampada	T46 [T 46mm]
Finitura lampada	Chiara
Posizione di funzionamento	UNIV. [Qualsiasi o Universale (U)]
Vita media al 5%	17000 hr
Vita media al 10%	21000 hr
Vita media al 20%	26000 hr
Vita media al 50%	36000 hr
LSF EM 20000h	91 %
Rated,12h cycle	
LSF EM 16000h	96 %
Rated,12h cycle	
LSF EM 12000h	98 %
Rated,12h cycle	
LSF EM 8000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 6000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 4000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 2000h Rated, 12h cycle	100 %

### • Caratteristiche elettriche

Potenza lampada nominale	100 W
Tensione	230 V
Tensione lampada	100 V
Corrente lampada	1.2 A
Ferro-Rame	

Tempo di innesco	5 (max) s
Tempo di accensione al 90%	4 (max) min
Regolabile	Si
Tempo di riaccensione	120 (max) s
Potenza nom.lampada EM 25°C	100 W
Potenza nom. lampada EM 25°	100 W

### • Classe di efficienza energetica

Contenuto di mercurio (Hg)	16 mg
----------------------------	-------

### • Dati illuminotecnici

Codice di colore	220 [CCT of 2000K]
Indice resa cromatica	25 (max) Ra8
Temperatura di colore	2000 K
Temperatura di colore tecnico	2000 K
Coordinate cromatiche X	535 -
Coordinate cromatiche Y	420 -
Luminanza media alim. Cu-Fe	400 cd/cm2
Resa luminosa nom. 25°C in EM	107 Lm/W
LLMF EM 20000h	89 %
Rated	
LLMF EM 16000h	90 %
Rated	

## -MASTER SON-T PIA PLUS 150W (PHILIPS)

### • Caratteristiche generiche

Descrizione del sistema	Accenditore esterno
Attacco	E40
Informazioni sull'attacco	-
Forma lampada	T46 [T 46mm]
Finitura lampada	Chiara
Posizione di funzionamento	UNIV. [Qualsiasi o Universale (U)]
Vita media al 5%	17000 hr
Vita media al 10%	21000 hr
Vita media al 20%	26000 hr
Vita media al 50%	36000 hr
LSF EM 20000h	91 %
Rated,12h cycle	
LSF EM 16000h	96 %
Rated,12h cycle	
LSF EM 12000h	98 %
Rated,12h cycle	
LSF EM 8000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 6000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 4000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 2000h Rated, 12h cycle	100 %

### • Caratteristiche elettriche

Potenza lampada nominale	150 W
Tensione	230 V
Tensione lampada	100 V
Corrente lampada	1.8 A
Ferro-Rame	

Tempo di innesco	10 (max) s
Tempo di accensione al 90%	4 (max) min
Regolabile	Si
Tempo di riaccensione	180 (max) s
Potenza nom.lampada EM 25°C	154 W
Potenza nom. lampada EM 25°	150 W

### • Classe di efficienza energetica

Contenuto di mercurio (Hg)	16 mg
----------------------------	-------

### • Dati illuminotecnici

Codice di colore	220 [CCT of 2000K]
Indice resa cromatica	25 (max) Ra8
Temperatura di colore	2000 K
Temperatura di colore tecnico	2000 K
Coordinate cromatiche X	535 -
Coordinate cromatiche Y	420 -
Luminanza media alim. Cu-Fe	340 cd/cm2
Resa luminosa nom. 25°C in EM	117 Lm/W
LLMF EM 20000h	94 %
Rated	
LLMF EM 16000h	95 %
Rated	

## - MASTER CITY WHITE CDO-TT 70/100 W

Nome prodotto	Forma lampada	Finitura lampada	Attacco	Posizione di funzionamento	Codice di colore	Colorazione	Potenza lampada nominale	Tensione lampada	Corrente lampada Ferro-Rame	Regolabile
MASTER CityWhite CDO-TT 50W/828 E27 1SL	T35	Chiara	E27	UNIV.	828	Bianca calda	50	85	0.753	Si
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 70W/828 E27	T35	Chiara	E27	UNIV.	828	Bianca calda	70	93	1	Si
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 100W/828 E40	T46	Chiara	E40	UNIV.	828	Bianca calda	100	97	1.2	Si
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 150W/828 E40	T46	Chiara	E40	UNIV.	828	Bianca calda	150	98	1.8	Si
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 250W/830 E40	T46	Chiara	E40	UNIV.	830	Bianca calda	250	100	2.92	Si

Nome prodotto	Coordinate cromatiche X	Coordinate cromatiche Y	Indice resa cromatica	Vita media al 10%	Vita media al 20%	Vita media al 5%	Vita media al 50%	Temperatura attacco	Temperatura lampada	Temperatura di colore
MASTER CityWhite CDO-TT 50W/828 E27 1SL	447	402	80	10000	13000	8000	18000	200 (max)	350 (max)	2800
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 70W/828 E27	446	393	90	10000	12000	8500	16000	200 (max)	350 (max)	2800
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 100W/828 E40	445	395	88	12000	14000	10000	18000	250 (max)	450 (max)	2800

Nome prodotto	Contenuto di mercurio (Hg)	Tempo di riaccensione	Resa luminosa nom. 25°C in EM	LLMF EM 20000h Rated	LLMF EM 16000h Rated	LLMF EM 12000h Rated	LLMF EM 8000h Rated	LLMF EM 6000h Rated	LLMF EM 4000h Rated	LLMF EM 2000h Rated
MASTER CityWhite CDO-TT 50W/828 E27 1SL	4.8	720 (max)	78	55	58	62	68	72	77	86
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 70W/828 E27	6.8	720 (max)	103	71	74	78	83	86	90	95
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 100W/828 E40	11	900 (max)	109	80	82	85	88	90	92	95
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 150W/828 E40	15.8	900 (max)	110	80	82	85	88	90	92	95
MASTER CityWhite CDO-TT Plus 250W/830 E40	25.3	900 (max)	113	80	82	85	88	90	92	95

## C.2. MANUTENZIONE LINEE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE (SOSTITUZ. COMPONENTI ELETTRICI)

Sono comprese nelle linee elettriche di alimentazione sia le dorsali che le derivazioni per i singoli complessi illuminanti con i relativi componenti elettrici (alimentatori, condensatori, ecc.).

La tabella seguente riassume le principali attività ispettive che dovrebbero essere inserite nella manutenzione programmata preventiva.

I controlli periodici di tutta la componentistica del sistema di distribuzione e alimentazione dei centri luminosi rivestono una particolare importanza perché possono prevenire possibili rischi elettrici derivanti da contatti con parti metalliche normalmente non in tensione e di possibili interruzioni del servizio.

Tali situazioni potrebbero essere causate, infatti, dal deterioramento dell'isolamento dei conduttori elettrici, giunti, cassette di derivazione, ecc..

CRITICITA'	COMPONENTE	CRITICITÀ	
	Conduttori	deterioramento dell'isolamento elettrico:	
	Giunzioni, connessioni in linea	deterioramento dell'isolamento elettrico;	
	Cassette di derivazione (se presenti)	deterioramento dell'isolamento elettrico e difettosità dei contatti elettrici;	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE
	Verifica dei punti di derivazione alla base dei pali o nelle cassette di derivazione	2 anni	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Verifica dello stato d'isolamento dei conduttori delle dorsali e delle derivazioni	2 anni	
	Verifica dello stato di conservazione delle cassette di derivazione, delle morsettiere e delle portelle dei pali	2 anni	
	Verifica dello stato di conservazione dei giunti, se ispezionabili	2 anni	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE E MODALITÀ DI ESECUZIONE
	Sostituzione cablaggi, cassette di derivazione, se ritenuti necessari dalle verifiche.	Secondo esito ispezione	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1

TABELLA C.2 : MANUTENZIONE LINEE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE

### C.3. MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di illuminazione esistente è stato costruito, di norma, in doppio isolamento (o isolamento rinforzato).

Nel caso si riscontrasse però, qualche situazione impiantistica diversa, si riportano alcune indicazioni relative agli impianti costruiti "con semplice isolamento (classe I)" e relativo impianto di messa a terra. L'impianto di messa a terra è prescritto dalla norma CEI 64-8 quale sistema di protezione dai contatti indiretti per impianti di tipo TT realizzati in classe I di isolamento.

Come di consueto, indichiamo nella tabella seguente le attività necessarie per garantire nel tempo l'efficienza di questo sistema.

CRITICITÀ	COMPONENTE	CRITICITÀ	
	Conduttori	- rotture dovute ad usura e a sollecitazioni meccaniche;	
	Dispensori e morsetti di collegamento	- ossidazione delle connessioni ai conduttori; - corrosione dei dispensori	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE
	Esame a vista dello stato generale dell'impianto di terra	2 anni	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Verifica del serraggio e dell'efficienza delle connessioni elettriche con l'impianto di terra	2 anni	
	Verifica della continuità dei conduttori di terra e di protezione	2 anni	
	Verifica delle linee messe a terra (classe I)	5 anni	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE E MODALITÀ DI ESECUZIONE
	Sostituzione bulloni, morsettiere, conduttori ecc.	10 anni (indicativamente)	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1

TABELLA C.3.: MANUTENZIONE IMPIANTI DI TERRA

#### C.4. MANUTENZIONE QUADRI ELETTRICI BT DI ALIMENTAZIONE E COMANDO

Le attività di manutenzione interessano anche i possibili guasti dovuti al deterioramento dei dispositivi di sezionamento e manovra degli impianti di illuminazione pubblica (Quadri).

CRITICITA'	COMPONENTE	CRITICITÀ	
	Armadi in materiale isolante (vetroresina)	- usura e danneggiamento del telaio e dello sportello; - deterioramento dell'isolamento elettrico, nel caso di armadi in materiale isolante;	
	Dispositivi di protezione, sezionamento e manovra degli impianti di illuminazione pubblica	-obsolescenza dei dispositivi (interruttori differenziali, magnetotermici, contattori, ecc.); - ossidazione dei contatti elettrici con rischi conseguenti di arco elettrico	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE
	Verifica a vista dello stato di conservazione del telaio e degli sportelli degli armadi;	1 anno	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Controllo anche mediante misura dei parametri elettrici dell'impianto (correnti di linea, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva)	1 anno	
	Verifica stato di conservazione e valori di taratura dei dispositivi di accensione (interruttori crepuscolari, ecc.)	1 anno	
	Verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione differenziale, mediante prova diretta di funzionamento e dei dispositivi di protezione delle linee (magnetotermici, ecc.)	1 anno	
	Verifica dispositivi di inserzione automatica in caso di esistenza di impianti di rifasamento automatico.	1 anno	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ	RISORSE IMPIEGATE E MODALITA' DI ESECUZIONE
	Regolazioni, tarature.	Secondo esito ispezione	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Eventuale modifica del cablaggio per riequilibrare i carichi sulle tre fasi.	1 anno	

TABELLA C.4 : MANUTENZIONE QUADRI ELETTRICI PER ILLUM. IN BT

### C.5. MANUTENZIONE DEI SOSTEGNI

Per sostegni s'intendono: i pali in acciaio stradali e di arredo urbano, i bracci parete, le mensole; la totalità di tali componenti saranno periodicamente oggetto di specifiche ispezioni e interventi di manutenzione. Particolare cura ed attenzione sarà dedicata al controllo dello stato di corrosione alla sezione d'incastro dei sostegni metallici.

Tali verifiche sono molto importanti in quanto il fenomeno della corrosione è particolarmente insidioso; una volta intaccato il sostegno può progredire sino alle estreme conseguenze senza alcun segno premonitore e determinare la caduta del sostegno stesso, spesso in presenza di vento anche debole. Il fenomeno corrosivo può essere rilevato facendo ricorso a diverse tecniche:

Misura della resistenza di polarizzazione

Spessimetro ad ultrasuoni

Spessimetro T- scan

Radiografia

Analisi chimico-fisica del sito e delle infrastrutture

Occorre effettuare rilevazioni di corrosione a campione dei sostegni tramite le prime due tecniche precedentemente indicate, attualmente considerate più efficaci, affidabili ed economiche fra quelle comunemente in uso. Tali metodologie di rilevazione forniranno elementi che indirizzeranno gli ulteriori interventi di manutenzione verso la sostituzione del sostegno o il recupero.

Nella tabella seguente, si riportano le indicazioni delle attività di ispezione e gli interventi periodici previsti nell'ambito della manutenzione programmata – preventiva.

CRITICITÀ	COMPONENTE	CRITICITÀ	
	Pali in acciaio verniciato / zincato	- corrosione in corrispondenza della sezione di incastro del palo.	
	Pali in cemento armato centrifugato e/o vibrato	- degradazione del materiale che costituisce lo strato superficiale del sostegno e progressiva corrosione del ferro che ne costituisce la struttura;	
	Bracci in acciaio installati a parete o su palo	- corrosione in corrispondenza delle zone di connessione e attacco ai sostegni o a parete e agli apparecchi d'illuminazione	
	Tesate	- corrosione delle funi di acciaio per apparecchi a sospensione.	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ	
	Verifica zincatura e protezione anticorrosiva / sostegni e bracci in acciaio zincato	2 anno	
	Verifica stato di corrosione / Sostegni in acciaio	2 anno	
	Verifica stabilità (e verticalità) / sostegni e bracci	2 anno	
	Verifica collegamenti di terra / Sostegni (se esistente)	2 anno	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ	
	Verniciatura / Sostegni e mensole Ripristino trattamento zincatura	4-5 anni dopo 10 anni indicativamente	

TABELLA C.5 : MANUTENZIONE DEI SOSTEGNI

## COSTI MANUTENTIVI

Riportiamo di seguito i costi medi di manutenzione indicativi delle sorgenti tipo SAP (sodio alta pressione) essendo queste il 95,37 % di tutte quelle installate nel comune di Arco.

CARATTERISTICHE	SAP 100W (NAV E/T 100 SUPER) SAP 70W (NAV T 70 SUPER) SAP 150W (NAV E/T/TS 150 SUPER)
Costo medio lampada (€)	€ 35,00 (indicativo)
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA</b> (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)	
Durata media anni	4
Costo annuo lampada	€ 8,75
<b>REATTORI</b>	
Reattori durata media	3
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)
Costo annuo reattori	€ 16
<b>ACCENDITORI</b>	
Accenditori durata media	2
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)
Costo annuo accenditori	€ 12
<b>MANUTENZIONE</b>	
Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)	10 €
Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2anni: 20 €/2)	10 €
Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)	0
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>	
	<b>56,75 €</b>

### 5.6- Pianificazione dell' eventuale sviluppo dell'illuminazione su tutto il territorio comunale

Qualora l'Amministrazione Comunale esprimesse la volontà di illuminare alcuni degli attraversamenti pedonali presenti sul territorio rilevanti dal punto di vista della sicurezza, si suggerisce l'installazione di apparecchi di illuminazione con ottica dedicata all'illuminazione degli attraversamenti stessi e dotati di sorgenti con indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 65$  per la migliore percezione possibile di eventuali ostacoli, Temperatura di colore compresa tra 4000K e 4500K, ed efficienza luminosa pari almeno a 80 lm/W.

Pertanto nel caso di apparecchi funzionali all'illuminazione degli attraversamenti pedonali le sorgenti suggerite sono lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico con  $Ra \geq 92$ , e  $T=4200K$ , sorgenti luminose a led con  $Ra \geq 80$  e  $T=4000K$  o lampade ad alogenuri metallici con efficienza migliorata ( $Ra \geq 65$ ,  $T=2800-3000K$ ).

Per le piste ciclabili di futura realizzazione, qualora queste abbiano una propria sezione distinta da quella della strada che fiancheggiano si prevede l'installazione di apparecchi di illuminazione dedicati, con ottica totalmente schermata, idoneo grado di protezione alla penetrazione di polvere e liquidi, marcatura IMQ e certificazione L.P. n.16/07, fissati su palo di media altezza ( $4m < h < 6m$ ) ed equipaggiati con lo stesso tipo di sorgente utilizzata per le strade attigue (LED se esterne al centro storico, lampade al sodio ad alta pressione o a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata se interne al centro storico).



---

## TIPOLOGIE DI INTERVENTO: LINEE GUIDA PROGETTUALI OPERATIVE

### **Linee guida per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica valide su tutto il territorio**

#### Controllo del flusso luminoso diretto:

E' necessario limitare il più possibile l'intensità luminosa oltre i 90° - apparecchi che emettano al massimo tra 0 e 0.49 cd di intensità luminosa ogni 1000 lumen emessi. Significa contenere il flusso luminoso al di sopra della linea di orizzonte.

#### Controllo del flusso luminoso indiretto:

Il valore previsto dalla classificazione delle strade deve essere limitato al minimo previsto dalle norme tecniche di sicurezza.

#### Ottimizzazione delle interdistanze degli apparecchi e delle potenze installate:

Scegliendo apparecchi di qualità, certificati e con elevate performance.

#### Utilizzare lampade ad alta efficienza

In caso di adeguamento sostituire le lampade e valutare la potenza se eccessiva.

#### Risparmio energetico

Utilizzare riduttori del flusso luminoso e/o sistemi di telecontrollo e telegestione

#### Parametri per il progetto illuminotecnico

- Considerare il luogo dal punto di vista urbanistico e architettonico che si vuole illuminare;
- Definire i parametri previsti dalla norma;
- Scegliere l'apparecchio illuminante e tipologia della lampada;
- Effettuare il calcolo illuminotecnico.

#### Contenuto del calcolo illuminotecnico:

- Il numero degli apparecchi necessari
- L'interdistanza di installazione (minimo 3.7 altezza sostegno)
- L'altezza dei sostegni
- Le caratteristiche del plinto di fondazione
- La potenza elettrica installata
- Il dimensionamento delle linee elettriche
- Il rispetto dei parametri illuminotecnici
- Costo di realizzazione

Il progettista incaricato della stesura di un progetto illuminotecnico dovrà individuare chiaramente la zona o le zone di studio considerate per la corretta classificazione della strada e la giustificazione delle scelte unitamente alla categoria illuminotecnica di riferimento ed ai parametri principali utilizzati per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

- 1) strade e traffico veicolare assi principali
- 2) strade e traffico veicolare assi secondari
- 3) strade e traffico veicolare zone artigianali
- 4) applicazione in parchi e aree agricole modestamente abitate
- 5) applicazioni specifiche: aree verdi parchi e giardini
- 6) applicazioni specifiche: impianti sportivi
- 7) applicazioni specifiche: strade pedonali fuori centro abitato
- 8) applicazioni specifiche: strade pedonali, piazze, centri storici
- 9) applicazioni specifiche: piste ciclabili
- 10) applicazioni specifiche: parcheggi
- 11) applicazioni specifiche: rotatorie
- 12) illuminazione residenziale e impianti privati

## 1. Strade a traffico veicolare: Assi viari principali

Sono considerati assi viari principali quelli che secondo la classificazione stradale sono stati assimilati alle strade con il maggior traffico motorizzato extraurbano ed urbano.

Identifichiamo ora le linee guida progettuali in caso di:

**Categoria illuminotecnica ME3a- ME3b- ME3c** : Le via presenti attualmente sul territorio sono quelle di tipo urbane interquartiere.

### Situazione di Arco

Per quanto riguarda il territorio del Comune di Arco rientrano in queste categorie:

Via S. Andrea; Via S. Caterina – Gardesana Occidentale (S.S. N.45 bis); Via Grande circonvallazione – Gardesana Orientale (S.S. N. 249); Via F. Santoni – Gardesana Occidentale (S.S. N.45 bis); Viale Rovereto – S.S. N.240; Via A. Moro; Via Linfano; Via S. Giorgio

## CLASSE ME3

Rientrano nella categoria ME3 a pieno titolo le superstrade, tangenziali, ma anche le strade provinciale e statali in ambito extraurbano e urbano quali:

B- Extraurbane principali (ME3a) (Campo visivo normale)

D- Urbane di scorrimento veloce (ME3a) ( $V_{max} < 70$  km/h normali)

C- Extraurbane secondarie (ME3a) ( $V_{max} < 70-90$  km/h normali)

E- Urbane interquartiere (ME3c) ( $V_{max} < 50$  km/h normali)

E- Urbane di quartiere (ME3c) ( $V_{max} < 50$  km/h normali)



Possono rientrare inoltre le seguenti categorie di strade:

D- Urbane di scorrimento (ME3c) ( $V_{max} < 50$  km/h in aree di conflitto)

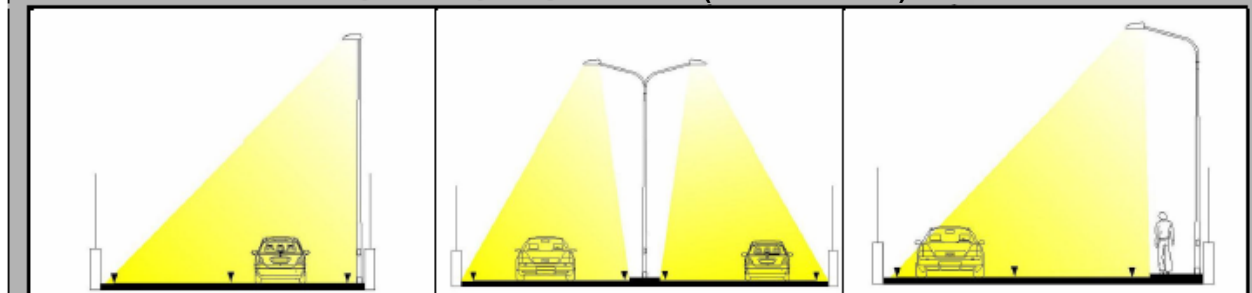
C- Extraurbane secondarie (ME3c) ( $V_{max} < 50$  km/h in aree di conflitto)

F- Locali extraurbane (ME3a) ( $V_{max} < 70-90$  km/h normali)

F- Locali extraurbane (ME3c) ( $V_{max} < 50$  km/h in aree di conflitto)

TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE		CLASSIFICAZIONE			
 apparecchio testapalo	 palo con sbraccio	<b>ME 3a</b>			
		Luminanza media mantenuta	Uniformità		Ti
		$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	Ui	Ti
		1,0	0,4	0,7	15
		<b>ME 3c</b>			
		Luminanza media mantenuta	Uniformità		Ti
		$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	Ui	Ti
		1,0	0,4	0,5	15

### SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE STRADALE ( $L_m = 1$ cd/m<sup>2</sup>)



<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione massima sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada): - Classe ME3: 8-10 metri
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65, temperatura di colore 2150K o Ra=20-25, e temperatura di colore 1950K, per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 4,
	Soluzioni Led: > Ra=75 con Temperatura di colore da 4000K a 4500K (luce bianca neutra), per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 4.
POTENZA	Lampade a scarica. Classe ME3 (Lm= 1cd/m <sup>2</sup> ) utilizzare le soluzioni con potenze inferiori: per strada con larghezze sino a 7 metri: 70-100W per strada con larghezze sino a 8 metri: 100W per strada con larghezze oltre 8 metri: 100-150W
	Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 40W ai 69W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza, il rapporto minimo interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4 - 4.2
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

### Categoria illuminotecnica ME4:


Rientrano nella categoria **ME4b** a pieno titolo le strade urbane e extraurbane locali e secondarie:

D- Urbane di scorrimento ( $V_{max} < 50$  km/h normali)

C- Extraurbane secondarie ( $V_{max} < 50$  km/h normali)

F- Locali extraurbane ( $V_{max} < 50$  km/h normali)

F- Locali urbana ( $V_{max} < 50$  km/h con compito visivo importante)

TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE		CLASSIFICAZIONE			
		<b>ME 4b</b>			
		Luminanza media mantenuta	Uniformità		Ti
		$L_m$ [ $cd/m^2$ ]	Uo	Ui	Ti
		0,75	40%	50%	15%

#### Situazione di Arco

Rientrano in questa categoria :

-S.P. N.48 Via Somier (Bolognano)

-Via Gardesana S.S. N. 240

-Via Lungo Sarca

-Via Sabbioni

-Via Cavallo

-Via Monte Brione

-Via Lori

-Via Cappuccini (Massone)

-Via S. Torboli

-Loc. Patone

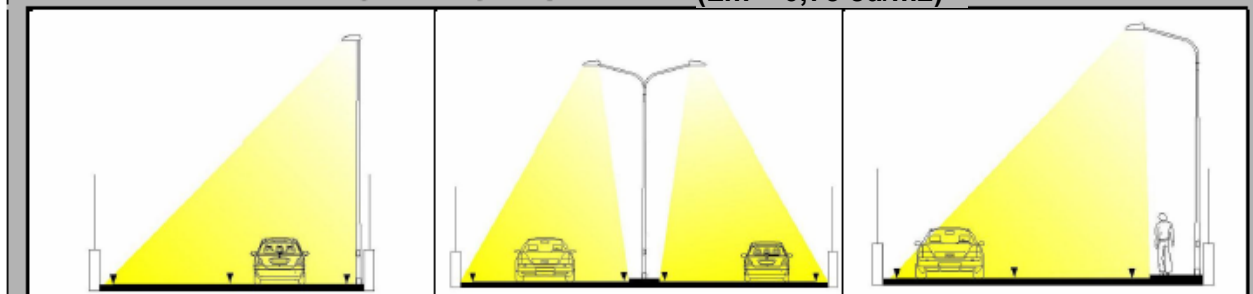
-Loc. Pratosaiano

-Via S. Giorgio

-Via Ischie

-Via Passirone

#### SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE STRADALE ( $L_m = 0,75$ cd/m<sup>2</sup>)

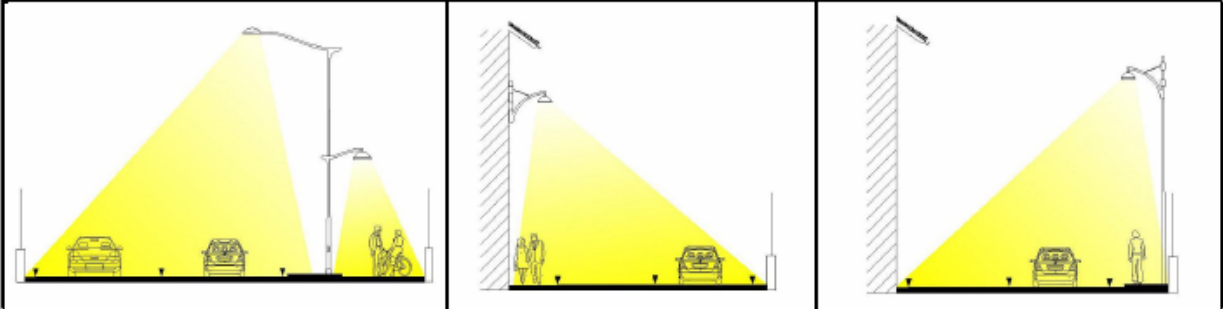


<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione massima sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada): - Indice illuminotecnico 3 ( $L_m = 0,75 \text{ cd/m}^2$ ): 7-8 metri
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=20-25, e temperatura di colore pari a 1950K
	Soluzioni Led: > Ra=80 con Temperatura di colore da 3200K a 4000K, per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 3.
POTENZA	Lampade a scarica. Classe ME4 ( $L_m = 0,75 \text{ cd/m}^2$ ), utilizzare le soluzioni con potenze inferiori: per strada con larghezze sino a 7 metri: 70W per strada con larghezze sino a 8 metri: 100W per strada con larghezze oltre 8 metri: 100-150W
	Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 40W ai 69W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza, il rapporto minimo interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4 - 4.2
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 2) strade e traffico veicolare assi secondari

La restante parte del tracciato viario, è caratterizzata prevalentemente da strade di piccole dimensioni e/o prevalentemente residenziali o locale alle quali non sono applicabili le convenzioni per la luminanza (aree complesse con molteplici direzioni di osservazione), oppure si riscontrano situazioni in cui sono presenti più utenti della strada, e quindi applicando la norma EN 13201 sono riconducibili alla categoria illuminotecnica **CE4**.

Trattandosi di tracciati misti: si suggeriscono di apparecchi di arredo anticati o anche moderni a seconda delle circostanze ed esigenze di valorizzazione, che meglio si adattino alla conformazione del territorio e del tessuto urbano in cui vengono inseriti.

SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME	
ILLUMINAZIONE MISTA CON APPARECCHI D'ARREDO	
	
DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
APPARECCHIO	
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione massima sui 90° e oltre, 0 cd/klm
SOSTEGNI	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada) 6-8m.
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.

DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
SORGENTI	
SORGENTE	Lampade a scarica. - Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) - Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W)
	Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K, per i tracciati urbani delle strade.
POTENZA	Lampade a scarica Indice illuminotecnico 2 (utilizzare le soluzioni con potenze inferiori): per strada con larghezze sino a 7.5 metri: 70W per le altre strade: 70-100W
	Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 30W ai 52W
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo consigliato di interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.0, in ambito stradale, e ottimizzazione del fattore di utilizzazione, in altri ambiti
NORMA RIFERIMENTO	EN 13201 - Classe CE (stradale- pedonale - complessa)
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatorî, se centralizzati accorpendo più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

### 3) strade e traffico veicolare zone artigianali

#### *Illuminazione privata*

L'illuminazione privata dei capannoni e delle aree limitrofe deve essere realizzata privilegiando le seguenti tipologie di installazioni:

- apparecchi sottogronda (stradali o proiettori) posizionati sui capannoni, dotati di lampade ai vapori di sodio alta pressione installati con vetro piano orizzontale e potenze installate limitate;
  - con sistemi dotati di sensori di movimento e di sicurezza per accensione immediata in caso di emergenze.
- In tale caso l'impianto d'illuminazione può essere integrato con una sola illuminazione minimale quasi di sola segnalazione.

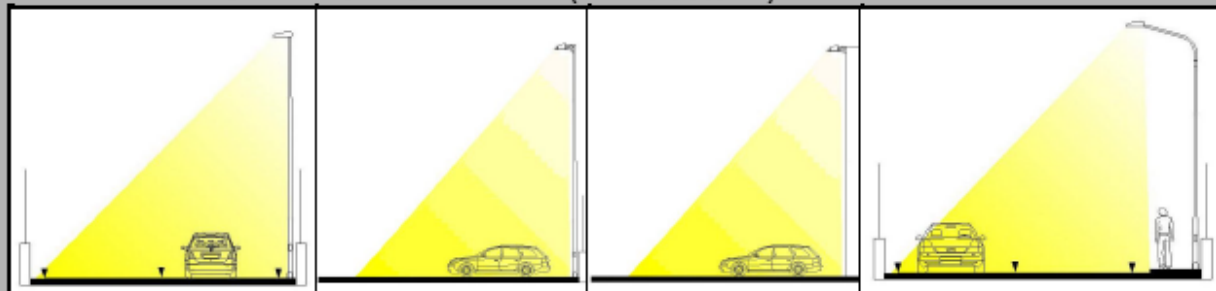
#### *Illuminazione pubblica*

Per queste applicazioni sussiste in modo limitato, l'esigenza futura di rifacimento degli impianti d'illuminazione obsoleti, mentre se viene consentita l'espansione di tali aree con nuova illuminazione in nuove lottizzazioni dedicate a tali ambiti, le tipologie illuminotecniche dovranno essere omogenee e prettamente funzionali, nonché a elevata efficienza e basso grado di manutenzione nel tempo.

In generale, per le loro caratteristiche le strade sono anche se di notevoli dimensioni, e questo potrebbe comportare un aumento delle potenze e delle altezze dei sostegni. Tali strade hanno generalmente un traffico estremamente limitato oltre il tradizionale orario lavorativo, pertanto l'illuminazione pubblica deve essere espressamente di sicurezza.



**SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME**  
**ILLUMINAZIONE STRADALE (Lm= 0.5cd/m2) AREE ARTIGIANALI**



**DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:**

**APPARECCHIO**

TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere.
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm

**SOSTEGNI**

SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada) 7-10m.
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione testa-palo, ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.

**SORGENTI**

SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K.
POTENZA	- per strada con larghezze sino a 7.5 metri: 70W - per strada con larghezze pari a 8 metri: 70-100W - per strada con larghezze oltre 8.5 metri: 150W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 30W ai 50W

DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo consigliato di interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.5.
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpendo più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

#### 4) applicazione in aree agricole modestamente abitate

Il territorio comunale è attraversato dalle strade principali di collegamento nonché da vie secondarie pubbliche in zone poco abitate.

Le suddette vie devono essere caratterizzate da una illuminazione ridotta, sia che un giorno si provveda ad illuminarle o che si debba rifare l'illuminazione attuale, in quanto:

- verrebbe compromesso il delicato equilibrio dell'ecosistema (flora e fauna) che ha la necessità del persistere del ciclo giorno-notte,
- il traffico ordinario notturno di tali vie è assolutamente trascurabile (al di sotto di 40 auto l'ora) ed i costi dell'illuminazione e manutenzione risulterebbero non commisurati agli effettivi benefici.

##### Illuminazione privata

Una particolare attenzione dovrà essere posta nella verifica dell'illuminazione privata di: capannoni artigianali e industriali, aziende agricole, residenze private. Infatti per quanto riscontrato nei rilievi necessari nella stesura del PRIC, si fa spesso utilizzo in queste entità di un uso inappropriato delle fonti di luce con gravi ripercussioni ambientali anche a notevoli distanze.

La giustificabile esigenza di salvaguardia della sensazione di sicurezza deve opportunamente essere controllata e coordinata dal piano secondo rigorose metodologie tecnologiche che assicurano una corretta illuminazione di sicurezza e presidio del territorio.

In effetti la maggior parte di tali installazioni è costituita da proiettori simmetrici ed asimmetrici mal orientati, posti su supporti o a parete e di potenze troppo elevate rispetto alle necessarie esigenze. In particolare potrebbe essere talvolta sufficiente un intervento di riorientamento di tali proiettori e di utilizzo di appositi schermi ed alette frangiluce per colmare i gravi scompensi che una illuminazione incontrollata provoca: dall'inevitabile inquinamento luminoso, a situazioni di forti abbagliamenti e fastidio visivo, di controllo e zone d'ombra indesiderate e fonti di evidenti situazioni di pericolo anche per la circolazione stradale.

Solo una luce realizzata anche con gli stessi proiettori già esistenti (meglio se riprogettata per ciascuna esigenza) con apparecchi disposti in modo tale che l'intensità luminosa emessa verso l'alto risulti inferiore a 0.49 cd/klm a 90° . E' infatti ormai evidente che la luce abbagliante rivolta verso i recettori della visione dona false sensazioni di illuminamento generalizzato e di conseguente sicurezza che contrariamente alle effettive aspettative provoca i problemi sopra enunciati.

L'impatto sul territorio di tali micro entità abitative deve essere tale da non alterare l'ecosistema e la visione notturna di chi ci vive e di chi si approssima ad esse, utilizzando un'illuminazione di entità ridotta e confinata, per quanto possibile, in tali realtà.

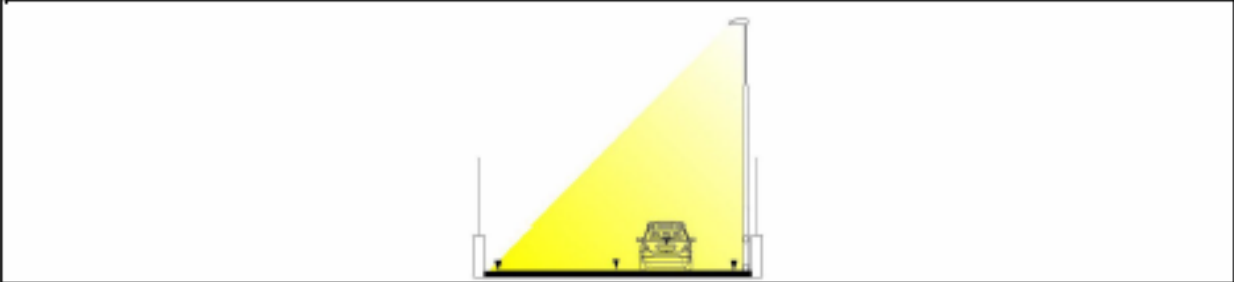
L'utilizzo quindi di una illuminazione con potenze contenute, facilita l'adattamento dell'occhio all'ingresso ed all'uscita da queste entità territoriali.

Ove richiesta una illuminazione prettamente di sicurezza si preferisca l'utilizzo di sensori di movimento abbinati ad apparecchi dotati di lampade ad accensione immediata (incandescenza ad alogeni o fluorescenti compatte). Tali sistemi che sono sempre più diffusi, hanno un basso impatto ambientale e consentono un notevole risparmio per i ridotti tempi di accensione. La salvaguardia della sicurezza ed il controllo dell'illuminazione in piccole realtà isolate del territorio sono applicazioni ideali dei sensori di movimento.

### Illuminazione pubblica

Per contro, se insorgesse la necessità per questioni di sicurezza stradale di porre in rilievo elementi di tali vie (curve pericolose, dune, il tracciato, incroci, etc..) sono preferibili sistemi di segnalazione passivi (quali catarifrangenti e fish-eyes) o attivi (a LED fissi o intermittenti, indicatori di prossimità, linee di luce, etc..) . Tali sistemi molto meno invasivi di impianti d'illuminazione propriamente detti sono di fatto molto più efficaci in caso di condizioni di scarsa visibilità.

Nel caso fosse necessario il ripristino della funzionalità dell'illuminazione esistente, o di nuove linee d'illuminazione utilizzare una illuminazione quanto possibile poco invasiva anche otticamente dell'ambiente naturale circostante.

SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE STRADALE ( $L_m = 0.5 \text{cd/m}^2$ ) AREE AGRICOLE	
	
DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
APPARECCHIO	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere.
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
SOSTEGNI	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada) 6 - 8 m.
POSA	Testapalo

<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K)
	- Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W)
POTENZA	Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K.
	- per strada con larghezze sino a 7.5 metri: 70W - per le altre strade: 70-100W
	Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo consigliato di interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.5-5
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpendo più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 5) applicazioni specifiche: aree verdi parchi e giardini

Nel territorio comunale si trovano aree adibite a verde ricreativo tutte già illuminate .

La scelta per la creazione di nuove aree verdi in questo caso deve cadere su apparecchi che ne permettano la corretta fruibilità nelle fasce diurne a ridosso del crepuscolo ed allo stesso tempo, non turbino le aree abitate circostanti. Deve quindi essere salvaguardata la sicurezza dell'area verde nelle ore notturne, evitando fenomeni di forti gradienti di luce, abbagliamenti ed aree contigue di forte discontinuità del flusso luminoso alternate con fasce di ombra.

Per quanto concerne l'illuminazione dedicata alle aree verdi essa è fortemente caratterizzata dalla sua estensione, per tale ulteriore motivo nel PRIC si suggerisce l'identificazione di una tipologia di illuminazione univoca, in grado di essere funzionale ai vialetti ed ai percorsi pedonali che caratterizzano i giardini pubblici esistenti o da realizzarsi.

Per tali aree omogenee, si suggerisce l'installazione di apparecchi decorativi, con ottica full cut-off, su palo di altezza massima di 4,5-5 m che, in caso di adeguamento, possa sostituire tutti gli apparecchi attualmente dislocati non più a norma secondo i dettami della L.P. n.16/2007 o, in caso di nuovo impianto, che possano regalare a tali aree un'adeguata fruibilità degli spazi.

Il colore predominante di parchi, giardini e viali alberati è il verde, che risulta particolarmente apprezzabile se illuminato con sorgenti attorno ai 3000K tale situazione però si scontra con altri fattori importanti legati alla necessità di utilizzare limitate potenze delle sorgenti luminose ed all'impatto dell'illuminazione sul territorio in termini di fotosensibilità delle piante.

Una adeguata soluzione futura per il comune potrebbe essere quella di identificare se l'area è accessibile e fruibile durante gli orari notturni ed in tal caso prevedere una illuminazione non solo di sicurezza ma che meglio valorizza la fruizione degli spazi verdi notturni. Le esigenze future di efficienza degli impianti e di qualità della luce si scontrano con quelle che hanno portato ad un utilizzo inappropriato negli anni scorsi di corpi diffondenti tipo a sfera

### Situazione di Arco

Rietrano in questa categoria :

Arboreto di Arco – Parco Arciducale

Parco a Sud Piazzale Segantini

Giardini Via Garberie

Parco pubblico “Via Nas”

Giardini Via Stazione - Bolognano

Giardini Via S. Valentino - Bolognano

Parco ricreativo “ S. Giorgio”

In linea di massima possono essere identificate le seguenti linee guida future:

Giardini/Parchi di piccole/medie dimensioni di passaggio lungo vie principali o con orari di accesso limitati solo alle ore diurne - serali: utilizzare apparecchi illuminanti schermati, con altezze massime sino a 5 metri, e sorgenti luminose tipo sodio alta pressione bassa potenza (50-70W).

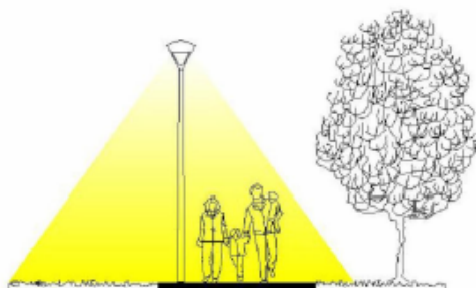
Parchi di medio/grandi dimensioni, di aggregazione anche di attività ricreative ed accesso illimitato: il Piano di Illuminazione suggerisce di utilizzare apparecchi d'arredo urbano installati su palo di altezza media ( $4m < h < 6m$ ) con ottica totalmente schermata, equipaggiati con sorgenti con Resa cromatica  $Ra \geq 80$ , temperatura prossimale di colore compresa tra 3000 e 4000K ed efficienza luminosa maggiore di 80lm/W. Si suggerisce quindi in questi casi l'utilizzo di sorgenti a led con temperatura colore da  $T = 3000K$  (luce bianca calda) a  $T=4000K$ , indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$  e fotometrie completamente variabili (asimmetriche, rotosimmetriche,..) o di lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico ( $Ra \geq 83$ ,  $T=3000K$ ).

Si sconsiglia in futuro per nuovi parchi pubblici di grandi dimensioni di utilizzare sistemi d'illuminazione del tipo a torre faro e sistemi d'illuminazione stradali posti su alti sostegni (12 metri) per l'elevato impatto ambientale e la notevole invasività del territorio.

La scelta progettuale deve comunque privilegiare soluzione soft, che eviti abbagliamenti e renda gradevole e sicura la permanenza e l'utilizzo del parco anche a ridosso delle ore notturne preferendo quindi l'illuminazione specifica di vialetti e di aree ricreative piuttosto che appiattita senza soluzione di continuità ed indiscriminatamente diffusa ovunque.

Evitare l'illuminazione d'accento di alberi e cespugli dal basso verso l'alto anche e soprattutto con sistemi ad incasso che ha solamente valore scenico ma è inopportuna, in quanto altera considerevolmente la fotosensibilità delle specie vegetali.

### SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE AREE PEDONALI - PARCO PUBBLICO - PIAZZE



<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere.
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 4 - 6 m.
POSA	Testapalo
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) - Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W) Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K.
POTENZA	- Classe da S3-S4-S5-S6: tipo CMD 20-35W o SAP 50W - Classe da S2-S1: tipo CMD 35-70W o SAP 50-70W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e di massimizzare il fattori di utilizzazione. Con rapporti interdistanze altezze in ambiti percorsi pedonali, superiori a 5.
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpendo più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 6) applicazioni specifiche: impianti sportivi

Come evidenziato nei precedenti capitoli sono presenti sul territorio comunale degli impianti di ricreazione sportiva.

Il tipo d'illuminazione richiesta da tali spazi ricreativi ha sicuramente, se mal realizzata, un contributo notevole all'aumento dell'inquinamento luminoso in tutte le sue forme, bisogna adottare particolari cure ed attenzione nell'illuminazione prevedendola solo quando funzionale alle attività sportive e solo quando effettivamente necessaria.

Queste indicazioni unitamente alla variazione dell'inclinazione per quanto possibile, ed all'inserimento di appositi schermi che indirizzino il flusso luminoso sul campo sportivo sono sicuramente i primi provvedimenti da adottare per contenere il flusso luminoso all'interno dell'area a cui è funzionalmente dedicato per evitare fenomeni di fastidiosa intrusività, abbagliante e di dispersione di flusso luminoso anche verso l'alto.

### Situazione di Arco

Rientrano in questa categoria :

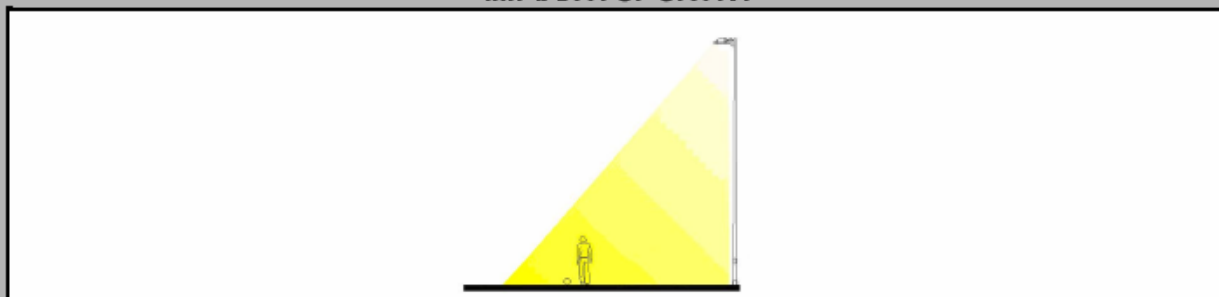
Campo Sportivo e Circolo tennis Arco di Via Pomerio

Campo Sportivo di Bolognano

Campo Sportivo di Vigne

Campo Sportivo di S. Giorgio

### SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME IMPIANTI SPORTIVI



#### DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:

##### APPARECCHIO

TIPO APPARECCHIO	Proiettore asimmetrico
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Fuoco lampada fisso
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica o elettromeccanica rifasata
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico fortemente asimmetrico
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.

##### SOSTEGNI

SOSTEGNI E ALTEZZA	Dimensionati in funzione della tipologia di impianto.
--------------------	---

##### SORGENTI

SORGENTE	Ioduri metallici tradizionale con elevata resa cromatica adeguata alle esigenze dell'illuminazione sportiva.
----------	--

##### OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Ottimizzazione del fattore di utilizzazione (superiore a 0.45 -:- 0.5)
NORMA RIFERIMENTO	EN12193
REGOLATORI DI FLUSSO	Per grandi impianti parzializzazione del flusso a seconda del tipo di attività (allenamento o torneo).



## Illuminazione degli impianti sportivi

Per gli impianti sportivi si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 12193-2008, in particolare per la scelta della classe di illuminazione (tab.a) si riporta, di seguito, una guida attraverso la quale è possibile per ciascun impianto sportivo individuare la classe in funzione del livello di competizione.

L'individuazione della classe, consentirà al progettista di conoscere le caratteristiche illuminotecniche dell'impianto da realizzare per ciascuna tipologia di sport; di seguito si riportano nelle tabelle b – c – d - e, alcuni esempi per le discipline sportive più diffuse:

Livello di competizione	CLASSE DI ILLUMINAZIONE		
	I	II	III
Internazionale e Nazionale			
Regionale			
Locale			
Allenamento			
Attività sportive ricreative/scolastiche			

**Tabella a : Scelta della classe di illuminazione**

Area di riferimento: 36m x 18m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 15 x 7	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	300 Lux	0,7	60
III	200 Lux	0,6	20

**Tabella b : Requisiti illuminotecnici per un campo da TENNIS all'aperto**

Area di riferimento: 100-110m x 64-75m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 19-21 x 13-15	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	200 Lux	0,7	60
III	75 Lux	0,5	20

**Tabella c : Requisiti illuminotecnici per un campo da CALCIO all'aperto**

Per analogia, i requisiti illuminotecnici per un campo di calcio a 5 possono essere prelevati dalle tabelle seguenti Tab.d e Tab.e in base alle dimensioni del campo.

Area di riferimento: 28m x 15m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 13 x 7	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	200 Lux	0,7	60
III	75 Lux	0,5	20

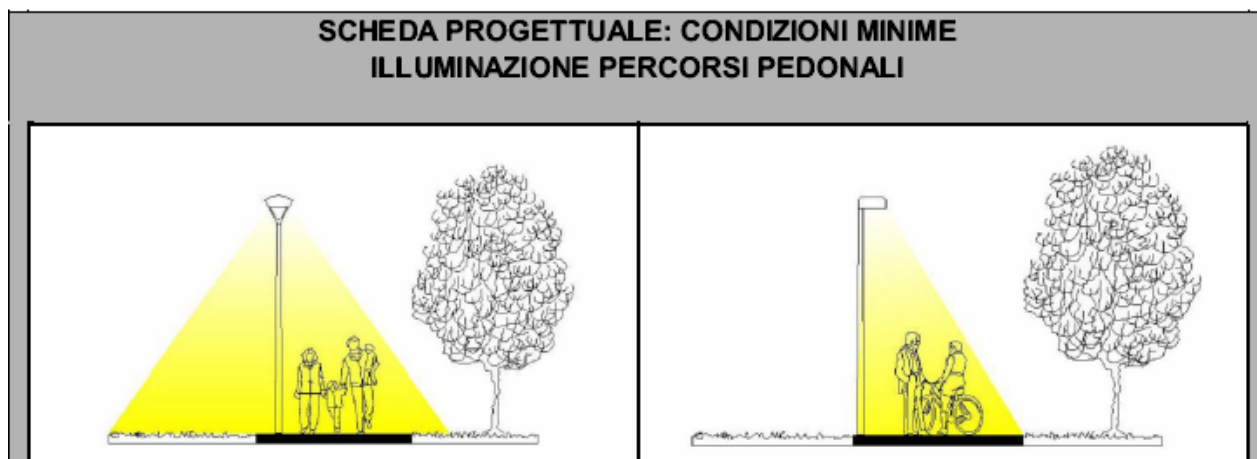
**Tabella d : Requisiti illuminotecnici per un campo da PALLACANESTRO all'aperto**

Area di riferimento: 24m x 15m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 13 x 9	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	200 Lux	0,6	60
III	75 Lux	0,5	20

**Tabella e : Requisiti illuminotecnici per un campo da PALLAVOLO all'aperto**

#### **7) applicazioni specifiche: strade pedonali fuori centro abitato**

Le vie locali e di quartiere urbane, prevalentemente ad uso pedonale, a traffico limitato o chiuse al traffico, poste al di fuori del centro storico e culturale del comune, con obiettivi principalmente di sicurezza, devono essere realizzate con una illuminazione che permetta la percezione visiva del territorio in modo adeguato.



<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole.
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 3-5 m.
POSA	Testapalo
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) - Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W) Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore 3000K.
POTENZA	- Classe da S3-S4-S5-S6: tipo CMD 20-35W o SAP 50W - Classe da S2-S1: tipo CMD 35-70W o SAP 50-70W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e di massimizzare i fattori di utilizzazione. Con rapporti interdistanze altezze in ambiti percorsi pedonali, superiori a 5.
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 8) applicazioni specifiche: strade pedonali, centri storici

Rispettando le scelte illuminotecniche adottate negli ultimi anni visto che l'amministrazione comunale ha già scelto nel passato la tipologia a lanterna per la valorizzazione del centro storico si consiglia di continuare su questa strada anche se non esistono testimonianze storiche relativamente all'utilizzo di tale tipologia di corpi illuminanti erano. Le lanterne che mostrano soluzioni efficienti e compatibili con la L.P. 16/207 e s.m.i. sono quelle di seguito riportate e con le seguenti caratteristiche:

- ottica completamente recessa nel vano superiore;
- vetri laterali sostituiti con un vetro piano posto orizzontalmente sotto l'ottica;



### Situazione di Arco

Rietrano in questa categoria :

Piazza II Novembre

Piazza delle Canoniche

Piazzale Giovanni Segantini

Piazzetta S. Giuseppe

Via Giovanni Segantini

Via Vergolano

Via G. Bettinazzi

Via Ferrera

Viale delle Magnolie

Viale delle Palme

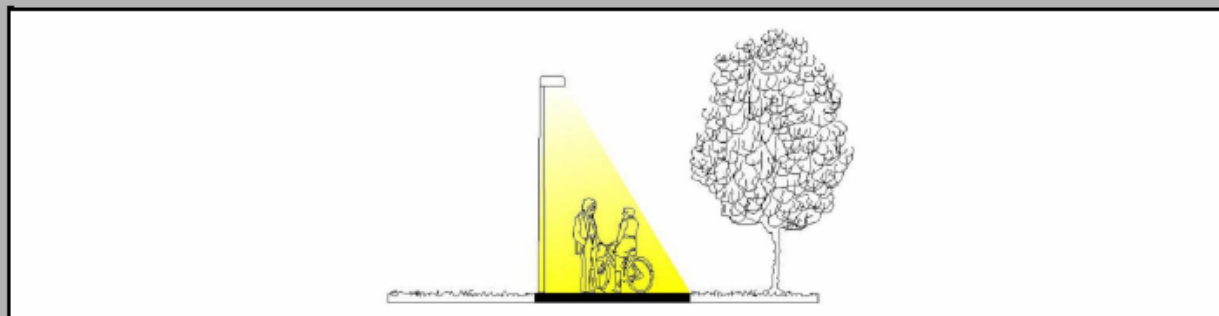
Via al Castello

## 9) applicazioni specifiche: piste ciclabili

Nel territorio comunale risultano due piste ciclabili dotate di illuminazione pubblica.

Considerando possibili sviluppi futuri che prevedano la creazione di piste ciclabili si valuta opportuno formulare linee guida progettuali tenendo conto però che una scelta attenta dovrebbe mirare ad illuminare solo le piste ciclabili strettamente indispensabili e/o pericolose, infatti le statistiche evidenziano un impiego quasi nullo negli orari notturni con costi non trascurabili e benefici praticamente nulli per la comunità.

### SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE PERCORSI CICLO-PEDONALI



<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di percorsi ciclo-pedonali
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole.
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 3-6 m.
POSA	Testapalo
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) - Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W)
	Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore 3000K.
POTENZA	- Classe da S3-S4-S5-S6: tipo CMD 20-35W o SAP 50W - Classe da S2-S1: tipo CMD 35-70W o SAP 50-70W
	Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e di massimizzare il fattori di utilizzazione. Con rapporti interdistanze altezze superiori a 6-6.5.
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 10) applicazioni specifiche: parcheggi

### Situazione di Arco

#### Distribuzione

L'illuminazione dei parcheggi merita particolare attenzione in quanto spesso la quantità di luce è assolutamente non commisurata alle esigenze.

Rietrano in questa categoria :

Parcheggio Foro Boario

Parcheggio Via Marconi (Cassa Rurale)

Parcheggio Casinò di Arco

Parcheggio al Ponte (area Carmellini)

Parcheggio Via Pomerio

Parcheggio Viale Rovereto

Parcheggio alla Sarca (Caneve)

Parcheggio Via della Fossa

Parcheggio Via G. Frisoni - Varignano

Parcheggio Via delle Monache (ufficio postale)

Parcheggio Via XXIV Maggio

Parcheggio Piazzetta Shotten

Parcheggio Via Martiri 28 Giugno

Parcheggio Via S. Valentino - Bolognano

Parcheggio Via G. Mazzini - Bolognano

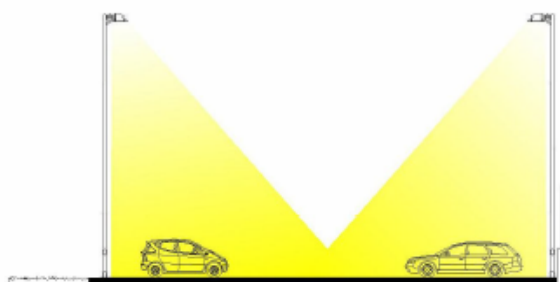
Parcheggio Via S. Trinità - Bolognano

Parcheggio Via A. Maino - Massone

L'illuminazione dei parcheggi deve adeguarsi alle dimensioni ed al contesto in cui sono inseriti. Per questo stesso motivo è necessario distinguere e suddividere i contesti da illuminare identificando delle linee guida univoche per ciascun contesto:

1. parcheggi lungo strade a traffico veicolare motorizzato. L'illuminazione deve integrarsi con continuità con quella della strada lungo cui è posto il parcheggio e analogamente i corpi illuminanti saranno della stessa tipologia di quelli stradali e posti sugli stessi sostegni di analoga altezza. Prevedere eventualmente l'inserimento di sbracci per compensare gli arretramenti.
2. parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito cittadino da valorizzare: In questo caso la scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni decorativi e di design, senza trascurare l'efficienza dell'impianto e con caratteristiche che si integrano con un contesto di valorizzazione urbana in cui si trovano. I sostegni devono aver altezze comprese fra 4 e 6 metri.
3. parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito cittadino. La scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni utilizzati per applicazioni prettamente stradali. I sostegni devono aver altezze comprese non superiori a 8 metri per evitare fenomeni di luce intrusiva nel contesto in cui sono inseriti.
4. parcheggi di medio/grandi dimensioni urbani o extraurbani . Per impianti di medio grandi dimensioni utilizzare sistemi illuminanti posti su sostegni di altezza sino a 10-12 metri con corpi Illuminanti tipo stradale o proiettori asimmetrici disposti con vetro piano orizzontale. Per quanto possibile contenere le potenze al di sotto di 150W.
5. parcheggi di grandi dimensioni urbani o extraurbani . In parcheggi di questo tipo valutare l'opportunità di installare torri faro con proiettori asimmetrici ad elevata asimmetria trasversale per ridurre le altezze (soprattutto se in ambito urbano). Evitare comunque per quanto possibile tali tipologie illuminanti se il fattore di utilizzazione non è superiore almeno a 0.5.

**SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME  
ILLUMINAZIONE PARCHEGGI/GRANDI AREE**



**DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:**

**APPARECCHIO**

TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata o proiettore asimmetrico
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole.
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm

**SOSTEGNI**

SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza. Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 7-12m.
POSA	Possibilmente in posizione testapalo

**SORGENTI**

SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65, temperatura di colore 2150K o Ra=20-25 Soluzioni Led: > Ra=75 con Temperatura di colore da 4000K a 4500K (luce bianca neutra),
POTENZA	In funzione della classificazione contenendo le potenze entro i valori minimi.

**OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO**

OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: massimizzare il fattore di utilizzazione contenendo al minimo le potenze complessive installate
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2



## 11) applicazioni specifiche: rotatorie

### Situazione di Arco

#### Distribuzione

Sul territorio comunale sono presenti 6 rotatorie.

Rietrano in questa categoria :

Rotonda 1 - Viale Rovereto - circonvallazione

Rotonda 2 - Viale Rovereto

Rotonda Via Grande circonvallazione e Via Linfano – Via Mantova

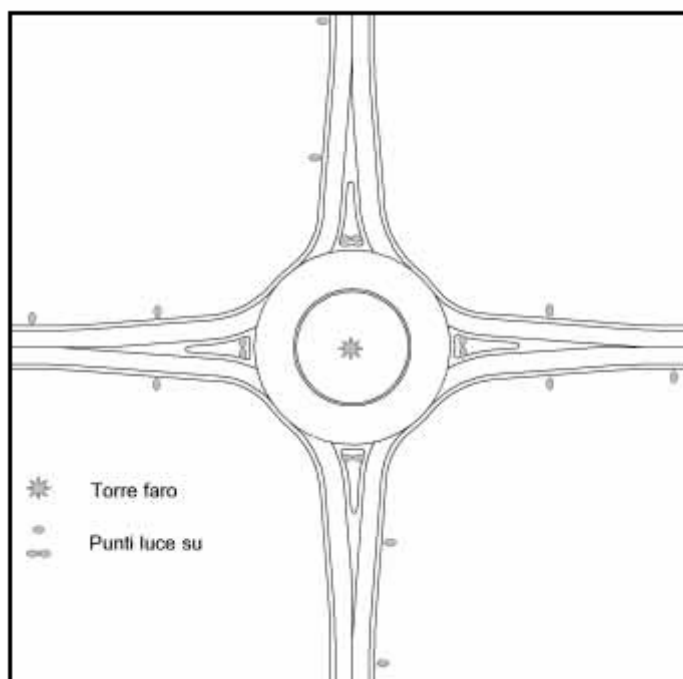
Rotonda Via Grande circonvallazione e Via S. Caterina

Rotonda Via S. Caterina e Via Sant'Andrea

Rotonda Via Santoni Nord – direzione Drò

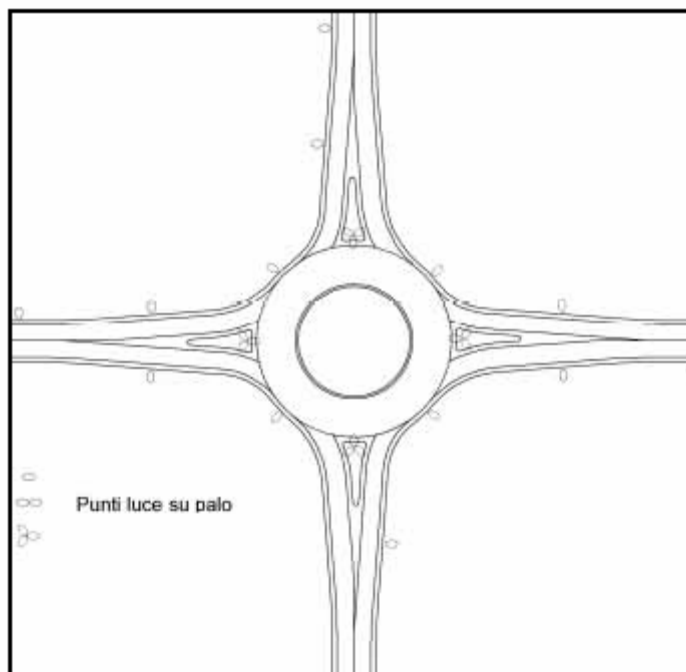
Esistono diversi tipi di illuminazione impiegabili nelle rotatorie:

**1. Corpi illuminanti all'interno della rotatoria:** permettono una corretta percezione dell'ostacolo. Se però non assistiti da una adeguata illuminazione di "immissione" nella rotatoria insorgono gravi problemi di percezione degli ostacoli soprattutto per effetto dell'elevato contrasto e per il fenomeno di controluce che crea rispetto agli altri sistemi. Sconsigliata in ambito urbano, soprattutto se costituita da torri faro che hanno bassi fattori di utilizzazione e alte potenze, nonché un elevato impatto ambientale e visivo; inoltre devono essere dotate – come già scritto – di adeguate vie luminose di immissione nella rotatoria.



---

2. Corpi illuminanti esterni alla rotatoria: soluzione tradizionale con corpi illuminanti posti lungo la circonferenza esterna della rotatoria. Potenze installate contenute, ma minore percezione degli ostacoli soprattutto su strade ad alta velocità.



3. Corpi illuminati esterni alla rotatoria in controflusso: soluzione meno nota ma molto efficace che abbatte tutti i fenomeni di abbagliamento in quanto la luce “segue” sempre l’autista che si immette, percorre ed esce dalla rotatoria, senza che mai interferire con la visione dell’autista stesso. Non sono presenti attualmente sul mercato molti prodotti di questo tipo in grado di soddisfare adeguatamente le necessità sopra espresse.

Un modo per sfruttare l’illuminazione stradale a favore di sicurezza è quello di cambiare colore delle lampade tra le diverse strade afferenti e la rotatoria: il contrasto di luce bianca - luce gialla, o viceversa, attira l’attenzione del guidatore sul fatto che davanti a lui c’è qualcosa di nuovo, di diverso, per l’appunto una rotatoria. Il tipo e la disposizione dei centri luminosi devono essere scelti in modo da garantire ai conducenti la “guida visiva”, ossia dare un’immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

Nel caso delle rotatorie, la presenza di un’illuminazione a geometria “centrale”, con torre a faro, segnala in modo efficace l’esistenza dell’intersezione e costituisce un elemento di discontinuità rispetto all’illuminazione dei bracci.

La scelta della tipologia d’impianto d’illuminazione dipende comunque dal tipo di rotatoria. In base a criteri di efficienza illuminotecnica e di vantaggio per costi di costruzione e di gestione, si può dire che lo schema migliore per rotatorie di tipo compatto è quello a impianto centrale. Nel caso di grandi rotatorie, ovvero per diametri esterni oltre i 40 m, è la disposizione perimetrale quella che risulta più vantaggiosa.

Per le rotatorie complesse, può essere preferita la disposizione centrale, che presenta il vantaggio di lasciare l’area illuminata libera, o quasi, da sostegni, e consente all’utente una visione migliore dell’intersezione e delle sue uscite. Anche il problema dell’abbagliamento è ridotto rispetto alla soluzione su pali, poiché gli apparecchi d’illuminazione sono posizionati ad un’altezza elevata (solitamente maggiore di 15 m).

Per contro questa soluzione presenta l’inconveniente di una maggiore rigidità nella disposizione dei centri luminosi che si traduce in un minore fattore di utilizzazione dell’impianto rispetto alla soluzione con punti luce su palo.

---

## CONDIZIONI PROGETTUALI MINIME

1. Apparecchi tipo: totalmente schermato, con ottica asimmetrica (sia che trattasi di apparecchio stradale o proiettore).
2. Sostegni Tipo: preesistenti (verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza) oppure in caso di nuovi sostegni, o in caso di nuove installazioni, utilizzare sostegni con altezze dedicate all'applicazione da 8 a 13 metri per apparecchi tradizionali maggiori per torri faro.
3. Sorgente luminosa: lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica:  $R_a=25$ , e temperatura di colore pari a 1950K. Potenze installate per singolo apparecchio le minori possibili compatibilmente con il tipo di impianto, le dimensioni della rotatoria e la classificazione della medesima.
4. Parametri di progetto: utilizzare i valori minimi di progetto di illuminamento previsti dalla norma EN13201 – Classe CE per la classe identificata come indicato al precedente capitolo 4 e nella tabella qui riportata.

Illuminamento orizzontale - Classe CE		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	$U_0$ Emedio
CE0	50	0.4
CE1	30	0.4
CE2	20	0.4
CE3	15	0.4
CE4	10	0.4
CE5	7.5	0.4

5. Ottimizzazione Impianto (solo per rifacimento integrale impianto): utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e rapporti interdistanze altezze minime pari a 5-6 volte.
6. Riduzione del Flusso: obbligatoria.

## PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Progetti illuminotecnici che permettono di conseguire i requisiti minimi sopra illustrati. I presenti progetti guida hanno lo scopo di illustrare i risultati minimi accettabili ai fini della conformità al Piano dell'illuminazione conseguibili in applicazioni di codesto tipo e compatibili con lo stato dell'arte.

### Mini-rotatorie D = 20m-24m



In area urbana vengono generalmente progettate rotatorie con raggio esterno massimo di 12m, con isola centrale sormontabile.

Queste vengono classificate come minirotatorie, installate solo in area urbana, con limite di velocità di 50 Km/h, dove si ha una percentuale di mezzi pesanti ridotta (max 5%); nella loro realizzazione si dovrà prevedere un'isola centrale visibile, utilizzando vernice bianca retroriflettente e una marcatura perimetrale discontinua. In tale ambito la rotatoria si inserisce sia come intersezione a raso sia come arredo urbano, il cui scopo è sì di facilitare i cambi di direzione e limitare la velocità dei veicoli ma anche di valorizzare l'ambiente in cui viene installata.

Quindi non è richiesta una eccessiva illuminazione della superficie stradale ed è preferibile un impianto di illuminazione periferico che lasci libera l'area centrale per eventuali arredi urbani estetici e permettendo un'eventuale utilizzo di tale impianto anche per un percorso pedonale esterno alla rotatoria stessa, e hanno, vantaggi di manutenzione. Le piccole dimensioni della rotatoria, inoltre, suggeriscono che lasciando libera l'area centrale si facilita l'eventuale transito di mezzi pesanti.

Da un punto di vista illuminotecnico, classificando secondo EN13201 queste intersezioni di classe CE3 , un illuminamento medio compreso tra i 15lx e i 20lx .

Classe CE3							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
20	Periferico	100	3	9	0,45	1,1	16
21	Periferico	100	3	9	0,40	1,0	16
22	Periferico	100	3	9	0,40	1,0	15
23	Periferico	150	3	10	0,45	1,1	18
24	Periferico	150	3	10	0,45	1,1	17

## Rotatorie Compatte con isola centrale semi-sormontabile D = 25m – 30m



Il campo di applicazione di tali rotatorie può essere sia urbano che extraurbano.  
Nel primo caso si dovranno rispettare i parametri già trattati per le minirotatorie.  
Nel caso di ambito l'intersezione viene classificata di classe CE1- CE2 , comportando un illuminamento medio compreso tra i 20lx e i 30lx.

### Ambito Extraurbano

Si sottolinea che a parità di Uniformità di luminanza e di potenza impiegata, l'impianto periferico richiede altezze delle sorgenti luminose più basse e presentano un illuminamento inferiore rispetto ad una illuminazione centrale.

Altezze minori delle sorgenti aumentano la possibilità che la sorgente stessa rientri in tale campo visivo anche in prossimità della rotatoria, elevando il rischio di abbagliamento.

L'impianto centrale è più economico.

Classe CE2							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
25	Centrale	250	3	12	0,45	1,5	24
26	Centrale	250	3	12	0,40	1,5	22
27	Centrale	250	3	12	0,40	1,5	22
28	Centrale	250	3	12	0,40	1,5	22
29	Centrale	250	4	13	0,50	1,5	25
30	Centrale	250	4	12	0,45	1,5	23
Classe CE1							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
25	Centrale	250	4	11	0,47	2,1	35
26	Centrale	250	4	11	0,40	2,1	33
27	Centrale	250	4	10	0,40	2,0	33
28	Centrale	400	3	14	0,47	2,1	35
29	Centrale	400	3	13	0,47	2,0	35
30	Centrale	400	3	11	0,40	2,0	34

### Rotatorie Compatte con isola centrale non sormontabile D = 31m-38 m

Considerando un'installazione in zona extraurbana, osservando le stesse normative dei casi precedenti, l'intersezione viene ancora classificata di classe CE1- CE2; si cercano dunque soluzioni che garantiscano un illuminamento medio compreso tra i 20lx e i 30lx.

Valgono anche in questo caso le considerazioni fatte per le rotatorie di diametro compreso tra i 25m e i 30m; si osserva infatti che un impianto periferico necessita di altezze minori per avere la medesima luminanza media.

Le installazioni ottimali anche da un punto di vista economico sono:

Classe CE2-CE1							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
31	C	400	3	11	0,40	1,5	37
32	C	400	4	14	0,63	1,6	43
33	C	400	4	12	0,60	1,6	41
34	C	400	4	12	0,56	1,6	41
35	C	400	4	11	0,53	1,5	37
36	C	400	4	11	0,53	1,5	36
37	P	400	4	13	0,47	1,5	32
38	P	400	4	12	0,47	1,5	32

## 12) illuminazione residenziale e impianti privati

L'illuminazione residenziale è quella che sfugge maggiormente al controllo ed alla verifica.

Per quanto riguarda un maggiore controllo di tale illuminazione si invita ad adottare integrazioni al regolamento edilizio.

In ambiti di modesta entità quasi sempre è sufficiente la dichiarazione di conformità dell'installatore in quanto gli impianti residenziali possono quasi sempre essere fatti rientrare nelle deroghe dal progetto illuminotecnico.

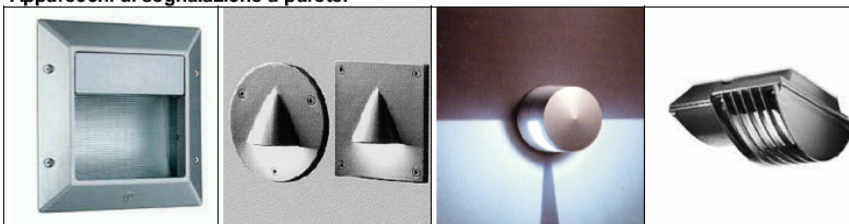
Segue una breve carrellata di prodotti preferibili rispetto agli attuali diffusi apparecchi a globo, e fortemente consigliati in ambito residenziale suddivisi per tipologia di applicazione (nella esatta posizione di installazione sempre con corpo orizzontale rivolto verso il basso), ricordando che in limitati ambiti residenziali è possibile utilizzare apparecchi illuminanti che possono emettere luce verso l'alto che non riporteremo in queste pagine in quanto ne esistono a centinaia e non potremmo essere esaustivi.

### Apparecchi a Parete:



– Apparecchi con emissione nulla verso l'alto per installazione a parete

### Apparecchi di segnalazione a parete:



– Apparecchi con emissione nulla verso l'alto per installazione a parete volumetrici e di segnalazione

**Apparecchi installati a terra per giardini e passaggi pedonali:**

