

*PIANO REGOLATORE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA  
- P.R.I.C. -  
DEL COMUNE DI MEZZOLOMBARDO*

*REDATTO DA  
IL COORDINATORE SERVIZI TECNICI  
P.I. DEVIS PATERNOSTER*

*ELABORATO E25  
RELAZIONE TECNICA*

*IL DIRETTORE  
Dott. Ing. Luigi Dalmonego*

*DATA: Settembre 2014*

## INDICE

1.	OGGETTO .....	2
1.1.	OBIETTIVI.....	2
1.2.	BENEFICIARI.....	3
1.3.	VANTAGGI ECONOMICI.....	3
1.4.	COS'È L'INQUINAMENTO LUMINOSO .....	3
1.5.	IMPIANTI SOGGETTI E NON SOGGETTI .....	4
2.	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	4
3.	DESCRIZIONE DEI LAVORI .....	5
4.	RILIEVO DELLA SITUAZIONE ESISTENTE.....	6
4.1.	ANALISI DEL TERRITORIO COMUNALE .....	6
4.2.	FASCE DI RISPETTO OSSERVATORI ASTRONOMICI .....	9
4.3.	CENSIMENTO DEI PUNTI LUCE .....	10
4.4.	METODOLOGIA .....	10
4.5.	RISULTATI OTTENUTI .....	10
4.6.	ANALISI ILLUMINOTECNICA .....	24
4.6.1.	MEDOTOLOGIA .....	24
4.6.2.	DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE CARATTERISTICHE.....	24
4.6.3.	GLOSSARIO TERMINI FOTOMETRICI.....	26
4.6.4.	RISULTATI OTTENUTI .....	27
4.6.5.	TIPOLOGICI ANALIZZATI .....	27
5.	CLASSIFICAZIONE DEGLI APPARECCHI.....	30
6.	PIANO DI ADEGUAMENTO E DI RISANAMENTO .....	32
6.1.	IDENTIFICAZIONE IMPIANTI E AREE OMOGENEE FORTEMENTE INQUINANTI.....	32
6.2.	IDENTIFICAZIONE AREE OMOGENEE NON SUFFICIENTEMENTE ILLUMINATE .....	33
6.3.	IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE .....	33
7.	AZIONI CORRETTIVE.....	34
7.1.	INTERVENTI.....	34
7.1.1.	SOSTEGNI .....	35
7.1.2.	INSEGNE .....	36
7.1.3.	FARI ROTANTI.....	36
7.1.4.	APPARECCHI ILLUMINANTI .....	36
7.2.	CRITERI PROGETTUALI PER AREE OMOGENEE .....	42
7.3.	PROGETTO PER MEZZOLOMBARDO .....	49
8.	PIANO DI INTERVENTO.....	53
8.1.	TIPOLOGIA E SOLUZIONI DA ADOTTARE .....	53
9.	CONCLUSIONI .....	61

## 1. OGGETTO

La recente introduzione di leggi regionali che regolamentano l'illuminazione esterna pubblica e privata spinge i Comuni a dotarsi di Piani di Illuminazione che definiscano dei criteri omogenei d'illuminazione del territorio. In particolar modo la legge regionale trentina n. 16 del 03/10/2007 "risparmio energetico e inquinamento luminoso", all'art. 3, comma 2, specifica: "I comuni provvedono all'adozione del piano comunale di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso entro un anno dalla data di approvazione del piano provinciale previsto dall'articolo 2, comma 1, lettera b)."

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

Ulteriore necessità di codesti piani è anche quella della tutela sia diurna che notturna del territorio e della sua immagine, favorendo scelte che la valorizzino.

Il Piano Regolatore di Illuminazione Comunale del Comune di Mezzolombardo (in seguito chiamato PRIC) è uno strumento unitario, esteso a tutto il territorio comunale, che emana le prescrizioni riguardanti i caratteri illuminotecnici e formali per i progetti degli impianti di illuminazione. Scopo del documento è fornire una prima valutazione dell'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Mezzolombardo, elaborato necessario per la preparazione del PRIC, secondo le indicazioni contenute nelle normative della L.P. 16/2007 e successive modifiche. La realizzazione di un PRIC ha la funzione di fotografare la situazione territoriale nonché di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della succitata legge. Si pone quindi come strumento principe per renderla più efficace ed operativa. Tale documento classifica le strade del Comune dal punto di vista illuminotecnico e ne indica i criteri impiantistici essenziali, al fine di pianificare l'illuminazione pubblica ed in modo da garantire la sicurezza per tutti i cittadini, minimizzando nel contempo consumi energetici e costi di installazione e di gestione nel rispetto delle leggi e delle norme in materia, nonché di programmare investimenti per nuovi impianti e cicli di manutenzione. Il presente documento non riguarda invece le prescrizioni sugli impianti elettrici di alimentazione, che dovranno essere conformi alle leggi ed alle norme in materia.

Le disposizioni elaborate dal PRIC hanno applicazione su tutto il territorio comunale per gli impianti di futura realizzazione, mentre se tali territori ricadono in aree naturali protette e di tutela degli osservatori astronomici regionali (secondo gli elenchi stilati dalla Giunta Regionale), i piani d'illuminazione devono provvedere anche alla sostituzione programmata ed all'adeguamento degli impianti già esistenti.

### 1.1. OBIETTIVI

Gli obiettivi finali del PRIC possono essere riassunti come segue:

- sicurezza dei cittadini, del traffico e dell'ambiente;
- miglioramento della viabilità;
- valorizzazione dei luoghi urbani: strade, piazze, aree pedonali, aree verdi, nuclei storici, piste ciclabili, ecc.;
- illuminazione corretta e funzionale di ogni parte del territorio comunale per una fruizione dell'ambiente cittadino di notte;
- contenimento della luce molesta;
- minimizzazione dei consumi energetici;
- ottimizzazione dei costi di esercizio, razionalizzazione dei supporti e apparecchi di illuminazione;
- contenimento della luce emessa verso l'alto;
- programmazione degli orari di accensione e di parzializzazione;
- programmazione degli interventi impiantistici;
- basi uniformi per la progettazione.

Per il raggiungimento di tali obiettivi è necessaria una prima fase di valutazione dello stato dell'impianto di illuminazione pubblica sull'intero territorio comunale attraverso una serie di indagini e sopralluoghi che riguardano il territorio, l'impianto d'illuminazione pubblica, la classificazione delle strade, il contratto di servizio. I cinque criteri tecnici su cui si basa la normativa citata sono i seguenti:

- qualità dell'illuminazione;
- quantità dell'illuminazione;
- ottimizzazione dell'impianto;
- efficienza delle sorgenti luminose;
- gestione della luce.

Un'analisi di ognuno di questi fattori nell'impianto esistente di pubblica illuminazione concorre a definire un quadro di riferimento per la valutazione delle azioni da mettere in atto per la redazione di un progetto e una pianificazione nell'ottica di un adeguamento rispetto ai nuovi requisiti contenuti nelle leggi.

### *1.2. BENEFICIARI*

A beneficiare dell'attuazione del PRIC sono molteplici soggetti tra i quali:

- i cittadini per migliori condizioni generali di sicurezza e fruibilità dei luoghi;
- le attività ricreative e commerciali;
- i Comuni gestori di impianti di illuminazione propria;
- gli enti gestori di impianti di illuminazione pubblica e privata;
- gli organi che controllano la sicurezza degli impianti elettrici e di illuminazione;
- 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;
- gli astronomi e gli astrofili per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

### *1.3. VANTAGGI ECONOMICI*

La nuova normativa di legge prevede interventi che si protrarranno nel tempo indicando quale debba essere la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione; i vantaggi economici che ne deriveranno saranno notevoli in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti in relazione sia ai consumi connessi al funzionamento degli impianti che al mantenimento degli stessi. Alcuni degli accorgimenti che possono portare ad un miglioramento dell'efficienza della gestione degli impianti di illuminazione pubblica, in parte suggeriti dalla normativa stessa, sono i seguenti:

- riduzione della dispersione del flusso luminoso;
- controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando sprechi;
- riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni;
- utilizzo di impianti equipaggiati di lampade ad alta efficienza in relazione allo stato della tecnologia;
- razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc.);
- utilizzo di impianti ad alta tecnologia con minori costi di gestione e manutenzione.

### *1.4. COS'È L'INQUINAMENTO LUMINOSO*

L'inquinamento luminoso, citato nelle LP 16/2007 quale principale fattore, assieme al consumo energetico, da contenere, è definito come: *“Ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperde al di fuori della aree cui esse e' funzionalmente dedicata e, in particolar modo, se orientato al di sopra della linea di orizzonte”*.

Le tre componenti dell'inquinamento luminoso sono:

- luce utilizzata (riflessa verso l'osservatore dalla superficie da illuminare);
- luce non utilizzata e abbagliante;
- luce non utilizzata e dispersa.

### 1.5. IMPIANTI SOGGETTI E NON SOGGETTI

Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblici o privati, e gli adeguamenti o rifacimento di impianti di illuminazione esterna esistenti, che interessano il territorio provinciale devono essere realizzati in conformità alle disposizioni della L.P. n.16/2007 mediante redazione del progetto illuminotecnico secondo quanto previsto dall'Allegato A (Soluzione conforme) o dall'Allegato B (Soluzione calcolata) e rispettando i limiti riportati nell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento).

Non sono soggetti ad autorizzazione o alla redazione dei modelli A o B gli impianti di illuminazione esterna così descritti:

- 1) impianti alimentati da un unico punto di consegna con emissione luminosa complessiva inferiore a 5.000 lm e realizzati con le tipologie di apparecchi diverse dalla classe E (vedi Allegato C Classificazione degli apparecchi di illuminazione), purché l'installatore rilasci al committente la dichiarazione che l'impianto è alimentato da un unico punto di consegna, ha emissione complessiva inferiore a 5.000 lm ed è realizzato con tipologie di apparecchi diversi dalla classe E definita dal presente Piano provinciale;
- 2) impianti alimentati da un unico punto di consegna, purché con emissione luminosa complessivamente inferiore a 100.000 lm e riferibili alle seguenti tipologie di impianti:
  - a) di allarme, di segnalazione e di regolazione del traffico, di illuminazione delle vie di fuga;
  - b) per l'illuminazione di feste e di manifestazioni all'aperto con carattere di temporaneità e provvisorietà di durata non superiore a 20 giorni continuativi;
  - c) di luminarie natalizie temporanee con funzionamento di durata non superiore a 60 giorni;
  - d) relativi ad attività temporanee connesse con l'ordine pubblico, la difesa, la sicurezza e la protezione civile;
  - e) regolati da sensore di presenza e con periodo di funzionamento strettamente legato alla presenza o passaggio di persone o veicoli;
- 3) gli impianti temporanei per l'illuminazione di cantieri dovranno essere conformi alle linee guida nazionali applicabili (vedere Allegato D Normative e parametri di riferimento).

## 2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Per ottemperare alle disposizioni di legge relativamente agli impianti oggetto della presente relazione si farà riferimento alla normativa CEI ed UNI, con particolare attenzione alle seguenti disposizioni:

- L.P. n.16 del 3 ottobre 2007 "Risparmio energetico e inquinamento luminoso" e relativi Regolamento d'attuazione; Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso e Linee Guida per la redazione dei PRIC;
- Disegno di legge 20 maggio 2004, n.54 "Contenimento dell'inquinamento luminoso, risparmi energetico nell'illuminazione per esterni e tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici. Integrazioni della legge provinciale 5 settembre 1991, n.22 (Ordinamento urbanistico e tutela del territorio";
- Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992: "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" modificato dal DPR 610/96;
- Decreto legislativo 360/93 e successive modifiche: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992

Norma CEI 11-4	Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne.
Norma CEI 11-17;V1	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
Norma CEI EN 60439-1/2	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
Norma CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
Norma CEI 34-30	Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari.
Norma CEI 34-33	Apparecchi di illuminazione. Parte 2-3: Prescrizioni particolari.
Norma CEI 64-7	Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie.
Norma CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
Norma UNI EN 40	Dimensione e forma dei pali e delle mensole.
Norma UNI 11248	Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche.
Norma UNI 10439	Illuminazione stradale: requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato".
Norma UNI-EN 13201-2	Illuminazione stradale. Parte 2: requisiti prestazionali.
Norma UNI-EN 13201-3	Illuminazione stradale. Parte 3: calcolo delle prestazioni.
Norma UNI-EN 13201-4	Illuminazione stradale. Parte 4: metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.

### 3. DESCRIZIONE DEI LAVORI

L'intervento consiste nella riduzione dell'inquinamento luminoso degli impianti di illuminazione esterna pubblici e privati, includendo impianti ed attività sportive all'aperto, di edifici storici e monumenti, nonché le insegne luminose con superficie illuminata superiore a 10 m<sup>2</sup>.

I P.R.I.C. si suddividono in due fasi operative distinte.

#### 1) Rilievo della situazione esistente

- analisi del territorio comunale o sovracomunale con individuazione di aree illuminotecniche omogenee. Stesura di una o più planimetrie delle aree individuate. Stesura di relazioni tecniche illustrative;
- censimento dei punti luce (sorgenti luminose, apparecchi e sostegni) e loro condizione. Stesura di planimetrie riassuntive e di relazioni tecniche illustrative sul grado di sicurezza, non solo illuminotecnica ma anche elettrica e meccanica, e sulla rispondenza normativa;
- analisi illuminotecnica di ogni area omogenea individuata, con valutazione, mediante misura dei parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) ed elettrici, della potenza installata (kW), delle perdite elettriche (%), del profilo di funzionamento (h) in modo da ricavare il parametro  $\eta$ .

#### 2) Piano di adeguamento e di risanamento

- identificazione degli impianti e delle aree omogenee che presentano valori fortemente inquinanti, abbagliamento molesto, illuminazione intrusiva, disuniformità, sovrabbondanza di illuminazione;
- identificazione delle aree omogenee non sufficientemente illuminate, anche con riferimento alla normativa in materia di sicurezza eventualmente applicabile;
- definizione delle possibili azioni correttive con pianificazione degli interventi di adeguamento o di risanamento. Individuazione delle priorità d'intervento per quanto concerne sicurezza (illuminotecnica, elettrica e meccanica), consumo energetico e inquinamento luminoso, sia per gli impianti esistenti che per quelli di nuova realizzazione. Verifica ed analisi delle situazioni particolari di natura storico-architettonica, meritevoli di attenzione ed approfondimento;

- d) stesura di un piano di intervento a medio o lungo termine per l'adeguamento degli impianti secondo le indicazioni della L.P. n. 16/2007. Definizione dei piani di gestione e di manutenzione degli impianti. Indicazione degli investimenti necessari e stima economica dei costi degli interventi per risanare, adeguare, mantenere e gestire gli impianti, con valutazione dei risparmi economici ed ambientali e calcolo dei tempi di ritorno degli investimenti.

## 4. RILIEVO DELLA SITUAZIONE ESISTENTE

### 4.1. ANALISI DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio del comune di Mezzolombardo è un tipico paesaggio montano posto a 228 metri sul livello del mare facente parte della provincia di Trento, con un numero di abitanti pari a 2947 (dato 2012). Comprensorio della Valle dell'Adige (C5) e confina con i seguenti comuni: Faedo (TN), Giovo (TN), Lavis (TN), Mezzocorona (TN), Mezzolombardo (TN), Nave San Rocco (TN).

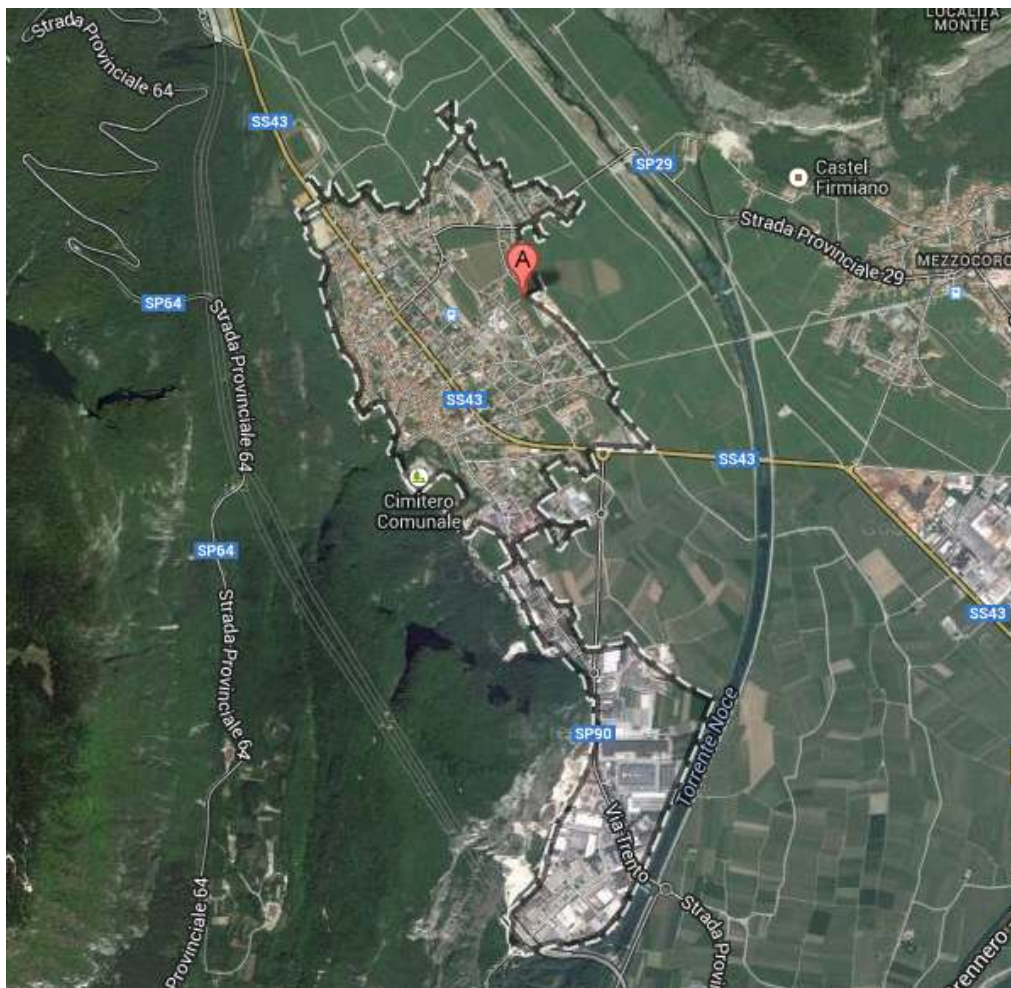


Fig. 1 – Zona oggetto di valutazione (Comune di Mezzolombardo)

Si riporta nella tabella sottostante la durata media del giorno a Mezzolombardo suddivisa mensilmente.

Durata Media del Giorno per Mezzolombardo	
<b>Gennaio:</b> nove ore e dodici minuti	<b>Luglio:</b> quindici ore e ventinove minuti
<b>Febbraio:</b> dieci ore e ventisei minuti	<b>Agosto:</b> quattordici ore e quattordici minuti
<b>Marzo:</b> dodici ore	<b>Settembre:</b> dodici ore e trentanove minuti
<b>Aprile:</b> tredici ore e trentanove minuti	<b>Ottobre:</b> undici ore ed un minuto
<b>Maggio:</b> quindici ore e cinque minuti	<b>Novembre:</b> nove ore e trentaquattro minuti
<b>Giugno:</b> quindici ore e cinquanta minuti	<b>Dicembre:</b> otto ore e quarantotto minuti
<b>Annuale:</b> dodici ore e venti minuti	

**Fig. 2 – Durata media del giorno Comune di Mezzolombardo**

VALORI STATISTICI	
POPOLAZIONE (2012)	6946
ABITAZIONI (2001)	2721
SUPERFICIE	13,82 Km <sup>2</sup>
PUNTI LUCE RILEVATI (2014)	1327
PUNTI LUCE PER ABITANTE (2014)	0,48

**Fig. 3 – Valori statistici Comune di Comune di Mezzolombardo**

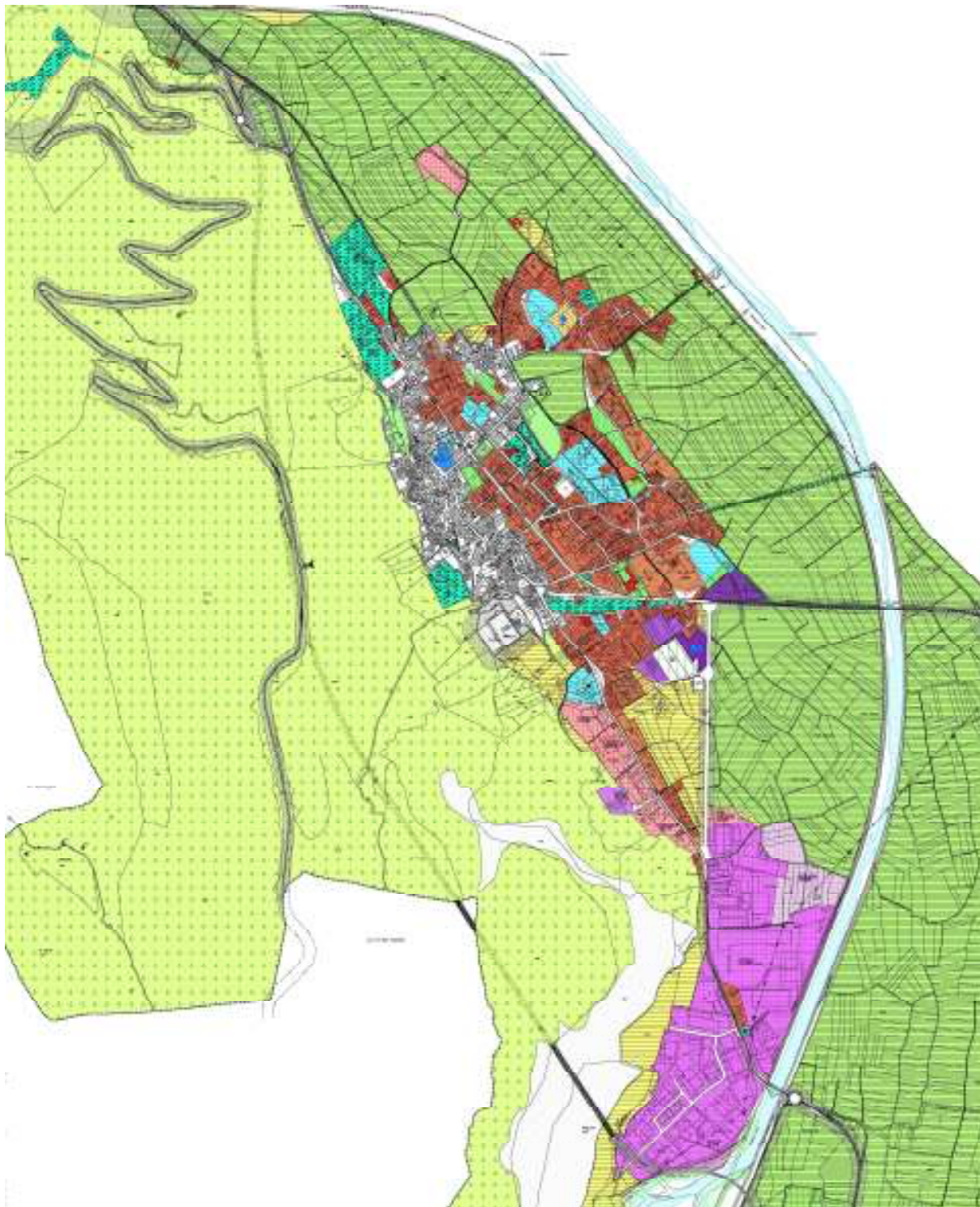
Il comune di Mezzolombardo è caratterizzato principalmente dal centro storico e da aree residenziali sparse in tutto il territorio comunale.

Si ritiene fondamentale la conoscenza di tutti gli elementi attinenti, direttamente o indirettamente, agli impianti di illuminazione. Una buona conoscenza dello stato attuale, nonché quello futuro, indicato dal Piano, sono condizioni indispensabili per una corretta stesura del Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (P.R.I.C.). Le indicazioni progettuali e gli interventi riportati, sono strettamente connessi con l'impianto di illuminazione in quanto individuano indirizzi futuri sulla rete viaria, sull'organizzazione del centro storico e sulla definizione di nuovi luoghi (piazze, aree verdi, parcheggi, viali ...) che dovranno essere adeguatamente illuminati.

Di conseguenza con la stesura del nuovo Piano Regolatore Generale (P.R.G.) si devono recepire gli argomenti e le soluzioni indicate all'interno del P.R.I.C. sul recupero degli insediamenti esistenti, sulla riqualificazione urbanistica del centro storico e delle aree rurali, sull'aumento dei servizi, sul miglioramento e la valorizzazione del sistema verde, dei viali, delle piste ciclabili, dei corridoi ecologici che sono i punti di forza di una città vivibile.



Si riportano qui di seguito alcuni estratti come riportati nel P.R.G. generale attualmente in vigore (2010).



**Fig. 4** – Daiano – Estratto P.R.G. - centro storico e insediamenti storici sparsi (colore bianco), aree residenziali (colore rosso), area produttiva e commerciale (colore rosa).

Altro tema importante per una corretta stesura del Piano è la conoscenza e lo studio del piano della mobilità o “Piano generale del traffico urbano (P.G.T.U.)”. In esso sono solitamente inseriti gli elementi e gli indirizzi strategici e programmatori finalizzati al miglioramento ed alla regolamentazione delle condizioni della circolazione e della sicurezza stradale. Anche il P.R.I.C. ad ognuna delle strade presenti nel territorio comunale (strade provinciali, comunali, pedonali, piste ciclabili, etc..) e indicate negli elaborati grafici E12 attribuisce una specifica “categoria”, seguendo le indicazioni riportate dalla norma UNI 11248: “Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche, ottobre 2012”.

Le strade sono di classe F e si dividono in: strade locali urbane e strade locali extraurbane.

Le strade *LOCALI URBANE* sono tutte le strade di connessione tra le varie parti con il centro e con le urbane interzonali. Dal rilevamento sul campo emerge che le strade urbane locali, caratterizzanti l’ambito residenziale diffuso, vengono utilizzate per la sosta delle macchine e rappresentano il vero tessuto connettivo del quartiere, anche pedonale, nonostante nella maggior parte dei casi non esistano marciapiedi.

Le strade *LOCALI EXTRAURBANE* sono quelle appena fuori al perimetro urbano, costituite da un tessuto di piccoli agglomerati di natura agricola, per lo più abitazioni attestate lungo i percorsi di collegamento con i comuni limitrofi. Anche in questo caso si evidenzia il problema della sosta delle macchine e dell’assenza di marciapiedi, anche se di minore entità, poiché le abitazioni non si trovano all’interno del perimetro urbano.

CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE ME					
Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	L in cd/m <sup>2</sup> (minima mantenuta)	U <sub>0</sub> (minima)	U <sub>i</sub> (minima)	Ti in % (massimo)	SR (minima)
ME1	2,0	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	0,8	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	-

**Fig. 5** – Esempio tabella valori di riferimento alla tipologia della strada

#### 4.2. FASCE DI RISPETTO OSSERVATORI ASTRONOMICI

Le fasce di rispetto hanno un’estensione di 25 km di raggio per gli osservatori di rilevanza nazionale e di 5 km di raggio per gli osservatori di rilevanza provinciale e tengono conto dell’intervisibilità delle possibili sorgenti inquinanti coi siti tutelati.

I progetti relativi ai nuovi impianti di illuminazione, o al rifacimento di impianti esistenti, ricadenti nelle fasce di rispetto delle aree protette, devono, entro 3 anni dell’entrata in vigore del Piano provinciale n.16/2007 essere redatti secondo quanto disposto nell’allegato B (soluzione calcolata), riducendo il valore limite  $K_{ILL}$  secondo quanto previsto nell’allegato D (Normative e parametri di riferimento), utilizzando apparecchi solo di classe A, come definiti nell’allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione).

Il comune di Mezzolombardo non rientra nell'area di rispetto dell'osservatorio astronomico di rilevanza provinciale.

#### 4.3. CENSIMENTO DEI PUNTI LUCE

Il regolamento di Attuazione alla L.P. 16/07 prevede il censimento dei punti luce (sorgenti luminose, apparecchi e sostegni) e la loro condizione. L'indagine conoscitiva, effettuata durante il mese di gennaio 2014, ha analizzato la situazione dell'impianto di illuminazione pubblica. L'analisi delle condizioni attuali dell'impianto di illuminazione è stato effettuato distinguendo tutte le realtà presenti: strade a traffico motorizzato, ciclo-pedonale ed esclusivamente pedonale. La distinzione si è resa necessaria per soddisfare il rispetto di determinati livelli illuminotecnici raccomandati dalla norma UNI 11248 e UNI EN 13201-2:2004. Tutte le vie con i seguenti impianti, sono riassunti ed identificati in un tipologico, per il quale si sono condotte stime (con calcoli e misure) dei parametri illuminotecnici, dei valori della tensione di alimentazione ad inizio e fine linea e la disposizione dei sostegni. Con la collaborazione del manutentore dell'impianto, sono state raccolte informazioni sulle armature, sulla potenza delle lampade, sui punti di alimentazione e comando.

Attraverso una successiva ricerca su cataloghi di aziende produttrici si sono recuperate le caratteristiche tecniche degli apparecchi installati, ipotizzando per le armature sconosciute modelli molto simili a quelle installate. Per quanto riguarda le sorgenti luminose, pur rispettando potenza e tipologia, si è fatto riferimento a dati OSRAM.

Tutte le informazioni e i dati tecnici sono stati quindi riportati sulle tavole grafiche allegate.

#### 4.4. METODOLOGIA

Il censimento dei punti luce ha comportato la verifica puntuale, sia dal punto di vista illuminotecnico che strutturale. Per ogni punto luce è stato verificato, con un esame a vista, il sostegno dal punto di vista strutturale e dove possibile la condizione del plinto di infissione. Inoltre a campione sono stati aperti i relativi pozzetti di derivazione delle linee per permettere un'analisi sia dei conduttori che delle tubazioni interrate. Ogni tipologico è stato fotografato con l'utilizzo di una macchina digitale mentre le misure di tensione di linea sono state eseguite con l'utilizzo di uno strumento di lettura marca HT ITALIA.

#### 4.5. RISULTATI OTTENUTI

Nel territorio comunale di Mezzolombardo sono presenti 23 punti di consegna con rispettivi quadri elettrici di comando. Oltre a questi, esclusivi per l'illuminazione pubblica, vi sono dei quadri a servizio delle strutture sportive.

Nel territorio comunale su tutti i quadri elettrici sono presenti sistemi di regolazione dell'illuminazione pubblica, tali impianti sono costituiti da un unico circuito denominato "notte".

I quadri elettrici e le linee di alimentazione sono riportati negli elaborati E11.

Sui quadri elettrici sono installati i dispositivi di protezione (interruttori magnetotermici e differenziali) e di comando, quest'ultimi sono affidati ad una fotocellula crepuscolare e un orologio. L'utilizzo di crepuscolari tradizionali al posto di orologi astronomici differenzia l'accensione e lo spegnimento delle varie zone rendendo non uniforme il servizio.

Alcuni quadri sono privi di nome di identificazione delle linee in uscita, di schemi elettrici (che dovranno essere inseriti all'interno di ogni quadro). Tali problematiche dovranno essere sistemate, esaminando ogni singolo quadro.



**Fig. 6**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo via Milano (QM01)



**Fig. 7**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Rupe 3 (QM02)



**Fig. 8**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Noce 4 (QM03)



**Fig. 9**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Battisti 7 (QM04)





**Fig. 10**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo San Pietro 7 (QM05)



**Fig. 11**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Mazzini 8 (QM06)



**Fig. 12**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Erbe 9 (QM07)



**Fig. 13**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Piazza Fiera 10 (QM08)



**Fig. 14**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Borghetto 11 (QM09)



**Fig. 15**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Rotaliana 13 (QM10)



**Fig. 16**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Rotaliana 13 (QM10)



**Fig. 17**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Anas 16 (QM11)



**Fig. 18**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Damiano Chiesa 17 (QM12)



**Fig. 19**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Tupini 19 (QM13)



**Fig. 20**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Tupini 19 (QM13)



**Fig. 21**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Darma 21 (QM14)



**Fig. 22**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Filzi 22 (QM15)



**Fig. 23**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Piaz 26 (QM16)



**Fig. 24**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Scuola 27 (QM17)





**Fig. 25**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Itca 31 (QM18)



**Fig. 26**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Protezione civile 33 (QM19)



**Fig. 27**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Industriale 38 (GM20)



**Fig. 28**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Artigianale 1 (GM21)



**Fig. 29**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Artigianale 2 (GM22)



**Fig. 30**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Orvea 55 (GM23)



**Fig. 31**  
Quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Zandonai 56 (GM24)



**Fig. 32**  
Particolare quadro elettrico generale I.P. a  
Mezzolombardo Piani (GM25)

Si evidenzia che per alcune linee terminali la caduta di tensione misurata a fine linea è superiore al valore massimo permesso dalla normativa attuale CEI 64-8/7 del 5%. Tale parametro risulta particolarmente importante dato che l'efficienza luminosa di una lampada (lm/W) diminuisce con la tensione, specie se la lampada è a scarica; è quindi opportuno contenere la caduta di tensione entro i limiti ammessi andando a sostituire il cavo con uno a sezione maggiore. Di seguito si riportano alcuni esempi di apparecchi utilizzati.



**Fig. 33**  
Armatura artistica 125W HQL



**Fig. 34**  
Armatura stradale 125W HQL



**Fig. 35**  
Armatura globo 125W HQL



**Fig. 36**  
Armatura stradale 250W SAP

Il rilievo dei punti luce esistenti divisi per tipologia di corpi illuminanti e lampade viene riportato nelle tavole grafiche E01-E02-E03-E04-E05-E06-E07-E08-E09-E10.  
Il numero dei punti luce di proprietà comunale sono 1327:

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada	
A01	15	122	CENTRO STORICO	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del Popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP	100
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP	100
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Toresela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travaion.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP	100
B01	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B02	49	59	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Fiorini e Via Zandonai.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B03	49	49	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B04	71	71	VIABILITA'	S.S. 43.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP	150
B05	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP	150
B06	30	30	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B07	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigl.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B07	4	4	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B08	15	15	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED	55
B09	7	7	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED	55
B10	11	11	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED	55
B11	56	56	AREA PRODUTTIVA	Via della Rupe.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B11	16	16	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B12	26	26	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B12	14	14	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B13	35	35	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento e Via Devigili.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B13	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B14	14	14	ZONA RESIDENZIALE	Via Perlasca.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B15	47	47	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Frecce Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B16	63	65	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B17	23	23	ZONA RESIDENZIALE	Via Cavalleggeri Udine e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL	125
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL	125
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL	125
C04	28	56	VIABILITA'	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL	125
C04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL	125
D01	10	10	ZONA RESIDENZIALE	Località Toresela e Via Zandonai.					Proiettore	D	HQI	70
D01	4	4	VIABILITA'	S.S. 43, Via Rotaliana e S.P. 90.					Proiettore	D	HQI	150
D02	1	1	VIABILITA'	Corso del Popolo.					Proiettore	D	HQI	250
D02	1	2	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.					Proiettore	D	SAP	400
D02	3	9	CENTRO STORICO	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.					Proiettore	D	SAP	400
D02	1	2	ZONA RESIDENZIALE	Piazza Unità d'Italia.					Proiettore	D	SAP	400
D03	4	4	CENTRO STORICO	S. Pietro.					Proiettore	D	SAP	400
D03	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.					Proiettore	D	SAP	250
D04		4	CENTRO STORICO	Chiesa S. Giovanni.					Proiettore	D	SAP	400
D04		2	ZONA RESIDENZIALE	Via Alpini.					Proiettore	D	SAP	400
D05		5	IMPIANTI SPORTIVI	Palestra comunale.					Proiettore	D	HQI	70
D05		2	CENTRO STORICO	Vicolo Travaion e Via Roma.					Proiettore	D	HQI	70
D05		3	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigl.					Proiettore	D	HQI	70
D05		8	VIABILITA'	S.P. 90.					Proiettore	D	HQI	400
ALTRO 01	8	9	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 02	4	5	ZONA RESIDENZIALE	Passaggio pedonale tra via Damiano Chiesa e via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 03	6	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Filos passaggio pedonale.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP	70
ALTRO 04	3	6	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 05	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	LED	50
ALTRO 06	11	11	AREA SERVIZI PUBBLICI	Scuola materna.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	SAP	70
ALTRO 07	7	7	CENTRO STORICO	Via S. Antonio.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 07	2	2	VERDE PUBBLICO	Parco Via Milano	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 07		1	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 08	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Manzoni.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 09	9	9	ZONA RESIDENZIALE	Laterale della S.S. 43.	F	CE4	6,70	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 10	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 11	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parco in Piazza Unità d'Italia.	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 12	3	3	AREA AGRICOLA	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 12		9	CENTRO STORICO	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 13		1	VIABILITA'	S.S. 43.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 14		6	ZONA RESIDENZIALE	Strada ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL	20
ALTRO 15		50	ZONA RESIDENZIALE	Ponte ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	LED	5
ALTRO 16		4	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL	36
ALTRO 17		2	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL	15
ALTRO 18		4	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	D	FL	18
ALTRO 19		6	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL	36
ALTRO 20		6	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL	72
ALTRO 21	4	4	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 21	6	6	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 22	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 23	6	6	VIABILITA'	Parcheggio via Trento.	F	S2	0,67	10	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 24	10	10	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 e S.S. 43.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 25	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Francesco.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 26	1	3	VIABILITA'	Incrocio tra S.S. 43 e S.S. di Fai.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 27	11	11	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento.	F	CE2	1,33	20	Stradale	A	SAP	150
ALTRO 28	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio Via S. Francesco e Via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Stradale	A	HQL	125
ALTRO 29	11	11	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	SAP	100
ALTRO 30	1	3	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento e via Roma	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	250
ALTRO 31	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Parco via Carlo Devigili.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL	125
	959	1327										

Tabella 1 – Elenco corpi illuminanti di proprietà comunale



Così suddivisi:

- 587 Sodio alta pressione;
- 593 Vapori di mercurio;
- 86 Led;
- 28 Fluorescenti;
- 33 Alogenuri metallici.

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Im	Em	Apparecchi	Classe	Lampada	γ
A01	15	122	CENTRO STORICO	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del Popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP	100
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP	100
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Toresela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travalon.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP	100
B04	71	71	VIABILITA'	S.S. 43.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP	150
B05	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP	150
B12	26	26	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B12	14	14	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B13	35	35	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento e Via Devigili.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B13	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B14	14	14	ZONA RESIDENZIALE	Via Perlasca.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
D02	1	2	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.					Proiettore	D	SAP	400
D02	3	9	CENTRO STORICO	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.					Proiettore	D	SAP	400
D02	1	2	ZONA RESIDENZIALE	Piazza Unità d'Italia.					Proiettore	D	SAP	400
D03	4	4	CENTRO STORICO	S. Pietro.					Proiettore	D	SAP	400
D03	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.					Proiettore	D	SAP	250
D04		4	CENTRO STORICO	Chiesa S. Giovanni.					Proiettore	D	SAP	400
D04		2	ZONA RESIDENZIALE	Via Alpini.					Proiettore	D	SAP	400
ALTRO 01	8	9	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 02	4	5	ZONA RESIDENZIALE	Passaggio pedonale tra via Damiano Chiesa e via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 03	6	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Filos passaggio pedonale.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP	70
ALTRO 04	3	6	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 06	11	11	AREA SERVIZI PUBBLICI	Scuola materna.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	SAP	70
ALTRO 23	6	6	VIABILITA'	Parcheeggio via Trento.	F	S2	0,67	10	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 24	10	10	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 e S.S. 43.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 26	1	3	VIABILITA'	Incrocio tra S.S. 43 e S.S. di Fai.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 27	11	11	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento.	F	CE2	1,33	20	Stradale	A	SAP	150
ALTRO 29	11	11	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	SAP	100
ALTRO 30	1	3	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento e via Roma	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	250
	366	587										

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
B01	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B02	49	59	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Florini e Via Zandonai.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B03	49	49	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B06	30	30	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B07	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigli.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B07	4	4	VIABILITA'	Via Rotailiana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B11	56	56	AREA PRODUTTIVA	Via della Rupe.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B11	16	16	VIABILITA'	Via Rotailiana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B15	47	47	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Frece Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B16	63	65	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B17	23	23	ZONA RESIDENZIALE	Via Cavallegerri Udine e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL 125
C04	28	56	VIABILITA'	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL 125
ALTRO 07	7	7	CENTRO STORICO	Via S. Antonio.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 07	2	2	VERDE PUBBLICO	Parco Via Milano	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 07		1	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 08	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Manzoni.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 09	9	9	ZONA RESIDENZIALE	Laterale della S.S. 43.	F	CE4	6,70	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 10	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 11	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parco in Piazza Unità d'Italia.	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 12	3	3	AREA AGRICOLA	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 12		9	CENTRO STORICO	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 13		1	VIABILITA'	S.S. 43.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 21	4	4	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 21	6	6	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 22	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 25	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Francesco.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 28	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio Via S. Francesco e Via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Stradale	A	HQL 125
ALTRO 31	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Parco via Carlo Devigili.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL 125
	542	593									

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
B08	15	15	VIABILITA'	Via Rotailiana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B09	7	7	VIABILITA'	Via Rotailiana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B10	11	11	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
ALTRO 05	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	LED 50
ALTRO 15		50	ZONA RESIDENZIALE	Ponte ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	LED 5
	36	86									

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
ALTRO 14		6	ZONA RESIDENZIALE	Strada ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL 20
ALTRO 16		4	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL 36
ALTRO 17		2	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL 15
ALTRO 18		4	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	D	FL 18
ALTRO 19		6	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL 36
ALTRO 20		6	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL 72
	0	28									

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
D01	10	10	ZONA RESIDENZIALE	Località Toresela e Via Zandonai.					Proiettore	D	HQL 70
D01	4	4	VIABILITA'	S.S. 43, Via Rotailiana e S.P. 90.					Proiettore	D	HQL 150
D02	1	1	VIABILITA'	Corso del Popolo.					Proiettore	D	HQL 250
D05		5	IMPIANTI SPORTIVI	Palestra comunale.					Proiettore	D	HQL 70
D05		2	CENTRO STORICO	Vicolo Travaion e Via Roma.					Proiettore	D	HQL 70
D05		3	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigli.					Proiettore	D	HQL 70
D05		8	VIABILITA'	S.P. 90.					Proiettore	D	HQL 400
	15	33									

Per quanto riguarda la tipologia di apparecchi si sono rilevati:

- 468 corpi artistici;
- 58 proiettori;
- 669 armature stradali;
- 132 globi.

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
A01	15	122	CENTRO STORICO	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del Popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Toresela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travaiòn.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP
ALTRO 01	8	9	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	SAP
ALTRO 02	4	5	ZONA RESIDENZIALE	Passaggio pedonale tra via Damiano Chiesa e via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP
ALTRO 03	6	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Filos passaggio pedonale.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP
ALTRO 04	3	6	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	A	SAP
ALTRO 05	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	LED
ALTRO 06	11	11	AREA SERVIZI PUBBLICI	Scuola materna.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	SAP
ALTRO 07	7	7	CENTRO STORICO	Via S. Antonio.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 07	2	2	VERDE PUBBLICO	Parco Via Milano	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 07	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 08	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Manzoni.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 09	9	9	ZONA RESIDENZIALE	Località della S.S. 43.	F	CE4	6,70	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 10	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Laterale della S.S. 43.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 11	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via De Varda.	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 12	3	3	AREA AGRICOLA	Parco in Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 12		9	CENTRO STORICO	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 13		1	VIABILITA'	S.S. 43.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 14		6	ZONA RESIDENZIALE	Strada ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL
ALTRO 15		50	ZONA RESIDENZIALE	Ponte ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	LED
ALTRO 16		4	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL
ALTRO 17		2	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL
ALTRO 18		4	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	D	FL
ALTRO 19		6	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL
ALTRO 20		6	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL
	176	468									

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
D01	10	10	ZONA RESIDENZIALE	Località Toresela e Via Zandonai.					Proiettore	D	HQL
D01	4	4	VIABILITA'	S.S. 43, Via Rotailiana e S.P. 90.					Proiettore	D	HQL
D02	1	1	VIABILITA'	Corso del Popolo.					Proiettore	D	HQL
D02	1	2	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.					Proiettore	D	SAP
D02	3	9	CENTRO STORICO	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.					Proiettore	D	SAP
D02	1	2	ZONA RESIDENZIALE	Piazza Unità d'Italia.					Proiettore	D	SAP
D03	4	4	CENTRO STORICO	S. Pietro.					Proiettore	D	SAP
D03	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.					Proiettore	D	SAP
D04		4	CENTRO STORICO	Chiesa S. Giovanni.					Proiettore	D	SAP
D04		2	ZONA RESIDENZIALE	Via Alpini.					Proiettore	D	SAP
D05		5	IMPIANTI SPORTIVI	Palestra comunale.					Proiettore	D	HQL
D05		2	CENTRO STORICO	Vicolo Travaiòn e Via Roma.					Proiettore	D	HQL
D05		3	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigl.					Proiettore	D	HQL
D05		8	VIABILITA'	S.P. 90.					Proiettore	D	HQL
	26	58									

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
B01	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B02	49	59	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Fiorini e Via Zandonai.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B03	49	49	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B04	71	71	VIABILITA'	S.S. 43.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP 150
B05	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP 150
B06	30	30	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B07	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigli.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B07	4	4	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B08	15	15	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B09	7	7	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B10	11	11	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B11	56	56	AREA PRODUTTIVA	Via della Rupe.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B11	16	16	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B12	26	26	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B12	14	14	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B13	35	35	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento e Via Devigili.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B13	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B14	14	14	ZONA RESIDENZIALE	Via Perlasca.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B15	47	47	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Frece Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B16	63	65	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B17	23	23	ZONA RESIDENZIALE	Via Cavalleger Udine e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
ALTRO 21	4	4	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 21	6	6	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 22	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 23	6	6	VIABILITA'	Parcheggio via Trento.	F	S2	0,67	10	Stradale	B	SAP 150
ALTRO 24	10	10	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 e S.S. 43.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP 150
ALTRO 25	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Francesco.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 26	1	3	VIABILITA'	Incrocio tra S.S. 43 e S.S. di Fai.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP 150
ALTRO 27	11	11	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento.	F	CE2	1,33	20	Stradale	A	SAP 150
ALTRO 28	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio Via S. Francesco e Via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Stradale	A	HQL 125
ALTRO 29	11	11	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	SAP 100
ALTRO 30	1	3	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento e via Roma	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP 250
	653	669									

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL 125
C04	28	56	VIABILITA'	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL 125
ALTRO 31	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Parco via Carlo Devigili.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL 125
	104	132									



#### 4.6. ANALISI ILLUMINOTECNICA

Come riportato nel regolamento di Attuazione alla L.P. 16/07 si prevede:

1. Analisi illuminotecnica di ogni area omogenea individuata, con valutazione, mediante misura dei parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) ed elettrici, della potenza installata (kW), delle perdite elettriche (%), del profilo di funzionamento (h) in modo da ricavare il parametro  $\eta$ . Ai fini delle determinazioni del parametro  $K_{ILL}$  per ciascuna area omogenea individuata:
  - a. per aree con corpi illuminanti di classe A,  $K_{ILL}$  viene assunto  $< 3,00$ ;
  - b. per aree con corpi illuminanti di altre classi:
    - se  $\eta$  risulta maggiore di 15,00 o risulta impossibile recuperare o stimare le caratteristiche illuminotecniche dei corpi illuminanti,  $K_{ILL}$  viene assunto  $> 3,00$ ;
    - negli altri casi, si procede al calcolo del parametro  $K_{ILL}$ .
2. Per ciascuna area omogenea viene quindi redatto il modello di cui all'Allegato A (soluzione conforme) oppure quello di cui all'Allegato B (soluzione calcolata). Stesura di una corrispondente relazione tecnica e planimetria riassuntivo riguardo la compatibilità con L.P. n.16/2007, il suo regolamento di attuazione ed il presente Piano provinciale.

##### 4.6.1. METODOLOGIA

Per ottenere tale obiettivo si sono identificati "Tipologici" rappresentativi dello stato di fatto che per apparecchio, altezza di installazione, interdistanza e geometria del compito visivo comportano gli stessi parametri illuminotecnici. Per ogni "Tipologico", dove gli apparecchi erano chiaramente identificati, si sono eseguite verifiche illuminotecniche, si sono compilati i modelli A o B e si sono ricavati gli indici sintetici  $\eta$  e  $K_{ILL}$ . I tipologici analizzati sono stati poi rappresentati su tavole grafiche in modo da conoscerne quantità e posizioni sul territorio. Le verifiche illuminotecniche degli apparecchi dei quali si possiedono le curve fotometriche sono state eseguite grazie ad un software illuminotecnico (DIALux) e alle formule presenti nell'allegato D paragrafo D.3, mentre per tutti gli altri apparecchi di illuminazione si sono eseguite misure di illuminamento mediante luxmetro e luminanza mediante luminanzometro.

Le analisi illuminotecniche come pure le verifiche illuminotecniche, le schede dei tipologici e le schede A e B sono allegate alla presente relazione.

##### 4.6.2. DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE CARATTERISTICHE

1. Ai fini del calcolo dell'area efficace  $A_{eff}$  nell'ambito del modello di analisi si devono considerare le superfici interessate dal traffico veicolare e pedonale o da motivi di sicurezza. In particolare si possono considerare:
  - a. carreggiate destinate al traffico veicolare (nel caso di rotatorie sono escluse le zone a verde se non interessate da traffico pedonale);
  - b. marciapiedi, aree, percorsi destinati al traffico pedonale; nel caso di percorsi pedonali in zone a verde (parchi, giardini...), per ragioni di sicurezza e salvo altre esigenze dettate dall'analisi del rischio, il percorso pedonale può essere esteso di 5 metri per lato;
  - c. aree destinate alla sorveglianza e protezione.
2. L'indice  $K_{ILL}$  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:

$$K_{ILL} = \left( \frac{E_{MDIS}}{E_{MEFF}} \right) \left( \frac{A_{RIF}}{A_{EFF}} \right)$$

Dove:

$E_{MDIS}$  = illuminamento medio disperso =  $E_{HC} + 6 \cdot \max(E_{VN}; E_{VE}; E_{VS}; E_{VW})$ ;

$E_{MEFF}$  = illuminamento medio sul piano efficace;

$A_{RIF}$  = area del piano di riferimento (500 x 500 metri);

$A_{EFF}$  = area efficace del compito visivo;

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

- creare un progetto per illuminazione esterna;
- inserire una superficie di base (dimensioni 500m x 500m con grado di riflessione 0,45 che simula il terreno);
- 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;
- inserire un secondo piano di misura come c), in modo da calcolare gli illuminamenti verticali lungo le 4 direzioni principali;
- al centro del terreno inserire il modello di analisi (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 suddividendo in più porzioni avente ciascuna dimensioni massime 200m x 200m;
- eseguire il calcolo completo (diretto + indiretto livello medio) e ricavare i parametri sotto indicati:

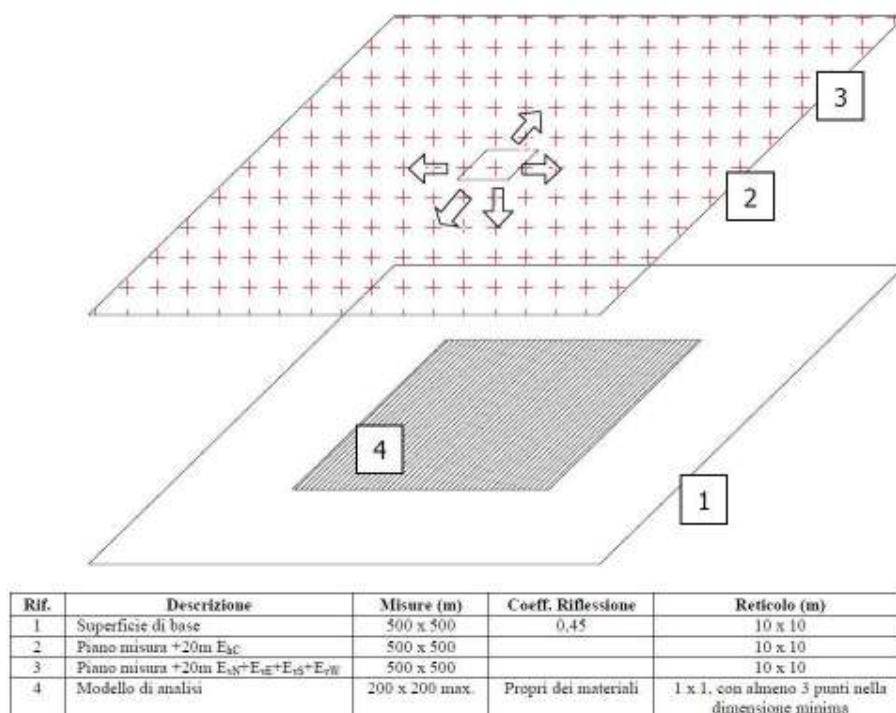


Fig. 37 - Modello di calcolo

- Il coefficiente di efficienza energetica (normalizzato a 100 lux) ( $\eta$ ) espresso in ( $kWh_{ANNO}/m^2$ ) 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, e superficie efficace:

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

il termine viene determinato nella compilazione dell'allegato A o B relativo all'impianto.

#### 4.6.3. GLOSSARIO TERMINI FOTOMETRICI

Le definizioni delle varie grandezze in gioco sono riportate nella tabella seguente. Per comodità di lettura alcune di queste definizioni sono state redatte in forma semplificata rispetto alla forma completa riportata in basso con caratteri più piccoli.

VOCE	DEFINIZIONE
<b>Candela [cd]</b>	Unità SI che individua l'intensità luminosa emessa da una lampada in una determinata direzione. La candela è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente di luce che emette radiazioni monocromatiche di frequenza pari a $540 \times 10^{12}$ Hertz e di cui l'intensità energetica in quella direzione è pari a 1/683 Watt per steradiano.
<b>Flusso luminoso [lm]. Simbolo: <math>\Phi</math>.</b>	Grandezza che individua la potenza luminosa emessa da una sorgente di luce (lampada o apparecchio di illuminazione). Grandezza derivata dal flusso energetico pesato secondo la sua azione sull'osservatore di riferimento fotometrico CIE.
<b>Illuminamento (in un punto di una superficie) [lx]. Simbolo: E.</b>	Grandezza che caratterizza il flusso luminoso che cade su una superficie di area unitaria. Si misura mediante il luxmetro. Quoziente fra il flusso luminoso $d\Phi$ , ricevuto da un elemento di superficie contenente il punto, e l'area $dA$ di detto elemento.
<b>Indice di abbagliamento debilitante TI</b>	Indica l'incremento percentuale della luminanza stradale necessario per compensare la riduzione di visibilità derivante dall'abbagliamento provocato da un impianto di illuminazione stradale.
<b>Indice di resa dei colori</b>	Indice che valuta la corretta resa di una serie di colori illuminati da una certa sorgente di luce secondo una scala da 0 a 100. Valutazione quantitativa del grado di accordo tra il colore psicofisico di un oggetto illuminato dall'illuminante in prova e quello dello stesso oggetto illuminato dall'illuminante di riferimento, avendo tenuto conto dello stato di adattamento cromatico.
<b>Intensità luminosa (di una sorgente, in una direzione data) [cd]. Simbolo I</b>	Grandezza che individua l'intensità di emissione della luce da parte di una sorgente (lampada o apparecchio di illuminazione) in una determinata direzione. Quoziente fra il flusso luminoso $d\Phi$ emesso dalla sorgente entro l'elemento di angolo solido $d\Omega$ contenente la direzione data, e detto elemento di angolo solido.
<b>Lumen [lm]</b>	Unità SI di flusso luminoso. Il lumen è il flusso luminoso emesso nell'angolo solido unitario da una sorgente puntiforme e uniforme avente l'intensità luminosa di 1 candela.
<b>Luminanza [cd / m<sup>2</sup>] (in una direzione data, in un punto dato di una superficie reale o fittizia) Simbolo L</b>	Flusso luminoso emesso in una determinata direzione da una superficie di area apparente unitaria, che emette luce o è illuminata. Si misura mediante il luminanzometro. Grandezza definita dalla formula: $L = d^2\phi / dA^{-1} \cos\alpha^{-1} d\phi^{-1}$ in cui $d^2\phi$ è il flusso luminoso trasmesso da un fascio elementare passante per il punto dato e propagatosi entro l'angolo solido $d\Omega$ contenente la direzione data, $dA$ è l'area di una sezione di detto fascio nel punto dato, $\alpha$ è l'angolo tra la normale a detta sezione e la direzione del fascio.
<b>Luminanza stradale media mantenuta</b>	Valore medio della luminanza stradale in un tratto definito della carreggiata che deve essere garantito dai gestori dell'impianto di illuminazione attraverso interventi di manutenzione programmata e/o straordinaria.
<b>Luminanzometro</b>	Strumento destinato alla misurazione della luminanza.

<b>Lux [lx]</b>	Unità SI di illuminamento: illuminamento prodotto su una superficie con area pari a 1 metro quadrato da un flusso luminoso di 1 lumen uniformemente ripartito su questa superficie.
<b>Luxmetro</b>	Strumento destinato alla misurazione dell'illuminamento.
<b>Resa dei colori</b>	Effetto di un illuminante sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati, aspetto che viene paragonato consciamente o inconsciamente a quello degli stessi oggetti illuminati da un illuminante di riferimento.
<b>Ripartizione dell'intensità luminosa</b>	Rappresentazione, per mezzo di curve o tabelle, dei valori dell'intensità luminosa di una sorgente di luce in funzione di direzioni nello spazio.
<b>Rivelatore fotoelettrico</b>	Rivelatore di radiazioni ottiche che utilizza l'interazione tra la radiazione e la materia derivante dall'assorbimento di fotoni e della conseguente liberazione di elettroni a partire dal loro stato di equilibrio, producendo così una tensione o una corrente elettrica, oppure un cambiamento di resistenza elettrica, escludendo qualsiasi fenomeno elettrico prodotto da cambiamenti di temperatura.
<b>Temperatura di colore [K]</b>	Temperatura del radiatore di Plank la cui radiazione ha la stessa cromaticità di quella di uno stimolo dato.
<b>Uniformità globale</b>	Rapporto fra i valori minimo e medio della luminanza stradale valutati su un tratto definito della carreggiata.
<b>Uniformità longitudinale</b>	Rapporto fra i valori minimo e massimo della luminanza stradale valutati su un tratto definito della carreggiata e lungo la mezzzeria di ciascuna corsia della stessa.

**Tabella 2** – Termini fotometrici

#### 4.6.4. *RISULTATI OTTENUTI*

I risultati ottenuti (modelli A o B compilati) sono stati organizzati su un foglio di calcolo Excel per essere facilmente elaborati, modificati e aggiornati. Tale foglio fa parte integrante del pacchetto consegnato (E-14).

#### 4.6.5. *TIPOLOGICI ANALIZZATI*

Si riporta l'elenco dei tipologici analizzati con classificazione illuminotecnica delle strade corrispondenti.

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada	
A01	15	122	CENTRO STORICO	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del Popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP	100
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP	100
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Toresela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travaion.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP	100
B01	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B02	49	59	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Fiorini e Via Zandonai.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B03	49	49	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B04	71	71	VIABILITA'	S.S. 43.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP	150
B05	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP	150
B06	30	30	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B07	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigl.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B07	4	4	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
B08	15	15	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED	55
B09	7	7	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED	55
B10	11	11	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED	55
B11	56	56	AREA PRODUTTIVA	Via della Rupe.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B11	16	16	VIABILITA'	Via Rotaliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B12	26	26	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B12	14	14	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B13	35	35	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento e Via Devigili.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B13	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B14	14	14	ZONA RESIDENZIALE	Via Perlasca.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP	150
B15	47	47	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Frece Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B16	63	65	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
B17	23	23	ZONA RESIDENZIALE	Via Cavalleggeri Udine e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL	125
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL	125
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL	125
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL	125
C04	28	56	VIABILITA'	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL	125
C04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL	125
D01	10	10	ZONA RESIDENZIALE	Località Toresela e Via Zandonai.					Proiettore	D	HQI	70
D01	4	4	VIABILITA'	S.S. 43, Via Rotaliana e S.P. 90.					Proiettore	D	HQI	150
D02	1	1	VIABILITA'	Corso del Popolo.					Proiettore	D	HQI	250
D02	1	2	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.					Proiettore	D	SAP	400
D02	3	9	CENTRO STORICO	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.					Proiettore	D	SAP	400
D02	1	2	ZONA RESIDENZIALE	Piazza Unità d'Italia.					Proiettore	D	SAP	400
D03	4	4	CENTRO STORICO	S. Pietro.					Proiettore	D	SAP	400
D03	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.					Proiettore	D	SAP	250
D04		4	CENTRO STORICO	Chiesa S. Giovanni.					Proiettore	D	SAP	400
D04		2	ZONA RESIDENZIALE	Via Alpini.					Proiettore	D	SAP	400
D05		5	IMPIANTI SPORTIVI	Palestra comunale.					Proiettore	D	HQI	70
D05		2	CENTRO STORICO	Vicolo Travaion e Via Roma.					Proiettore	D	HQI	70
D05		3	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigl.					Proiettore	D	HQI	70
D05		8	VIABILITA'	S.P. 90.					Proiettore	D	HQI	400
ALTRO 01	8	9	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 02	4	5	ZONA RESIDENZIALE	Passaggio pedonale tra via Damiano Chiesa e via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 03	6	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Filos passaggio pedonale.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP	70
ALTRO 04	3	6	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	A	SAP	100
ALTRO 05	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	LED	50
ALTRO 06	11	11	AREA SERVIZI PUBBLICI	Scuola materna.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	SAP	70
ALTRO 07	7	7	CENTRO STORICO	Via S. Antonio.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 07	2	2	VERDE PUBBLICO	Parco Via Milano	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 07		1	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 08	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Manzoni.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 09	9	9	ZONA RESIDENZIALE	Laterale della S.S. 43.	F	CE4	6,70	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 10	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 11	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parco in Piazza Unità d'Italia.	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 12	3	3	AREA AGRICOLA	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 12		9	CENTRO STORICO	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 13		1	VIABILITA'	S.S. 43.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL	125
ALTRO 14		6	ZONA RESIDENZIALE	Strada ciclopeditonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL	20
ALTRO 15		50	ZONA RESIDENZIALE	Ponte ciclopeditonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	LED	5
ALTRO 16		4	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL	36
ALTRO 17		2	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL	15
ALTRO 18		4	CENTRO STORICO	Località la Toresela.	F	CE4	0,67	10	Artistico	D	FL	18
ALTRO 19		6	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL	36
ALTRO 20		6	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su S.S. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL	72
ALTRO 21	4	4	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 21	6	6	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 22	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 23	6	6	VIABILITA'	Parcheggio via Trento.	F	S2	0,67	10	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 24	10	10	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 e S.S. 43.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 25	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Francesco.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL	125
ALTRO 26	1	3	VIABILITA'	Incrocio tra S.S. 43 e S.S. di Fai.	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	150
ALTRO 27	11	11	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento.	F	CE2	1,33	20	Stradale	A	SAP	150
ALTRO 28	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio Via S. Francesco e Via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Stradale	A	HQL	125
ALTRO 29	11	11	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	SAP	100
ALTRO 30	1	3	VIABILITA'	Rotatoria S.P. 90 Via Trento e via Roma	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP	250
ALTRO 31	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Parco via Carlo Devigili.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL	125
	959	1327										

Tabella 3 – Legenda riepilogativa tipologici

Nelle scheda di tipologico (vedi esempio seguente) sono riportate le caratteristiche geometriche del compito visivo, le caratteristiche degli apparecchi e sorgenti luminose; l’ultima tabella (Analisi) riassume i dati illuminotecnici derivati dai modelli A e B, tra cui i due parametri sintetici  $\eta$  e  $K_{ILL}$ ; segue un parere di conformità o priorità di intervento; nel caso che  $\eta$  non sia idoneo (maggiore di 15), non ha senso calcolare  $K_{ILL}$  che viene indicato con NC (non calcolato) o >3.

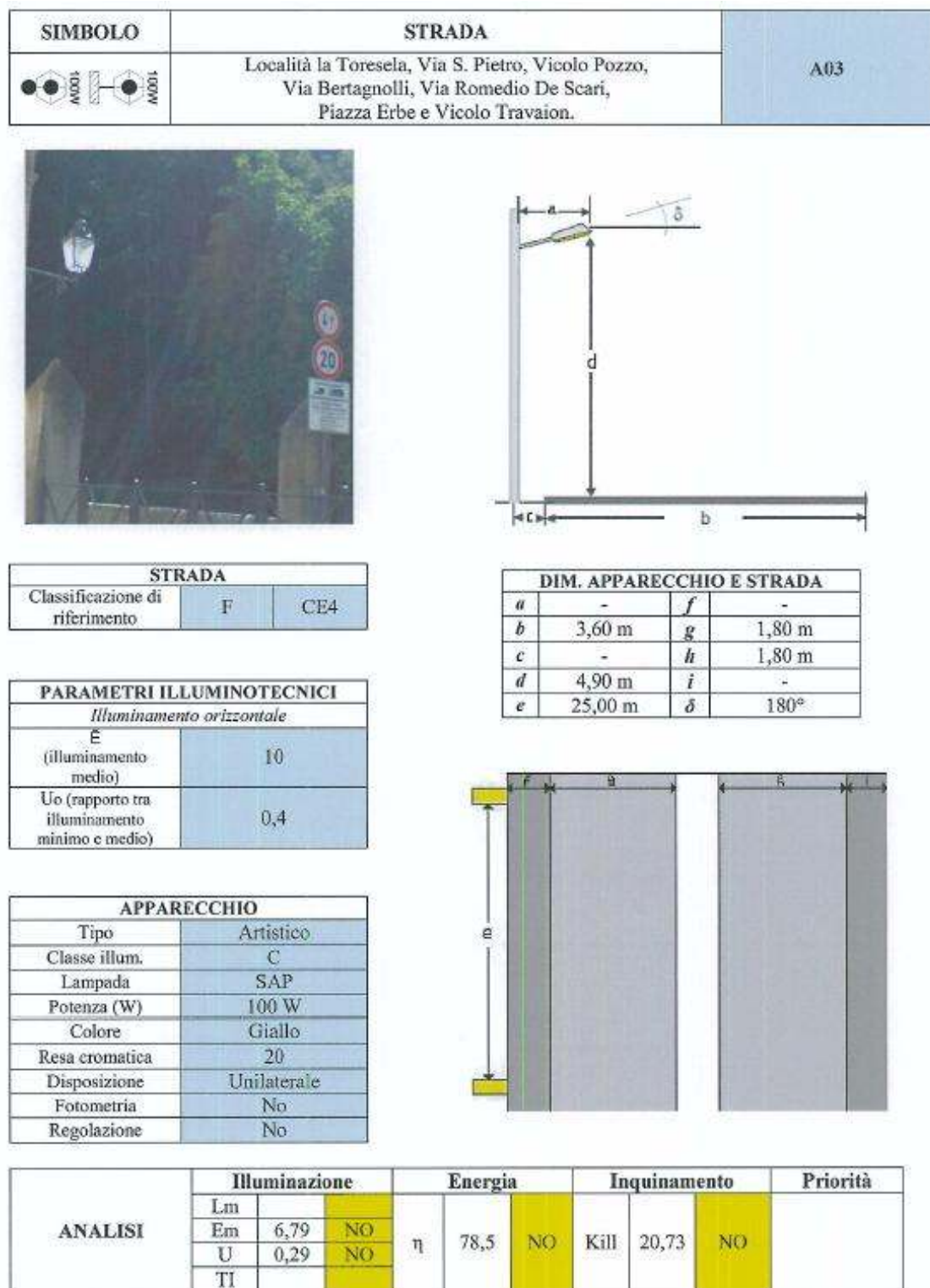


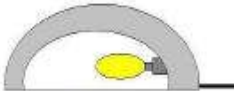
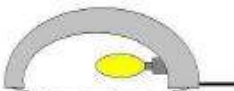
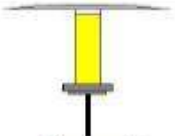
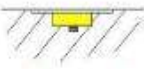

Fig. 38 – Esempio tipologico

L'allegato A o B corrispondente giustifica il calcolo eseguito e le aree considerate nei calcoli.



## 5. CLASSIFICAZIONE DEGLI APPARECCHI

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

<p>1. <u>Apparecchi di classe A</u>: 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. <u>Apparecchi di classe B</u>: 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>3. <u>Apparecchi di classe C</u>: 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>4. <u>Apparecchi di classe D</u>: comprendono tutti gli apparecchi destinati a produrre illuminazione d'accentuazione o effetti localizzati decorativi (incassi da terra, proiettori, applique, ecc.).</p>	 <p>Classe D</p>
	<p>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)</p>
<p>5. <u>Apparecchi di classe E</u>: 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%.</p>	 <p>Classe E</p>
	<p>Apparecchi vietati</p>

**Tabella 4** – Classificazione apparecchi di illuminazione

Per quanto riguarda il lampione prismatico si dimostra che ha un potere inquinante maggiore del 250% del lampione totalmente schermato.



Fig. 39 – Differenza tra coppa prismatica e lampione cut-off



6. PIANO DI ADEGUAMENTO E DI RISANAMENTO

6.1. IDENTIFICAZIONE IMPIANTI E AREE OMOGENEE FORTEMENTE INQUINANTI

Obiettivo di tale paragrafo è l’identificazione degli impianti e delle aree omogenee che presentano valori fortemente inquinanti, abbagliamento molesto, illuminazione intrusiva, disuniformità, sovrabbondanza di illuminazione, ecc. Si sono identificate le zone nella quale è prevalente la luminanza dell’apparecchio di illuminazione rispetto al compito visivo; in tali zone gli apparecchi utilizzati sono di classe E, vietati nel regolamento di attuazione alla L.P. 16/07. La reale situazione è riportata nei tipologici.

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Im	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
A01	15	122	CENTRO STORICO	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del Popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Torsela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travaion.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP
B04	71	71	VIABILITA'	S.S. 43	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP
B10	11	11	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED
B13	35	35	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento e Via Devigili.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP
B13	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP
B14	14	14	ZONA RESIDENZIALE	Via Perlasca.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Parccheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL
C04	28	56	VIABILITA'	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL
D04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL
D01	10	10	ZONA RESIDENZIALE	Località Torsela e Via Zandonai.					Proiettore	D	HQL
D02	1	1	VIABILITA'	Corso del Popolo.					Proiettore	D	HQL
D02	1	2	VERDE PUBBLICO	Località ai Piani.					Proiettore	D	SAP
D02	3	9	CENTRO STORICO	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.					Proiettore	D	SAP
D02	1	2	ZONA RESIDENZIALE	Piazza Unità d'Italia.					Proiettore	D	SAP
D03	4	4	CENTRO STORICO	S. Pietro.					Proiettore	D	SAP
D03	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.					Proiettore	D	SAP
D04		4	CENTRO STORICO	Chiesa S. Giovanni.					Proiettore	D	SAP
D04		2	ZONA RESIDENZIALE	Via Alpini.					Proiettore	D	SAP
D05		2	CENTRO STORICO	Vicolo Travaion e Via Roma.					Proiettore	D	HQL
D05		3	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigl.					Proiettore	D	HQL
D05		8	VIABILITA'	S.P. 90.					Proiettore	D	HQL
ALTRO 07	7	7	CENTRO STORICO	Via S. Antonio.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 07	2	2	VERDE PUBBLICO	Parco Via Milano	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 07		1	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL
ALTRO 12	3	3	AREA AGRICOLA	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 12		9	CENTRO STORICO	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 13		1	VIABILITA'	S.S. 43.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL
ALTRO 31	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Parco via Carlo Devigili.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL
	374	632									

6.2. IDENTIFICAZIONE AREE OMOGENEE NON SUFFICIENTEMENTE ILLUMINATE

Obiettivo di tale paragrafo è l’identificazione delle aree omogenee non sufficientemente illuminate, anche con riferimento alla normativa in materia di sicurezza eventualmente applicabile. Conseguentemente alla classificazione delle strade presenti nel comune è stata determinata per ogni classificazione la classe illuminotecnica. Tale classe prevede valori minimi di luminanza o illuminamento che sono alla base per un progetto illuminotecnico. Nei tipologici evidenziati nella tabella seguente la luminanza sul compito visivo risulta inferiore alla classe illuminotecnica prevista.

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Ln	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Toressela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travalon.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP
B01	18	18	VIABILITA'	S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL
B02	49	59	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Fiorini e Via Zandonai.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL
B03	49	49	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL
B06	30	30	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL
B07	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigi.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL
B07	4	4	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL
B08	15	15	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED
B11	56	56	AREA PRODUTTIVA	Via della Rupe.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL
B11	16	16	VIABILITA'	Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL
B15	47	47	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Frece Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL
B16	63	65	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL
B17	23	23	ZONA RESIDENZIALE	Via Cavallegerri Udine e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Parcheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL
C04	28	56	VIABILITA'	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL
C04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL
	565	690									

L’utilizzo di sorgenti a vapori di mercurio (HQL) comportano inoltre una carenza energetica, data dalla scarsa efficienza luminosa rispetto alle lampade al sodio ad alta pressione, alle lampade ad alogenuri metallici o alle lampade a LED.

6.3. IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE

Oltre alla messa a norma dei sistemi illuminanti si considera prioritaria la messa in sicurezza delle linee elettriche di distribuzione e dei quadri di protezione. Attualmente gli impianti di illuminazione sono gestiti per manutenzioni da personale A.I.R..

## 7. AZIONI CORRETTIVE

### 7.1. INTERVENTI

Gli interventi proposti devono soddisfare le scelte urbanistiche adottate dal piano regolatore generale (P.R.G.). Inoltre, nelle scelte adottate, sono stati considerati aspetti relativi al contenimento dell'inquinamento luminoso, al risparmio energetico ed al problema della gestione e manutenzione.

Dall'analisi di tutto il sistema di illuminazione pubblica esistente sul territorio comunale a partire dalla tipologia di lampade e degli apparecchi installati sono state rilevate una serie di situazioni di degrado.

Gli interventi sono mirati a:

1. Ripristinare la sicurezza (valori illuminotecnici adeguati, meccanicamente ed elettricamente stabili);
2. Diminuire l'energia consumata (adozione di sorgenti adeguati ed apparecchi performanti);
3. Diminuire l'inquinamento luminoso (apparecchi possibilmente di classe A);
4. Migliorare l'aspetto architettonico (apparecchi adeguati al contesto).

Le lampade da utilizzare dovranno essere ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali lampade al sodio ad alta pressione o a led, perché hanno uno spettro ristretto di lunghezze d'onda, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. Nei soli casi ove risulti indispensabile un'elevata resa cromatica (centri storici, aree pedonali, etc.) è consentito l'impiego di lampade a largo spettro agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte e al sodio a luce bianca, purché funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata.

La legislazione invita a:

- limitare qualsiasi emissione diretta oltre i 90° a bassi angoli (perché sono quelli più inquinanti) con apparecchi che, nella loro posizione di installazione corretta, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli di emissione  $\geq 90^\circ$ , compresa tra 0 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tale fine, in genere, le lampade devono essere recesse nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;
- limitare qualsiasi emissione indiretta verso l'alto, e per tale motivo minimizzare le luminanze e gli illuminamenti ottimizzando lampade e impianti;
- utilizzare elementi di chiusura preferibilmente trasparenti e piani, realizzati con materiale stabile anti ingiallimento quale vetro, metacrilato ed altri con analoghe proprietà, lampade recesse nel vano ottico. I vetri curvi o comunque non orizzontali piani non sono vietati dalla legge, esistono apparecchi particolari con dispersione inferiore a 0.49 cd/klm a 90° ed oltre (anche se fortemente sconsigliati in quanto abbaglianti e poco efficienti).
- far sì che gli apparecchi destinati all'illuminazione esterna, sia pubblica che privata, in particolare se non funzionalmente dedicati alla circolazione stradale, non costituiscano elementi di disturbo per gli automobilisti e per gli interni delle abitazioni; a tal fine ogni fenomeno di inquinamento ottico o di abbagliamento diretto deve essere contenuto nei valori minimi previsti dalle norme tecniche e di sicurezza italiane ed europee.
- utilizzare, a parità di luminanza al suolo, l'apparecchio che permetta di ottenere l'impianto dalla minima potenza possibile, in modo da minimizzare le spese di gestione ed esercizio (guasti, sostituzione lampade, pulizia ottiche, spese per l'energia elettrica, ecc.) che il Comune dovrà affrontare durante l'arco della vita dell'impianto (si consiglia di considerare una vita media dell'impianto di 25 anni). In ogni caso preferire apparecchi che consentano la maggior interdistanza possibile tra i punti luce;

La progettazione dovrà tener conto di diversi fattori quali:

- 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.

L'operazione di sostituzione di lampade ai vapori di mercurio con analoghe lampade al sodio ad alta pressione di minor potenza e di maggior efficienza è fortemente auspicata, e richiesta per legge, in quanto permette:

- Notevoli risparmi energetici (e manutentivi);
- Eliminazione di sostanze potenzialmente pericolose (mercurio);
- Miglioramento della qualità degli impianti;
- Ammodernamento degli impianti ed un rapido rientro degli investimenti (le lampade al Sodio AP hanno efficienza più che doppia rispetto a quelle ai vapori di mercurio).

A titolo esemplificativo confrontiamo cosa succede sostituendo lampade ai vapori di mercurio con analoghe al sodio AP:

VECCHIE LAMPADE	NUOVE LAMPADE	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO
80 W Mercurio	50W Sodio AP	-6% (da 3600 a 3400 lumen)	60% (> se aumenta interdistanza)
80 W Mercurio	70W Sodio AP	+80% (da 3600 a 6500 lumen)	14% (> se aumenta interdistanza)
125 W Mercurio	70W Sodio AP	+5% (da 6200 a 6500 lumen)	70%
125 W Mercurio	100W Sodio AP	+61% (da 6200 a 10000 lumen)	25% (> se aumenta interdistanza)
250 W Mercurio	150W Sodio AP	+21% (da 14000 a 17000 lumen)	40%

**Tabella 5** – Confronto lampade mercurio con lampade sodio AP



**Fig. 40** – Rappresentazione situazioni conformi e non conformi

### 7.1.1. SOSTEGNI

Per quanto riguarda le dimensioni e la forma dei pali e delle mensole, questi devono essere conformi alle prescrizioni della Norma UNI – EN 40. Le altezze nominali consentite per i pali normalizzati sono di 4, 5, 6, 8, 10 o 12 metri. Per lo stelo delle torri faro a corona mobile l'altezza massima consentita è di 30 metri. I pali

normalizzati devono essere esclusivamente di sezione circolare, forma conica, diritti e senza rastremature. I pali di tipo rastremato normalizzato potranno essere utilizzati per il completamento di impianti esistenti già dotati di questa tipologia di sostegno, per gli impianti ad uso promiscuo con la rete tramviaria, per i pali decorativi e per i supporti storici. E' vietato l'utilizzo dei sostegni o delle mensole come supporto di qualsiasi oggetto che non sia il proprio apparecchio di illuminazione.

#### 7.1.2. *INSEGNE*

Sono in deroga ai soli fini del progetto illuminotecnico, tutte le insegne pubblicitarie non dotate di illuminazione propria e di modesta entità, quali:

- insegne di esercizio, come indicate all'art. 23 del codice della strada e relativo regolamento di attuazione;
- quelle con superfici comunque non superiori a 6 metri quadrati, con flusso luminoso in ogni caso diretto dall'alto verso il basso.

Sono in deroga ai soli fini del progetto illuminotecnico, gli apparecchi di illuminazione esterna delle vetrine, per un numero superiore a tre vetrine, con flusso luminoso comunque diretto dall'alto verso il basso, al fine di conseguire l'intensità luminosa nei termini di legge.

- Per le insegne dotate di illuminazione propria, il flusso totale emesso non deve superare i 4500 lumen.
- Le insegne luminose di qualsiasi tipo, di non specifico e indispensabile uso notturno, devono essere spente entro le ore 23.00 nel periodo di ore legale ed entro le ore 22.00 nel periodo di ora solare; le altre entro il relativo orario di chiusura dell'esercizio.

#### 7.1.3. *FARI ROTANTI*

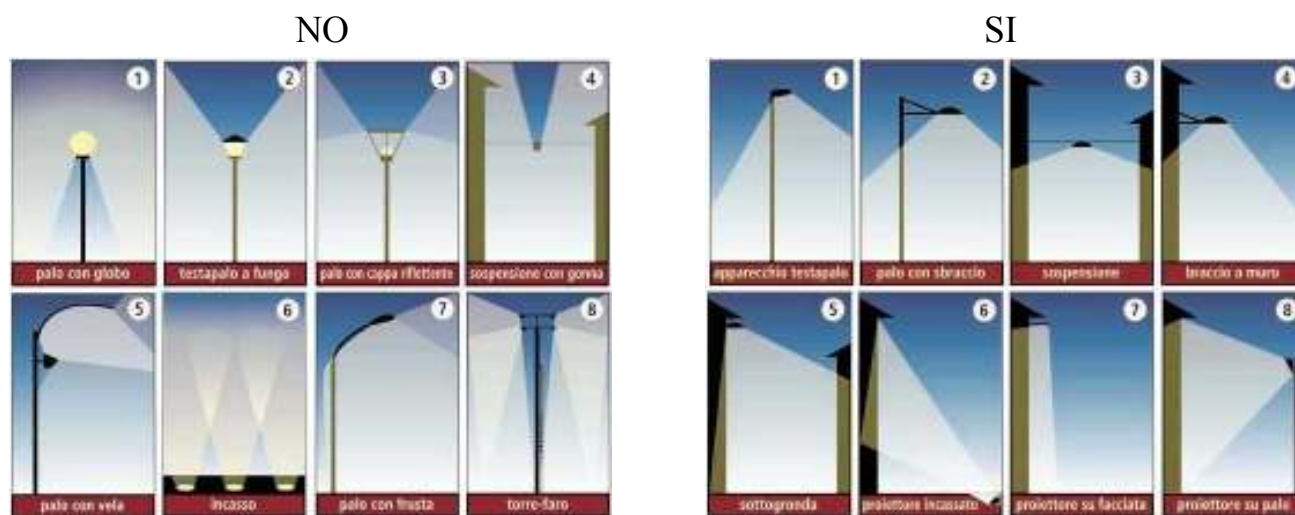
Qualsiasi tipo di faro, rotante o fisso, installato per meri fini pubblicitari è **vietato** su tutto il territorio regionale.

#### 7.1.4. *APPARECCHI ILLUMINANTI*

Come già indicato precedentemente i criteri per la scelta ottimale degli apparecchi sono:

- limitare qualsiasi emissione diretta oltre i 90° a bassi angoli;
- limitare qualsiasi emissione indiretta verso l'alto;
- utilizzare elementi di chiusura preferibilmente trasparenti e piani;
- utilizzare lampade recessate nel vano ottico.

Inoltre la scelta tra un apparecchio funzionale (di tipo stradale, sottogronda, a sospensione) e uno decorativo o un proiettore, deve seguire criteri funzionali estetici oltre che normativi. E' evidente che le diverse applicazioni in ambito urbano ed extra urbano esigono prestazioni e un'immagine diversa.



**Fig. 41** – Rappresentazione situazioni conformi e non conformi

#### Apparecchi di tipo funzionale

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere prestazioni conformi a quelle richieste dalla Norma CEI 34-8 e dalla LP 16/07, aventi non solo angoli limite di emissione longitudinale e trasversale ben definiti, ma anche il massimo controllo sull'emissione luminosa in tutti gli altri angoli, con un'intensità massima di 0 cd / klm a 90° ed oltre.

Costruttivamente, gli apparecchi saranno di tipo chiuso, grado di protezione non inferiore a IP 54 e con isolamento elettrico in classe 2.

I progetti che prevedono l'impiego di apparecchi di illuminazione diversi dagli standard devono essere comunque sottoposti all'approvazione preventiva da parte dell'Ufficio Tecnico del Comune.

#### Apparecchi di tipo decorativo

Anche queste tipologie devono rispettare i criteri di legge.

Per limitare la dispersione della luce verso l'alto, gli apparecchi devono essere dotati di sistemi per il controllo del flusso luminoso. Sono da evitare tutte gli apparecchi che ne sono sprovvisti e che impiegano vetri curvi. In particolare le lanterne devono avere il vano porta lampade incassato nella parte superiore della lanterna e i vetri dovranno essere preferibilmente trasparenti.

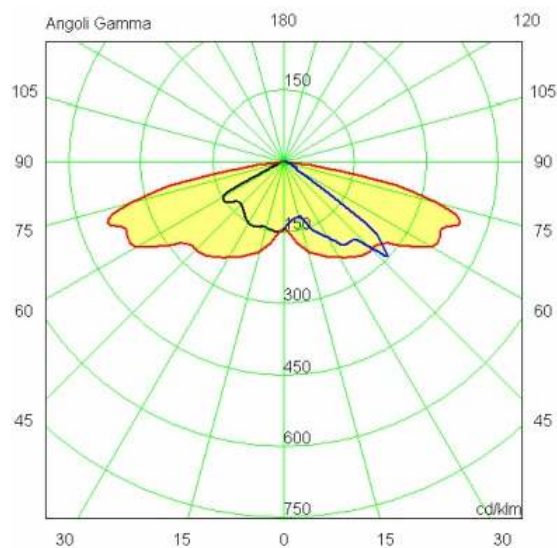
Dove è richiesto l'impiego di apparecchi di illuminazione di tipo decorativo od "in stile" si devono utilizzare i tipi caratterizzanti gli impianti di illuminazione del Comune.

Accorgimenti nella scelta e nella realizzazione.

- I sostegni devono essere realizzati ad opera d'arte:
  - particolare attenzione si porrà alla protezione da corrosione posta tra parte interrata e parte fuori terra, da effettuare con guaine termo restrigenti o nastri bitumati;
  - il palo va posizionato rispettando le indicazioni di progetto e comunque le caratteristiche illuminotecniche dell'apparecchio scelto;
- Nel corso dell'assegnazione dell'appalto, si dovrà verificare in modo puntuale e rigoroso che gli installatori in gara si attengano, nella loro offerta, in modo molto stretto al capitolato, al fine di garantire le performances illuminotecniche cui il progetto è finalizzato;
- Nel corso della realizzazione, la Direzione dei Lavori dovrà porre particolare attenzione affinché eventuali vizi nell'installazione non vanifichino gli aspetti qualitativi e di conformità introdotti dal progetto illuminotecnico;



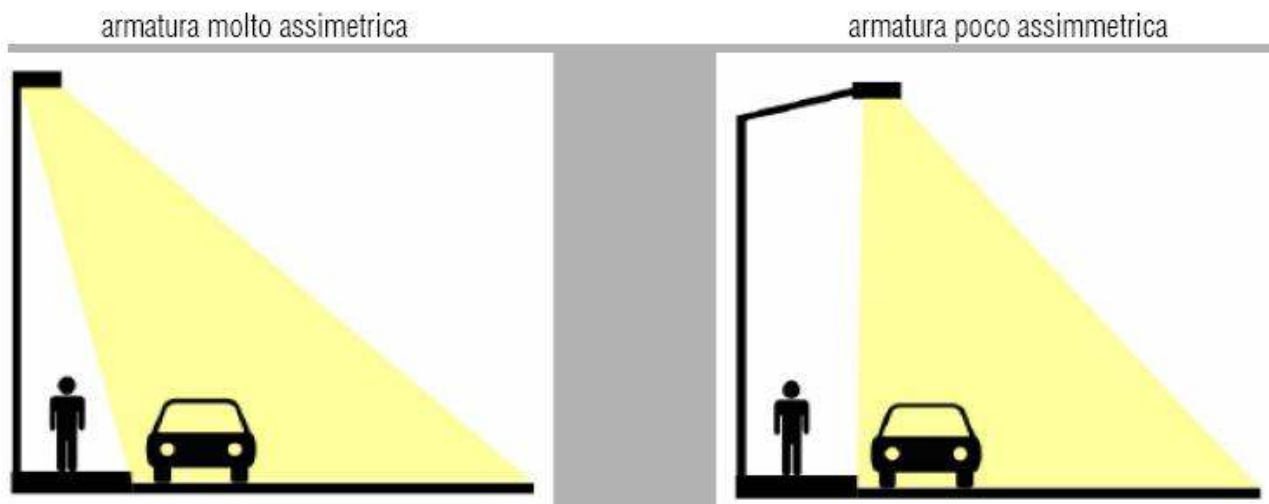
Per valutare le caratteristiche fotometriche di una armatura stradale è molto importante conoscere la sua fotometria



**Fig. 42** – Esempio di curva fotometrica

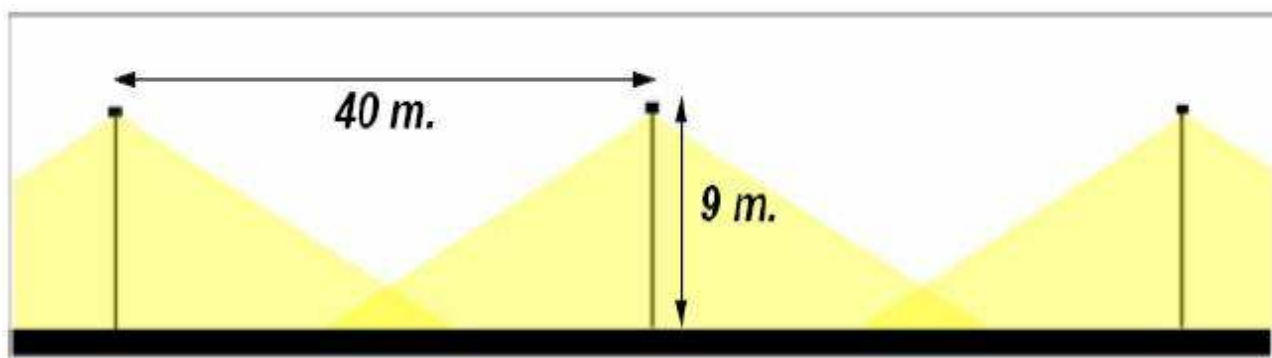
Un apparecchio illuminante di per se non inquinante lo può diventare semplicemente variando la propria inclinazione; nella tabella sopra riportata si analizzano le variazioni delle prestazioni illuminotecniche di un apparecchio al variare della sua inclinazione.

*Asimmetria:* E' una caratteristica molto importante ma non è detto che sia sempre necessario “spingere” molto il fascio luminoso:



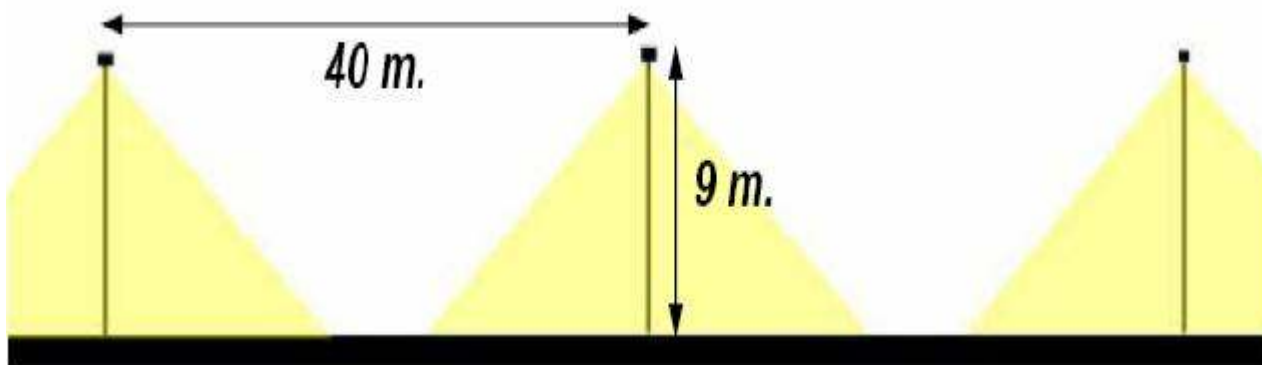
**Fig. 43** – Asimmetria delle lampade

*Apertura di fascio:* è una caratteristica molto importante ma non è detto che sia sempre utile avere una armatura che “apre” molto in larghezza:



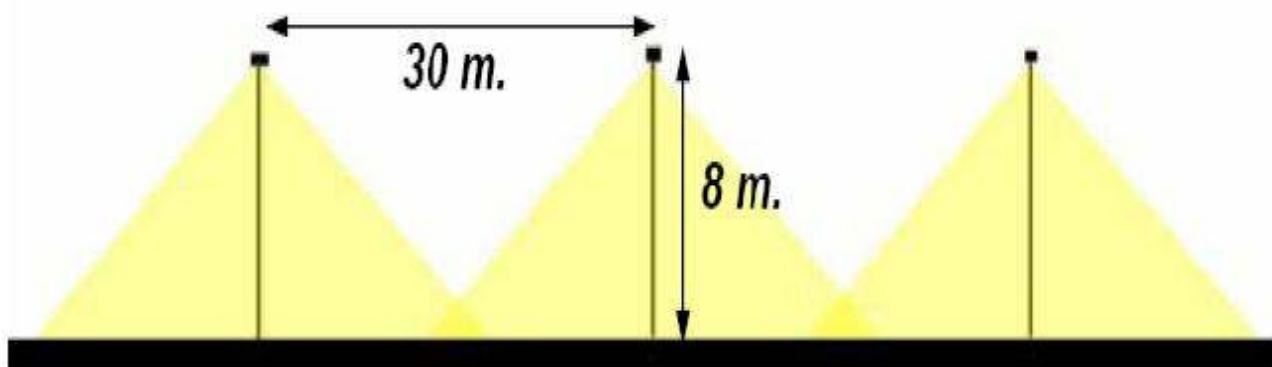
**Fig. 44** – Apertura del fascio delle lampade

Nel caso illustrato nelle Fig. 41 l'armatura utilizzata permette di ottenere un rapporto tra interdistanza ed altezza sostegno ( $I/h$ ) notevole (4,4).



**Fig. 45** – Apertura del fascio delle lampade

Questa seconda armatura (Fig. 42) evidentemente non è molto performante in termini di apertura di fascio e quindi sicuramente non permette di ottenere risultati di uniformità accettabili in conformità alle norme ma modificando interdistanze (Fig. 43) e altezze delle armature, le stesse possono fornire risultati soddisfacenti.



**Fig. 46** – Apertura del fascio delle lampade



Cambiando le condizioni di installazione, la stessa armatura può risultare utile in termini di rispetto di Norme e Leggi in situazioni dove le interdistanze e le altezze sono minori.

#### Scelte tecniche-illuminotecniche

Rappresentano una serie di criteri riguardanti i parametri illuminotecnici che derivano da una corretta classificazione delle strade e delle aree a prevalente traffico non motorizzato, e che permettono la scelta delle caratteristiche delle lampade da adottarsi in ciascun contesto urbano ed extraurbano.

Le norme UNI e CEN hanno definito dei parametri illuminotecnici da rispettare per ogni tipo di percorso o strada. La differenziazione in termini illuminotecnici deriva da una prima suddivisione generica in percorsi a prevalente traffico motorizzato e percorsi prevalentemente pedonali. Per i primi, le misure ottenute orizzontalmente a livello del piano stradale costituiscono un sufficiente sostegno alla sicurezza individuale: un buon illuminamento orizzontale è infatti condizione necessaria per scoraggiare le azioni criminose e garantire la sicurezza dei pedoni dal traffico veicolare.

Inoltre, la norma UNI 10439 ha subito correzioni che introducono concetti determinanti quali il flusso di traffico come parametro per definire la luminanza da applicare ad una strada. Così, a seconda della geometria della strada, dell'intensità di traffico nelle ore notturne (veicoli/ora) e della durata di superamento (ore/anno), è possibile determinare l'opportunità o meno di installare riduttori di flusso luminoso come anche una più puntuale illuminazione che risponde ed esigenze effettive. Tale operazione viene definita *declassificazione*.

Se per ogni tipologia di strada si associa un indice di categoria illuminotecnica, questo, con la declassificazione nelle ore di minor traffico, può essere diminuito di 1 o al massimo 2 classi.

Nel caso di aree a traffico non motorizzato, per ogni tipologia individuata si indica un valore medio della luminanza (cd/mq), il procedimento di declassificazione è ovviamente non applicabile poiché non esiste flusso di traffico.

#### Tipologia delle lampade

Il colore della luce dipende dal tipo di lampada. Viene usata nella redazione dei PRIC come guida ottica o per garantire una buona resa dei colori in tutte quelle zone a traffico prevalentemente non motorizzato.

Nella tabella seguente sono descritte le prestazioni di resa e di colore associate a ogni tipo di lampada normalmente utilizzata per l'illuminazione pubblica.

N.	Lampada	Colore della luce	Efficienza luminosa	Temperatura di colore	Indice di resa dei colori	Commenti
1	Incandescenza	bianco	15	2800	100	Inadatte per l'illuminazione pubblica a causa della bassa efficienza e vita
2	Incandescenza con alogeni		22	3200		
3	Tubi fluorescenti		80-100	3000-6000	80-95	Indicate soltanto quando sia necessario assicurare la riaccensione istantanea
4	Vapori di mercurio ad alta pressione	giallo spettrale	60	-	50	Adatte dove si voglia luce bianca con costi inferiori alle lampade ad alogenuri di cui a 8
5	Vapori di sodio a bassa pressione		180		-	Inadatto per l'illuminazione pubblica. La luce monocromatica riduce confort e sicurezza
6	Vapori di sodio ad alta pressione		100-130		25	Le migliori per l'illuminazione stradale a causa dell'alta efficienza luminosa e vita
7	Come 6 con resa dei colori migliorata	giallo	80		65	Più adatte delle lampade 6 per le aree commerciali
8	Come 6 a luce bianca		50-60		80	Non molto indicate per l'illuminazione pubblica
9	Vapori di alogenuri ad alta pressione	bianco	80	3500-6000	80-90	Illuminazione di spazi commerciali, pedonali, ricreativi, nonché giardini e monumenti
10	Ad induzione		60-70	3500-6000	80	Hanno una vita utile molto elevata, ma sono piuttosto costose
11	LED		100			Elevati valori di efficienza e di affidabilità; basso consumo; luce priva di IR e UV

**Tabella 6** – Prestazione di resa e di colore associate ad ogni tipo di lampada normalmente utilizzata per l'illuminazione pubblica

#### Potenza delle lampade

Come già accennato i parametri illuminotecnici che derivano da una corretta classificazione delle strade e delle aree a prevalente traffico non motorizzato, permettono la scelta delle caratteristiche delle lampade da adottarsi in ciascun contesto urbano ed extraurbano. L'indice di categoria illuminotecnica (per le strade a traffico motorizzato) e il valore medio della luminanza (per le aree a prevalente traffico non motorizzato), rappresentano i parametri guida per la scelta della potenza delle lampade. La relazione è descritta nella tabella seguente.

Indice illuminotecnico	Potenze consigliate	Potenze max consigliate (solo quando la geometria non consente l'ottimizzazione con potenze inferiori)
1 ( $L_m=0,3 \text{ cd/m}^2$ )	50W-70W	70W
2 ( $L_m=0,5 \text{ cd/m}^2$ )	70W	100W (statisticamente solo il 10% dei casi)
3 ( $L_m=0,75 \text{ cd/m}^2$ )	70W	100W (statisticamente il 30-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 5-10% dei casi)
4 ( $L_m=1 \text{ cd/m}^2$ )	100W	150W (statisticamente solo il 20% dei casi)
5 ( $L_m=1,5 \text{ cd/m}^2$ )	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
6 ( $L_m=2 \text{ cd/m}^2$ )	150W-250W	250W (statisticamente il 40% dei casi)

**Tabella 7** – Indice illuminotecnico e potenza consigliata

#### Sorgenti luminose internalizzate

La normativa fornisce prescrizioni per tutte le sorgenti luminose internalizzate e quindi non inquinanti, quali quelle all'interno degli edifici, nei sottopassaggi, nelle gallerie, ed in strutture simili, che schermano la dispersione della luce verso l'alto.

- Verificare che gli apparecchi siano schermati verso l'alto da elementi naturali del paesaggio urbano quali gallerie, porticati, terrazzi.;
- E' in deroga anche l'illuminazione all'interno di vetrine o finestre, perchè funzionalmente dedicata all'illuminazione di tali vetrine e finestre.

#### Sorgenti luminose ad uso temporaneo

Le sorgenti di luce di uso temporaneo o che vengono spente entro le ore 20.00 nel periodo di ore solare ed entro le ore 22.00 nel periodo di ore legale, quali, ad esempio, i proiettori ad alogeni, le lampadine a fluorescenza o altro, regolati da un sensore di presenza, non necessitano di progetto di illuminazione. Tutti gli impianti che sono dimostratamente non fissi e non vengono usati 365 giorni su 365 sono di uso temporaneo.

### *7.2. CRITERI PROGETTUALI PER AREE OMOGENEE*

#### Impianti extraurbani (circonvallazioni, autostrade, tangenziali ecc.):

- Utilizzare lampade al sodio ad alta pressione.
- Utilizzare torri-faro solo se la potenza installata risulti inferiore (quanto a luminanza sulla sede stradale) al corrispondente impianto con apparecchi tradizionali o se il fattore di utilizzazione supera il valore di 0,5 (considerare nel calcolo del fattore di utilizzazione solo la superficie stradale).

#### Grandi aree (parcheggi, piazzali, piazze, ecc.):

- Utilizzare torri-faro solo se la potenza installata risulti inferiore (a parità di luminanza sulla sede stradale) al corrispondente impianto con apparecchi tradizionali o se il fattore di utilizzazione supera il valore di 0,5 (considerare nel calcolo del fattore di utilizzazione solo la superficie da illuminare).
- Nel caso di impianti ubicati in zone non residenziali (es. zone industriali) utilizzare lampade al sodio ad alta pressione.
- Gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi per lo spegnimento o per la riduzione del flusso nelle ore in cui l'impianto stesso non è utilizzato.

#### Impianti sportivi

- Per questo tipo di impianti è consentito l'utilizzo di lampade agli ioduri metallici, anche se restano da preferire quelle al sodio in tutti i casi in cui la percezione del colore non sia fondamentale.
- Prevedere diversi livelli di illuminazione in relazione all'utilizzo dell'impianto (allenamento, gara, riprese televisive).
- Usare proiettori asimmetrici montati con vetro di protezione orizzontale o altri equivalenti in modo da ottenere 0 candele per 1000 lumen a 90° e da contenere la dispersione di luce al di fuori del campo di gara/gioco (es. sugli spalti).

#### Centri storici e vie commerciali

- Tenere conto dell'illuminazione prodotta anche dai privati mediante insegne luminose, vetrine illuminate ecc., in modo da ridurre al minimo la potenza installata.
- Nel caso siano presenti alberi, porre attenzione affinché i centri luminosi siano posizionati in modo tale che il flusso verso le superfici da illuminare non sia intercettato significativamente dalla chioma degli alberi stessi.
- Se le esigenze architettoniche richiedono l'uso di apparecchi cosiddetti da 'arredo urbano' questi devono comunque soddisfare i requisiti indicati al punto 1 dei criteri comuni a tutti gli impianti (0 candele per 1000 lumen a 90°).
- Nei centri storici sono preferibili apparecchi posizionati sotto gronda.

### Illuminazione di edifici e monumenti

- Usare un'illuminazione radente dall'alto verso il basso seguendo le indicazioni di legge: “..Nell'illuminazione di edifici e monumenti devono essere privilegiati sistemi di illuminazione dall'alto verso il basso. Solo nel caso in cui ciò non risulti possibile e per soggetti di particolare e comprovato valore architettonico, i fasci di luce devono rimanere di almeno un metro al di sotto del bordo superiore della superficie da illuminare e, comunque, entro il perimetro degli stessi provvedendo allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata entro le ore ventiquattro.”
- Non superare nelle superfici illuminate la luminanza delle aree circostanti (es. strada, altri edifici). In ogni caso non superare una luminanza di 1 cd/m<sup>2</sup> (2 cd/m<sup>2</sup> nel caso di edifici di particolare valore storico o architettonico).
- Nel caso di capannoni industriali utilizzare lampade al sodio ad alta pressione oppure sistemi con sensori di movimento per l'accensione dell'illuminazione di sicurezza.
- Nel caso di edifici senza alcun valore storico ed artistico utilizzare lampade al sodio oppure sistemi con sensori di movimento per l'accensione dell'illuminazione di sicurezza.
- Nell'illuminazione di edifici e monumenti si devono provvedere sistemi di controllo che provvedono allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata entro le ore ventiquattro.

Il tipo di impianto e la posizione degli apparecchi di illuminazione dipende fortemente dal tipo di monumento e/o di struttura da illuminare, dal contesto ambientale e dagli aspetti formali del sito. Le indicazioni progettuali a carattere generale che seguono costituiscono le condizioni corrette di approccio al tema della luce decorativa per monumenti e luoghi della città.

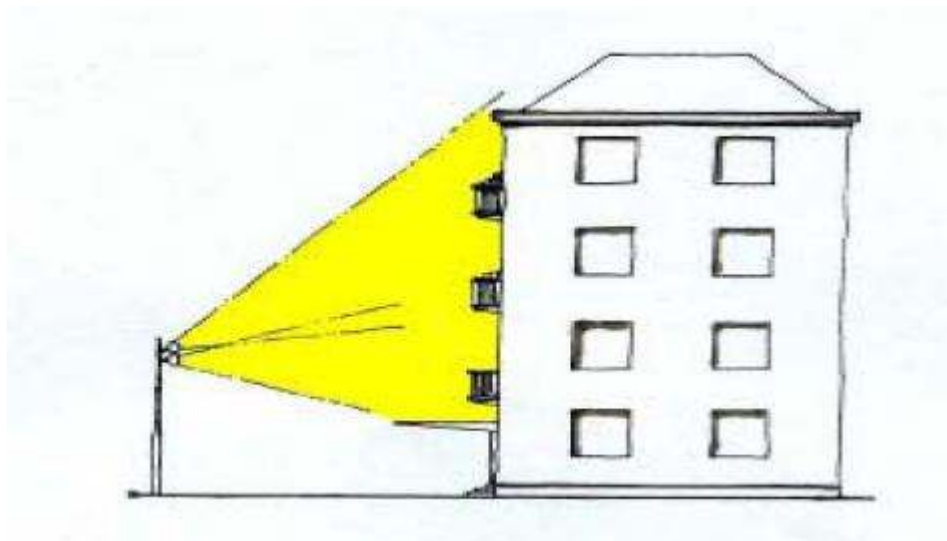
- L'impianto di illuminazione deve conformarsi ai criteri realizzativi adottati dal progettista dell'opera da illuminare, in modo da rendere fruibile di notte i monumenti, sottolineando, se necessario, qualche tratto, ma senza sconvolgere l'impianto progettuale.
- In generale, prima di licenziare un progetto illuminotecnico è bene effettuare prove di illuminazione. Infatti, l'effetto complessivo dipende dalla luminanza delle varie parti e dai rapporti tra le luminanze stesse e l'ambiente circostante: si tratta di valori non facilmente calcolabili, anche perché normalmente non si conoscono le caratteristiche fotometriche delle varie parti da illuminare.
- Monumenti o strutture da illuminare sono stati di solito progettati per essere fruiti di giorno; è dunque, bene evitare di introdurre con l'illuminazione contrasti inesistenti di giorno, usando quindi con parsimonia sistemi di illuminazione che portino ad un'inversione dei contrasti e/o al rovesciamento delle ombre portate.
- La visibilità diretta delle sorgenti di luce è generalmente fastidiosa: occorre quindi evitare che esse siano visibili.

Un impianto di illuminazione mal progettato può risultare fortemente intrusivo. Occorre ridurre l'impatto ambientale ed evitare soprattutto di inviare luce sulle finestre delle abitazioni circostanti.

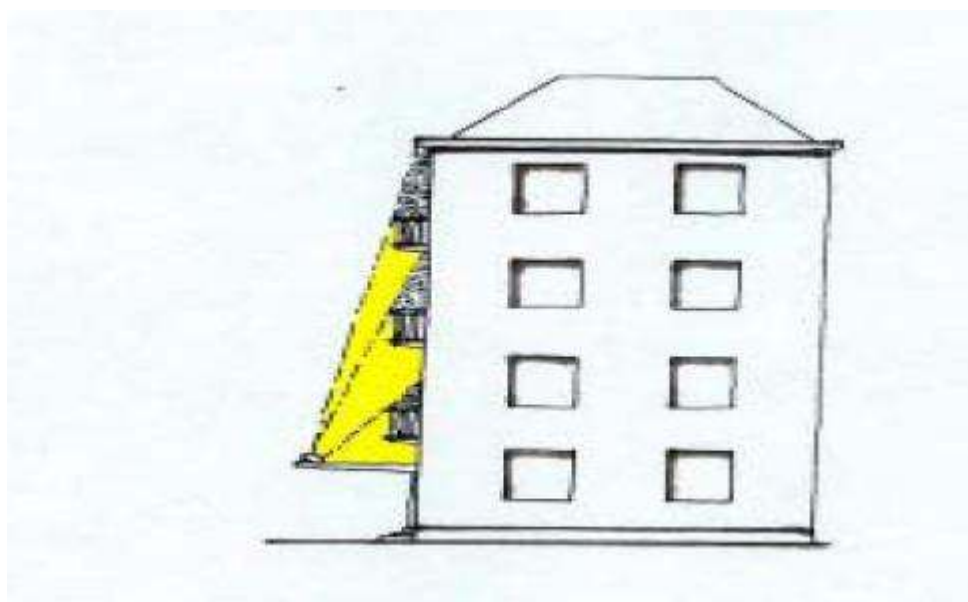
- Impiegare apparecchi di illuminazione che assicurino un buon contenimento della luce, ossia del flusso luminoso diretto al di fuori della zona da illuminare. Ciò si ottiene più facilmente usando proiettori dotati di lampada di piccole dimensioni.
- Contenere il più possibile il flusso luminoso che esce al di fuori della sagoma della struttura da illuminare: infatti, se i proiettori sono diretti verso il basso detto flusso può arrecare abbagliamento ad automobilisti e pedoni. Se, viceversa, i proiettori sono diretti verso l'alto, il flusso luminoso contribuisce al così detto inquinamento luminoso e, comunque, la diffusione dei fasci luminosi, che risulta visibile in presenza di foschia, produce una sensazione sgradevole.

Livelli di illuminazione troppo elevati vanno evitati, in quanto possono produrre forti contrasti con l'ambiente circostante. La struttura illuminata deve convivere con l'ambiente, così come accade di giorno, ed attrarre l'attenzione, ma non costituire un punto singolare, risultando eccessivamente visibile rispetto agli edifici circostanti. In linea di principio, la luminanza dell'opera illuminata dovrebbe avere valori superiori al doppio rispetto a quelli degli edifici limitrofi.

- Nel caso di monumenti con altezze elevate, è conveniente realizzare luminanze crescenti con l'altezza, tanto più quando i monumenti sovrastano fortemente gli edifici circostanti: ad altezze elevate, possono essere richieste luminanze fino a dieci volte superiori a quelle richieste per le parti basse.
- L'uniformità di luminanza appiattisce l'opera. Rapporti di luminanza di 1 a 2 tra le varie facciate danno buon risultato, ma è sconsigliabile salire oltre a rapporti di 1 a 4, a meno che non si voglia dare drammaticità all'illuminazione: ricordare che con contrasti elevati le parti meno illuminate non attraggono l'attenzione e si rischia di perdere particolari importanti dell'opera.
- Nel caso di edifici dotati di aperture (finestre, celle campanarie, ecc.) è ammissibile rovesciare i rapporti di luminanza rispetto al giorno, illuminando l'interno con contrasti di luminanza come detto più sopra, in modo da creare un effetto di vita all'interno dell'edificio.
- Curare la resa dei colori, evitando che questi vengano alterati dall'illuminazione oltre quanto tollerabile dall'occhio umano. Se l'importanza dell'opera da illuminare lo richiede, misurare il fattore di riflessione spettrale delle varie parti in modo da poter valutare per via di calcolo l'effetto delle varie sorgenti di luce.
- E' auspicabile evitare la miscelazione di sorgenti di luce di tipo diverso, come lampade al sodio ed ad alogenuri metallici. Se la resa dei colori rendesse necessaria una tale miscelazione, occorre evitare nel modo più assoluto la visibilità diretta delle sorgenti e curare il ricoprimento dei fasci di luce sulle varie zone illuminate, evitando sfrangiature cromatiche fastidiose.
- Contrasti cromatici con effetti arcobaleno, ottenibili mediante l'uso di sorgenti di luce diverse, possono forse stupire ad un primo impatto, ma risultano presto fastidiosi. È bene viceversa conservare i contrasti cromatici esistenti in condizioni diurne, tutt'al più forzandoli leggermente.
- Prevedere la possibilità di spegnere l'impianto di illuminazione ad un'ora prefissata, anche diversa in vari giorni della settimana. Oltre a ridurre l'inquinamento luminoso, in questo modo si risparmia energia e si allungano i periodi di ricambio delle lampade.

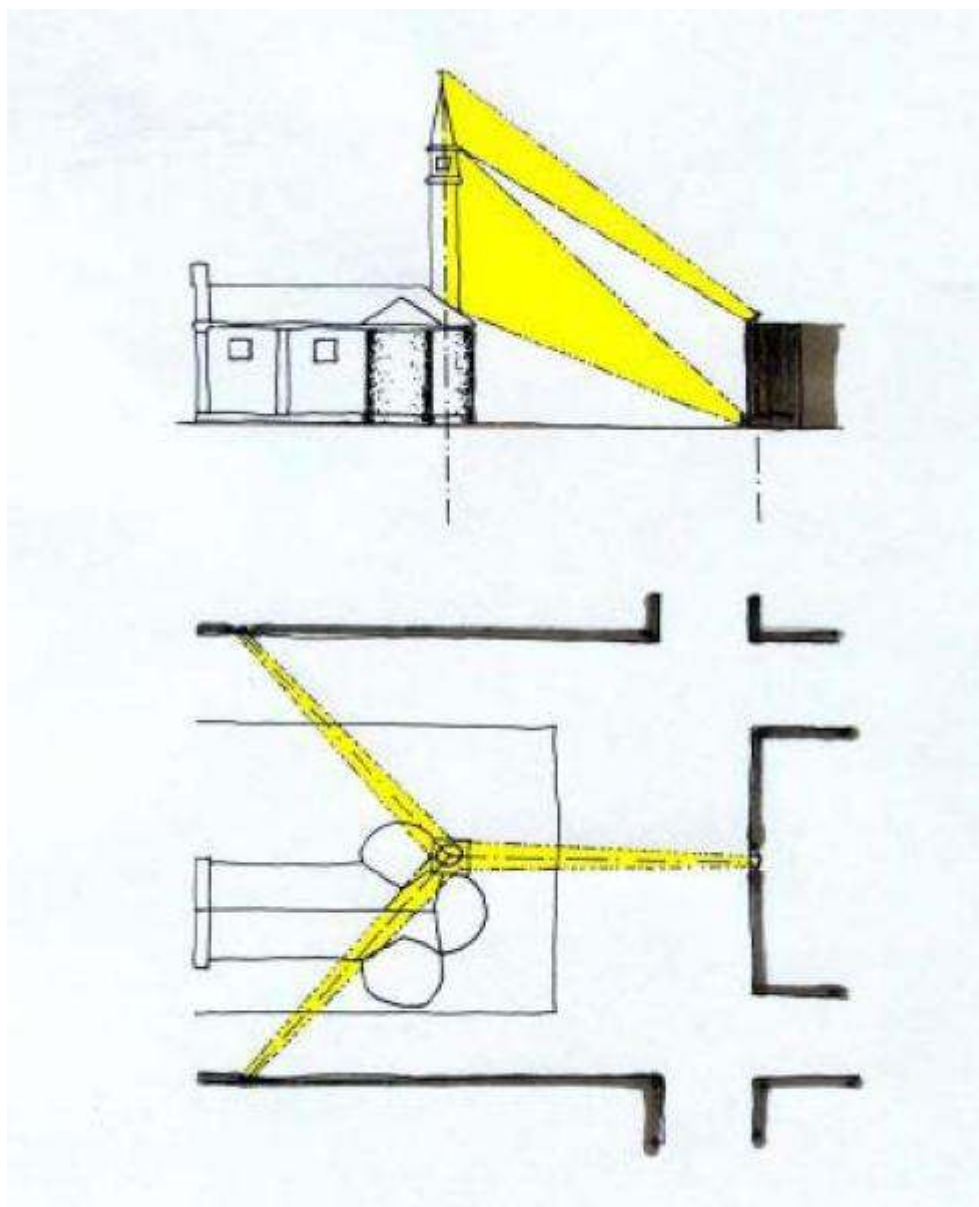
Esempio di illuminazione di una facciata

**Fig. 47** – Evitare, per quanto possibile, di dirigere i fasci luminosi fuori dalla sagoma dell’edificio



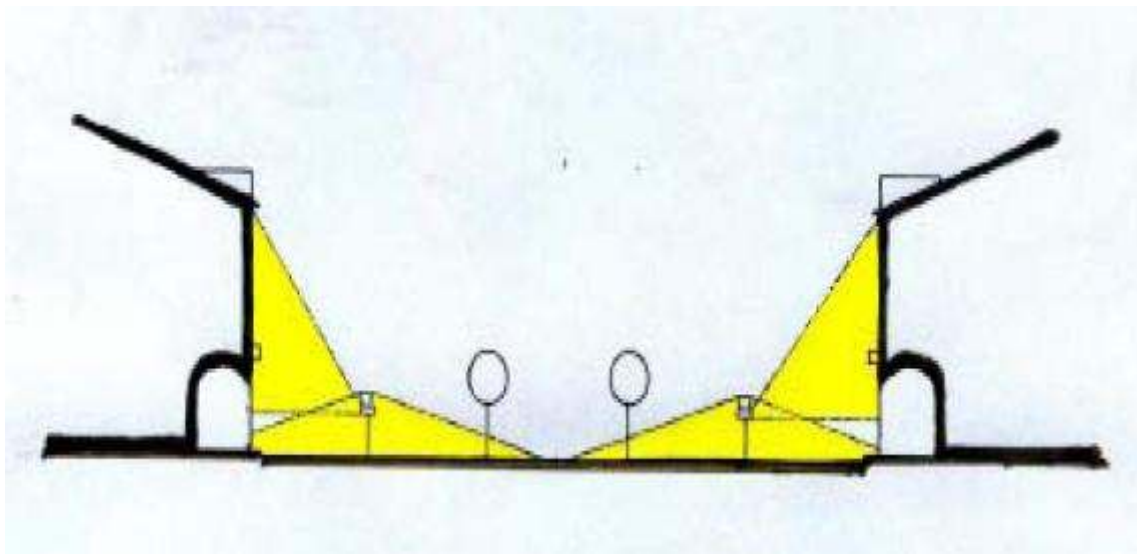
**Fig. 48** – Porre attenzione a non creare zone d’ombra a causa dell’illuminazione radente





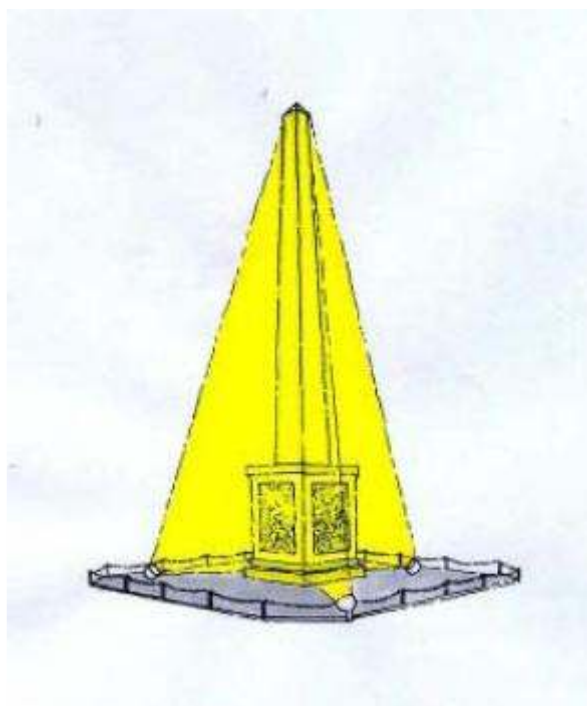
**Fig. 49** – Usare proiettori con ottica concentrante per limitare la dispersione della luce fuori sagoma

### Esempio di illuminazione di una piazza



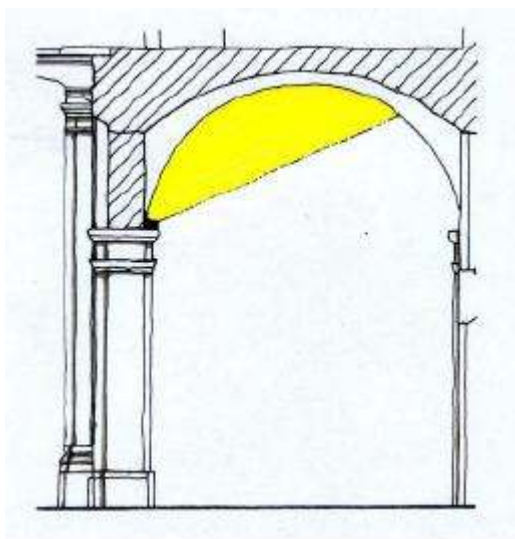
**Fig. 50** – Utilizzare apparecchi di illuminazione differenziati per le facciate ed i percorsi orizzontali, che risentono anche della riflessione delle facciate stesse

### Esempio di illuminazione di un monumento



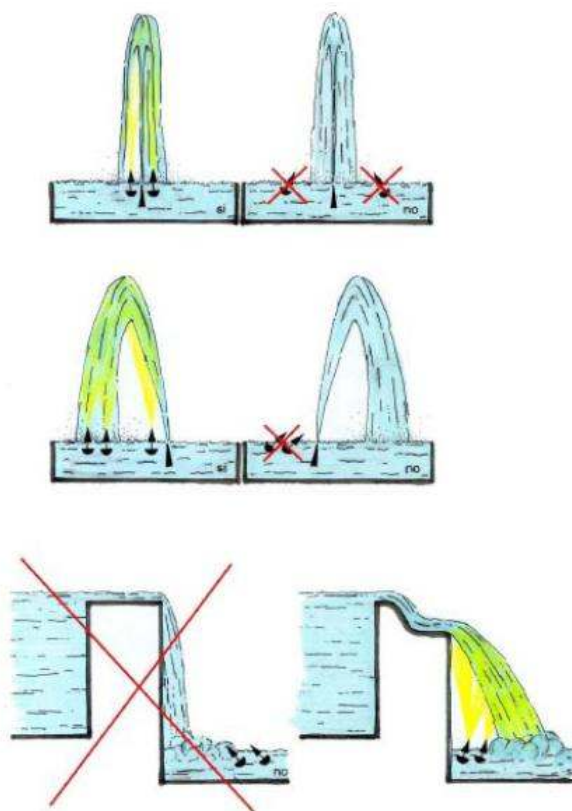
**Fig. 51** – Evitare, per quanto possibile, di dirigere i fasci luminosi fuori dalla sagoma dell'oggetto da illuminare

### Esempio di illuminazione di un portico



**Fig. 52** – Non esistono problemi di inquinamento luminoso se la luce è indirizzata sulla volta

### Esempio di illuminazione di giochi d'acqua



**Fig. 53** – Utilizzare la diffusione della luce dovuta all'acqua

7.3. PROGETTO PER MEZZOLOMBARDO

Nel piano di intervento saranno descritte le azioni e le linee guida da seguire per il raggiungimento degli obiettivi. Le aree inquinanti sono identificate dall'utilizzo di apparecchi di classe E (vietati), dall'illuminazione di facciate senza valore artistico o dall'illuminazione impropria di facciate con valore artistico. Tutte le zone nettamente sovradimensionate costituiscono un impatto significativo. Esistono poi le insegne luminose di grande formato e gli impianti sportivi all'aperto, che pur utilizzati saltuariamente costituiscono sempre un elemento sensibile.

Aree inquinanti – Priorità 1

Nel nostro caso le aree fortemente inquinate sono quelle dei tipologici C01, C02, C03 e C04. L'azione correttiva è stata riportata sulle tavole E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23 e E24 dove viene indicato il tipo di sorgente luminosa di ultima generazione che dovrà essere installato. Nella tabella sottostante si riportano i costi riguardanti la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con apparecchiature più performanti sia dal punto di vista energetico e sia dal punto di vista dell'inquinamento luminoso. Tali prezzi sono indicativi e si intendono per la fornitura e posa in opera del materiale. Per avere un prezzo complessivo dell'intervento si dovrà fare riferimento ad una eventuale progettazione comprensiva dei rilievi in campo, dei calcoli illuminotecnici e del computo metrico accurato, comprensivo se necessario di tubazioni, cavi e interruttori di protezione delle linee.

TIPOLOGICO	PUNTI LUCE	POSIZIONE	LAMPADE ATTUALI		LAMPADE FUTURE			
			Potenza nominale	Lampada	Potenza nominale	Lampada	Costo unitario	Costo totale
C01	21	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	125	Globo	HQL	Stradale	€ 938,40	€ 40.200,00
C02	12	Via S. Vigilio.	125	Globo	HQL	LED	€ 856,80	€ 11.109,60
C03	19	Parcheggio condominio ITEA.	125	Globo	HQL	Stradale	€ 907,80	€ 28.766,00
C04	28	Corso del Popolo.	125	Globo	HQL	LED	€ 907,80	€ 52.601,20
C04	1	Corso del Popolo.	125	Globo	HQL	Stradale	€ 907,80	€ 1.863,40
	81							€ 134.540,20

Aree inquinanti – Priorità 2

Nel nostro caso le aree fortemente inquinate sono quelle dei tipologici B01, B02, B03, B06, B07, B11, B15, B16 e B17. L'azione correttiva è stata riportata sulle tavole E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23 e E24 dove viene indicato il tipo di sorgente luminosa di ultima generazione che dovrà essere installato. Nella tabella sottostante si riportano i costi riguardanti la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con apparecchiature più performanti sia dal punto di vista energetico e sia dal punto di vista dell'inquinamento luminoso. Tali prezzi sono indicativi e si intendono per la fornitura e posa in opera del materiale. Per avere un prezzo complessivo dell'intervento si dovrà fare riferimento ad una eventuale progettazione comprensiva dei rilievi in campo, dei calcoli illuminotecnici e del computo metrico accurato, comprensivo se necessario di tubazioni, cavi e interruttori di protezione delle linee.

TIPOLOGICO	PUNTI LUCE	POSIZIONE	LAMPADE ATTUALI		LAMPADE FUTURE			
			Potenza nominale	Lampada	Potenza nominale	Lampada	Costo unitario	Costo totale
B01	18	S.P. 90 Via Trento.	125	Stradale	HQL	Stradale	€ 938,40	€ 18.133,20
B02	59	Via Milano, Via Fiorini e Via Zandonai.	125	Stradale	HQL	LED	€ 938,40	€ 62.258,20
B03	52	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	125	Stradale	HQL	LED	€ 938,40	€ 54.008,60
B06	30	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	125	Stradale	HQL	Stradale	€ 1.377,00	€ 43.866,00
B07	12	Via Morigli.	125	Stradale	HQL	LED	€ 1.377,00	€ 38.462,40
B07	4	Via Rotaliana.	125	Stradale	HQL	LED	€ 1.377,00	€ 12.820,80
B11	56	Via della Rupe.	125	Stradale	HQL	LED	€ 1.295,40	€ 77.664,20
B11	16	Via Rotaliana.	125	Stradale	HQL	LED	€ 1.295,40	€ 21.830,40
B15	44	Via Milano, Via Frece Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	125	Stradale	HQL	LED	€ 1.295,40	€ 60.033,60
B16	65	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	125	Stradale	HQL	LED	€ 938,40	€ 66.678,80
B17	23	Via Cavalleggeri Udine e Via Molini.	125	Stradale	HQL	LED	€ 856,80	€ 21.293,40
	379							€ 477.049,60

Aree inquinanti – Priorità 3

Nel nostro caso le aree fortemente inquinate sono quelle dei tipologici A02 e A03. L’azione correttiva è stata riportata sulle tavole E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23 e E24 dove viene indicato il tipo di sorgente luminosa di ultima generazione che dovrà essere istallato.

Nella tabella sottostante si riportano i costi riguardanti la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con apparecchiature più performanti sia dal punto di vista energetico e sia dal punto di vista dell’inquinamento luminoso. Tali prezzi sono indicativi e si intendono per la fornitura e posa in opera del materiale.

Per avere un prezzo complessivo dell’intervento si dovrà fare riferimento ad una eventuale progettazione comprensiva dei rilievi in campo, dei calcoli illuminotecnici e del computo metrico accurato, comprensivo se necessario di tubazioni, cavi e interruttori di protezione delle linee.

TIPOLOGICO	PUNTI LUCE	POSIZIONE	LAMPADE ATTUALI		LAMPADE FUTURE			
			Potenza nominale	Lampada	Potenza nominale	Lampada	Costo unitario	Costo totale
A02	105	Via Canevarie, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via S. Anna, Piazza S. Giovanni e Via De Varda.	100	Artistico	70	Artistico	€ 1.590,00	€ 178.644,80
A03	59	Località la Toresela, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travaion.	100	Artistico	70	Artistico	€ 1.590,00	€ 99.078,80
	164							€ 277.723,60



Aree inquinanti – Priorità 4

Nel nostro caso le aree fortemente inquinate sono quelle dei tipologici A01, B04, B05, B08, B12, D01, D02, D03, D04, D05 e ALTRO 03. L’azione correttiva è stata riportata sulle tavole E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23 e E24 dove viene indicato il tipo di sorgente luminosa di ultima generazione che dovrà essere istallato.

Nella tabella sottostante si riportano i costi riguardanti la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con apparecchiature più performanti sia dal punto di vista energetico e sia dal punto di vista dell’inquinamento luminoso. Tali prezzi sono indicativi e si intendono per la fornitura e posa in opera del materiale.

Per avere un prezzo complessivo dell’intervento si dovrà fare riferimento ad una eventuale progettazione comprensiva dei rilievi in campo, dei calcoli illuminotecnici e del computo metrico accurato, comprensivo se necessario di tubazioni, cavi e interruttori di protezione delle linee.

TIPOLOGICO	PUNTI LUCE	POSIZIONE	LAMPADE ATTUALI		LAMPADE FUTURE			
			Potenza nominale	Lampada	Potenza nominale	Lampada	Costo unitario	Costo totale
A01	122	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del Popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	100	Artistico	SAP	LED	€ 466,00	€ 66.597,90
B04	-	S.S. 43	-	-	-	-	-	€ 486,00
B05	18	S.P. 90 Via Trento.	150	Stradale	SAP	LED	€ 938,40	€ 18.559,20
B08	-	Via Rotalliana	-	-	-	-	-	€ 426,00
B12	-	S.P. 90 Via Trento.	-	-	-	-	-	€ 771,80
D01	2	S.S. 43	150	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 340,00
D01	1	Via Rotalliana	150	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 170,00
D01	1	S.P. 90	150	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 170,00
D01	1	Località Toresela	70	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 170,00
D01	9	Via Zandonai	70	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 1.530,00
D02	1	Corso del Popolo.	250	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 170,00
D02	2	Località ai Piani.	400	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 340,00
D02	9	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.	400	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 1.530,00
D02	2	Piazza Unità d'Italia.	400	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 340,00
D03	4	S. Pietro.	400	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 680,00
D03	2	Via Carducci.	250	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 340,00
D04	4	Chiesa S. Giovanni.	400	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 680,00
D04	2	Via Alpini.	400	Proiettore	SAP	SAP	€ 170,00	€ 340,00
D05	5	Palestra comunale.	70	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 850,00
D05	2	Vicolo Travaion e Via Roma.	70	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 340,00
D05	3	Via Morigl.	70	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 510,00
D05	8	S.P. 90.	400	Proiettore	HQI	HQI	€ 170,00	€ 1.360,00
ALTRO 03	-	Via Filos passaggio pedonale	-	-	-	-	-	€ 486,00
	198							€ 97.186,90



Aree inquinanti – Priorità 5

Nel nostro caso le aree fortemente inquinate sono quelle dei tipologici ALTRO 07, ALTRO 08, ALTRO 09, ALTRO 10, ALTRO 11, ALTRO 12, ALTRO 13, ALTRO 21, ALTRO 22, ALTRO 25, ALTRO 28 e ALTRO 31. L’azione correttiva è stata riportata sulle tavole E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23 e E24 dove viene indicato il tipo di sorgente luminosa di ultima generazione che dovrà essere installato. Nella tabella sottostante si riportano i costi riguardanti la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con apparecchiature più performanti sia dal punto di vista energetico e sia dal punto di vista dell’inquinamento luminoso. Tali prezzi sono indicativi e si intendono per la fornitura e posa in opera del materiale. Per avere un prezzo complessivo dell’intervento si dovrà fare riferimento ad una eventuale progettazione comprensiva dei rilievi in campo, dei calcoli illuminotecnici e del computo metrico accurato, comprensivo se necessario di tubazioni, cavi e interruttori di protezione delle linee.

TIPOLOGICO	PUNTI LUCE	POSIZIONE	LAMPADE ATTUALI		LAMPADE FUTURE			
			Potenza nominale	Lampada	Potenza nominale	Lampada	Costo unitario	Costo totale
ALTRO 07	13	Via S. Antonio.	125	Artistico	HQL	LED	€ 1.590,00	€ 24.790,20
ALTRO 07	3	Parco Via Milano	125	Artistico	HQL	LED	€ 1.590,00	€ 5.514,20
ALTRO 07	1	Via Carducci.	125	Artistico	HQL	LED	€ 1.590,00	€ 1.659,00
ALTRO 08	4	Via Manzoni.	125	Artistico	HQL	LED	€ 856,80	€ 5.852,00
ALTRO 09	9	Laterale della S.S. 43.	125	Artistico	HQL	Stradale	€ 856,80	€ 13.167,00
ALTRO 10	3	Via De Varda.	125	Artistico	HQL	LED	€ 856,80	€ 4.389,00
ALTRO 11	12	Parco In Piazza Unità d'Italia.	125	Artistico	HQL	Stradale	€ 856,80	€ 11.109,60
ALTRO 12	3	Via Trento.	125	Artistico	HQL	LED	€ 1.132,20	€ 8.881,20
ALTRO 12	9	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	125	Artistico	HQL	LED	€ 1.132,20	€ 26.643,60
ALTRO 13	1	S.S. 43.	125	Artistico	HQL	SAP	€ 430,00	€ 430,00
ALTRO 21	5	Via Trento.	125	Stradale	HQL	LED	€ 856,80	€ 4.629,00
ALTRO 21	6	Via Trento.	125	Stradale	HQL	LED	€ 856,80	€ 5.554,80
ALTRO 22	2	Via Trento.	125	Stradale	HQL	LED	€ 938,40	€ 2.014,80
ALTRO 25	7	Via S. Francesco.	125	Stradale	HQL	LED	€ 938,40	€ 7.051,80
ALTRO 28	11	Parccheggio Via S. Francesco e Via dei Morei.	125	Stradale	HQL	LED	€ 856,80	€ 10.183,80
ALTRO 31	7	Parco via Carlo Devigili.	125	Globo	HQL	LED	€ 856,80	€ 6.480,60
	96							€ 138.350,60

L’illuminazione delle varie chiese presenti sul territorio comunale deve essere entro i limiti di 0,8 cd/m²: l’azione correttiva potrebbe essere quella della diminuzione della potenza della lampada o un sistema di gestione che preveda lo spegnimento parziale dalle ore 23:00.

Aree insufficientemente illuminate

Attualmente la maggior parte delle strade e le aree di competenza pubblica sono provviste di illuminazione.

Si sono identificate zone scarsamente illuminate per il quale è prevista la sostituzione dell’apparecchio mantenendone le caratteristiche estetiche (artistico o tecnico) indirizzate dall’amministrazione comunale in sede di rifacimento degli impianti.

Sono scarsamente illuminate le vie dove si utilizzano sia apparecchi privi di ottica che apparecchi a globo.

## 8. PIANO DI INTERVENTO

### 8.1. TIPOLOGIA E SOLUZIONI DA ADOTTARE

La linea intrapresa dall'amministrazione comunale è l'utilizzo di sorgenti a luce bianca (led).

Le sorgenti individuate sono diversificate in base alla tipologia di apparecchio di illuminazione:

- Led in sostituzione delle armature stradali, dei corpi artistici e dei globi (tipologici A02-A03-B01-B02-B03-B05-B06-B07-B11B15-B16-B17-C01-C02-C03-C04-ALTRO 07-ALTRO 08- ALTRO 09-ALTRO 10- ALTRO 11-ALTRO 12- ALTRO 21- ALTRO 22-ALTRO 25- ALTRO 28 e ALTRO 31);
- Sostituzione delle lampade da 100W al SAP esistenti con nuova piastra a led da 39W (tipologici A01);
- Montaggio di aletta per riduzione inquinamento luminoso e miglior orientamento (tipologico D01-D02-D03-D04 e D05).
- Sostituzione di apparecchio stradale a sospensione da 125W HQL con nuovo apparecchio da 100W al SAP (tipologico ALTRO 13).

Le figure seguenti sono puramente indicative, ma riassumono la tipologia degli apparecchi che si intendono utilizzare.

	<p>Apparecchio stradale, classe A, ottica stradale, sorgente a luce gialla (SAP), configurazione a sospensione</p>
	<p>Apparecchio artistico, classe A, ottica stradale, sorgente a luce bianca (led), configurazione su palo o parete</p>
	<p>Apparecchio stradale, classe A, ottica stradale, sorgente a luce bianca (led), configurazione su palo o parete</p>

Area agricola:  
Si richiedono interventi per 3 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Ln	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
ALTRO 12	3	3	AREA AGRICOLA	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
	3	3									

Area produttiva:  
Si richiedono interventi per 85 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Ln	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
B10	11	11	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B11	56	56	AREA PRODUTTIVA	Via della Rupe.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B12	14	14	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
ALTRO 21	4	4	AREA PRODUTTIVA	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
	85	85									

Area servizi pubblici:  
Si richiedono interventi per 11 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Ln	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
ALTRO 06	11	11	AREA SERVIZI PUBBLICI	Scuola materna.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	SAP 70
	11	11									

Centro storico:  
Si richiedono interventi per 348 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Ln	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
A01	15	122	CENTRO STORICO	Via Roma, Corso Mazzini, Via A. De Varda, Corso del popolo, Piazza Erbe e Via Garibaldi.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP 100
A02	50	105	CENTRO STORICO	Via Canavaria, Via Tait, Via Bertagnolli, Via Dante Alighieri, Via Romedio De Scari, Via s. Anna, Piazza s. Giovanni e Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	SAP 100
A03	36	66	CENTRO STORICO	Località la Torsella, Via S. Pietro, Vicolo Pozzo, Via Bertagnolli, Via Romedio De Scari, Piazza Erbe e Vicolo Travalon.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	SAP 100
D02	3	9	CENTRO STORICO	Piazza della Vittoria e Piazza Fiera.					Proiettore	D	SAP 400
D03	4	4	CENTRO STORICO	S. Pietro.					Proiettore	D	SAP 400
D04	4	4	CENTRO STORICO	Chiesa S. Giovanni.					Proiettore	D	SAP 400
D05		2	CENTRO STORICO	Vicolo Travalon e Via Roma.					Proiettore	D	HQL 70
ALTRO 04	3	6	CENTRO STORICO	Località la Torsella.	F	CE4	0,67	10	Artistico	A	SAP 100
ALTRO 07	7	7	CENTRO STORICO	Via S. Antonio.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 12		9	CENTRO STORICO	Via Roma, Via Bertagnolli, Via De Varda e Corso Mazzini.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 16		4	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su s.s. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL 36
ALTRO 18		4	CENTRO STORICO	Località la Torsella.	F	CE4	0,67	10	Artistico	D	FL 18
ALTRO 20		6	CENTRO STORICO	Sottopassaggio pedonale su s.s. 43.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL 72
	118	348									

Impianti sportivi:

Si richiedono interventi per 5 corpi illuminanti  
Le zone sportive nel territorio comunale sono costituite dai campi da calcio e tennis.  
Le attività non sono continuative, quindi non rappresentano un problema energetico e solitamente si esauriscono prima della mezza notte. Tali impianti risultano però molto impattanti dal punto di vista dell’inquinamento luminoso.  
Un intervento poco dispendioso potrebbe essere quello di dotare i proiettori di una visiera superiore di colore nero per diminuire la dispersione.

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Ln	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
D05		5	IMPIANTI SPORTIVI	Palestra comunale.					Proiettore	D	HQL 70
		5									

Verde pubblico:

Si richiedono interventi per 15 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	7	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
D02	1	2	VERDE PUBBLICO		Località al Pianil							
ALTRO 07	2	2	VERDE PUBBLICO		Parco Via Milano	F	S2	0,67	10	Proiettore	D	SAP 400
ALTRO 29	11	11	VERDE PUBBLICO		Località al Pianil	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
	14	15										100

Viabilità:

Si richiedono interventi per 313 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	7	Posizione	Strada	Categoria	Lm	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
B01	18	18	VIABILITA'		S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B04	71	71	VIABILITA'		S.S. 43.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP 150
B05	18	18	VIABILITA'		S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	SAP 150
B07	4	4	VIABILITA'		Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B08	15	15	VIABILITA'		Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B09	7	7	VIABILITA'		Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	LED 55
B11	16	16	VIABILITA'		Via Rotalliana.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B12	26	26	VIABILITA'		S.P. 90 Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B13	35	35	VIABILITA'		S.P. 90 Via Trento e Via Devilgill.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
C04	28	56	VIABILITA'		Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL 125
D01	4	4	VIABILITA'		S.S. 43, Via Rotalliana e S.P. 90.					Proiettore	D	HQI 150
D02	1	1	VIABILITA'		Corso del Popolo.					Proiettore	D	HQI 250
D05		8	VIABILITA'		S.P. 90.					Proiettore	D	HQI 400
ALTRO 13		1	VIABILITA'		S.S. 43.					Proiettore	D	HQL 125
ALTRO 23	6	6	VIABILITA'		Partheggio via Trento.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 24	10	10	VIABILITA'		Rotatoria S.P. 90 e S.S. 43.	F	S2	0,67	10	Stradale	B	SAP 150
ALTRO 26	1	3	VIABILITA'		Incrocio tra S.S. 43 e S.S. di Fail.	F	CE3	1,33	20	Stradale	B	SAP 150
ALTRO 27	11	11	VIABILITA'		Rotatoria S.P. 90 Via Trento.	F	CE2	1,33	20	Stradale	A	SAP 150
ALTRO 30	1	3	VIABILITA'		Rotatoria S.P. 90 Via Trento e Via Roma	F	CE2	1,33	20	Stradale	B	SAP 250
	272	313										

Zona residenziale:  
Si richiedono interventi per 547 corpi illuminanti

Tipo	Sostegni	Punti luce	Descrizione	Posizione	Strada	Categoria	Lim	Em	Apparecchi	Classe	Lampada
B02	49	59	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Forini e Via Zandonai.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B03	49	49	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa, Via dei Morei e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B06	30	30	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili e Via Don Sturzo.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B07	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigi.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
B13	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B14	14	14	ZONA RESIDENZIALE	Via Perlaoca.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	A	SAP 150
B15	47	47	ZONA RESIDENZIALE	Via Milano, Via Fretta Tricolori, Via Alpini, Via Damiano Chiesa e Piazza Unità d'Italia.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B16	63	65	ZONA RESIDENZIALE	Via Carlo Devigili, Via dei Morei.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
B17	23	23	ZONA RESIDENZIALE	Via Cavallotti Udine e Via Molini.	F	CE3	1,00	15	Stradale	A	HQL 125
C01	37	37	ZONA RESIDENZIALE	Via A. de Varda, Via Filos e Piazza Pio X.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C02	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Vigilio.	F	CE3	1,00	15	Globo	E	HQL 125
C03	19	19	ZONA RESIDENZIALE	Partheggio condominio ITEA.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL 125
C04	1	1	ZONA RESIDENZIALE	Corso del Popolo.	F	ME3b	1,00	15	Globo	E	HQL 125
D01	10	10	ZONA RESIDENZIALE	Località Tonessa e Via Zandonai.					Proiettore	D	HQI 70
D02	1	2	ZONA RESIDENZIALE	Piazza Unità d'Italia.					Proiettore	D	SAP 400
D03	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.					Proiettore	D	SAP 250
D04		2	ZONA RESIDENZIALE	Via Alpini.					Proiettore	D	SAP 400
D05		3	ZONA RESIDENZIALE	Via Morigi.					Proiettore	D	HQI 70
ALTRO 01	8	9	ZONA RESIDENZIALE	Via Damiano Chiesa.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	SAP 100
ALTRO 02	4	5	ZONA RESIDENZIALE	Passaggio pedonale tra via Damiano Chiesa e via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP 100
ALTRO 03	6	12	ZONA RESIDENZIALE	Via Filos passaggio pedonale.	F	S2	0,67	10	Artistico	A	SAP 70
ALTRO 05	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via Carducci.	F	CE3	1,00	15	Artistico	A	LED 50
ALTRO 07		1	ZONA RESIDENZIALE	Via Manzoni.	F	CE4	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 08	4	4	ZONA RESIDENZIALE	Via Manzoni.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 09	9	9	ZONA RESIDENZIALE	Laterale della S.S. 43.	F	CE4	6,70	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 10	3	3	ZONA RESIDENZIALE	Via De Varda.	F	CE3	1,00	15	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 11	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Parco in Piazza Unità d'Italia.	F	S2	0,67	10	Artistico	C	HQL 125
ALTRO 14		6	ZONA RESIDENZIALE	Strada ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL 20
ALTRO 15	50	50	ZONA RESIDENZIALE	Ponte ciclopedonale tra Mezzolombardo e Mezzocorona.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	LED 5
ALTRO 17	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	D	FL 15
ALTRO 19	6	6	ZONA RESIDENZIALE	Sottopassaggio pedonale ospedale.	F	S3	0,50	7,5	Artistico	A	FL 36
ALTRO 21	6	6	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	ME3b	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 22	2	2	ZONA RESIDENZIALE	Via Trento.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 25	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Via S. Francesco.	F	CE3	1,00	15	Stradale	B	HQL 125
ALTRO 28	12	12	ZONA RESIDENZIALE	Partheggio Via S. Francesco e Via dei Morei.	F	S2	0,67	10	Stradale	A	HQL 125
ALTRO 31	7	7	ZONA RESIDENZIALE	Parco via Carlo Devigili.	F	S2	0,67	10	Globo	E	HQL 125
✓	456	547									



### Telecontrollo

Gli impianti presenti sul territorio comunale sono attualmente divisi su circuiti (circuiti tipo notte), con la dimmerizzazione sempre inserita dell'intera linea elettrica. Si consiglia all'amministrazione comunale di prevedere una gestione dell'intero sistema di illuminazione comunale tramite punto-punto.

Di conseguenza ogni futuro intervento da parte dell'amministrazione comunale dovrà essere idoneo alla gestione a distanza (telecontrollo), in modo da poter intervenire in caso di guasto con la massima solerzia e prevenire eventuali interruzioni di servizio.

La scelta di un sistema di gestione da remoto risulta più efficace se affiancato da un sistema di regolazione del flusso luminoso. Un sistema molto utilizzato è il cosiddetto punto-punto, dove ad ogni singolo apparecchio viene assegnato un codice e mediante un sistema di trasferimento dati (ad onde convogliate o altro) può essere regolato secondo un profilo generalizzato e localizzato.



**Fig. 54** – Particolare collegamento punto-punto

I singoli punti luce comunicheranno in modo bidirezionale con il dispositivo principale attraverso la linea di potenza stessa (comunicazione power line o onde convogliate) il quale svolge le funzioni di collegamento remoto attraverso modem GSM oltre a fornire le modulazioni di accensioni e di regolazione.

L'adozione di tecnologie elettroniche sugli impianti permettono di ottenere molti vantaggi rispetto ai sistemi tradizionali, sia dal punto di vista energetico sia dal punto di vista dei costi di manutenzione. L'alimentazione tramite cablaggio elettronico aumenta anche il ciclo di vita della lampada che alimenta. Il cablaggio elettronico è molto più stabile anche con tensioni e correnti variabili di ingresso, in uscita mantiene entrambi i valori costanti. Proprio questa regolarità influisce positivamente sulla durata di vita della lampada. Con la gestione degli impianti si riducono le visite ispettive di funzionamento degli apparecchi: infatti un sistema automatico basato su GSM comunicherà eventuali anomalie dell'impianto e/o lo stato di vita delle singole lampade, in questo modo si potrà intervenire in modo puntuale e rapido garantendo un servizio alla comunità.

Il sistema di comunicazione centralina – apparecchio permette l'acquisizione di tutti i dati sensibili di esercizio:

- ore di funzionamento;
- temperatura trasformatore;
- energia utilizzata;
- stato (acceso, spento, dimmerato...).

### Regolatori di flusso

Si prevede di modificare il profilo attuale dei sistemi per aumentarne la performance migliorando il regime di regolazione.

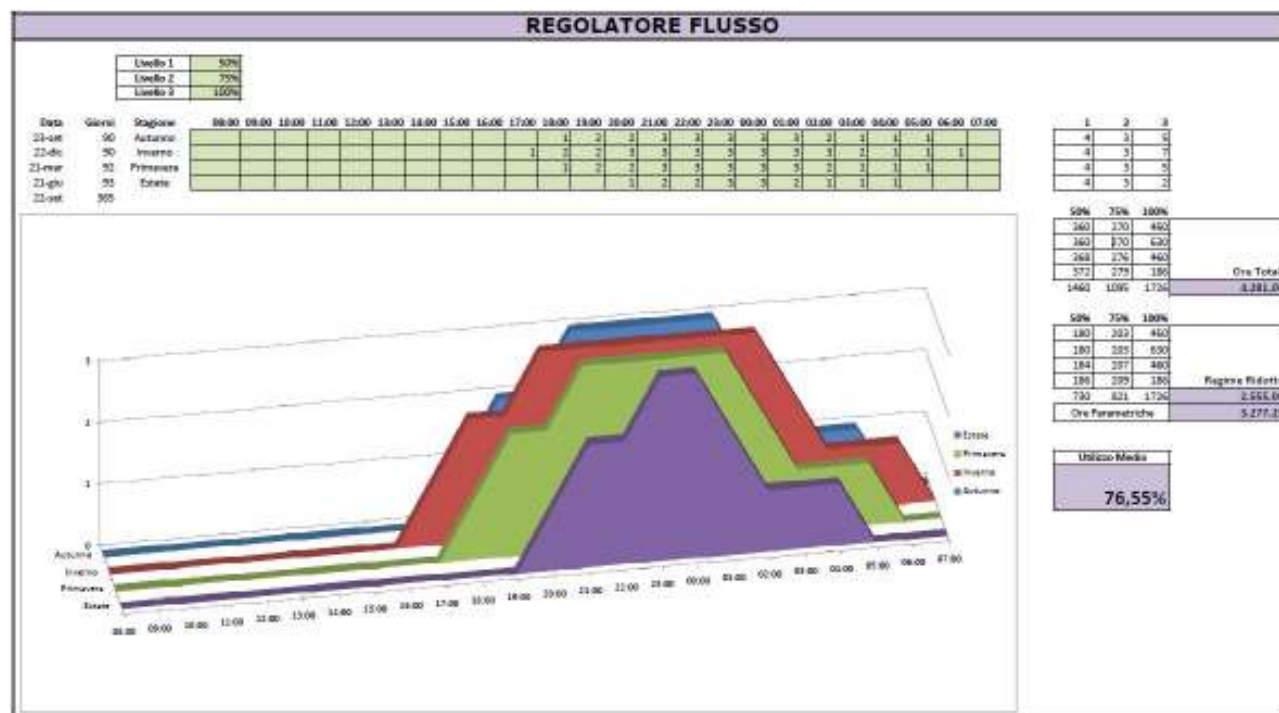


Fig. 55 – Profilo di funzionamento proposto ed utilizzato nei calcoli

### Piano di investimento

La ricerca e lo studio di scelte progettuali (limitate tipologie di armature, sostituzione programmata delle lampade, differenziazioni cromatiche, telecontrollo, regolatori di flusso) sono volte ad ottimizzare i costi energetici, di esercizio e di manutenzione dell'intero sistema dell'illuminazione pubblica.

Le proposte di miglioramento riportate sopra nascono da un'attenta analisi dello stato di fatto e sono state avanzate per limitare od eliminare gli aspetti negativi cercando al contempo di contenere o meglio graduare la spesa pubblica secondo interventi programmati nel tempo.

È indubbio che l'adeguamento degli impianti non ancora messi a norma con più efficienti sistemi illuminanti, nonché la completa adozione di lampade a led di ultima generazione in luogo delle tradizionali lampade ai vapori di mercurio e al sodio ad alta pressione, porterebbe al recupero della spesa pubblica in tempi accettabili. In un prossimo futuro tutto l'impianto dovrà comunque essere interessato alle presenti indicazioni e scelte progettuali, raggiungendo così un grado di uniformità accettabile.

Dalla tabella si vede che a fine adeguamento si prevede un risparmio stimato di circa 129.269 kWh annui rispetto al consumo dell'intero impianto attuale stimato in 632.364 kWh annui.

**Fig. 56** – Calcolo risparmio energetico con ipotesi di lampade da utilizzare

Pagina 60 di 61

## 9. CONCLUSIONI

L'utilizzo di sorgenti a vapori di mercurio per lo più su corpi illuminanti ad ottica aperta evidenziano uno spreco energetico ed una dispersione verso l'alto significativa.

La linea guida proposta dal P.R.I.C. prevede quindi l'utilizzo prevalentemente di sorgenti luminose a led (vedi tavole E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23 e E24):

- Led in sostituzione delle armature stradali, dei corpi artistici e dei globi (tipologici A02-A03-B01-B02-B03-B05-B06-B07-B11B15-B16-B17-C01-C02-C03-C04-ALTRO 07-ALTRO 08- ALTRO 09-ALTRO 10- ALTRO 11-ALTRO 12- ALTRO 21- ALTRO 22-ALTRO 25- ALTRO 28 e ALTRO 31);
- Sostituzione delle lampade da 100W al SAP esistenti con nuova piastra a led da 39W (tipologici A01);
- Montaggio di aletta per riduzione inquinamento luminoso e miglior orientamento (tipologico D01-D02-D03-D04 e D05).
- Sostituzione di apparecchio stradale a sospensione da 125W HQL con nuovo apparecchio da 100W al SAP (tipologico ALTRO 13).

Le sorgenti luminose potranno essere integrate con l'avanzamento tecnologico di settore.

Trento, settembre 2014

IL TECNICO