

# LINEE GUIDA PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA



2007-2013  
cooperazione territoriale europea  
programma per la cooperazione  
transfrontaliera  
**Italia-Slovenia**  
evropsko teritorialno sodelovanje  
program čezmejnega sodelovanja  
**Slovenija-Italija**



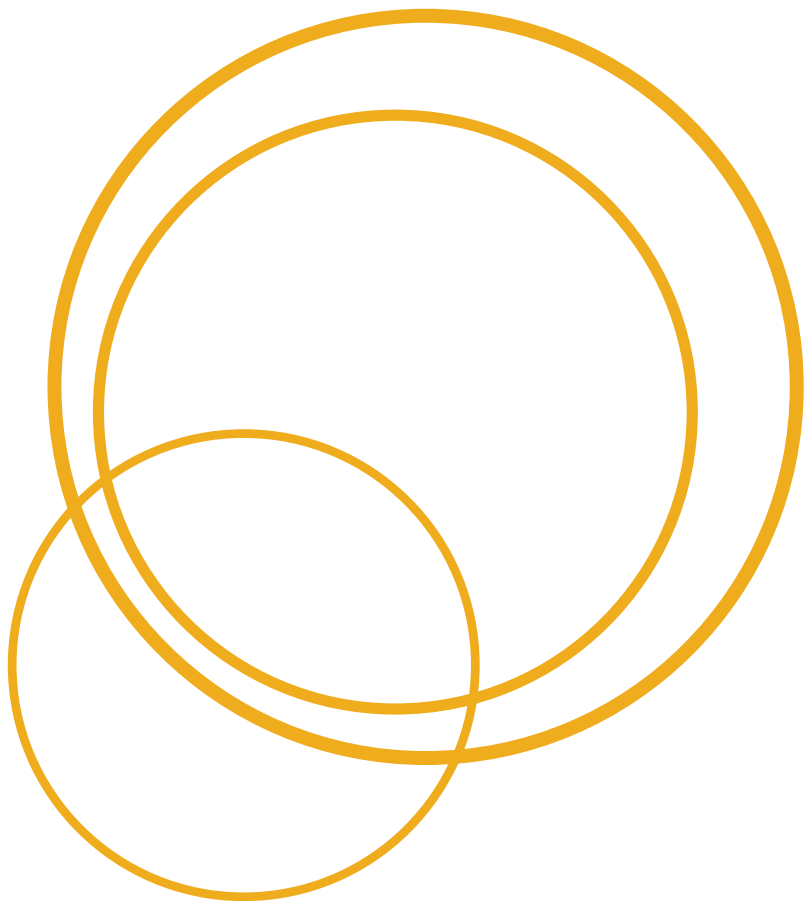
Investiamo nel  
vostro futuro!

Naložba v vašo  
prihodnost!

[www.ita-slo.eu](http://www.ita-slo.eu)

Progetto cofinanziato dal Fondo europeo di  
sviluppo regionale  
Projekt sofinancira Evropski sklad  
za regionalni razvoj





# **LINEE GUIDA PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

**Definizione delle strategie  
per le scelte di investimento finalizzate  
al risparmio energetico e alla riduzione  
dell'inquinamento luminoso**



| Indice dei contenuti  | pag.   |
|---|--------|
| PREMESSE .....  | - 5 -  |
| STRATEGIE GENERALI .....  | - 5 -  |
| AZIONI PRELIMINARI .....  | - 10 - |
| <i>Vie e quartieri omogenei</i> .....   | - 10 - |
| <i>Interventi urgenti</i> .....   | - 10 - |
| AZIONI PER IL MIGLIORAMENTO .....   | - 11 - |
| <i>Costi di investimento per ogni Punto Luce</i> .....                                  | - 12 - |
| <i>Costi di investimento e di conduzione per 20 anni per ogni Punto Luce</i> .....      | - 13 - |
| <i>Osservazioni</i> .....   | - 14 - |
| INTERVENTI MARGINALI.....   | - 15 - |
| <i>Installazione di Regolatori di Flusso Luminoso per il risparmio energetico</i> ..... | - 15 - |
| <i>Raggruppamento di più Centraline</i> .....   | - 16 - |
| <i>Sostituzione dei soli Corpi Illuminanti</i> .....                                    | - 17 - |
| OSSERVAZIONI CONCLUSIVE .....   | - 20 - |

## Sommario

Il presente documento illustra una serie di best practices che si focalizzano principalmente sulle modalità e sulle scelte di investimento dell'Illuminazione Pubblica. Esse possono essere utilizzate per le operazioni di rilevamento sul campo e di raccolta dei dati con lo scopo di costruire, con una metodologia ampiamente condivisa e condivisibile, un catasto dell'Illuminazione Pubblica per i Comuni dell'area transfrontaliera Italia-Slovenia.

Vi sono raccomandazioni, norme ed esempi che guidano l'Amministratore Pubblico ed il Progettista nelle azioni volte all'individuazione di strategie e azioni per il risparmio energetico, la riduzione dell'inquinamento luminoso, la razionalizzazione dell'Illuminazione di strade, piazze, parcheggi, tenendo conto dei vincoli normativi e delle tecnologie esistenti e che si stanno affacciando sul mercato.

Tutto il documento è descritto con l'ottica di ottimizzare efficienza energetica e basso inquinamento luminoso, nella logica della convenienza economica data dalla somma di costi di conduzione (energia, manutenzione, sostituzioni) e costi di investimento. La parte meramente architettuale non è presente sullo sfondo e neppure i metodi di finanziamento delle opere fatte con l'apporto delle ESCo.

Il documento si articola in queste parti:

- a. Scelte generali per la gestione del territorio e di pianificazione degli interventi;
- b. Consigli per l'ottimizzazione di interventi di rinnovamento ex novo ovvero interventi di manutenzione, valutando gli aspetti illuminotecnici, energetici e di costo;
- c. Metodi pratici di intervento su strade, piazze, riferite alle tipologie più comuni di strade e piazze presenti nei Comuni dell'area transfrontaliera Italia-Slovenia;

## *Premesse*

Si suppone che il Lettore abbia a disposizione la situazione attuale – stato di fatto – ben dettagliata per ogni elemento di impianto e per ogni strada o piazza del Comune di riferimento.

Lo scopo del presente documento è indicare le strategie per decidere come effettuare migliorie sia illuminotecniche che energetiche, tenendo conto dei costi che in forma abbozzata saranno indicati nel seguito.

Ogni situazione in verità dovrebbe essere affrontata in modo approfondito, tuttavia in questo documento si propone di dare un metodo di approccio e alcuni modelli generali approssimati, in grado di orientare il lettore verso le soluzioni più plausibili, che danno il miglior risultato in termini di rapporto qualità / prezzo e necessità / prezzo

## *Strategie generali*

La qualità dell'Illuminazione Pubblica, intesa come colore della luce, sostegni di pregio, corpi illuminanti artistici o di stile ricercato, eccesso di illuminazione, è determinata da scelte di tipo architettonico, volte a valorizzare ad esempio il centro della città, le principali vie di accesso e così via. La quantità di illuminazione e di consumo di energia elettrica a volte è più alta di quanto richiedono le norme e vi sono alcuni sprechi.

Tali sistemi “pregiati” di illuminazione si applicano ad aree comunali ristrette, non sono applicati solitamente nei quartieri residenziali e nelle frazioni, né nei borghi rurali. Queste parti del territorio comunale utilizzano solitamente la maggior parte di energia per l'illuminazione e in queste aree non si applicano più i concetti di Qualità come sopra accennati, ma di Quantità.

## *La Quantità di illuminazione*

Nelle pagine che seguono esploreremo tecnologie, applicazioni e costi sotto il profilo prevalente della quantità di illuminazione e di energia.

Vi sono due ordini di fattori che si contrappongono per determinare la quantità di illuminazione:

- Tendono ad accrescere la quantità di illuminazione: le norme di sicurezza, il Codice della Strada, la norma UNI EN 13201 - SIST EN 13201 che stabiliscono valori minimi di luminanza e illuminamento;
- Tendono a ridurre la quantità di illuminazione: il costo dell'energia elettrica, le norme anti inquinamento luminoso (per la Regione FVG la L.R. 15/2007, per la Slovenia il Regolamento sui i valori di limite per l'inquinamento luminoso Ur. I. RS, št. 81/2007, 109/2007 e 62/2010) le azioni messe in campo dalle associazioni degli Astrofili (Cielobuio e Temno Nebo) che stabiliscono valori massimi di luminanza e illuminamento.

## Leggi e loro applicazione

Può accadere che vi siano ritardi tra il momento di emanazione di leggi e la loro attuazione tramite appositi Decreti Attuativi.

È il caso della L.R. 15/2007 del FVG e dell'applicazione delle norme EN 13201 sia in Slovenia che nella Regione FVG.

Nel primo caso la legge obbliga ad aggiornare i Punti Luce e i sistemi di Regolazione e per questo prevede successivi Decreti e Leggi che finanziano gli investimenti. La legge è però stata messa in una condizione di "sospensione temporanea".

Nel secondo caso le EN 13201 contrastano parzialmente con il Regolamento sui i valori di limite per l'inquinamento luminoso (Ur. l. RS, št. 81/2007, 109/2007 e 62/2010) e perciò ci dovranno essere gli opportuni aggiustamenti. Il Regolamento prescrive criteri rigorosi: per esempio l'uso di energia elettrica per l'illuminazione di strade e aree pubbliche al livello municipale e limitato a 44,5 kWh per abitante all'anno.

Ogni intervento è soggetto a tale Regolamento.

Stando così le cose, nella generalità dei casi le Amministrazioni adottano comportamenti responsabili che possono essere denominati "diligenza del buon padre di famiglia", cercando di applicare leggi e regolamenti.

In particolare nei casi frequentissimi in cui si facciano interventi su una parte dell'impianto di illuminazione, si adottano queste misure:

| Intervento proposto inizialmente               | Intervento aggiuntivo   |
|--|---|
| Sostituzione della centralina di alimentazione | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aggiunta di Regolatori di flusso luminoso se conveniente rispetto all'applicazione di regolatori su ogni Punto Luce</li> </ul>   |
| Sostituzione di soli corpi illuminanti         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinazione della corretta classe illuminotecnica della Via/Strada;</li> <li>- Scelta di lampade ad alte prestazioni;</li> <li>- Utilizzo di regolatori di flusso sul Punto Luce (se non già posti nella centralina – caso frequente nei borghi rurali con pochi PL);</li> <li>- Progettazione che preveda una corretta illuminazione secondo le norme e che massimizzi l'utilanza, cioè la non dispersione della luce al di fuori dell'area necessaria;</li> <li>- Scelta di corpi illuminanti con ottiche adatte a ottenere gli scopi illuminotecnici prefissati, utilizzando corpi Full Cut-off;</li> <li>- Massimizzazione della prestazione energetica;</li> </ul> |



## *Finanziamenti Pubblici per le Amministrazioni e casi in cui non sono utilizzati*

Non sempre i finanziamenti, legati alle leggi che sono state emanate, sono proporzionati ai costi di investimento che le Amministrazioni Pubbliche dovrebbero sostenere, perciò alle volte gli investimenti vengono fatti e alle volte si preferisce, se è consentito, rimandare le attività in attesa dei finanziamenti. A volte si applicano solo in parte le leggi, pur nel rispetto delle normative.

Alcuni esempi:

- d. In Slovenia è attiva una gara al Ministero delle infrastrutture e dello spazio: Gara pubblica per la ristrutturazione dell'illuminazione pubblica ad alta efficienza energetica per il periodo dal 2011 al 2013 - UJR1. Possono aderire comuni. Si possono ricevere 250 EUR per 1 MWh di energia risparmiata. La gara si ripete. I comuni possono ricevere il cofinanziamento fino al 50 % del investimento (DDV / IVA esclusa). In pratica il cofinanziamento è di solito del 35 % (DDV / IVA esclusa). Alcuni comuni aderiscono alla gara (per esempio Kanal, Ajdovščina, Idrija,...). Golea ha dato il proprio contributo/supporto ai comuni. Comune di Sempeter-Vrtojba ha intenzione, di aderire alla gara. Prima si deve integrare/completare il catasto.
- e. In Slovenia c'è una gara simile anche per ESCo - Stesso Ministero. Si può ricevere 420 EUR per 1 MWh di energia risparmiata. La gara si ripete. L'ESCo può ricevere il cofinanziamento fino al 50 % del investimento (DDV - IVA esclusa). Però nessuna ditta non ha ancora aderito alla gara fino ad adesso. In Golea stiamo lavorando su un decreto per il Comune di Nova Gorica – ESCo.
- f. In Italia, in particolare nella Regione FVG gli investimenti per adeguare gli impianti alla L.R. 15/2007 pur avendo previsto una tempistica stringente per l'attuazione della Legge e contributi per l'adeguamento degli impianti, oggi è priva di finanziamento, ma prescrive che i nuovi impianti debbono essere fatti secondo questa Legge.
- g. Questo dà adito a interventi parziali, come descritto nel paragrafo precedente o alla rinuncia a fare l'investimento in attesa che arrivino finanziamenti. Ecco alcuni casi concreti:
  - Prendiamo ad esempio il caso di corpi illuminanti obsoleti con lampade al mercurio. L'impianto è ancora efficiente. Vi è un sistema di regolazione notturna per cui alle 10:00 una parte delle luci vengono spente (sistema TUTTA NOTTE / MEZZA NOTTE - TN/MN). La posa di un regolatore di flusso notturno che riduce del 30-40% la potenza assorbita, non sarà mai competitivo con il sistema TN/MN (50%-66%), perciò spesso si preferisce rimandare l'investimento avanti nel tempo, in attesa di finanziamenti o di scelte di investimenti più corposi, quali ad esempio il rifacimento complessivo di strada e impianto.
  - Altro esempio è quello dove i corpi illuminanti sono obsoleti (lampade al mercurio), ma l'impianto è ancora efficiente e vi è un sistema di regolazione notturna TN/MN. L'investimento prevede la sostituzione dei corpi illuminanti a norma e l'applicazione di lampade Sodio AP, efficienti e a norma. Inoltre si installerà un Riduttore di Flusso a valle della Centralina in sostituzione del sistema TN/MN che non è più a norma. Dai conteggi non vi è sufficiente risparmio di elettricità perché ci si confronta proprio con il sistema TN/MN che è il più efficiente dei sistemi di riduzione del flusso notturno. Ne risulta che l'investimento non conviene e quindi paradossalmente conviene restare "fuori norma".
  - Ancora un altro esempio: vi sono lampade al mercurio su corpi illuminanti obsoleti, ma non c'è il sistema TN/MN. Dai conteggi risulta che l'investimento conviene, perciò si fa.

La mancanza di contributi pubblici è un ulteriore freno agli investimenti. Spesso è necessario realizzare ex novo un sistema di illuminazione, ad esempio in un borgo rurale, dove l'illuminazione è ancora con lampade a incandescenza. Il costo dell'investimento che è di oltre 2.000 € / P.L. non avrà mai un ritorno dell'investimento. Le motivazioni dell'investimento vanno ricercate altrove, come riportato di seguito.

### *Motivazioni diverse da quelle meramente economiche*

La motivazione della scelta di fare investimenti alle volte non è giustificata da un pay-back energetico o economico, ma trova giustificazione nel fatto che l'intervento è necessario, per motivi di adeguamento alle norme, inclusa la sicurezza, e per questioni di estetica e di decoro:

esempi:

#### **Motivazioni per adeguamento alla normativa e per motivi energetici e di inquinamento luminoso;**

- La messa a norma delle centraline di alimentazione e dei cablaggi;
- La messa a norma della luminanza e dei parametri di uniformità richiesti; ciò include anche il perseguimento di maggiore efficienza energetica;
- L'installazione di sistemi di regolazione del flusso luminoso notturno, previsto dalle norme, che si propone il perseguimento di maggiore efficienza energetica;
- La messa a norma degli apparati illuminanti al fine di contenere l'inquinamento luminoso;

#### **Motivazione del miglioramento gestionale**

Prevenire guasti e fenomeni inaspettati e ciò può essere migliorato con:

- L'implementazione di impianti e corpi illuminanti in Classe di isolamento II<sup>o</sup>;
- L'uso di lampade con vita lunga (le SAP hanno 30.000 ore di emivita) in modo da ridurre gli interventi e programmare eventuali operazioni di manutenzione generale ogni 4 – 5 anni che comprende la sostituzione di tutte le lampade, la pulizia di tutte le coppe;
- Disporre della possibilità di intervento sulle regolazioni del flusso notturno in modo semplice:
  - La proposta di installare un regolatore unico sulle centraline consente di gestire in modo autonomo e flessibile gli orari di riduzione del flusso.  
I nuovi regolatori hanno la possibilità di gestire gli orari di intervento per ciascun giorno della settimana e vi è anche la possibilità di programmarli da Ufficio.  
Facendo un esempio, se alle ore 21:00 si dovesse verificare nel quartiere una forte riduzione del traffico, in mancanza di ulteriori normative a questo riguardo, l'Amministrazione potrebbe impostare una riduzione del flusso luminoso già dalle 21:00, con benefici sui consumi energetici e sulla vita delle lampade.
- Dotare le centraline di una semplice scheda che invia messaggi di allarme via sms, affinché il manutentore possa intervenire più celermente ed efficacemente.

#### **Motivazioni per il dover rifare altra parti di infrastruttura, come ad esempio le strade o i soli marciapiedi;**

Dai conteggi che si fanno, la quota parte di investimento per l'Illuminazione Pubblica non risulta molto onerosa rispetto al totale, perciò è buona regola fare anche l'intervento di IP.

#### **La messa a norma della luminanza e dei parametri di uniformità richiesti; ciò include anche il perseguimento Motivazione della valorizzazione del quartiere e della Città**

La realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione valorizza il quartiere e la Città. La scelta sotto il profilo tecnico va fatta tenendo conto della semplicità, dei costi e degli aspetti architettonici.

## *Scelte preliminari*

Prima di procedere con progettazione ed esecuzione dei lavori, sarebbe opportuno fare una disamina delle possibili opzioni, meglio se supportate da una stima di massima di costi aggiornati.

Queste sono le domande da porsi e le scelte da fare innanzi tutto:

- Rifacimento completo oppure sola “manutenzione” cioè cambio delle sole Armature, aggiunta di Regolatori di flusso luminoso, Lampade. Nel caso di “manutenzione” vanno considerati i soli costi marginali rispetto ad uno status quo.
- Necessità di fare pochi interventi di manutenzione, come ad esempio in incroci ad alto traffico, tunnel e simili situazioni: in tal caso i LED potrebbero rivelarsi la soluzione ottimale.
- Necessità di avere illuminazione bianca per motivi estetici: in tal caso si può procedere, con costi via via crescenti, così:
  - Sola sostituzione della Lampada SAP con Lampada a Joduri Metallici e revisione del reattore;
  - Sostituzione dell'intero Corpo Illuminante e nuova Lampada JM;
  - Aggiunta di Alimentatore e Regolatore elettronici con orologio astronomico;
  - Utilizzo di sistemi LED.
- Necessità di avere bassi costi di investimento e gestione (caso frequente per i quartieri residenziali): in tal caso le scelte sono:
  - Sostituzione dei Corpi Illuminanti con altri ad alta efficienza e del tipo cut-off; Lampade SAP; sostituzione dei reattori tradizionali con altri tradizionali a più alta efficienza;
  - Installazione di Regolatori di Flusso su Centralina (se il numero di P.L. è congruo rispetto al costo del Regolatore – indicativamente se i P.L. sono più di 20-30); in questo caso è possibile cambiare i tempi di riduzione del flusso luminoso tramite la sola regolazione della centralina;
  - Installazione di Regolatori di Flusso su Punto Luce; valutare in tal caso anche l'installazione di alimentatore elettronico, particolarmente nei casi in cui il P.L. è posto lontano dalla Centralina; in questo caso i tempi di riduzione del flusso luminoso sono programmati in fase di fabbricazione e non si possono modificare.

## *L'importanza della standardizzazione*

Uno dei fattori più importanti ai fini di una gestione efficiente degli impianti di illuminazione è la standardizzazione dei componenti, delle attrezzature, lampade, corpi, dispositivi posti dentro le centraline, regolatori di flusso eccetera.

Questo consente di tenere una scorta di ricambi più limitata e quindi più facilmente gestibile. Inoltre vi è una più alta facilità di intervento, da parte del Personale della Manutenzione, che si traduce in maggiore velocità ed efficienza = minori costi.

## Azioni preliminari

Dopo aver realizzato lo Stato di Fatto dell'illuminazione Pubblica, è necessario per prima cosa stabilire delle regole comuni individuando vie e quartieri che possono essere raggruppati in categorie omogenee, quindi individuare le situazioni più critiche sotto l'aspetto della sicurezza e della cogenza di intervento e su di esse mettere in atto le azioni più opportune.

## Vie e quartieri omogenei

La classificazione illuminotecnica delle vie e strade può essere fatta con l'aiuto di programmi free disponibili su internet, ad esempio Road Wizard™. Non è difficile stabilire classificazioni omogenee di vie, se è presente presso l'Amministrazione Comunale il Piano del Traffico e del Piano Regolatore che già stabilisce il tipo di strada.

È opportuno corredare ogni via e strada con le dimensioni caratteristiche, quali il numero di corsie, il numero dei sensi di marcia, la larghezza, la presenza di marciapiedi.

La classificazione di quartieri omogenei o di borghi rurali simili avviene allo stesso modo, tenendo conto anche della datazione degli impianti. Generalmente impianti fatti in determinati anni sono simili perché facenti uso allo stesso tipo di tecnologie. Quindi le prestazioni illuminotecniche possono essere facilmente raggruppate. È possibile stabilire le prestazioni illuminotecniche di un intero quartiere qualora sia nota la prestazione di una sola via. Bisogna naturalmente fare attenzione alle vie principali di quartiere, che possono avere prestazioni più elevate.

Questa operazione va fatta in parte a tavolino e in parte tramite verifiche sul posto, sia diurne, per capire il tipo di palo, la morsetteria, la centralina, il tipo di corpo illuminante (marca, stato di opacizzazione della coppa o vetro ecc), sia notturne per capire il tipo di lampada, la distribuzione della luce sulla carreggiata, misure di illuminazione.

L'individuazione di vie e quartieri omogenei permettono di calcolare il costo degli interventi in modo più preciso, consentono di creare dei lotti di intervento, che corredati con le relazioni tecniche ed economiche possono essere portati all'attenzione delle Amministrazioni Pubbliche anche in occasione di presenza di finanziamenti pubblici o europei.

## Interventi urgenti

A seguito dei sopralluoghi, della raccolta dei dati, dell'analisi delle situazioni che si presentano, la prima azione da fare è la stesura di una serie di situazioni critiche, sotto gli aspetti più vari, corredata da proposte di possibili interventi.

Già dalle interviste con il Personale Tecnico dei Comuni e con gli Operatori della Manutenzione si possono raccogliere le informazioni necessarie ed anche le proposte.

Spesso le criticità riguardano la sicurezza dei Punti Luce e particolarmente di Centraline e Linee di alimentazione, queste ultime a volte pendenti e scoperte.

Un altro aspetto importante riguarda la mancanza di illuminazione in zone in cui vi possono essere situazioni di pericolo, quali gli incroci, il passaggio di strade con traffico veicolare in piccoli borghi, borghi senza illuminazione o con assenza di lampadine.

Anche i pali a volte sono pericolosi, specialmente quelli molto vecchi, quelli in ferro verniciato che presentano forte presenza di ossidazione.

Queste anomalie gravi, che possono compromettere la sicurezza delle Persone devono essere segnalate e le Amministrazioni dovrebbero dare una certa precedenza agli interventi.

## Azioni per il miglioramento

Per inquadrare le problematiche degli investimenti, è opportuno stabilire un costo standard del punto luce, cui riferirsi per effettuare comparazioni e scelte.

Si è assunto di operare su quartieri e borghi rurali, evitando l'uso di pali e corpi illuminanti pregiati, tuttavia comprendendo la realizzazione di canalette poste sotto terra.

I costi complessivi per il caso di quartiere residenziale di tipo economico sono indicativamente questi:

| Nuovo Impianto                               |                | Rifacimento Impianto                         |                |
|--|----------------|--|----------------|
| Scavi, Plinti, Cavidotti                     | € 1.111        | no   | € 0            |
| Plinti: Nuovi                                | € 45           | Plinti: Rimozione e Adattamento              | € 110          |
| Cavi: Posa                                   | € 255          | Cavi: Rimozione e Posa                       | € 316          |
| Pali nuovi inclusa morsettiera e terminale   | € 539          | Pali nuovi inclusa morsettiera e terminale   | € 539          |
| Centralina (80 PL) e Regolatore              | € 100          | Centralina (80 PL) e Regolatore              | € 100          |
| Corpo illuminante, alimentatore e regolatore | € 300          | Corpo illuminante, alimentatore e regolatore | € 300          |
| <b>totale Nuovo</b>                          | <b>€ 2.350</b> | <b>totale Rifacimento</b>                    | <b>€ 1.365</b> |

Questi prezzi prevedono

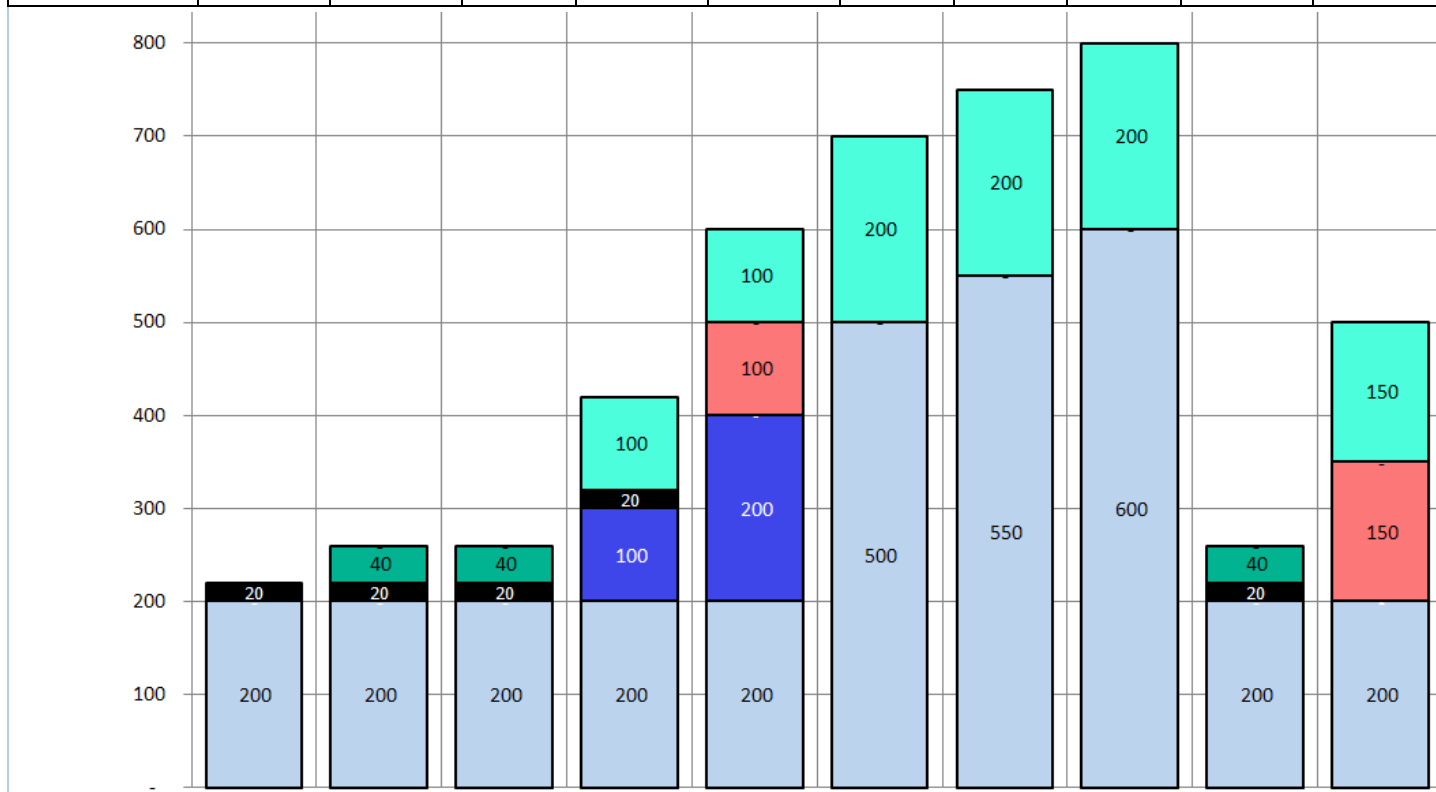
- Pali di buona fattura, zincati a caldo, ma l'uso di pali d'arredo farebbe lievitare il prezzo di 1.000€ sino anche a 2.000€
- Corpi illuminanti di buona qualità con lampade Sodio A.P. da 100W; l'uso di corpi illuminanti d'arredo e lampade LED o con Joduri Metallici e alimentatore elettronico farebbe lievitare il prezzo di 500÷1.500€
- Come si vede perciò il prezzo può raggiungere facilmente i 3.000~5.000€/Punto Luce.
- La parte di pura infrastruttura di urbanizzazione (scavi, canalette, ecc) è dell'ordine di 1.100€ , ma naturalmente l'intervento comprendente porfido, arredo urbano farebbe lievitare molto i prezzi.

Per sintetizzare il costo di investimento abbiamo riportato nelle pagine seguenti tabella con alcuni casi significativi riferiti con qualche approssimazione allo stato odierno di costi e tecnologie:

## Costi di investimento per ogni Punto Luce

Non sono considerati i costi delle infrastrutture Scavi, Plinti, Cavidotti perché spesso legate a interventi complessivi di rifacimento della strada.

| Lampada                   | SAP          | SAP           |         | SAP          | SAP         | LED   |              |                | JM           | JM          |
|---------------------------|--------------|---------------|---------|--------------|-------------|---|--------------|----------------|--------------|-------------|
| Alimentatore              | Tradizionale | Tradizionale  |         | Tradizionale | Elettronico | Elettronico   |              |                | Tradizionale | Elettronico |
| Regolatore                | NO           | Su Centralina |         | su PL        | su PL       | su PL   |              |                | su PL        | su PL       |
| Dimmeraggio               | No           | 6 ore         | 7,5 ore |              |             |   |              |                |              |             |
| Luce                      | Luce gialla  |               |         |              |             | Luce Bianca - Riduzione di una classe illuminotecnica |              |                |              |             |
| Temperatura Colore        | 2100°K       |               |         |              |             | Ecomomy 5600°K  | Green 4000°K | Comfort 3000°K | 3000°K       |             |
| Regolatore su Punto Luce  |              |               |         | 100          | 100         | 200   | 200          | 200            |              | 150         |
| Regolatore su Centralina  |              | 40            | 40      |              |             |   |              |                | 40           |             |
| Alimentatore Elettronico  |              |               |         |              | 100         |   |              |                |              | 150         |
| Alimentatore Tradizionale | 20           | 20            | 20      | 20           |             |   |              |                | 20           |             |
| Armatura                  | 200          | 200           | 200     | 200          | 200         | 500   | 550          | 600            | 200          | 200         |
| Tot costi investimento    | 220          | 260           | 260     | 320          | 400         | 700   | 750          | 800            | 260          | 500         |



## Costi di investimento e di conduzione per 20 anni per ogni Punto Luce

Non sono considerati i costi delle infrastrutture Scavi, Plinti, Cavidotti perché spesso legate a interventi complessivi di rifacimento della strada.

| Lampada                        | SAP          | SAP           |             | SAP          | SAP         | LED   |             |               | JM           | JM          |
|--------------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-------------|---|-------------|---------------|--------------|-------------|
| Alimentatore                   | Tradizionale | Tradizionale  |             | Tradizionale | Elettronico | Elettronico   |             |               | Tradizionale | Elettronico |
| Regolatore                     | NO           | Su Centralina |             | su PL        | su PL       | su PL   |             |               | su PL        | su PL       |
| Dimmeraggio                    | No           | 6 ore         | 7,5 ore     |              |             |   |             |               |              |             |
| Luce                           | Luce gialla  |               |             |              |             | Luce Bianca - Riduzione di una classe illuminotecnica |             |               |              |             |
| Temperatura del colore         | 2100K        |               |             |              |             | Economy 5600K   | Green 4000K | Comfort 3000K | 3000K        |             |
| Manutenzione e Ricambi         | 353          | 319           | 294         | 411          | 527         | 782   | 840         | 898           | 630          | 910         |
| Regolatore su Punto Luce       |              |               |             | 100          | 100         | 200   | 200         | 200           |              | 150         |
| Regolatore su Centralina       |              | 40            | 40          |              |             |   |             |               | 40           |             |
| Alimentatore Elettronico       |              |               |             |              | 100         |   |             |               |              | 150         |
| Alimentatore Tradizionale      | 20           | 20            | 20          | 20           |             |   |             |               | 20           | -           |
| Armatura                       | 200          | 200           | 200         | 200          | 200         | 500   | 550         | 600           | 200          | 200         |
| Energia                        | 2267         | 1719          | 1640        | 1640         | 1404        | 720   | 946         | 1520          | 1510         | 1061        |
| <b>Totale costi in 20 anni</b> | <b>2839</b>  | <b>2298</b>   | <b>2194</b> | <b>2371</b>  | <b>2331</b> | <b>2202</b>   | <b>2536</b> | <b>3219</b>   | <b>2400</b>  | <b>2471</b> |



## Osservazioni

Va fatta la premessa che l'investimento per l'infrastruttura di urbanizzazione (cavidotti, canalette ecc) viene escluso, perché considerato costante per ogni soluzione adottata.

Inoltre i costi sopra riportati fotografano una situazione di oggi, sapendo che i costi dei prodotti nuovi, ad esempio i LED, e dei sistemi elettronici di comando (alimentatori elettronici e regolatori posti sul singolo P.L.) sono destinati a calare, anche se non sono prevedibili i tempi.

Ciò detto, è stato preso come riferimento il caso di un impianto di illuminazione di un quartiere di tipo popolare, o un borgo rurale, con un valore di illuminazione di 1 cd/m<sup>2</sup> e 0,75 cd/mq nel caso di luce con CRI resa cromatica >60 (luce bianca).

I calcoli sono stati fatti con software tipo Dialux <sup>TM</sup> e Litestar <sup>TM</sup> e i valori sono stati normalizzati a 1cd/m<sup>2</sup> e rispettivamente 0,75cd/m<sup>2</sup> nel caso di luce bianca.

Ci si è concentrati sul costo di investimento e sul costo complessivo (investimento e conduzione) considerati per 20 anni complessivi di vita.

Il costo di investimento, prima tabella e primo grafico, dà un'idea della spesa iniziale che l'Amministrazione deve sostenere per realizzare ex novo o modificare i Punti Luce.

Il costo di conduzione, seconda tabella e secondo grafico, riferito a un arco di 20 anni, dato da energia e manutenzione ordinaria e straordinaria) sommato al costo di investimento dà un'idea dei costi totali che l'Amministrazione deve sostenere per realizzare ex novo o modificare i Punti Luce.

Queste le principali considerazioni:

- I costi di investimento iniziale possono essere molto diversi da caso a caso, particolarmente per i LED e per i casi di alimentatore elettronico sul singolo P.L. e regolatore singolo;
- Tuttavia vi sono dei risparmi energetici, visibili sulla seconda tabella, che porta la spesa totale calcolata in 20 anni a valori più interessanti;
- Per i LED l'efficienza luminosa ed i costi energetici conseguenti sono molto diversi a seconda che si utilizzi LED Freddo o Caldo;
- La possibilità di scalare di una classe illuminotecnica i casi di utilizzo di luce bianca dà notevoli vantaggi in termini energetici (ultimi tre casi a destra della tabella e grafico);
- La manutenzione ha un peso notevole: essa comprende la sostituzione delle lampade ma anche la sostituzione degli alimentatori elettronici e regolatori su P.L. che hanno una emivita di 60.000 ore. La rottura di uno di questi componenti o del LED implica la sostituzione dell'intero corpo illuminante.
  - A questo riguardo va detto che la buona pratica di manutenzione programmata prevede:
  - Sodio A.P. : sostituzione delle lampade ogni 4 anni – Pulizia con soffiaggio interno e panno imbevuto con detergente per vetri della coppa;
  - Joduri Metallici: sostituzione delle lampade ogni 3 anni – Pulizia come sopra;
  - LED: la vita dichiarata è 60.000 ore, come pure gli alimentatori. Non abbiamo esperienza consolidata delle problematiche più frequenti e dei tempi e costi di intervento.
- I prezzi di Corpi illuminanti, lampade, alimentatori ecc. sono stati presi qua e là, da cataloghi, da contatti avuti con fornitori, da contatti avuti con ESCo. Essi sono una media pensata per componenti di buona qualità e prezzi bassi.

In conclusione però non vi sono differenze grandissime nell'arco di 20 anni di utilizzo.

Vi è indubbiamente un prezzo eccessivo per i componenti più nuovi e quando la curva di apprendimento sarà completata ci possiamo aspettare prezzi più bassi per le tecnologie più nuove.

Le scelte dell'Amministrazione Pubblica perciò sono date da motivazioni non solo di costo ed energetiche, ma anche di tipo architettuale.

Riteniamo che per una gestione semplificata dell'Illuminazione Pubblica di quartieri e strade comuni, anche ad alto traffico, la scelta di corpi con SAP e regolatori posti sulle centraline sia ancora la strada migliore. Dimmeraggio "intelligente" anche a partire dalle 21:00 se non vi è particolare traffico. I regolatori centralizzati dispongono di tecnologie atte a programmare tali riduzioni e a gestire i giorni della settimana ad uno ad uno.



## Interventi marginali

### Installazione di Regolatori di Flusso Luminoso per il risparmio energetico

#### La scelta del tipo di Illuminazione

È necessario fare una considerazione iniziale circa la funzionalità richiesta ai Regolatori.

Nel caso vi sia la necessità di regolare puntualmente la luminosità di zone della Città, ad esempio una piazza, perché ad esempio debbono essere gestite manifestazioni o eventi molto variabili nella posizione e nell'arco dell'anno, la soluzione più idonea è la Regolazione per ogni Punto Luce, che ha il vantaggio della flessibilità, ma che richiede un sistema di telecontrollo importante, da installarsi presso gli Uffici Manutenzione.

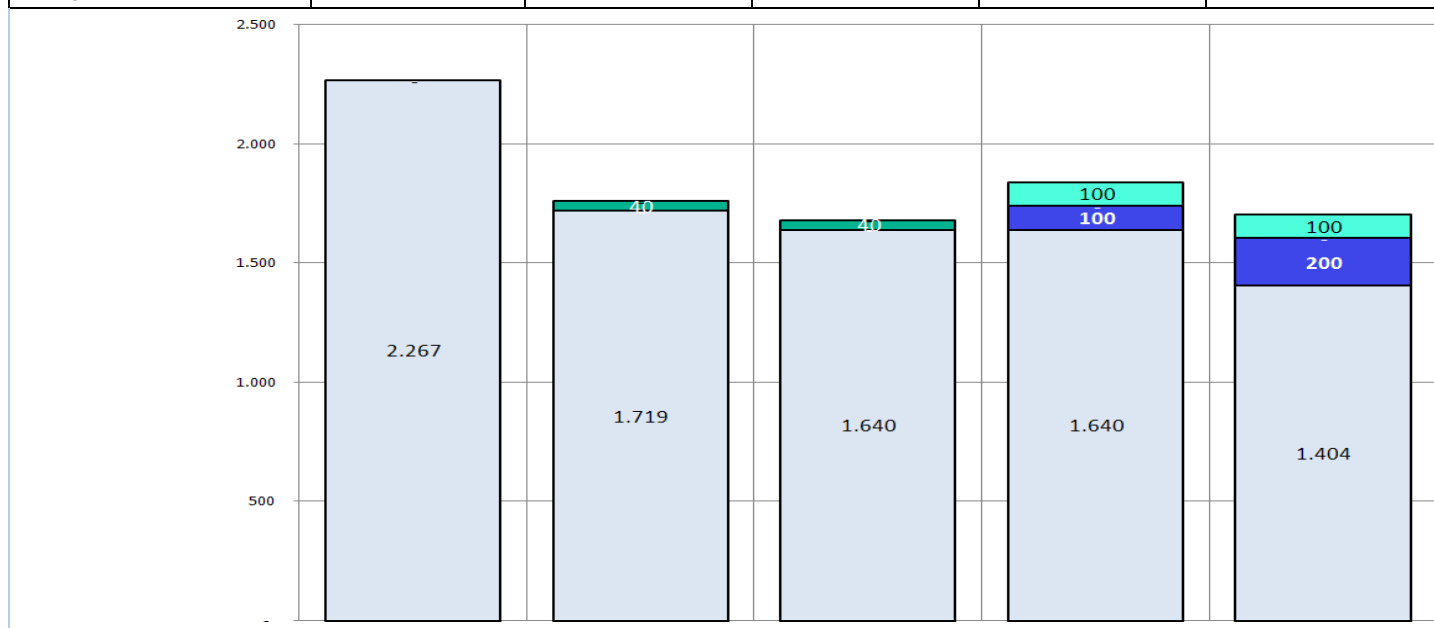
Nel caso invece vi sia la necessità di regolare uniformemente interi quartieri e non è richiesta una particolare flessibilità, la regolazione su Centralina appare la più economica.

Pertanto, la scelta del tipo di Regolatore è legata anche al tipo di illuminazione che l'Amministrazione desidera:

- nel caso di illuminazione a LED (colore bianco) è necessario disporre di un Regolatore per ogni Punto Luce;
- nel caso di utilizzo di illuminazione a scarica SAP (colore giallo chiaro), il Regolatore può essere posto nella Centralina ed il costo di investimento è più basso.

La tabella e il grafico sono di supporto alle considerazioni che seguiranno

| Lampada                                | SAP             | SAP           | SAP           | SAP          | SAP         |
|--|-----------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Alimentatore                           | Tradizionale    | Tradizionale  | Tradizionale  | Tradizionale | Elettronico |
| Regolatore                             | NO              | Su Centralina | Su Centralina | su PL        | su PL       |
| Dimmeraggio                            | NO              | 6 ore         | 7,5 ore       |              |             |
| Note                                   | Non più a Norma |               |               |              |             |
| Regolatore su Centralina               |                 | 40            | 40            |              |             |
| Regolatore su Punto Luce               |                 |               |               | 100          | 100         |
| Alimentatore Elettronico su Punto Luce |                 |               |               | 100          | 200         |
| Energia                                | 2.267           | 1.719         | 1.640         | 1.640        | 1.404       |



### *Ritorno dell'investimento del Regolatore posto su singola Centralina*

La tabella sotto riportata indica i costi di Energia Elettrica e di investimento incrementale, qualora si installi un Regolatore per 80 P.L. e si prenda come riferimento la lampada SAP riportate a 1 cd/m<sup>2</sup>.

I conteggi vanno fatti prendendo come riferimento la soluzione base, la prima a sinistra nel grafico. I Punti Luce sono stati considerati senza difetti dovuti a obsolescenza.

Nel caso di Regolatore posto accanto alla centralina che asservisce 80 P.L., i risparmi in 20 anni sono dell'ordine di 405€ e 486€ nei casi rispettivamente di riduzione del flusso per 6 ore (dalle 24:00 alle 06:00) e rispettivamente per 7,5 ore (dalle 22:50 alle 06:00 – caso molto frequente applicabile specialmente ai quartieri residenziali).

Questo valore moltiplicato per 80 P.L. diventa 33.000€ o rispettivamente 39.000€ in 20 anni a fronte di un costo del solo regolatore di circa 4.840€ per questa taglia (catalogo Reverberi 1fase x 7,4 kVA).

Il ritorno dell'investimento è meno di **3 anni** e cala nel caso di presenza di più P.L. per ogni Regolatore.

I conteggi dovrebbero in verità essere fatti di caso in caso, tenendo conto delle reali situazioni e azioni.

### *Ritorno dell'investimento del Regolatore posto su ogni Punto Luce*

La medesima tabella riporta il caso di un regolatore posto su ogni Punto Luce, questo dotato però di alimentatore elettronico, che ne aumenta l'efficienza.

Si è assunto un costo di 200÷300€/PL per alimentatore e alimentatore+regolatore, evitando di utilizzare le marche più costose.

Anche in questo caso il ritorno dell'investimento è di **8 anni**.

### *Risultato: l'investimento è buono – è conveniente procedere*

Deve essere chiarito però che la base di riferimento per i conteggi è la soluzione con tutti i Punti Luce accesi e non quella dei PL spenti alternativamente, che è fuori norma.

### *Osservazioni*

Le maggiori difficoltà nella fase di scelta avvengono nei casi in cui il numero di Punti Luce è compreso tra 30 e 60, perché vi può essere incertezza nel confronto tra le due soluzioni.

Naturalmente vi è maggior vantaggio con Regolatore su Centralina qualora su essa gravino più di 80 PL, nell'esempio considerato, e per contro è più vantaggioso porre un regolatore su ogni PL qualora sulla centralina gravino meno di 30 PL.

### *Raggruppamento di più Centraline*

Esso pare vantaggioso perché permette di unire più centraline purché omogenee e vicine, per utilizzare un unico Regolatore di Flusso luminoso e risparmiare sull'investimento.

Vi è però un costo di investimento per il collegamento delle Centraline, che può essere dell'ordine di 30€/metro circa includendo scavi e cavi.

Il conteggio deve essere fatto con dati esatti, e una prima stima di massima dei casi più frequenti indica che:

### *Risultato: non è conveniente*

## Sostituzione dei soli Corpi Illuminanti

La sostituzione dei corpi illuminanti implica due fatti:

- prendere come base di confronto una situazione tipica di 20÷30 anni fa pur rinnovata con l'uso di lampade SAP ma con un MF fattore di manutenzione più basso del canonico 0,80 tipico delle nuove realizzazioni. due fatti importanti riducono questo Fattore:
  - l'opacità della coppa dovuta a fessurazioni e sporcizia e la vetustà del riflettore, che a volte è scoperto. Questi fattori possono determinare un'inefficienza del 10÷40% cioè moltiplicare x 0,8÷0,6
  - la geometria del riflettore e la posizione della lampada, che determinano valori di utilanza (quota parte di flusso luminoso che illumina la strada rispetto al flusso luminoso totale che esce dal corpo illuminante; il parametro riassuntivo, in fase di approvazione dalla UE, è il SL espresso in  $W / (m^2 \times cd/m^2)$  che per le best practices BAT è di 0,50 e che per lampioni degli anni passati era di 0,70 mediamente. Il fattore correttivo diventa  $0,5/0,7 = 0,71$

Perciò il Fattore di Manutenzione originale 0,80 dovrebbe essere diminuito a causa dell'opacità della coppa della bassa utilanza, cioè per due casi di coppa a) ben tenuta e pulita periodicamente e rispettivamente b) coppa fessurata

a)  $0,80 \times 0,8 \times 0,71 = 0,45$

b)  $0,80 \times 0,6 \times 0,71 = 0,34$

Volendo valorizzare la quota di difettosità dovuta alla bassa utilanza rispetto al totale, potremmo stimare in prima battuta una ripartizione del 50% per bassa utilanza (o cattiva geometria) e 50% per vetustà.

Dovremmo assumere prudenzialmente un valore di 0,40 quale MF Fattore di Manutenzione, tenendo conto che il valore può calare molto specialmente in presenza di corpi illuminanti particolarmente obsoleti e assumeremo un valore intermedio tra 0,40 e 0,80 (valore del nuovo) per ripartire 50% e 50% la difettosità.



Per fare i calcoli economici e valutare la bontà dell'investimento assumiamo cautelativamente il valore del fattore di manutenzione il valore 0,60 che è ottimistico rispetto ai valori di 0,40 appena indicati.

Questo fattore di manutenzione 0,60 dà comunque valori di pay-back molto interessanti, come si può osservare nella tabella che segue.

Tuttavia va precisato che i conteggi debbono essere fatti di volta in volta, dopo aver fatto sopralluoghi, rilievi e progettazione-simulazione.

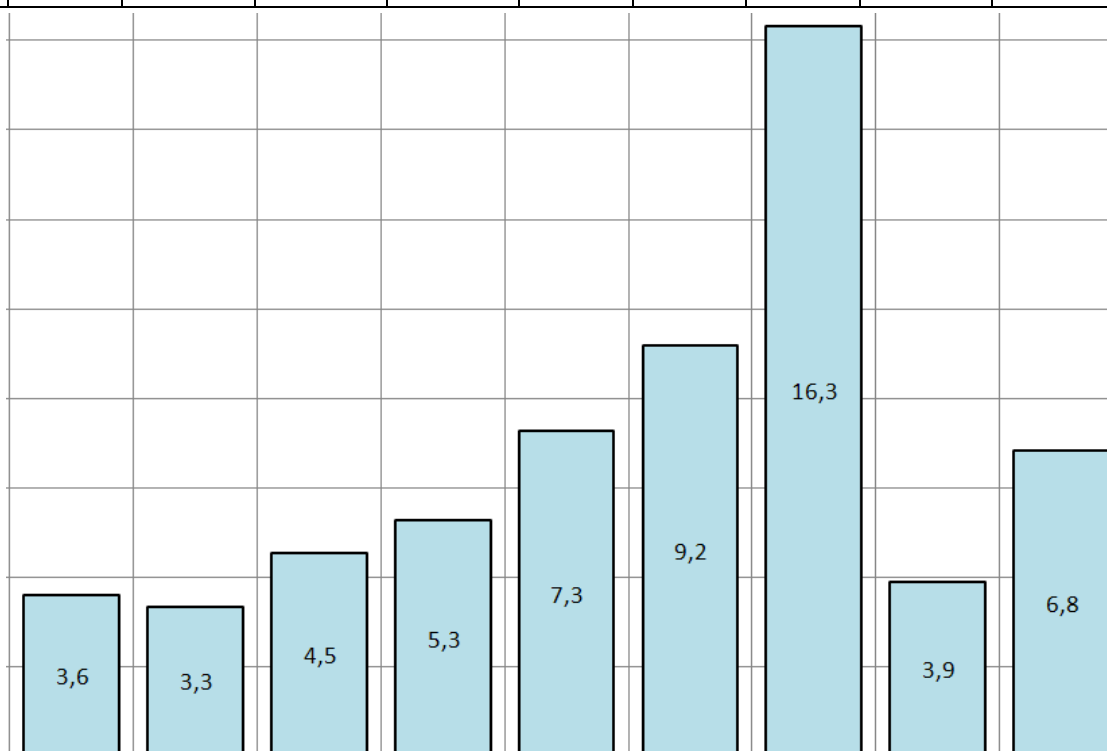
I sopralluoghi sono particolarmente importanti per stimare e possibilmente valutare con qualche misurazione il valore di utilanza, che ha un notevole influenza sulla prestazione delle lampade, particolarmente quelle più datate.

Le tabelle che sono riportate nel seguito si riferiscono ad un caso particolare e pertanto vanno considerate come puro esercizio ed esempio.

I risultati mostrano che, con le premesse sopra fatte, si hanno valori di pay-back interessanti particolarmente se si adottano soluzioni tecniche tradizionali.

La tabella e il grafico sono di supporto alle considerazioni che seguiranno

| Lampada                                | SAP                  | SAP           |         | SAP          | SAP         | LED   |              |                | JM           | JM          |
|--|----------------------|---------------|---------|--------------|-------------|---|--------------|----------------|--------------|-------------|
| Alimentatore                           | Tradizionale         | Tradizionale  |         | Tradizionale | Elettronico | Elettronico   |              |                | Tradizionale | Elettronico |
| Regolatore                             | NO                   | Su Centralina |         | su PL        | su PL       | su PL   |              |                | su PL        | su PL       |
| Dimmeraggio                            | No                   | 6 ore         | 7,5 ore |              |             |   |              |                |              |             |
| Luce                                   | Luce gialla          |               |         |              |             | Luce Bianca - Riduzione di una classe illuminotecnica |              |                |              |             |
| Note                                   | Situazione esistente |               |         |              |             |   |              |                |              |             |
| Temperatura di colore                  |                      | 2100°K        |         |              |             | Economy 5600°K  | Green 4000°K | Comfort 3000°K | 3000°K       |             |
| Fattore di manutenzione                | 0,60                 | 0,80          | 0,80    | 0,80         | 0,80        | 0,80  | 0,80         | 0,80           | 0,80         | 0,80        |
| Manutenzione e Ricambi                 | 353                  | 319           | 294     | 411          | 527         | 782   | 840          | 898            | 630          | 910         |
| Regolatore su Punto Luce               |                      |               |         | 100          | 100         | 200   | 200          | 200            |              | 150         |
| Regolatore su Centralina               |                      | 40            | 40      |              |             |   |              |                | 40           |             |
| Alimentatore Elettronico               |                      |               |         |              | 100         |   |              |                |              | 150         |
| Alimentatore Tradizionale              | 20                   | 20            | 20      | 20           |             |   |              |                | 20           |             |
| Armatura                               | 200                  | 200           | 200     | 200          | 200         | 500   | 550          | 600            | 200          | 200         |
| Energia                                | 3.022                | 1.719         | 1.640   | 1.640        | 1.404       | 720   | 946          | 1.520          | 1.510        | 1.061       |
| Risparmio 20anni costo e manutenzione  |                      | -1.337        | -1.441  | -1.324       | -1.443      | -1.873  | -1.589       | -956           | -1.235       | -1.404      |
| Risparmio annuale costo e manutenzione |                      | -67           | -72     | -66          | -72         | -94   | -79          | -48            | -62          | -70         |
| Investimenti aggiuntivi                |                      | 240           | 240     | 300          | 380         | 680   | 730          | 780            | 240          | 480         |
| Pay-Back semplice                      |                      | 3,6           | 3,3     | 4,5          | 5,3         | 7,3   | 9,2          | 16,3           | 3,9          | 6,8         |



## *Osservazioni*

Va precisato che i conteggi debbono essere fatti di volta in volta, dopo aver fatto sopralluoghi e i dovuti calcoli.

In particolare i calcoli si basano su valori di utilanza stimati, perciò è necessario capire se e quanta energia di illuminazione finisce nei giardini delle case o sui muri stessi.

Le tabelle riportate si riferiscono ad un caso particolare e pertanto vanno considerate come puro esercizio ed esempio.

I risultati mostrano che, con le premesse sopra fatte, si hanno valori di pay-back interessanti particolarmente se si adottano soluzioni tecniche tradizionali.

*Risultato: è conveniente nel caso si parta da impianti molto obsoleti  
bisogna fare i calcoli di volta in volta*

## *Osservazioni Conclusive*

Le azioni per il miglioramento siano esse di tipo strutturale complessivo, quindi comprendenti o meno il rifacimento dell'impianto completo debbono essere attentamente studiate per ogni singolo caso.

La progettazione illuminotecnica deve essere adottata presentando più situazioni tecniche e accompagnandole con simulazioni molto ben fatte e argomentate, al fine di dotare l'Amministrazione coinvolta nell'investimento di ogni informazione utile ad effettuare il miglior investimento possibile.

Nelle scelte di investimento è sempre opportuno confrontarsi con piani urbanistici e infrastrutturali di lungo termine, al fine di evitare il rifacimento di impianti o la loro parziale dismissione in brevi periodi.

Da quanto mostrato nel presente documento, appare chiaro come la tecnologia LED non sia ancora giunta a una maturità industriale tale da garantire la soluzione di tutte le problematiche di efficienza e di sostituibilità dei singoli componenti, senza dover sostituire l'intero corpo o gruppo funzionale.

In particolar modo non è soddisfacente il costo di tali dispositivi.

Il costo di gestione in 20 anni, comprendente il costo di investimento e quello di conduzione è interessante, nel caso del LED, solo per le tipologie economiche a luce fredda, che non sono ben accette dagli urbanisti ed anche dalla popolazione.

Pertanto nell'attesa che migliorino le prestazioni e costi di LED e dispositivi elettronici ad essi collegati, la soluzione ancora buona per l'illuminazione di quartieri residenziali, frazioni e borghi rurali, rimane la tecnologia tradizionale: Sodio Alta Pressione.

Un secondo aspetto importante riguarda la quantità di illuminazione oggi utilizzata nelle città: spesso è eccessiva, ma le stesse norme EN 13201 impongono valori che potrebbero essere tranquillamente ridotti del 25-50% , con esclusione di rotonde e incroci ed anche delle zone dove vi sono "aree di conflitto" cioè la presenza di pedoni e ciclisti, tipicamente i centri città.

La norma non potrà nel breve termine essere cambiata, perciò alle Amministrazioni Comunali non resta che cercare di adottare sistemi di regolazione con orari più prolungati, per evitare sprechi laddove possibile.

**Progetto:**

CARSO-KRAS Gestione sostenibile delle risorse naturali e coesione territoriale

**WP 3:**

Pianificazione territoriale congiunta

**Attività 4:**

Iniziative per diffondere strategie di risparmio energetico

**Committente:**

Provincia di Gorizia, Corso Italia 55, 34170 Gorizia

**Esecutore:**

APE - Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia, Via Santa Lucia,19 - 33013 Gemona del Friuli

**Sub-esecutore:**

GOLEA - Goriška Lokalna Energetska Agencija, Mednarodni prehod 6, Vrtojba - 5290 Šempeter pri Gorici

**Collaboratori:**

I partner del progetto CARSO-KRAS e il Comune di Doberdò del lago/Občina Doberdob

**Responsabili:**

Dott. Matteo Mazzolini e ing. Rajko Leban

**Autori:**

Ing. Michele D'Aronco e ing. Boštjan Mljač

**Traduttore:**

Dott.ssa Suzana Vidmar, GOLEA - Goriška Lokalna Energetska Agencija, Mednarodni prehod 6, Vrtojba - 5290 Šempeter pri Gorici

**Grafica e layout:**

APE - Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia

**Gorizia, ottobre 2012**

*La presente pubblicazione è reperibile in formato elettronico all'indirizzo [www.krascarso-carsokras.eu](http://www.krascarso-carsokras.eu).*

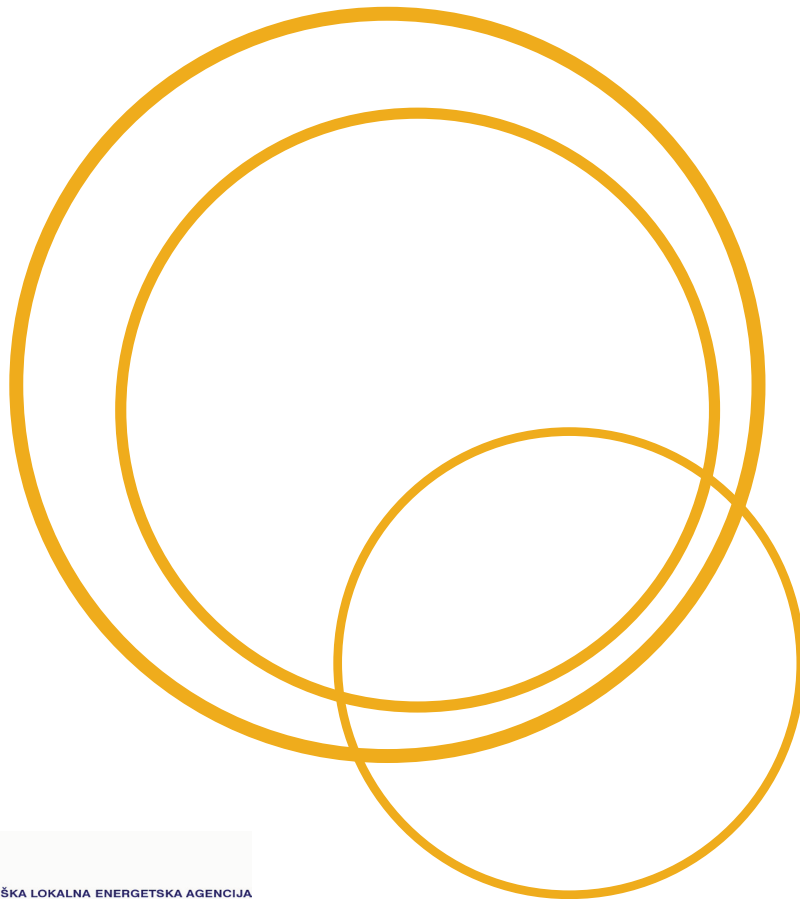
*La pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto CARSO-KRAS finanziato dal Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.*

*Il contenuto della presente pubblicazione non rispecchia necessariamente le posizioni ufficiali dell'Unione Europea. La responsabilità del contenuto della presente pubblicazione appartiene all'esecutore: APE - Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia.*









Progetto finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.  
Projekt je sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.

