



LEGAMBIENTE

in collaborazione
con



PadovaFiereSpa



**FACCIAMO
PIENA
LUCE**

**INDAGINE NAZIONALE
SULL'EFFICIENZA
NELL'ILLUMINAZIONE
PUBBLICA**

Presentazione e dibattito

Fiera di Padova, Sala 7A

Giovedì, 16 marzo. h 12.00

ENTRATA LIBERA

facciamo piena luce

Indagine nazionale sull'efficienza nell'illuminazione pubblica

Un'indagine di Legambiente Onlus
promossa da Padova Fiere Spa
realizzata in collaborazione con
il dipartimento di Ingegneria Elettrica
dell'Università di Padova

hanno realizzato la ricerca:

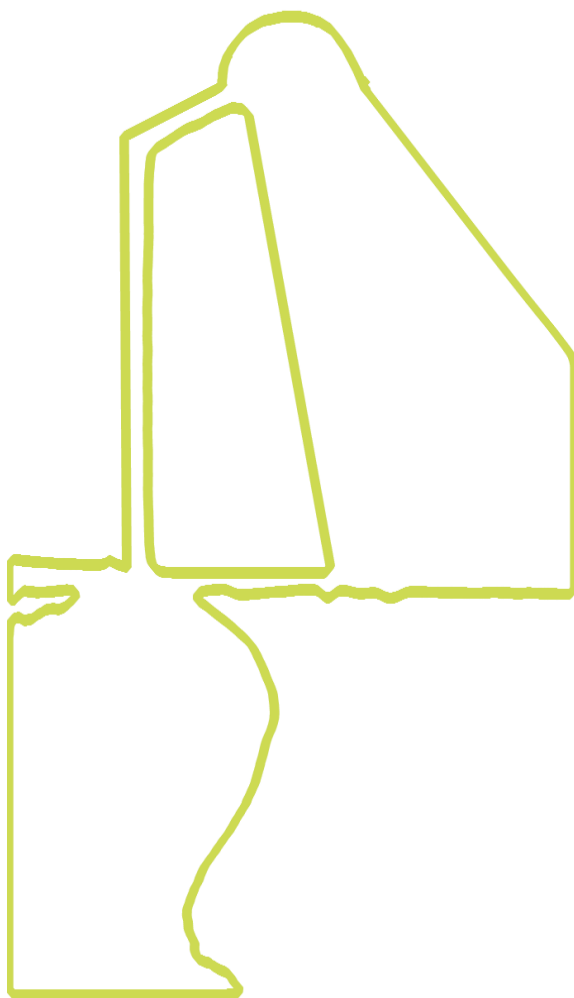
Arturo Lorenzoni
Davide Porcu
Davide Sabbadin

Hanno collaborato:

Luciano Burro
Daniele Calza Bini
Stefano Ciafani
Katuscia Eroe
Luigi Lazzaro
Tobia Uccelli
Gianluca Vallin

realizzazione marzo 2006

Progetto grafico, impaginazione e
copertina a cura di Alice Neglia





**Anziché maledire il buio
è meglio accendere una
candela.**

Lao-Tze
(filosofo cinese, VI-V sec. a.C.)

Indice

Cap. 1 - Inquadramento ambientale ed economico	p. 3
1.1 Il protocollo di kyoto	p. 3
1.2 Gli obiettivi italiani e la situazione	p. 4
1.3 Il risparmio energetico e il protocollo di Kyoto	p. 5
1.4 Le caratteristiche del settore dell'illuminazione pubblica.	p. 6
1.5 Crescita dei consumi elettrici per l'illuminazione	p. 7
Cap. 2 - Le tecnologie per il risparmio energetico nell'illuminazione pubblica.	p. 9
2.1 Le tipologie di lampade efficienti presenti sul mercato	p. 9
2.1.1 Incandescenza	p. 9
2.1.2 Vapori di mercurio	p. 10
2.1.3 Ioduri metallici	p. 11
2.1.4 Vapori di sodio a bassa pressione	p. 12
2.1.5 Vapori di sodio alta pressione	p. 13
2.2 I meccanismi di riduzione energetica a monte del punto luce	p. 14
2.2.1 La luce percepita	p. 14
2.2.2 Apparecchi per la riduzione del flusso luminoso	p. 15
2.2.3 Effetti e limiti	p. 17
2.2.4 Le fotocellule	p. 18
Cap.3 - La ricerca	p. 21
3.1 Premesse e metodo	p. 21
3.2 Gli Indici	p. 22
3.2.1 Gli indici tecnici	p. 22
3.2.2 Gli indici qualitativi	p. 26
3.2.3 Gli altri indici	p. 29
3.3 Le graduatorie	p. 31
3.3.1 La graduatoria finale	p. 31
3.3.2 Le graduatorie degli indici	p. 33
3.3.3 Analisi qualitativa	p. 39
Cap. 4 Conclusioni	p. 43
4.1 L'efficienza comparata e il risparmio	p. 43
4.2 Difficoltà metodologiche e aneddoti	p. 47
Bibliografia	p. 49
Appendice A (allegata):	p. 50
Il programma europeo Green Light	p. 50
Best practices nel settore illuminazione	p. 51
Note di compilazione	p. 52
Appendice B (su richiesta):	
Tabelle dati	
Altri dati non considerati nella ricerca	
Dati regionali.	

Cap. 1 - Inquadramento ambientale ed economico

1.1 Il protocollo di Kyoto

Nel Third Assessment Report, il terzo rapporto di valutazione del gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (www.ipcc.ch) del 2001, l'autorevole istituzione scientifica internazionale sostiene che tra il 1990 e il 2100 la temperatura media mondiale alla superficie potrebbe aumentare tra 1,4 ° e 5,8 °C, se non sarà invertito il tasso di produzione delle emissioni antropogeniche di gas serra, mentre il livello del mare dovrebbe innalzarsi fino a un metro.

Il riscaldamento globale provocato dall'uso crescente delle fonti di energia fossili è sempre più una realtà, lo afferma ormai anche l'Accademia delle Scienze statunitense, e produce effetti drammatici come alluvioni e uragani che si ripetono con una forza e una cadenza senza precedenti (come ha dimostrato, tra gli altri, l'uragano Katrina) e determinano modifiche sempre più consistenti negli ecosistemi e nei territori già intensamente antropizzati. Senza decisi e urgenti interventi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica gli effetti drammatici del cambiamento climatico aumenteranno nel tempo sommergendo le aree costiere più vulnerabili (dal Bangladesh all'Olanda, dal delta del Nilo alle isole del Pacifico), accelerando i processi di desertificazione e di abbandono delle colture (dalla Cina all'Africa centrale, dall'America Centrale al Mediterraneo), acuendo la scarsità di acqua dolce pulita e aumentando i fenomeni atmosferici estremi.

Per fermare questi violenti sconvolgimenti la comunità internazionale è riuscita negli ultimi quindici anni a costruire un processo negoziale multilaterale rigoroso, che ha portato alla definizione di politiche e obblighi di riduzione delle emissioni gas serra legalmente vincolanti. La Convenzione sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC), istituita a Rio nel 1992, ha approvato il Protocollo di Kyoto durante la terza Conferenza delle Parti (COP3) nel 1997.

Gli Accordi di Marrakech raggiunti alla COP7 del 2001 hanno regolamentato le questioni sino allora irrisolte, concedendo ai paesi con obblighi di riduzione una considerevole flessibilità nelle modalità di raggiungimento degli obiettivi e rendendo il Protocollo di Kyoto il pacchetto di norme più innovativo e tecnicamente complesso adottato a oggi nella legislazione ambientale internazionale. Con la firma della Russia il Protocollo è entrato in vigore il 16 febbraio del 2005 e a partire dal 2008 obbligherà i paesi industrializzati, maggiori responsabili delle emissioni di gas serra, a diminuirle combinando politiche, misure e meccanismi finalizzati a rendere più efficiente, pulito e consapevole il nostro consumo di energia, ma anche a cercare di prevedere e adattarsi ai disastrosi impatti che le anomalie climatiche già producono.

Per l'adempimento degli obblighi di riduzione, l'articolo 2 del Protocollo di Kyoto impegna i firmatari ad applicare ed elaborare una serie di politiche e misure. Le politiche e misure indicate dal Protocollo sono volte principalmente a migliorare l'efficienza energetica nei settori rilevanti dell'economia nazionale, a promuovere, sviluppare e utilizzare maggiormente fonti energetiche rinnovabili e tecnologie avanzate ed innovative compatibili con l'ambiente, ed alla riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti. Altri campi nei quali è richiesta l'applicazione delle politiche e misure sono la gestione dei rifiuti per ridurre le emissioni di metano, la promozione di forme sostenibili di agricoltura e la protezione e il miglioramento dei meccanismi di rimozione e di raccolta dei gas

serra tramite la promozione di metodi sostenibili di gestione forestale, di imboscamento e rimboschimento. È inoltre prevista l'applicazione di strumenti di mercato.

Con la firma della Russia avvenuta il 4 Novembre 2004 è stata superata la soglia del 55% delle emissioni di biossido di carbonio prodotte dai paesi industrializzati nel 1990, condizione necessaria all'entrata in vigore del Protocollo. Sono quattro i paesi, tra quelli industrializzati, che non hanno ancora ratificato: Liechtenstein e Monaco che producono un basso quantitativo emissioni, l'Australia responsabile del 2,1% e gli USA che con il 25 % rappresentano un quarto delle emissioni globali.

1.2 Gli obiettivi italiani e la situazione

L'obiettivo fissato dal protocollo per il nostro paese è pari ad una diminuzione del 6,5% delle emissioni rispetto a quelle del 1990. Ad un anno dall'entrata in vigore del protocollo la situazione è di un +12% di emissioni rispetto al 1990, che porta lo sforzo complessivo del nostro paese a un 18,5% di riduzione di emissioni, in ottemperanza agli obiettivi di Kyoto (ovvero l'emissione massima di 478 Mt CO₂ eq.), l'Italia dovrebbe adottare delle misure per ridurre complessivamente le sue emissioni di 92 Mt eq. rispetto ai livelli del 2003: si tratta di una notevole quantità di CO₂ da abbattere tra il 2008 e il 2012. In quell'anno infatti entreranno in vigore le sanzioni previste dalla Direttiva europea sulle emissioni climalteranti basata sul protocollo per quei paesi che sforeranno le quote di CO₂ assegnate. Le sanzioni, se verranno applicate, peseranno sul bilancio italiano per un valore di 40 € per ogni tonnellata di CO₂ in eccesso emessa.

Il governo italiano ha puntato tutto sulle attività di acquisto di crediti di CO₂ sul mercato internazionale, sfruttando il meccanismo del mercato delle emissioni (Emission Trading, ET), cercando quindi di intervenire il meno possibile sulla situazione di consumo energetico interno e relegando la propria azione all'appoggio di iniziative internazionali di forestazione o di carbon sinking, ovvero di sequestro e fossilizzazione di CO₂. Questo tipo di misure rappresentano almeno il 50% degli obiettivi riduzione del nostro paese.

Va aggiunto che per il settore termoelettrico lo scenario di riferimento ministeriale prevede, al 2010, un aumento delle emissioni, anziché un contenimento.

Dietro questo scenario c'è il sospetto che le aziende di produzione elettrica si troverebbero a poter inquinare di più e anche ad avere nel caso emettessero meno di quanto il piano permette loro, dei crediti di mancata emissione da cedere sul mercato delle emissioni. Una situazione definita di win-win dagli economisti. Una situazione in cui l'unico a rimetterci è il cittadino, in quanto contribuente.

Rispetto a questa situazione, più volte criticata da Legambiente, si rende evidente che, se è deludente l'atteggiamento del governo, è bene cercare che almeno **a livello di istituzioni locali venga dato un segnale forte che vada nella direzione del rispetto del vero senso del Protocollo di Kyoto**, primariamente attraverso il risparmio energetico e in primo luogo attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica dei servizi, ad esempio, di illuminazione pubblica.

1.3 Il risparmio energetico e il protocollo di Kyoto

La via maestra per il raggiungimento del protocollo di Kyoto è in primo luogo quella del risparmio energetico, che rappresenta una via economica e conveniente per aumentare l'efficienza energetica del paese. Lo stesso Parlamento Europeo, lo scorso settembre, ha raccomandato che i paesi UE puntino ad un risparmio dell'1,5% annuo.

Se il recepimento della direttiva sull'efficienza energetica degli edifici, assieme alla mancata applicazione della legge 10/91, disegnano un quadro di occasioni mancate - per ora - sul fronte del risparmio energetico domestico, i decreti ministeriali del luglio del 2004 che hanno reso operativi gli obblighi di risparmio energetico per i gestori delle reti del gas e dell'energia elettrica hanno creato un primo passo per la gestione più razionale delle reti e per l'introduzione di alcune tecnologie a basso consumo che puntano ad aumentare l'efficienza energetica dei consumi finali: l'esemplificazione massima è la lampadina fluorescente compatta ad accensione elettronica. Questo tipo di lampadine è molto meno diffusa nelle case italiane di quanto non lo sia nel resto d'Europa (occupano solo il 10% del mercato) e consente un risparmio fino a ca 150 euro durante il suo ciclo di vita, che mediamente è di 10.000 ore, rispetto alle lampadine convenzionali tradizionali.

Si valuta che in Italia¹ (dato ENEA) il consumo elettrico per l'illuminazione domestica sia pari a 5 miliardi di kWh di cui ca. 5 si potrebbero risparmiare illuminando con maggiore razionalità le nostre abitazioni.

Per il suo costo accessibile e per l'elevato rapporto risparmio/prezzo è diventata lo strumento preferito dalle aziende energetiche per promuovere il risparmio energetico presso le utenze domestiche. Anche Legambiente assieme alla regione Lombardia e a Life21 ha realizzato una campagna regionale di distribuzione di queste lampadine ad alta efficienza, con lusinghieri risultati² (per informazioni: www.legambiente.org)

Il settore dell'illuminazione, quindi, anche a livello domestico, rimane uno dei settori dove è più facile intervenire per promuovere il risparmio.

Sul piano degli interventi strutturali delle reti di distribuzione e produzione di energia elettrica molto può essere fatto con la cogenerazione, la generazione distribuita, le centrali a ciclo combinato. Si tratta cioè di migliorare l'efficienza del sistema, producendo più energia con minore materie prime, arrivando quindi ad una minore emissione di CO₂. La scelta del gas anziché del carbone, va perseguita in ogni modo a causa dell'impatto enorme in termini di emissioni climalteranti che quest'ultimo combustibile presenta.

A maggior ragione quindi, se come sembra tre o quattro centrali italiane verranno riconvertite al carbone nel breve periodo, i risparmi realizzati sul fronte del consumo saranno un prezioso aiuto a bilanciare quantità rilevanti di emissioni CO₂.

Se questa è la situazione generale, ci interessa sottolineare, nel dettaglio, quale possa essere il ruolo del settore illuminazione pubblica nel raggiungimento degli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto.

¹ dato ENEA

² per informazioni: www.legambiente.org

1.4 Le caratteristiche del settore dell'illuminazione pubblica

Potrebbe sembrare poco centrato, ad un anno dall'entrata in vigore del protocollo di Kyoto, concentrare la propria attenzione su un settore del consumo energetico italiano apparentemente marginale come quello dell'illuminazione pubblica: In realtà questo tipo di consumo, a metà tra il domestico (ovvero il consumo agibile dall'individuo) e il collettivo (come, ad esempio, il consumo delle pompe idrauliche dell'acquedotto cittadino) presenta alcune caratteristiche che ne fanno un settore ideale per contribuire in maniera sia simbolica che concreta al risparmio energetico, vera strada maestra per il raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto e per l'aumento della sostenibilità ambientale del nostro stile di vita.

Queste caratteristiche sono:

Visibilità. Il sistema di illuminazione pubblica è un'infrastruttura visibile e presente nella nostra quotidianità. Diversamente da quanto potrebbe dirsi nel caso in cui si fermasse un treno o si interrompessero le trasmissioni di una rete della televisione pubblica, nel caso si spegnessero le luci di una strada, è plausibile pensare che tutti gli abitanti di quella strada se ne accorgerebbero presto e che la loro vita quotidiana ne subirebbe delle dirette conseguenze: maggiore insicurezza, incertezza, disagi legati al buio, disappunto per un servizio pagato e non goduto. La qualità e la quantità del servizio di illuminazione sono letteralmente sotto gli occhi di ognuno di noi, che arriviamo a casa nostra la sera grazie al susseguirsi più o meno ininterrotto di una serie di lampade illuminanti che ci fanno strada.

Facilità. L'illuminazione pubblica è un settore complessivamente facile da affrontare in termini di intervento: da questo punto si avvicina agli interventi di risparmio proposti per il risparmio domestico, ma facilitato dalla gestione unitaria del servizio.

Rilevanza. Questa fetta di consumo, che rappresenta il 1,9% dei consumi elettrici del nostro paese (5917 milioni di kWh consumati nel 2004, erano 5.790,8 nel 2003) e contribuisce complessivamente alla nostra bolletta energetica per una quantità pari a 12,6 milioni di TEP³ (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) pari a circa 4,26 milioni tonnellate di Co2 emesse nell'atmosfera⁴, corrispondenti a circa il 3% delle emissioni che il nostro paese deve abbattere per raggiungere gli obiettivi minimi fissati dal protocollo per il 2012, anno in cui entreranno in vigore le sanzioni. È evidente a tutti, quindi, che seppure percentualmente non rilevantissimo il volume di consumo coinvolto da questo settore è tutt'altro che trascurabile ed è, peraltro, in crescita.

Monofunzionalità del consumo: il settore dell'illuminazione pubblica è composto solo dalla rete, dall'infrastruttura di tensione ed elettronica dalle lampade. Consuma energia, cioè, con un numero di apparecchi complessivamente limitato nel tipo e nel numero, destinati a svolgere un solo tipo di funzione, pianificata e controllata nella sua entità. Questo rende fattibili interventi su grande scala, grazie anche alla conoscenza relativamente esaustiva che i proprietari delle infrastrutture hanno delle stesse: non siamo in presenza cioè di un consumo come quello trasportistico, difficile da quantificare perché

³ Con rendimento medio delle centrali elettriche 40%

⁴ Per 1MWh = 1000KWh e KG CO2annui = kWh annui*0,72

legato a variabili come la mobilità individuale, il clima, l'interdipendenza tra economia e logistica. L'illuminazione pubblica è fatta di lampade di cui si conosce l'ubicazione, il numero, la potenza e la durata di utilizzo. Si tratta, in ultima analisi, di un sistema programmabile.

Dipendenza del sistema da un organo centrale decisore: i comuni sono i decisori ultimi della politica di illuminazione del territorio (anche se altri attori, come le società di gestione stradale ed autostradale, grandi complessi industriali o logistici, le Province hanno anch'essi un ruolo rilevante sui grandi numeri). Questo agevola i processi decisionali funzionali alle politiche di risparmio energetico, investimento, informazione ai cittadini. In questo caso, seppure i soggetti coinvolti dal servizio siano molti, l'erogatore è unico. Agendo sull'erogatore si influenza positivamente anche la quotidianità dei fruitori, attraverso non solo un miglioramento ambientale, ma anche tutte le ricadute tipiche del risparmio energetico: mancate sanzioni per il mancato rispetto del protocollo di Kyoto, minori costi collettivi ed individuali, minore inquinamento luminoso.

Difficoltà finanziarie dei comuni: le progressive ristrettezze economiche degli enti locali stanno creando i presupposti per la diminuzione delle spese correnti attraverso la diminuzione del costo della bolletta energetica, dando anche un segnale di efficienza amministrativa ai propri cittadini.

Sembra quindi che ci sia una evidente e immediata convenienza nel mettere mano allo spreco energetico in questo settore: perché non lo si fa dunque? Chi si oppone?

Queste due domande sono alcune di quelle a cui si propone di rispondere questa ricerca. Va detto fin da subito che non è sempre vero che il risparmio energetico ed economico comporti la felicità di tutti: alcune aziende, ad esempio quelle che si occupano di manutenzione degli impianti di illuminazione pubblica, vivono anche dell'inefficienza degli stessi, che consente una maggiore mole di lavoro per manutenzione e gestione della rete. In alcuni casi proprio queste aziende rischiano di diventare il principale ostacolo al cambiamento.

1.5 Crescita dei consumi elettrici per l'illuminazione

In questi anni assistiamo ad una lenta ma progressiva crescita dei consumi per illuminazione stradale e delle aree pubbliche e private scoperte.

Interi quartieri e nuove urbanizzazioni di periferia vengono fittamente illuminati quasi si trattasse di via dei Fori Imperiali, per venire incontro ad un malinteso bisogno di sicurezza da parte della popolazione o anche per mancata programmazione da parte dell'amministrazione. Capita sempre più spesso, ad esempio, che i piani di lottizzazione siano di iniziativa privata e che il Comune, che è chiamato a fornire i servizi alle nuove edificazioni, non si periti di verificare la congruità del tipo e della quantità dell'illuminazione in fase di verifica progettuale, trovandosi poi a sostenere oneri gravosi di gestione.

A questo si aggiunga che il settore industriale italiano più florido rimane quello delle costruzioni e che la superficie di terreno coperta da strade piazze e aree industriali e residenziali non accenna a fermare la sua espansione, comportando un conseguente aumento del parco illuminante pubblico e dei costi da sostenere da parte delle amministrazioni locali.

In particolar modo è grave la situazione nelle zone di villeggiatura dove spesso molte

strade vengono tenute illuminate per case che si riempiono nel migliore dei casi per un paio di mesi all'anno e frequente è il caso di viali interi illuminati a giorno per ragioni di immagine e commerciali, a volte facendo uso di tipologie di lampade particolarmente inefficienti come quelle montate su portalampade a globo, che disperdono verso l'alto la maggior parte della luce prodotta (è il caso di molti lungomare e lungolago, ma anche di interi viali di città termali, come Abano Terme (PD)).

Da questo punto di vista esiste un problema che sta a monte della tecnologia applicata nei punti luce e che riguarda la dimensione quantitativa della luce stradale: fino a dove e fino quando saremo in grado di garantire una continua espansione della superficie illuminata del nostro territorio? Si può pensare che questa soluzione sia un metodo estendibile ad libitum?

Ci pare di poter dire che una riflessione su questo punto andrebbe fatta, anche alla luce dei costi che questa infrastruttura comporta per la collettività, per nulla trascurabili, come spiegato più avanti nel capitolo destinato agli interventi di manutenzione, che si incrociano con il bilancio decrescente degli organi pubblici che sopportano il maggiore onere di questo servizio, Comuni e Province in primo luogo.

È anche a causa della stretta economica che le ultime leggi finanziarie hanno dato ai bilanci degli enti locali che molte amministrazioni comunali hanno cominciato a sperimentare o ad adottare in larga scala strumenti di risparmio energetico, che vanno dalla razionalizzazione dell'illuminazione all'adozione di tecnologie e lampade a basso consumo. Alcuni esempi particolarmente efficaci sono saliti anche alla ribalta delle cronache grazie alla trasmissione di Rai3 Report, che ha indicato ad esempio il comune di Bressanone come particolarmente efficace sul fronte del risparmio energetico per l'adozione dei semafori a led luminosi al posto di quelli a lampadine, e quello di Trezzano Rosa (MI) per l'adozione di una tecnologia di abbattimento dei consumi a monte della lampada che ha portato risparmi energetici superiori al 30%. In appendice vengono riportati alcuni esempi virtuosi di enti pubblici italiani che hanno sensibilmente ridotto il proprio consumo elettrico per l'illuminazione partecipando al programma europeo Green Light.

Il sistema di illuminazione pubblica, quindi, per ragioni economiche e di sostenibilità, è alla vigilia di una grossa rivoluzione tecnologica, che va favorita e accompagnata, affinché possa diventare un esempio di rapida e funzionale applicazione della tecnologia al risparmio energetico.

Non si tratta di chiedere la luna: ci sono molte differenze nel sistema di illuminazione delle città italiane: in una situazione complessivamente non esaltante esistono anche esempi virtuosi ed avanzati; quello che si può fare, fin da subito, è allineare tutto il parco illuminante a questi esempi migliori, omogeneizzando verso l'alto la tecnologia dell'illuminazione.

Risparmiare energia si può e si deve ed è utile farlo laddove tutti possano facilmente vedere come, per poter poi applicare gli stessi concetti a casa propria.

Le tecnologie per il risparmio energetico nell'illuminazione pubblica

2.1 Le tipologie di lampade efficienti presenti sul mercato

La prima forma di risparmio possibile nel campo dell'illuminazione tecnica è quella della sostituzione delle lampade inefficienti con delle lampade più efficienti, laddove questo sia possibile e non sia soggetto a considerazioni di carattere estetico o politico: è questo il caso di aree sensibili e centri storici dove il tipo di illuminazione è parte integrante del monumento o dell'arredo urbano.

Le lampade usate nell'illuminazione pubblica possono essere catalogate in funzione della natura dell'emissione luminosa e quindi in base al principio fisico di funzionamento e alla conseguente tipologia di produzione.

Qui di seguito vengono descritti gli aspetti principali delle lampade considerate nel questionario: a incandescenza, a ioduri, a vapori di mercurio, a vapori di sodio in bassa pressione e a vapori di sodio in alta pressione.

2.1.1 Le lampade ad incandescenza

E' stata per lungo tempo la tipologia in assoluto più diffusa ma stà venendo gradualmente sostituita dalla lampade a scarica in gas.

Le lampade a incandescenza emettono uno spettro continuo di radiazioni nel visibile, con un'intensità variabile con la lunghezza d'onda; la distribuzione dell'intensità dipende dalla natura dell'emettitore e dalla sua temperatura (al crescere della temperatura del filamento, l'intensità massima si sposta verso lunghezze d'onda sempre più piccole).

Finchè la temperatura del filamento non supera i 1000 °C, non si ha emissione di radiazione entro lo spettro visibile; a 2000 °C , circa il 3% dell'energia fornita si trasforma in energia luminosa; le prestazioni migliorano con l'aumento della temperatura, che però deve ovviamente rimanere al di sotto del suo punto di fusione. La normale temperatura di funzionamento di una lampada ad incandescenza è circa 2400 ° C.

Generalmente le lampade ad incandescenza sono costituite da un bulbo di vetro tenuto al piombo, il quale viene sostenuto da uno zoccolo portante e da uno o più filamenti metallici che vengono sostenuti da appositi supporti (vedi figura XX). [16BIBLIOFA]

La luce prodotta da queste lampade è una conseguenza dell'energia irradiata dal filamento, quando questi viene portato all'incandescenza in seguito al transito di corrente elettrica.

Le radiazioni emesse si spostano dall'infrarosso allo spettro del visibile, come conseguenza dell'aumento della temperatura del filamento durante il funzionamento; al crescere della temperatura si ha la sublimazione del filamento fino ad arrivare alla completa rottura dello stesso.

Per cercare di rallentare questo fenomeno, viene praticato il vuoto nel bulbo (per lampade di piccola potenza); nelle lampade da noi considerate (che hanno potenze oscillanti tra i 100 e i 250 W) viene utilizzato un gas inerte (azoto, argo, kripton) che però aumenta le perdite di calore per conduzione.

Per cercare di ridurre queste perdite, risulta conveniente adoperare filamenti a semplice

o duplice spiralizzazione che, determinando una guaina di gas stazionario al loro intorno, creano un'ostruzione alla trasmissione del calore.

Generalmente queste lampade vengono alimentate a corrente alternata, a frequenza di 50Hz e tensione nominale di 220/240 V.

Esistono tuttavia tipologie di lampade a incandescenza per altre tensioni in corrente alternata e in corrente continua. Nell'illuminazione pubblica vengono impiegate lampade da alimentare in serie.

Vantaggi:

- basso costo di acquisto
- semplicità di installazione
- buona resa cromatica (distribuzione spettrale dell'energia uniforme)

Svantaggi:

- bassissima efficienza
- durata di vita scarsa, con progressiva riduzione del flusso luminoso emesso
- elevata emissione di calore durante il funzionamento
- elevata sensibilità alle oscillazioni di tensione e di corrente

Valori medi delle lampade ad incandescenza:

temperatura di colore: 2700-3000 K

indice di resa cromatica Ra= 100

efficienza luminosa media = 16 - 18 lumen /watt

durata di vita: fino a 1500 h in collegamento serie (per la maggiore sezione dei filamenti)

2.1.2 Vapori di mercurio

In questo tipo di lampade la luce è prodotta da una scarica elettrica attraverso vapori di mercurio, con una piccola aggiunta di argon, ad alta pressione, che facilita l'innesco.

I vapori di mercurio, la cui emissione luminosa avviene nella regione dell'ultravioletto, sono contenuti nel tubo di scarica ad una pressione, durante il funzionamento della lampada, che assume un valore compreso fra 0,1 e 2,5 Mpa. Alle estremità del tubo di scarica sono situati i due elettrodi.

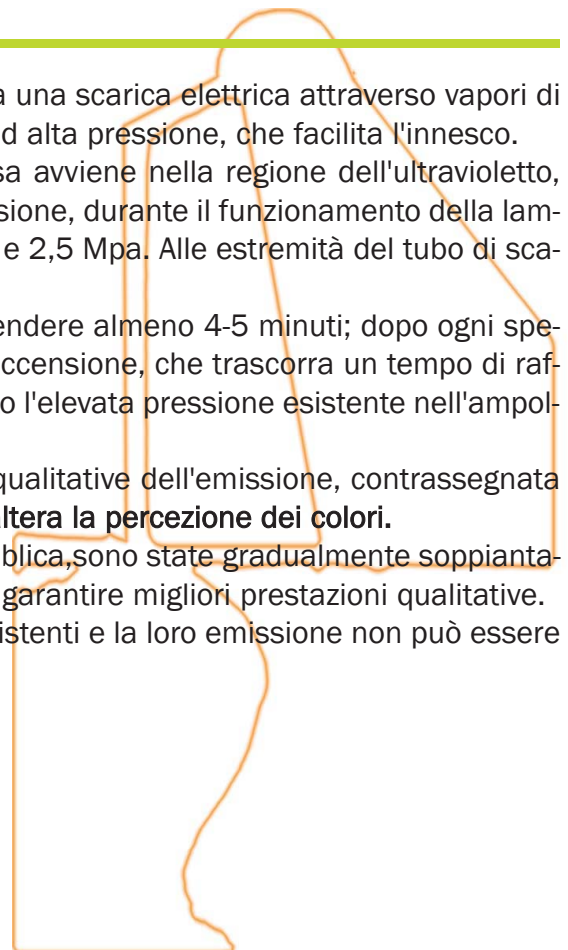
Perché la lampada vada a regime bisogna attendere almeno 4-5 minuti; dopo ogni spegnimento è necessario, affinché si abbia la riaccensione, che trascorra un tempo di raffreddamento che vari da 3 a 5 minuti, in quanto l'elevata pressione esistente nell'ampolla non consente l'innesco a tensioni di rete.

I vapori di mercurio hanno basse prestazioni qualitative dell'emissione, contrassegnata da una forte componente verde-bluastro che **altera la percezione dei colori**.

Un tempo molto diffuse per l'illuminazione pubblica, sono state gradualmente soppiantate da quelle ad alogenuri metallici, in grado di garantire migliori prestazioni qualitative. Sono inoltre caratterizzate da dimensioni consistenti e la loro emissione non può essere regolata.

Vantaggi:

- buona efficienza luminosa
- elevatissima durata



Svantaggi:

- scarsa qualità della luce emessa
- il mercurio è altamente tossico e inquinante e necessita di uno smaltimento specifico.
- ingombri elevati
- necessità di un alimentatore apposito
- tempi di accensione attorno ai 4 minuti
- emissione non regolabile

valori medi delle lampade a vapori di mercurio:

temperatura di colore: 2900-4200 K

indice di resa cromatica Ra= 45

efficienza luminosa media = 45 - 57 lumen /watt

durata di vita: 10.000 h

2.1.3 Ioduri metallici

Le lampade a ioduri metallici sono una sottofamiglia delle lampade ad alogenuri metallici, simili a quelle al mercurio ma con delle sostanziali differenze: nelle lampade ad alogenuri, per ottenere una luce caratterizzata da uno spettro ben bilanciato ed atta a consentire una buona resa dei colori, si introducono nel bulbo di scarica, oltre al mercurio ed all'argon, determinati additivi.

Questi additivi intervenendo al fenomeno della scarica vanno ad emettere radiazioni luminose di lunghezza d'onda tale da integrare le deficienze dello spettro corrispondente al vapore di mercurio.

Additivi adatti sono gli alogenuri formati dalla combinazione di determinati metalli con elementi della famiglia dei cosiddetti alogeni, quali: il fluoro, il bromo, il cloro e lo iodio. Sono proprio gli atomi dei metalli così liberati che, unendosi alla scarica, migliorano lo spettro della luce emessa.

Le lampade ad alogenuri necessitano, in genere, di un dispositivo chiamato accenditore che crea elevate tensioni di innesco (fino a 4 kV).

A seconda della natura dei metalli adottati per la formazione degli alogeni, variano le caratteristiche della luce emessa dalle lampade.

Quelle a ioduri vengono definite lampade "a spettro semicontinuo"; in queste lampade viene utilizzato come additivo ioduro di tulio con aggiunta di ioduri di diprosio, di olmio, di tallio e di sodio: Emettono luce di tonalità bianca e possono essere impiegate in qualunque posizione.

Nell'illuminazione pubblica queste lampade vengono prevalentemente utilizzate per illuminare statue, monumenti e facciate, parcheggi, giardini, piazze e strade nella quali la resa del colore sia un requisito essenziale.

Vantaggi:

- buona efficienza luminosa
- buona resa dei colori (migliore delle lampade a vapori di mercurio)
- elevata durata di vita

Svantaggi:

- necessitano di alimentatore ed accenditore (sono più sensibili delle lampade a

- vapori di mercurio alle fluttuazioni della tensione di rete)
- tempo di messa a regime superiore agli otto minuti
- emissione di raggi ultravioletti
- il flusso luminoso decade più rapidamente che nelle lampade al mercurio

valori medi delle lampade ad alogenuri:
temperatura di colore: 4000-4600 K
indice di resa cromatica Ra= 85
efficienza luminosa media = 72 - 97 lumen /watt
durata di vita: 5000 h

2.1.4 Vapori di sodio a bassa pressione

In queste lampade la scarica avviene in vapori di sodio a bassa pressione dentro un tubo di vetro lungo con forma ad U. La lampada al sodio a bassa pressione è stata la prima lampada a scarica in gas, introdotta nel 1932, ed ancora oggi rimane la migliore sorgente luminosa in fatto di efficienza luminosa. Per questa ragione le lampade a vapori di sodio a bassa pressione sono impiegate nonostante la scarsa qualità della luce che è di tipo monocromatico, con un'unica banda di emissione vicina ai 600 nm, e quindi al punto di massima sensibilità dell'occhio umano prevalentemente per impianti stradali, industriali e di sicurezza. Un altro aspetto interessante di queste lampade è la buona compatibilità ambientale, in quanto completamente prive di mercurio. Non ha invece senso parlare di resa cromatica, in quanto la percezione dei colori è praticamente nulla.

Non potendo migliorare le caratteristiche del colore, la ricerca si è concentrata sul miglioramento dell'efficienza luminosa, per rendere queste lampade ancora più convenienti. A metà degli anni Ottanta sono state quindi introdotte sul mercato delle lampade a vapori di sodio a bassa pressione con efficienza migliorata fino al 15%.

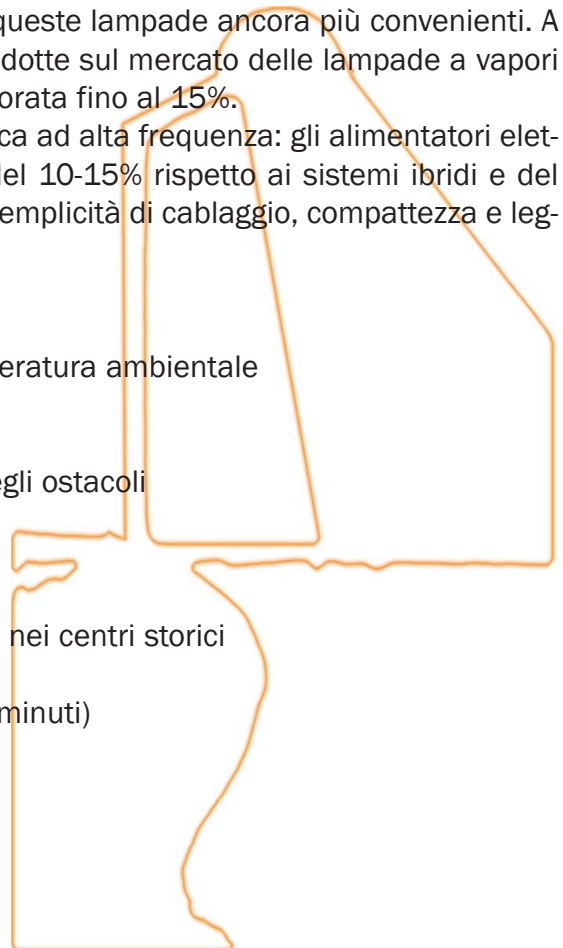
L'ultima innovazione è l'alimentazione elettronica ad alta frequenza: gli alimentatori elettronici offrono risparmi energetici nell'ordine del 10-15% rispetto ai sistemi ibridi e del 30% rispetto ai sistemi ad autotrasformatore, semplicità di cablaggio, compattezza e leggerezza (250 g).

Vantaggi:

- buona resistenza alle variazioni di temperatura ambientale
- elevata efficienza luminosa
- lunga durata di vita media
- favoriscono una facile individuazione degli ostacoli
- rapidità nella riaccensione a caldo.

Svantaggi:

- luce monocromatica gialla, inutilizzabile nei centri storici
- flusso luminoso non regolabile
- lungo periodo di messa a regime (8-15 minuti)
- costo elevato



2.1.5 Vapori di sodio ad alta pressione

Questa tipologia di lampada presenta una distribuzione spettrale continua, che consente una discreta resa dei colori;

Queste lampade presentano un'efficienza luminosa minore di quelle al sodio a bassa pressione però come contropartita offrono una discreta resa dei colori, dimensioni ridotte e possibilità di funzionare in qualsiasi posizione.

La resa dei colori migliore permette di distinguere i colori della segnaletica stradale, le ridotte dimensioni permettono di impiegare apparecchi illuminanti non troppo ingombranti e di realizzare ottiche ad elevato controllo del flusso luminoso, permettendo tra l'altro di aumentare l'interdistanza tra i centri luminosi. Per questo motivo, il flusso luminoso utile ai fini della luminanza della carreggiata può essere maggiore di quello della lampada al sodio a bassa pressione, a parità di potenza assorbita.

Le lampade al sodio ad alta pressione raggiungono il regime di normale funzionamento dopo circa 5 minuti ed hanno una vita media di circa 12.000 ore.

Questo tipo di lampade rappresentano oggi lo standard per l'illuminazione stradale ed industriale, grazie principalmente all'elevata efficienza luminosa. La vastità delle applicazioni di queste lampade si riflette nel numero delle tipologie disponibili e sulla gamma delle potenze; nel questionario si sono considerate potenze da 70 W a 400 W. Alcune tipologie sono anche disponibili con accenditore incorporato.

Negli ultimi anni, questa categoria di lampade si è allargata con l'introduzione di nuove famiglie generalmente compatibili tra di loro, con caratteristiche migliorative sotto l'aspetto di efficienza e durata o di colore. Il panorama di queste lampade appare perciò abbastanza complesso.

Vantaggi:

- elevata efficienza luminosa (tenuto conto anche delle perdite dell'alimentatore)
- lunga durata di vita media (se utilizzate in combinazione con un alimentatore stabilizzato)
- accettabile resa dei colori (molto migliore delle sodio bassa pressione)
- ridotte dimensioni
- possibilità regolazione flusso luminoso
- buon mantenimento del flusso luminoso

svantaggi:

- durata di vita fortemente condizionata dalla qualità dell'erogazione del servizio (tensione, frequenza)
- tempo di messa a regime relativamente lungo (circa 5 minuti, come le lampade al mercurio)
- tempo di riaccensione di oltre un minuto
- necessità di dispositivi elettronici per l'alimentazione

valori medi delle lampade sodio bassa pressione:

temperatura di colore: 2000 - 2500 K

indice di resa cromatica Ra= 20 (fino ad 80 per i più recenti tipi ad alta resa cromatica)

efficienza luminosa media = 100 - 110 lumen /watt

durata di vita: 12.000 h

2.2 I meccanismi di riduzione energetica a monte del punto luce

Un'altra forma molto promettente di risparmio energetico è quella legata agli interventi a monte della lampadina, ovvero che prescindono dall'efficienza della stessa e si applicano sull'infrastruttura.

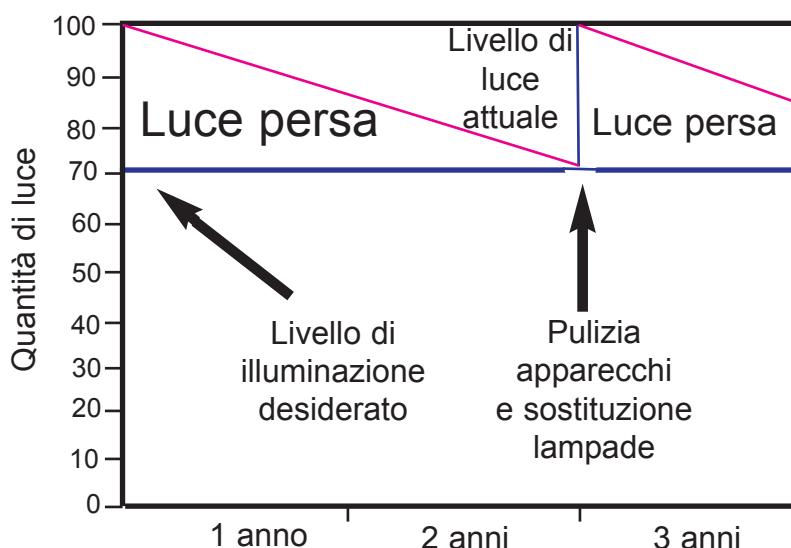
Per capire quali sono è necessario fare alcune premesse:

2.2.1 La luce percepita

La maggioranza delle lampade produce, per ragioni tecniche e normative, una quantità in eccesso di luce pari al 30-35%. Questo perché durante la vita della lampada esiste un'usura che ne diminuisce la funzionalità e per legge anche a fine vita utile la lampada deve mantenere uno standard di luminosità dato, dipendente dal contesto in cui è collocata. Ne consegue che deve essere prodotta calcolando questa usura e la decrescita del flusso luminoso e che quando viene installata, quindi, emette un 35% di luce in più, non percepita dall'occhio umano. Si tratta di luce, e corrente, sprecate.

Esiste quindi una relazione tra luce misurata e luce percepita dall'occhio umano ed ha un andamento di tipo quadratico. Vale a dire che, in uno spazio in cui la luce viene regolata al 25% del valore massimo, l'occhio umano percepisce invece una luce come fosse il 50%.

In un ambiente reale non è possibile stabilire con precisione il comportamento della luminosità al variare della percentuale di risparmio, ma solo definire dei trend. Il problema è strettamente legato al fatto che la luminosità è fortemente influenzata dall'ambiente circostante. Per esempio, in una pavimentazione chiara la caduta luminosa sarà molto inferiore a quella riscontrabile con superfici opache e di colore scuro. Moltissimo dipende quindi anche dall'ambiente che deve essere illuminato. L'ambiente circostante finisce così per diventare una ulteriore variabile che, a differenza delle altre, non è possibile controllare in nessun modo (e infatti nel questionario non si fa cenno a questo aspetto). Di seguito sono indicati i principali sistemi per la regolazione del flusso luminoso: l'alimentatore elettronico e le fotocellule, che servono proprio, tra le altre cose, ad evitare



lo spreco del 30-35% di cui si parlava poc'anzi, mostrato in figura.

Impiegando un sistema a fotocellula con funzionamento di pilotaggio con sonda esterna è possibile mantenere, per tutta la vita della lampada, il livello desiderato di illuminamento, riducendo, all'inizio, l'illuminazione del 20-35% e aumentando poi, in funzione dell'invecchiamento del corpo luminante, la potenza fornita per contrastarne l'efficienza diminuita.

La piena potenza è applicata solo alla fine del periodo di manutenzione (prima della nuova pulizia degli apparecchi e la sostituzione delle lampade), ottenendo un significativo risparmio energetico lungo tutta la vita della lampada (figura 3)

Questo tipo di controllo, se viene attuato assieme alla sostituzione programmata delle lampade e ad una regolare pulizia degli apparecchi, rappresenta una voce importante nella ricerca del risparmio energetico.

2.2.2 Apparecchi per la riduzione del flusso luminoso

La tensione della rete pubblica oscilla tipicamente attorno ad un valore nominale di 230V. Può quindi accadere che in certi periodi della giornata si abbiano valori della tensione di ingresso di 220V ed in altri momenti valori di 240V. Di notte, specie nelle grandi aree industriali con molti stabilimenti produttivi non in funzione, la tensione di ingresso può risultare ancora maggiore.

La norma CEI 8 - 6 impone ai fornitori di energia una tolleranza che va da un -10% ad un +10%. Qualunque sia il distributore di energia, quindi, la tensione non è mai costante.

Le conseguenze di questa oscillazione della tensione sono un accorciamento della vita media delle lampade ed un progressivo peggioramento delle loro prestazioni, che si traduce in un decadimento più rapido del flusso luminoso.

A monte della lampada a scarica è presente un reattore, ovvero un dispositivo atto a limitare la corrente elettrica che passa attraverso una lampada al valore prescritto per quel tipo specifico di lampada.

I reattori tradizionali ferromagnetici non sono in grado di filtrare e rimodulare i parametri elettrici in ingresso ma si limitano a inviare alla lampada gli stessi sbalzi di tensione che arrivano dalla rete di distribuzione di energia elettrica. Anzi assorbono circa il 15% della potenza della lampada che devono alimentare (per es. una lampada 100 W a vapori di sodio ad alta pressione consuma in realtà come una lampada da 115W)

In questo modo la lampada non mantiene pressoché mai una potenza costante passando continuamente da una tensione ad un'altra (microvariazioni) mentre di sera e di notte c'è un aumento più sensibile delle tensioni quando vengono staccati i grandi carichi elettrici.

A monte di una lampada a scarica sono presenti, oltre al reattore, anche un accenditore, necessario per il primo innesco dell'arco di scarica, e un condensatore, che provvede al rifasamento la corrente.

Questi tre componenti, genericamente indicati come, "gruppo ausiliari" è rimasto pressoché immutato nel tempo.

Per migliorarne le performance energetiche e per allungare la vita media delle lampade sono stati sviluppati due tipologie di apparecchi che servono per regolare la potenza e il flusso delle lampade. Si tratta dei regolatori centralizzati di tensione e degli alimentatori elettronici dimmerabili.

Entrambe queste tipologie consentono di stabilizzare le tensioni di esercizio.

Questo consente di allungare la vita delle lampade che vedono una potenza assorbita costante e non sono soggette a continui shock elettrici.

La stabilizzazione della tensione, oltre ad allungare la vita media delle lampade, permette anche un significativo risparmio energetico. Come detto, nelle ore notturne la tensione di linea può superare il valore nominale anche del 10%. Utilizzando gli stabilizzatori ed alimentando quindi le lampade alla tensione nominale, si può ottenere una riduzione del 5-6% della potenza nominale assorbita.

Lo stesso principio di funzionamento degli stabilizzatori permette la regolazione della tensione a valori inferiori a quello nominale.

I regolatori centralizzati, oltre alla funzione di stabilizzazione, hanno anche la funzione di regolazione del flusso luminoso riducendo la tensione di alimentazione delle lampade attorno ai valori desiderati.

Infatti le Leggi Regionali sull'inquinamento luminoso e le norme UNI per l'illuminazione stradale consentono di ridurre il flusso quando il traffico si riduce soprattutto nelle ore notturne.

Queste apparecchiature, presenti sul mercato, da parecchi anni, trovano una loro applicazione su utenze particolarmente grosse e con lampade tutte della stessa tipologia (tendenzialmente a vapori di sodio ad alta pressione). Hanno però qualche limite per il fatto che gli impianti soffrono spesso di cadute di tensione a fine linea piuttosto marcate soprattutto in impianti di illuminazione pubblica già esistenti e con linee piuttosto lunghe. Un altro limite è quello che non consentono di ridurre il flusso differenziando tra la via principale da quella secondaria.

La seconda tipologia di apparecchi è quella degli alimentatori elettronici dimmerabili. Sviluppatisi negli ultimi anni, gli alimentatori elettronici sostituiscono gli attuali gruppi ausiliari (accenditore, reattore e condensatore) svolgendone le funzioni caratteristiche con un solo componente. In più aggiungono anche le funzioni di stabilizzatore e di riduzione della potenza quando è necessario e consentito.

Il grosso vantaggio è quello di poter eliminare anche le perdite del reattore ferromagnetico, che come dicevamo, corrispondono a circa il 15% dell'energia assorbita da ogni lampada. In più consente anche di poter scegliere come ridurre una via rispetto ad un'altra contigua e facente parte della stessa utenza.

Un esempio di alimentatore elettronico è il Dibawatt prodotto dalla Eligent: svolge le funzioni di accenditore, reattore e condensatore ed è in grado di funzionare anche in presenza di significativi sbalzi termici, che costituiscono la sollecitazione principale per i circuiti elettrici.

All'accensione, il Dibawatt aumenta gradualmente il valore di potenza assorbita dalla lampada, che poi stabilizza durante il periodo di normale funzionamento. In questo modo si evitano shock di sovracorrente all'accensione e da sbalzi di tensione durante il funzionamento (che come abbiamo visto possono avere oscillazioni anche del 20%)

Con la funzione dimmer (che significa letteralmente attenuatore, regolatore) permette di ridurre la potenza negli orari stabiliti.

E' importante sottolineare che, in caso di numerose lampade alimentate da un'unica linea molto lunga, il Dibawatt le alimenta tutte alla stessa potenza. Si evita così sia la sovralimentazione delle prime sia la sottoalimentazione delle ultime, che migliorano la resa luminosa.

La quantità di risparmio energetico ottenuta è sembrata interessante da convincere anche Legambiente, per la prima volta nella sua storia, ad entrare con una piccola quota nell'azienda che produce questo dispositivo, per dare un segnale simbolico di incentivazione del risparmio energetico e di promozione dell'innovazione "verde" nel campo industriale.

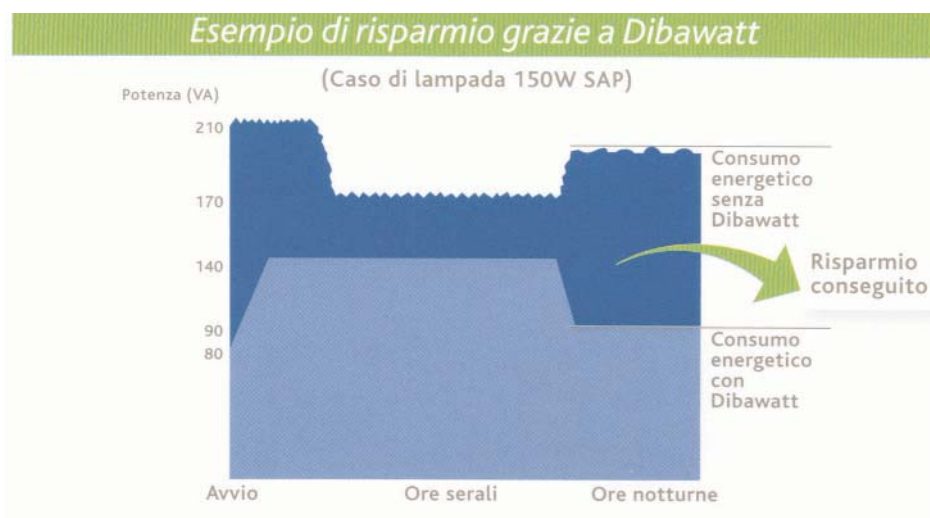


Figura 1

2.2.3 Effetti e limiti

Con i regolatori e stabilizzatori di tensione, per quanto detto sopra sull'allungamento della vita media e della resa illuminotecnica, è possibile sottoalimentare le lampade, oltre che nelle ore di regime ridotto, anche nelle ore a regime pieno a tutto vantaggio sia di un ulteriore aumento della vita media delle lampade che dei consumi elettrici ottenibili.

E' possibile programmare una riduzione del flusso luminoso, anche maggiore del 15% in determinati periodi della notte senza pregiudicare la sicurezza. Un'altra funzione importante dei regolatori è quello di rallentare il processo di messa a regime delle lampade consentendo una riduzione dell'incremento termico di avviamento, che risulta essere la fase più critica e compromettente del loro ciclo di vita.

Per le lampade a scarica ad alta pressione, la regolazione è praticabile, con buoni risultati, fino a circa il 50% del flusso nominale. A livelli inferiori, le lampade agli alogenuri metallici mostrano una variazione inaccettabile del colore della luce.

Per esempio le lampade a vapori di mercurio, al di sotto di 190/195V tendono a spegnersi, mentre le lampade ai vapori di sodio ad alta pressione sono ancora accese a 170V. Questo sta a significare che, nel caso di lampade a vapori di mercurio, non si può portare la tensione sotto i 195V e quindi non si potrà ottenere un risparmio superiore al 30%. Con le lampade al sodio invece si può andare oltre e portare il risparmio energetico attorno al 50%. L'invecchiamento delle lampade comporta inoltre un innalzamento della tensione minima di funzionamento. Perciò, quando si ha a che fare con lampade al mercurio naturalmente prossime allo spegnimento perché ormai vecchie, una tensione di 200 V potrebbe risultare insufficiente a mantenerle accese.

Nella maggioranza dei casi la caduta luminosa ha valori percentuali tra il 7 e il 18%, a fronte di un risparmio del consumo del 35%.

Come già accennato precedentemente, negli impianti di illuminazione in derivazioni bisogna anche tenere in considerazione la lunghezza e il tipo di linea elettrica. Se una linea elettrica è molto lunga, la tensione in prossimità dell'inizio è sicuramente superiore di quella che si ha all'altra estremità. Tale riduzione può essere importante (per esempio superiore al 5%) e, in associazione ad una riduzione eseguita per attuare un programma di risparmio energetico, può capitare che le lampade di fine linea si spengano. Lo stesso può succedere se le linee sono obsolete o comunque presentano dispersioni e problemi indipendenti dalla loro lunghezza.

2.2.4 Fotocellule

Una fotocellula è un componente elettronico che regola la luce in un sistema luminoso basato sulla misurazione dell'illuminazione.

Alcune fotocellule semplicemente accendono e spengono le lampade, altre sono usate con reattori elettronici regolabili (dimming) per ottenere una regolazione continua del flusso luminoso delle lampade fluorescenti.

Fino ad oggi le fotocellule hanno avuto un impiego limitato perchè il risparmio energetico ottenibile non è sempre facile da quantificare in maniera precisa; inoltre vi è il timore che il sistema possa essere fonte di lamentele da parte dei fruitori del locale per un non corretto funzionamento con livelli di luce diversi da quelli desiderati; infine i pregiudizi circa le difficoltà di installare e settare le fotocellule hanno dissuaso alcuni installatori ad utilizzarle.

Alcuni comuni in Italia hanno iniziato a installare fotocellule collegate all'illuminazione pubblica di aree marginali o di strade secondarie (le strade di accesso al cimitero comunale o agli impianti sportivi spesso non richiedono illuminazione dopo una certa ora della sera) per fare in modo che l'illuminazione si attivi in maniera progressiva o interamente in base al movimento dei passanti. Il risparmio in questi casi è evidente ma dipende interamente dalla frequentazione dell'area.

Non vanno dimenticate poi le difficoltà legate ad una certa delicatezza dello strumento, che va tarato e mantenuto con frequenza.

In aree private come nei bagni di locali pubblici, tuttavia, le fotocellule hanno portato a risparmi anche del 50% sul consumo elettrico.

Sul fronte del risparmio energetico va poi citata la manutenzione e la pulizia delle lampade, che migliora il flusso luminoso ma ha alti costi di gestione. In questo caso il risparmio energetico non sempre comporta anche un risparmio economico. Nella maggior parte dei casi, infatti, la pulizia viene effettuata assieme al cambio della lampada, per economizzare l'intervento.

Nel questionario di Legambiente si è domandato, ai comuni che hanno adottato dispositivi per la riduzione dei consumi, l'effettiva efficacia di tali dispositivi.

Quasi tutti i comuni che li hanno utilizzati, (per la precisione il 91%) hanno riscontrato un effettivo miglioramento dell'efficienza dell'impianto; sono stati segnalati i seguenti effetti positivi:

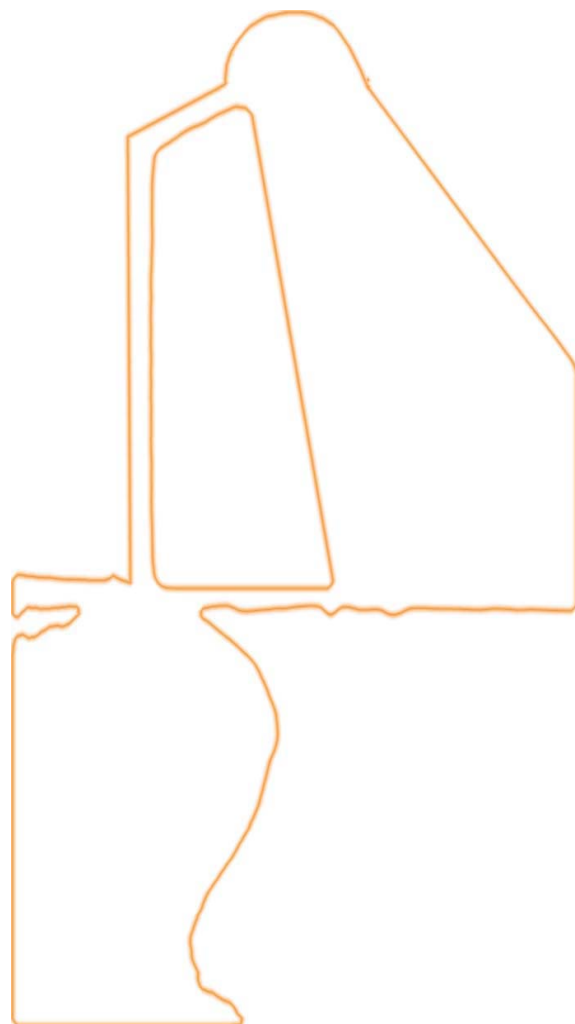
- la riduzione del consumo
- l' aumento della vita delle lampade
- il mantenimento dell'omogeneità nell'illuminazione.

Per contro, nel 26% dei casi i comuni, pur dichiarandosi soddisfatti del miglioramento prestazionale ottenuto, hanno espresso qualche riserva legata all'impiego di questi apparecchi; sono emerse in alcune risposte una serie di punti negativi quali :

- un'eccessiva vulnerabilità ai fulmini,
- la manutenzione aggiuntiva complessa e onerosa per tali dispositivi,
- un'efficienza effettiva riscontrata minore di quella dichiarata dalle case produttrici.

A riguardo di quest'ultima affermazione va detto che l'efficacia del sistema dipende anche dalle lampade utilizzate e dal tipo di collegamento.

Per quanto riguarda la manutenzione, invece, si deve considerare che l'utilizzo di tali apparecchi da parte di personale non specializzato può portare a volte a considerare come "guaste" delle apparecchiature perfettamente funzionanti ma bisognose dell'opportuna taratura.



3.1 Premessa e metodo

La ricerca nasce come una naturale estensione di *ecosistema urbano*, l'indagine che Legambiente redige ogni anno sullo stato dell'ambiente nei capoluoghi italiani.

Come quel documento, infatti, questa ricerca si basa su dati forniti dalle amministrazioni comunali e li elabora evidenziandone gli aspetti sistemici e peculiari e facendo leva soprattutto sull'impatto ambientale ed economico delle politiche di amministrative che i comuni portano avanti.

In alcuni casi, stante la difficoltà di reperire i dati presso alcuni capoluoghi, i dati sono stati integrati con quelli messi a disposizione da una ricerca dell'Agenzia per il Controllo e la Qualità dei Servizi Pubblici Locali del Comune di Roma⁵, che verificata la congruità e l'omogeneità dei dati rispetto all'insieme dei dati raccolti dai questionari, sono stati inseriti nelle tabelle che hanno poi portato alla formazione degli indici.

Gli indici e l'analisi statistica del dato sono stati curati dal Prof. Arturo Lorenzoni e dal dott. Davide Porcu, del Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università di Padova, che è partner della ricerca.

Il questionario somministrato, allegato in appendice alla ricerca e disponibile in internet, era diviso in due distinte parti, destinate a fornire indicazioni di carattere quantitativo e qualitativo. Nella prima parte, integrata da un secondo foglio più analitico, si raccoglievano informazioni relative ai numero di punti luce, al consumo annuale in termini di MWh, alla tipologia di lampade presenti. Nella seconda parte, invece, l'attenzione era puntata sull'organizzazione amministrativa del comune rispetto a questo tema, in termini di personale dedicato, funzioni, regolamenti e prassi di intervento, con alcune domande che indagavano anche la rilevanza presso i comuni del problema dell'inquinamento luminoso.

La percentuale di risposte, considerato che si tratta della prima edizione della ricerca, è stata soddisfacente, avendo raggiunto il 63% di ritorno dei questionari. La successiva integrazione con i dati dell'Agenzia di Roma succitati ha permesso di arrivare ad un totale di 70 capoluoghi inseribili nella graduatoria finale, su un totale di 103 considerati.

La maggioranza dei questionari è arrivata completa, anche se il dato fornito, soprattutto nella seconda parte del questionario, non era sempre significativo (si sono dati molti casi di questionari in cui le risposte erano, invariabilmente "si", "no").

Tutti i comuni non menzionati nelle graduatorie non hanno risposto. In un caso, (Aosta) addirittura il settore ambiente ha rinunciato in partenza alla composizione del questionario per mancanza di tempo e di personale.

Altri comuni invece, hanno risposto ma in maniera tale da non poter utilizzare il dato fornito, o perché gravemente lacunoso o perché del tutto assente.

⁵ http://www.agenzia.roma.it/illuminazione_monitoraggi.cfm

3.2 Gli indici

Per analizzare i dati raccolti si sono adottati degli indici in grado di fornire un'analisi sia tecnica che gestionale dello stato degli impianti. A tale scopo sono stati quindi elaborati i seguenti indici, suddivisi tra loro in due gruppi: indici tecnici ed indici gestionali: i primi hanno carattere quantitativo, i secondi qualitativo e sono ricavati da domande aperte. Di seguito sono illustrate le formule che permettono di ottenere questi indici e viene fornita una breve analisi sull'utilità e i limiti di ciascun indice.

3.2.1 Gli indici tecnici

Complessivamente questi indici incidono per l'80% sull'indice generale complessivo. Sono cinque indici e analizzano i dati numerici forniti dai comuni in materia di tipologie di lampade utilizzate, potenza e consumi complessivi del parco lampade installato e investimenti effettuati in valore assoluto.

1) EFFICIENZA LUMINOSA DELL'IMPIANTO

Si tratta dell'indice più importante in assoluto tra quelli presi in esame e costituisce da solo il 50% del punteggio ottenibile con gli indici tecnici. Per realizzarlo si è stabilito un valore medio di efficienza luminosa per ogni tipologia di lampada.

I dati sono stati ricavati dai cataloghi Sylvania, Philips e Osram, tre aziende tra quelle più importanti in Europa, che forniscono un'ampia gamma di informazioni generalizzabili al complesso delle lampade disponibili sul mercato.

Per le lampade ad incandescenza, l'efficienza luminosa media è così caratterizzata, in ordine di efficienza:

lampade ad incandescenza (le "comuni" lampade a bulbo)

efficienza luminosa media è
incandescenza 100 watt : 16,10 lumen/watt
incandescenza 150 watt : 16,77 lumen/watt
incandescenza 200 watt : 17,52 lumen/watt

valore medio di efficienza luminosa lampade ad incandescenza: 16,79 lumen/watt

lampade a ioduri:

efficienza luminosa media è
ioduri 35 watt : 97,14 lumen/watt
ioduri 70 watt : 89,64 lumen/watt
ioduri 150 watt : 95,60 lumen/watt
ioduri 250 watt : 72,64 lumen/watt

valore medio di efficienza luminosa lampade a ioduri: 88,76 lumen/watt
lampade a vapori di mercurio:



efficienza luminosa media è
 mercurio 80 watt: 45,83 lumen/watt
 mercurio 125 watt: 50,20 lumen/watt
 mercurio 250 watt: 54,53 lumen/watt
 mercurio 400 watt: 57,50 lumen/watt

valore medio di efficienza luminosa lampade ai vapori di mercurio : 52,02 lumen/watt

lampade con sodio bassa pressione:

efficienza luminosa media è
 sodio bassa pressione 55 watt: 132,73 lumen/watt
 sodio bassa pressione 90 watt: 150 lumen/watt

valore medio di efficienza luminosa lampade con sodio bassa pressione: 141,36 lumen/watt

- lampade con sodio alta pressione:

efficienza luminosa media è
 sodio alta pressione 70 watt : 86,43 lumen/watt
 sodio alta pressione 100 watt : 82,10 lumen/watt
 sodio alta pressione 150 watt : 93,11 lumen/watt
 sodio alta pressione 250 watt : 99,80 lumen/watt
 sodio alta pressione 400 watt : 109,69 lumen/watt

valore medio di efficienza luminosa lampade con sodio alta pressione: 94,23 lumen/watt

Per ottenere il valore medio di efficienza luminosa di ogni impianto si è quindi utilizzata la seguente formula:

$$EL = \frac{(T1 * NT1) + (T2 * NT2) + (T3 * NT3) + (T4 * NT4) + (T5 * NT5)}{NT1 + NT2 + NT3 + NT4 + NT5}$$

EL= indice di efficienza luminosa media di un impianto.

Con la lettera T si indica l'efficienza luminosa media di uno specifico tipo di lampada, con NT il numero di lampade di uno specifico tipo di lampada. Il numero corrisponde al seguente tipo di lampada:

- 1= lampade ad incandescenza
- 2= lampade al mercurio
- 3= lampade a ioduri
- 4= lampade a sodio bassa pressione
- 5= lampade a sodio alta pressione

Il numero totale di lampade dichiarato dai comuni spesso differiva dal valore ottenuto sommando il numero di lampade suddivise per tipologia. Nella formula si è scelto di utilizzare quest'ultimo dato: si è, cioè, stabilito che il numero totale di lampade fosse quello dato dalla somma degli NT.

È importante rilevare che questo indice fornisce solo un'indicazione quantitativa della luce prodotta dall'impianto, senza considerare la qualità della luce emessa dalle varie sorgenti luminose né l'impatto che queste hanno dal punto di vista dell'inquinamento luminoso. Con questo indice si può stabilire (con una buona approssimazione) l'efficienza dell'impianto, intesa come quantità di luce prodotta (misurata in lumen) in rapporto alla potenza necessaria per produrla (misurata in watt).

In appendice verrà inserito un indice più raffinato in cui l'efficienza media viene calcolata in base anche alla potenza della lampada (le lampade ad incandescenza, per esempio, hanno tre tipi diversi di potenza: 100, 150 e 200 Watt, ciascuna con una diversa efficienza). Purtroppo pochi comuni hanno fornito questo dato e questo ha impedito di poter ottenere un'analisi più raffinata per ogni singolo comune. Si è scelto comunque di allegare, nell'appendice dati, una tabella basata sui dati più dettagliati forniti dai comuni che hanno compilato la seconda parte del questionario.

2) ESTENSIONE SU CONSUMO

Con questo indice è possibile avere un'idea del consumo relativamente all'estensione del comune preso in esame. Si è deciso quindi di rapportare l'estensione al consumo annuale dichiarato dal comune, tramite la seguente formula:

$$EC = \frac{est [Km^2]}{consumo [MWh]}$$

EC=indice estensione su consumo

est= estensione del comune misurata in chilometri quadrati

consumo = consumo annuale di energia elettrica per la pubblica illuminazione misurato in MWh

L'ordine dei dati al numeratore e denominatore è studiato per fare in modo che a consumi minori, aumenti l'indice. Da questo risulta una maggiore facilità di composizione dell'indice generale e una migliore lettura delle graduatorie.

Questo indice ha un peso relativamente modesto (15% del totale sugli indici tecnici) perché avere un basso consumo non fornisce nessuna indicazione sulla qualità del servizio offerto. Si potrebbe dare il caso, ad esempio, di un territorio molto vasto ma con una minore densità di punti luce, che risulta così particolarmente efficiente.

Ottenere un elevato punteggio con questo indice significa, in generale, avere un impianto che funziona con consumi relativi contenuti.

Va detto che non tutti i comuni hanno fornito il dato di consumo corretto, per cui si è scelto di sostituire il dato comunicato dal comune (quando palesemente incoerente) con uno più attendibile, calcolato con la seguente formula:

$$consumo = potenza * mediah * giorni$$

consumo = consumo annuale di energia elettrica per la pubblica illuminazione misurato in MWh

potenza= potenza installata totale dell'impianto espressa in MW

mediah= numero stimato di ore di funzionamento giornaliero

giorni= giorni di funzionamento (366 per il 2004, 365 per il 2003)

Il numero stimato di ore di funzionamento giornaliero è stato calcolato facendo una media tra i comuni che hanno fornito il dato sia di potenza installata che di consumo. Si tratta quindi non di un dato coerente statistico ma di un dato desunto dai questionari. Sono stati esclusi il valore massimo e il valore minimo e sui rimanenti è stata fatta la media.

Va detto che tra i comuni considerati si è verificata una forte oscillazione nel valore medio di ore di utilizzo giornaliere, a causa delle diverse tipologie di gestione dell'impianto: i comuni dotati di sistemi per ridurre il consumo (quali alimentatori elettronici) presentano un consumo più basso a parità di potenza e ciò si traduce in un numero di ore di utilizzo più basso.

3) NUMERO DI PUNTI LUCE SU CONSUMO

Questo indicatore fornisce un'idea su come si distribuisce il consumo rispetto al numero di punti luce che formano l'impianto.

L'indice si ricava dalla seguente formula:

$$NPC = \frac{npl}{consumo [MWh]}$$

NPC = numero di punti luce su consumo

npl= numero complessivo di punti luce che compongono l'impianto.

consumo = consumo annuale di energia elettrica per la pubblica illuminazione misurato in MWh.

Per il dato del consumo valgono le stesse considerazioni fatte nell'indice precedente. Ha lo stesso peso dell'indice precedente (15% sul totale degli indici tecnici) in quanto ha una funzione simile: permette di capire se l'impianto ha consumi contenuti, relativamente al numero di lampade utilizzato. È evidente che quanto più recente e tecnologicamente avanzato è il parco di illuminazione e minore sarà il consumo per punto luce. In questo caso si avrà un valore basso dell'indice.

4) VALORE MEDIO PUNTO LUCE

Si basa su un semplice rapporto tra il valore desunto del parco lampade e il numero totale di lampade che compongono l'impianto:

$$VMPL = \frac{\text{valorePL}[\text{Euro}]}{npl}$$

VMPL = valore medio di un punto luce dell'impianto

valorePL= valore desunto del parco lampade espresso in Euro

npl= numero complessivo di punti luce che compongono l'impianto.punti luce

Il valore del parco lampade è stato desunto utilizzando un unico catalogo (quello comprendente lampade della Philips e della Osram sopra citato).

Questo indice si basa sul semplice ragionamento che lampade dallo scarso valore economico quasi sempre anche lampade di basso contenuto tecnologico, quindi di minore efficienza. Il principale difetto di questo indice è che la relazione tra qualità e prezzo non è perfettamente lineare, per cui si è deciso di dare a questo indice un peso del 10% tra gli indici tecnici.

L'indice comunque è un segnale indiretto della volontà di un comune di investire nelle lampade più efficienti presenti nel mercato.

5) INVESTIMENTI SULLA POTENZA INSTALLATA

In questo indice si è voluto analizzare il peso degli investimenti fatti dai comuni rispetto alla potenza del parco lampade; la formula che permette di ricavare tale indice è la seguente:

$$IP = \frac{\text{investimenti[Euro]}}{\text{potenza[kW]}}$$

IP= investimento su potenza installata

investimenti = investimenti fatti dal comune nell'ambito della pubblica illuminazione (espresso in Euro)

potenza= potenza installata totale dell'impianto espressa in MW

Contrariamente agli altri indici, in cui è fornito il valore anno per anno, qui si è inserita la media degli investimenti fatti nel biennio (laddove erano presenti entrambi i dati) per rendere più significativo l'indice, in quanto il valore degli investimenti presenta forti oscillazioni di anno in anno.

3.2.2 Gli Indici qualitativi

La seconda parte del questionario presentava delle domande a risposta aperta sulla gestione dell'impianto. Le cinque domande più significative (e più facilmente confrontabili) sono state scelte per comporre l'indice generale, ovviamente ciascuna con un peso differente. Complessivamente, il valore di queste risposte incide per il 20% sull'indice generale. Si è scelto di dare prevalenza ai dati tecnici in quanto per valutare appieno l'effettiva efficienza gestionale dei vari impianti si sarebbero dovuti analizzare più nel dettaglio le risposte, valutando l'effettiva efficacia di norme adottate e di strumenti impiegati per migliorare il consumo a monte della lampadina.

Inizialmente si era pensato ad una distribuzione di 70% per gli indici tecnici e 30% per gli indici gestionali ma si è visto che così facendo questi ultimi avevano un peso effettivo molto maggiore, a causa della loro struttura che valuta 10 una risposta positiva e zero una risposta negativa.

6) FUNZIONARIO DEDICATO

Nel suo comune, all'interno del settore ambiente, o in altri settori, esiste un funzionario o un consulente esterno che si occupa degli aspetti ambientali e del risparmio energetico negli edifici comunali e nell'illuminazione pubblica?

Questa domanda ha un peso moderato sugli indici gestionali (pari al 20%) perché non permette di stabilire con precisione le competenze del funzionario in questione; è comunque significativo come indice perché verifica la valorizzazione di una struttura modale organizzativa chiara ed efficace.

7) REGOLAMENTO ENERGETICO

Il suo comune ha un regolamento energetico, piano energetico o un documento ufficiale che si occupa della gestione efficiente dell'illuminazione pubblica e del risparmio energetico nell'ambito degli edifici comunali?

È il quesito con il maggior peso specifico (40%) in quanto avere una regolamentazione in materia di illuminazione pubblica e risparmio energetico è basilare per la corretta gestione dell'impianto.

8) RISPARMIO A MONTE DELLA LAMPADINA

Sono presenti, come esperimento o strutturalmente, dispositivi o accorgimenti che mirino a ridurre il consumo elettrico a monte della lampadina?

L'informazione contenuta in questa domanda ha un peso non eccessivamente rilevante (20%) perché non specifica quanto diffusi siano i dispositivi per ridurre il consumo energetico.

9) INQUINAMENTO LUMINOSO/1

C'è un regolamento che affronti il tema dell'inquinamento luminoso? Sono stati presi provvedimenti?

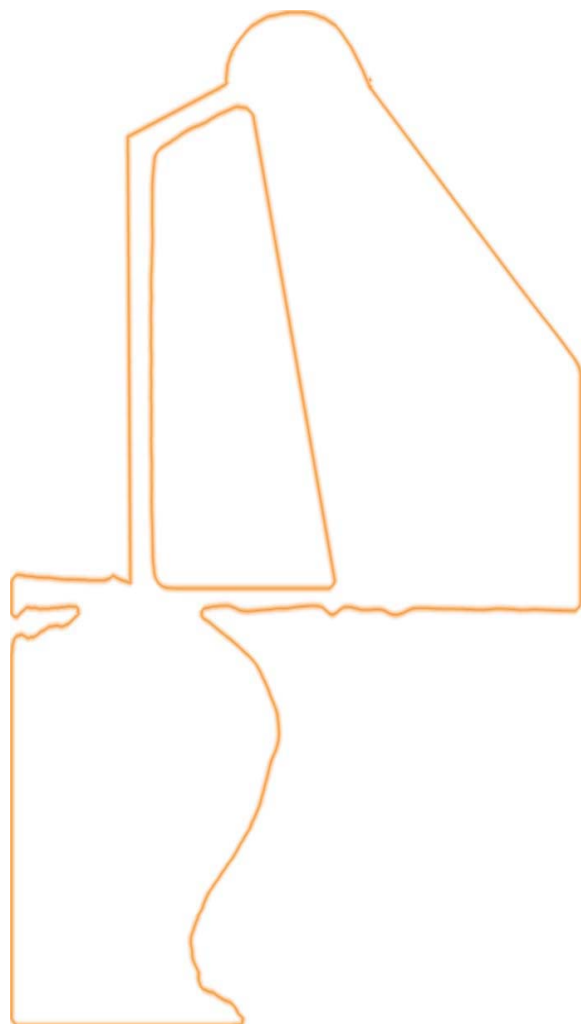
Anche l'inquinamento luminoso rientra nelle problematiche che un sistema efficiente deve saper gestire, per cui a questo quesito si è deciso di dare un peso del 15%. Si è voluta premiare l'efficienza amministrativa e politica sottesa da un concreto atto come il regolamento comunale.

10) INQUINAMENTO LUMINOSO/2

La politica di gestione/manutenzione delle lampade per l'illuminazione stradale tiene conto dell'inquinamento luminoso?

L'ultima domanda riguarda ancora l'inquinamento luminoso, ma essendo piuttosto vaga (non quantifica in che misura si tiene conto dell'inquinamento luminoso) ha un peso

minimo tra gli indici di efficienza:5% . Si è voluta dare importanza all'attenzione dell'amministrazione comunale verso l'argomento, a prescindere che questa si sia concretizzata o meno con un regolamento comunale (in questo modo per chi dimostra attenzione e anche di aver redatto il regolamento, ovviamente, il punteggio finale è maggiore).



3.1.3 Altri indici

Di seguito sono riportati altri indici che non sono stati utilizzati per il calcolo dell'indicatore principale ma che si sono comunque rivelati utili per valutare i dati forniti dal sondaggio.

11) INDICE EFFICIENZA LUMINOSA SPECIFICA

Si differenzia dall'indice 1 in quanto per calcolare l'efficienza luminosa del comune si è utilizzata una procedura più raffinata che differenzia l'efficienza di ciascun tipo di lampada anche in base alla potenza della lampada stessa, mentre nel EL viene utilizzato un valore medio per ogni tipologia di lampada a prescindere dalla sua potenza.

Questo indice è quindi più preciso di EL, purtroppo non è stato possibile inserirlo nell'indice generale a causa dell'esigua quantità di dati disponibili.

$$ELS = \frac{(ES1) + (ES2) + (ES3) + (ES4) + (ES5)}{NT1 + NT2 + NT3 + NT4 + NT5}$$

$$ES1 = (N1a * NT1a) + (N1b * NT1b) + (N1c * NT1c)$$

$$ES2 = (N2a * NT3a) + (N2b * NT2b) + (N2c * NT2c) + (N2d * NT2d)$$

$$ES3 = (N3a * NT3a) + (N3b * NT3b) + (N3c * NT3c) + (N3d * NT3d)$$

$$ES4 = (N4a * NT4a) + (N4b * NT4b)$$

$$ES5 = (N5a * NT5a) + (N5b * NT5b) + (N5c * NT5c) + (N5d * NT5d) + (N5e * NT5e)$$

ELS= efficienza luminosa specifica dell'impianto

Con la lettera T si indica l'efficienza luminosa di uno specifico tipo di lampada, con NT il numero di lampade di uno specifico tipo di lampada.

Il numero e la lettera corrispondono al seguente tipo di lampada:

1a=incandescenza 100W

1b= incandescenza 150W

1c= incandescenza 200W

2a= mercurio 80W

2b= mercurio 125W

2c= mercurio 250W

2d= mercurio 400W

3a= ioduri 35W

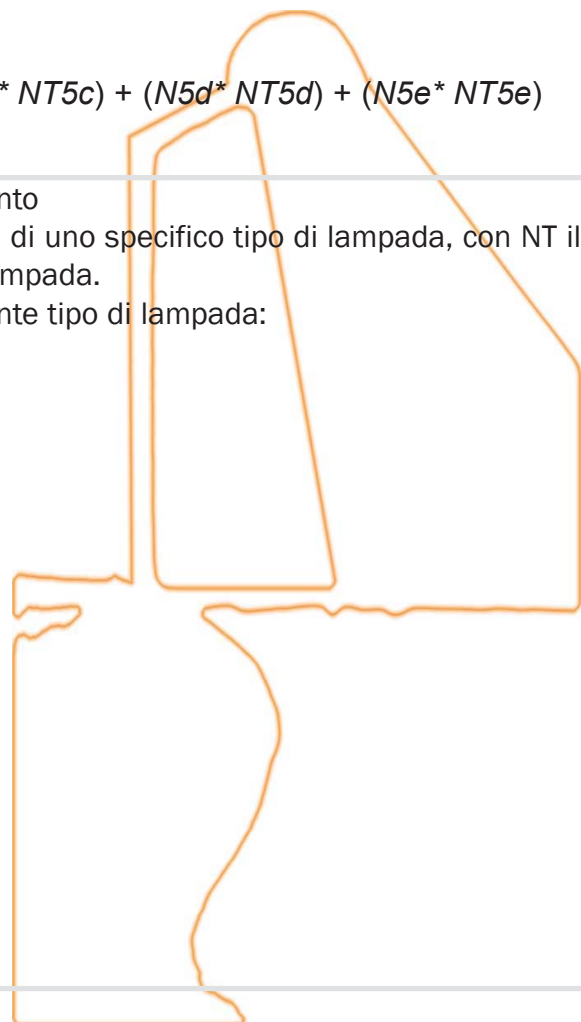
3b= ioduri 70W

3c= ioduri 150W

3d= ioduri 250W

4a= sodio bassa pressione 55W

4b= sodio bassa pressione 90W



5a= sodio alta pressione 70W
5b= sodio alta pressione 100W
5c= sodio alta pressione 150W
5d= sodio alta pressione 250W
5e= sodio alta pressione 400W

12) VALUTAZIONE RISPARMIO ENERGETICO

Dall'analisi dei dati è emersa una profonda differenza di efficienza media delle lampade (EL). Si è quindi calcolato il consumo di ogni comune ipotizzando per tutti il più alto valore di EL riscontrata (116,8 lumen su watt) mediante la seguente formula:

$$CI = \text{consumo} * \frac{EL_{\text{effettiva}}}{EL_{\text{massima}}}$$

CI= consumo calcolato ipotizzando la massima EL tra quelle calcolate con il metodo del precedente indice e viene espresso in MWh

consumo = consumo annuale di energia elettrica per la pubblica illuminazione; è misurato in MWh

EL_{effettiva} = efficienza luminosa media espressa in lumen/watt del comune considerato utilizzando la formula indicata nell'indice 11

EL_{massima} = massimo valore di EL tra tutti quelli ottenuti dai dati con la formula dell'indice 11; è espresso in lumen/watt

Va comunque considerato che il risparmio teoricamente ottenibile non tiene conto delle diverse esigenze dei comuni considerati. Abbiamo visto, per esempio, che le lampade al sodio in bassa pressione sono le migliori in assoluto per quanto concerne l'efficienza luminosa ma a causa dello spettro emesso sono inutilizzabili per illuminare monumenti e centri storici.

Fatta questa precisazione, il risparmio conseguito rimane comunque notevole, come si vedrà in seguito.



3.3 Le graduatorie

3.3.1 La graduatoria finale

Graduatoria finale con punteggio espresso in decimi

Tabella n. 1

Posiz.	Città	Valore	Posiz.	Città	Valore
1	Pavia	6,405	36	Rovigo	3,235
2	Siena	6,024	37	Padova	3,187
3	Caltanissetta	5,207	38	Alessandria	3,159
4	Modena	5,056	39	Catania	3,108
5	Catanzaro	5,025	40	Pisa	3,108
6	Trento	5,018	41	La Spezia	3,102
7	Venezia	5,002	42	Avellino	3,087
8	Mantova	4,836	43	Bologna	3,076
9	Latina	4,765	44	Asti	3,068
10	Ancona	4,723	45	Arezzo	3,026
11	Sassari	4,719	46	Treviso	3,023
12	Ascoli P.	4,588	47	Viterbo	2,681
13	Frosinone	4,696	48	Cagliari	2,587
14	Perugia	4,552	49	Lecce	2,618
15	Pesaro	4,547	50	Pescara	2,772
16	Udine	4,379	51	Reggio C.	2,51
17	Salerno	4,369	52	Isernia	2,478
18	Livorno	4,315	53	Forlì	2,544
19	Ferrara	4,17	54	Novara	2,351
20	Roma	4,119	55	Cuneo	2,239
21	Potenza	4,089	56	Pordenone	2,203
22	Nuoro	3,944	57	Verbania	2,052
23	Verona	3,937	58	Cosenza	2,047
24	Sondrio	3,876	59	Lodi	1,793
25	Bari	3,947	60	Lecco	1,753
26	Ravenna	3,759	61	Imperia	1,73
27	Massa	3,629	62	Trapani	1,577
28	Vicenza	3,71	63	Biella	1,358
29	Brescia	3,547	64	Terni	1,3
30	Prato	3,477	65	Teramo	1,266
31	Bolzano	3,458	66	Torino	1,215
32	Belluno	3,455	67	Rimini	1,206
33	Piacenza	3,424	68	Milano *	1,161
34	Trieste	3,371	69	Campobass	0,622
35	Lucca	3,302	70	Genova	0,325

Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

* =dati del 2002

Sottolineati in rosso i comuni che hanno fornito risposte con un peso inferiore al 60%
 Sottolineati in blu i comuni che hanno fornito risposte numeriche con un peso compreso tra il 60% e il 70%

per Milano solo dati 2002

per Torino,Cagliari,Catania,Rimini,Udine,Nuoro solo dati 2003

per Padova,Roma,Piacenza solo dati 2004

Reginetta dell'efficienza energetica nell'illuminazione è **Pavia**, seguita a poca distanza da **Siena**.

Molto buona è anche la posizione di due città medio piccole del sud, Caltanissetta e Catanzaro, rispettivamente terza e quinta in graduatoria, a dimostrare che la ricerca non evidenzia differenze rilevanti tra aree geografiche per quanto riguarda l'eccellenza, riservando però delle sorprese in più di un indice tra quelli considerati, come si vedrà più avanti.

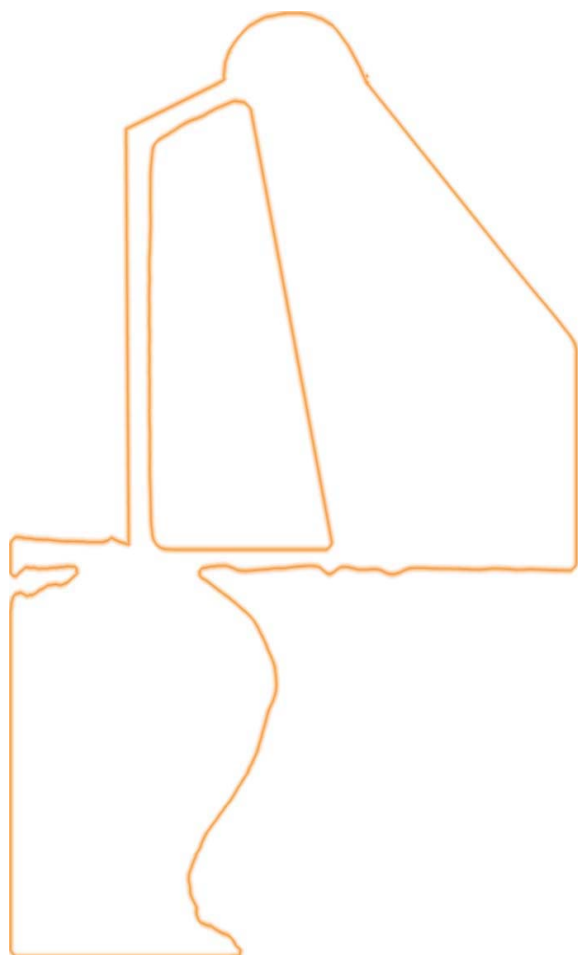
Tra le prime quindici città cinque sono del nord, sette del centro e tre del sud.

Tra le grandi città, la prima in classifica è Roma, che si colloca al ventesimo posto, mentre altre città come Bari (25°), Catania (39°) e Bologna (43°) rimangono sostanzialmente nella fascia di centro classifica.

Vanno male invece **Torino e Milano**, rispettivamente quintultima e terzultima. Fanalino di coda della classifica è un'altra grande città, Genova, a dimostrare la difficoltà dei grandi centri di razionalizzare il consumo elettrico in questo settore.

Delle ultime 15 posizioni, ben 11 sono occupate da città del nord, ad indicare che se per le eccellenze positive non ci sono grandi differenze geografiche, è al nord che si trovano "le peggiori della classe".

È da segnalare **che solo i primi due capoluoghi della graduatoria ottengono la sufficienza**: una manciata di altre città supera il valore medio della scala di misurazione (5) e tutti gli altri si collocano al di sotto di questo valore, ad indicare un'efficienza generale del sistema Italia davvero bassa, con ampi margini di miglioramento.



3.3.2 Le graduatorie degli indici

1) Efficienza Media globale espressa con un indice ponderato.

Si tratta di un indice che da la misura dell'efficienza del parco illuminante delle città, sulla base del tipo e della quantità di lampade installate.

Tabella n. 2

Posiz.	Città	Valore	Posiz.	Città	valore
1	Pavia	116,83	36	Asti	77,07
2	<u>Udine</u>	112	37	Ravenna	76,99
3	<u>Catania</u>	96	38	Mantova	76,37
4	Modena	95,32	39	Lucca	75,81
5	Caltanissetta	94,22	40	Forlì	75,75
6	Sassari	94,12	41	Perugia	75,06
7	Latina	94,05	42	Piacenza	74,45
8	Frosinone	93,99	43	Lecce	72,17
9	Ancona	93,97	44	Massa	71,99
10	Ascoli P.	91,94	45	Imperia	70,57
11	Pesaro	91,84	46	Teramo	70,42
12	Verona	90,74	47	Pisa	69,93
13	Livorno	90,58	48	Alessandria	69,37
14	Bari	90,21	49	La Spezia	69,34
15	Potenza	90	50	Bologna	68,39
16	Catanzaro	89,76	51	Cuneo	68,25
17	Roma	88,95	52	Ferrara	68,13
18	Avellino	88,87	53	Lecco	68,05
19	Salerno	88,07	54	<u>Torino</u>	68
20	<u>Nuoro</u>	87,97	55	<u>Milano</u>	65,4
21	<u>Cagliari</u>	87	56	Lodi	65,12
22	Rovigo	85,24	57	Novara	65,12
23	Siena	85,18	58	Isernia	64,87
24	Trento	85,12	59	Treviso	62,5
25	Sondrio	84,48	60	Pordenone	62,37
26	Bolzano	83,33	61	Padova	62,37
27	Brescia	82,76	62	Biella	61,42
28	Prato	82,32	63	Trapani	59,92
29	Viterbo	82,27	64	<u>Rimini</u>	57,6
30	Vicenza	81,87	65	Reggio C.	55,4
31	Pescara	81,82	66	Verbania	55,3
32	Trieste	80,63			
33	Venezia	80,19			
34	Arezzo	77,95			
35	Belluno	77,2			

In rosso dati del 2003. Per Milano dati 2002.

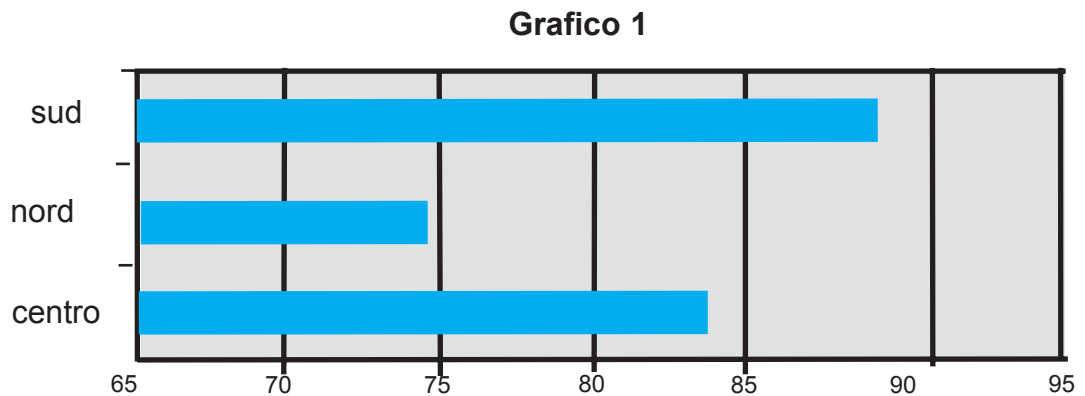
Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Questa graduatoria è senz'altro la più importante tra quelle dei sottoindici e contribuisce fortemente alla graduatoria finale.

Rispetto alla distribuzione per aree geografiche, non si notano grossissime differenze tra città del nord, del centro o del sud. Nelle prime venti città in termini di efficienza troviamo due città siciliane, Catania e Caltanissetta, rispettivamente terza e quinta, ma anche Bari, Avellino, Salerno, Nuoro.

Del resto tra le ultime dieci posizioni spiccano Verbania (ultima), la sfavillante destinazione turistica di Rimini, due città tra le più ricche d'Italia (Padova e Treviso) Pordenone, Lodi.

Le ultime posizioni, cioè, con l'eccezione di isernia, Campobasso e Trapani sono appannaggio delle città del nord.
In generale notiamo che gli indici medi di efficienza per aree geografiche sono i seguenti:

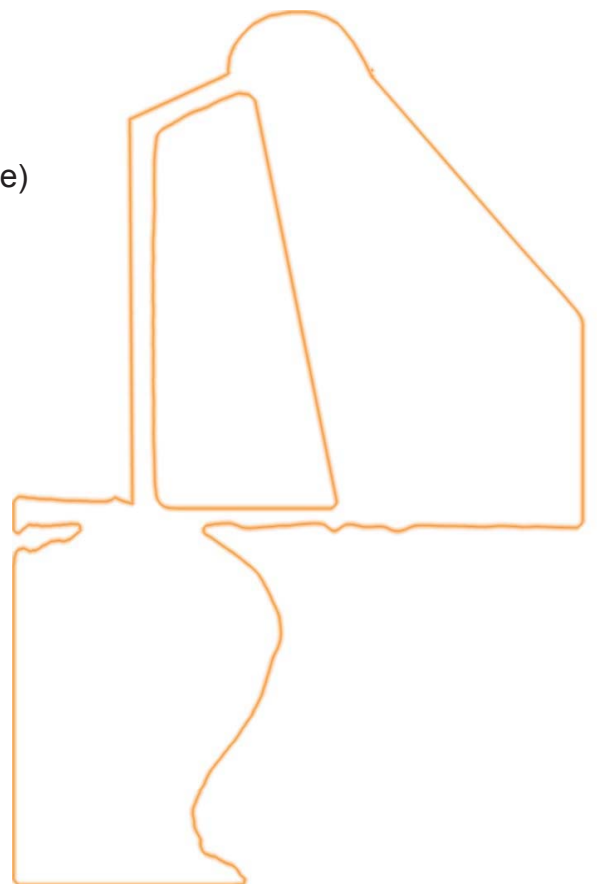


Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Si evidenzia che le città del sud hanno mediamente un'efficienza del parco illuminante maggiore del 20% rispetto a quelle del nord.

Le grandi città si classificano in mezzo alla classifica: prima è Bari, al 14° posto, seguita da Roma, 17°, Cagliari 21°. Verso il fondo della classifica invece Torino e Milano, rispettivamente 54 e 55°

(segue)



3) Consumo per punto luce in Mwh (migliaia di kWh)

Questo indice da un'indicazione del consumo cittadino parametrandolo all'estensione della rete illuminante, misurata in punti luce. [n° p.l. / MWh]

Tabella n. 4

Posiz.	Città	Valore	Posiz.	Città	Valore
1	Siena	2,58539	36	Pisa	1,42543
2	Alessandria	2,17685	37	Mantova	1,41438
3	Rimini	2,12368	38	Sondrio	1,40779
4	Trento	2,07129	39	Catanzaro	1,39439
5	Belluno	2,055	40	Ravenna	1,38112
6	Isernia	1,96321	41	Nuoro	1,36682
7	Massa	1,93509	42	Campobasso	1,36456
8	Pordenone	1,88867	43	Piacenza	1,33999
9	Venezia	1,87198	44	Caltanissetta	1,31476
10	Novara	1,86933	45	Milano	1,28505
11	Padova	1,85848	46	Cosenza	1,26097
12	Vicenza	1,78999	47	Bari	1,25867
13	Prato	1,78417	48	Cagliari	1,25534
14	Treviso	1,75468	49	Livorno	1,23174
15	Bologna	1,72463	50	Roma	1,23162
16	Potenza	1,66667	51	Trieste	1,228
17	Pesaro	1,65133	52	Imperia	1,18421
18	Modena	1,6132	53	Lodi	1,17236
19	Asti	1,60587	54	Catania	1,10422
20	Ancona	1,60411	55	Torino	1,07825
21	Salerno	1,60162	56	Trapani	1,07307
22	Brescia	1,59522	57	Avellino	1,05395
23	Perugia	1,57887	58	La Spezia	1,03293
24	Lucca	1,5656	59	Lecce	0,72351
25	Ferrara	1,54431	60	Arezzo	0,66052
26	Udine	1,52297	61	Reggio C.	0,35324
27	Lecco	1,50496			
28	Ascoli P.	1,49466			
29	Sassari	1,4925			
30	Biella	1,49142			
31	Pavia	1,48584			
32	Genova	1,47528			
33	Verona	1,45834			
34	Verbania	1,44389			
35	Latina	1,43146			

Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Per Nuoro dati 2003

Per Milano dati 2002

Questo indice integra il precedente in quanto dimensiona il consumo in base al numero dei punti luce e quindi alla densità dell'infrastruttura sul territorio. Vediamo quindi che Caltanissetta scende molto in classifica, mentre in testa torna Siena, comune risparmiatore, che infatti si colloca al secondo posto nella classifica generale. Roma ha un costo per punto luce che è pari al doppio di quello di Siena, ma che è all'incirca la metà di quello di Ancona, ultima nella graduatoria.

4) Valore medio del Punto luce in €

Questo indice dà un'idea di quanto vale mediamente una lampada di un certo comune. Tendenzialmente maggiore è il valore, maggiore è la possibilità che la rete di illuminazione sia efficiente. (€/n° p.l.)

Tabella n. 5

Posiz.	Città	Valore	Posiz.	Città	Valore
1	Pavia	25,86	36	Ravenna	15,55
2	Ancona	21,05	37	Asti	15,17
3	Salerno	20,47	38	Belluno	15,11
4	Siena	19,97	39	Ferrara	15,04
5	Pesaro	19,79	40	Forlì	14,76
6	Rovigo	19,78	41	Pordenone	14,7
7	Arezzo	19,68	42	Lecce	14,59
8	Avellino	19,6	43	Piacenza	14,5
9	Brescia	19,56	44	Alessandria	14,36
10	Livorno	19,51	45	Imperia	14,11
11	Sassari	19,43	46	Cuneo	14,08
12	Modena	19,28	47	Massa	13,94
13	Ascoli P.	19,05	48	Teramo	13,81
14	Mantova	19,03	49	Lodi	13,78
15	Caltanissetta	18,9	50	La Spezia	13,76
16	Bari	18,85	51	Lecco	13,7
17	Latina	18,83	52	Treviso	13,31
18	Frosinone	18,81	53	Bologna	13,13
19	Bolzano	18,75	54	Isernia	12,63
20	Verona	18,73	55	Novara	12,58
21	Catanzaro	18,68	56	Padova	11,98
22	Roma	18,65	57	Reggio C.	11,67
23	Prato	18,4	58	Biella	11,57
24	Lucca	18,3	59	Trapani	11,24
25	Sondrio	18,28	60	Verbania	10,22
26	Nuoro	18,1			
27	Potenza	17,93			
28	Pisa	17,77			
29	Trento	17,27			
30	Viterbo	16,81			
31	Trieste	16,7			
32	Vicenza	16,26			
33	<u>Pescara</u>	16,12			
34	Venezia	15,95			
35	Perugia	15,78			

Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004
Per Nuoro dati 2003

La città con l'impianto più "prezioso" è Pavia, seguita da Ancona, mentre tra le città con gli impianti più vetusti troviamo Verbania, Reggio Calabria e Padova. Ancora una volta i risultati peggiori vengono dal nord che piazza ben sette città tra le ultime dieci. Una lampada di Pavia, vale due lampade e mezzo di Verbania e una di Roma vale una volta e mezza quella di Padova.

2) Consumo per Km²

Si tratta di un indice che parametrizza i consumi elettrici in base alla superficie del comune, per poter confrontare i dati di tutte le città. (km²/kWh)

Tabella n. 3

Posiz.	Città	Valore	Posiz.	Città	Valore
1	Caltanissetta	0,01173	36	Lodi	0,00105
2	Sassari	0,00607	37	Ancona	0,00104
3	Belluno	0,00563	38	Vicenza	0,00101
4	Nuoro	0,00473	39	Imperia	0,00096
5	Siena	0,0037	40	Biella	0,00094
6	Massa	0,00366	41	Verona	0,00093
7	Isernia	0,00356	42	Reggio C.	0,00092
8	Alessandria	0,00342	43	Pordenone	0,0009
9	Ravenna	0,0032	44	Prato	0,00088
10	Lucca	0,00317	45	Sondrio	0,00085
11	Latina	0,00317	46	Livorno	0,00083
12	Trapani	0,00296	47	Udine	0,00079
13	Ferrara	0,0029	48	Catania	0,00074
14	Trento	0,00283	49	Genova	0,00069
15	Perugia	0,00265	50	Padova	0,00066
16	Pisa	0,00246	51	Avellino	0,00064
17	Potenza	0,00242	52	Bari	0,00064
18	Asti	0,00241	53	Bologna	0,00058
19	Ascoli P.	0,00225	54	Cagliari	0,00057
20	Venezia	0,00218	55	Trieste	0,00053
21	Arezzo	0,00197	56	La Spezia	0,00053
22	Verbania	0,00178	57	Salerno	0,00048
23	Novara	0,00157	58	Brescia	0,00044
24	Pesaro	0,00141	59	Cosenza	0,0004
25	Campobasso	0,00131	60	Milano	0,00021
26	Lecce	0,0013	61	Torino	0,00018
27	Mantova	0,00128			
28	Piacenza	0,00124			
29	Rimini	0,00119			
30	Treviso	0,00117			
31	Lecco	0,00108			
32	Modena	0,00108			
33	Catanzaro	0,00107			
34	Pavia	0,00106			
35	Roma	0,00105			

Sottolineato in blu: per Nuoro dati del 2003. Per Milano dati 2002

Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Il comune più risparmiatore, fatta la tara della sua dimensione, in Italia è Caltanissetta. Illumina i suoi 420 kmq con 0,0012 MWh per kmq ovvero 1,2 Kwh.

Di nuovo il sud fa la parte del leone con 4 città tra le prime dieci. Fanalino di coda è Milano, ma in buona compagnia delle città di medio grandi dimensioni: nelle ultime quindici troviamo infatti ben 9 città al di sopra dei 200.000 abitanti, segnale questo che il consumo nelle città di queste dimensioni è più alto, forse per la conformazione urbanistica dei quartieri o forse per una maggiore richiesta di illuminazione notturna, per ragioni di sicurezza percepita dagli abitanti.

5) Investimenti per potenza installata in €

Questo indice da la misura di quanto un comune sta investendo nella rete di illuminazione. Tendenzialmente a maggiori investimenti corrisponderà una maggiore efficienza futura. (€/kWh)

Tabella n. 6

Posiz.	Città	Valore	Posiz.	Città	Valore
1	Treviso	1715,33	45	Lecco	28,76
2	Ferrara	1214,18	46	Biella	28,09
3	Trento	901,3	47	La Spezia	17,04
4	Trieste	786,53	48	Pavia	9,62
5	Massa	734,56	49	Imperia	1,68
6	Mantova	711,7			
7	Genova	583,77			
8	Pescara	530,37			
9	Venezia	464,15			
10	Alessandria	355,35			
11	Bari	346,14			
12	Pisa	339,89			
13	Reggio C.	308,59			
14	Vicenza	307,94			
15	Frosinone	304,42			
16	Siena	292,73			
17	Novara	284,84			
18	Piacenza	257,42			
19	Pordenone	243,5			
20	Livorno	229,2			
21	Campobasso	225			
22	Bologna	211,86			
23	Asti	204,2			
24	Salerno	202,15			
25	Ancona	200,55			
26	Verbania	200			
27	Lucca	199,31			
28	Viterbo	195,68			
29	Nuoro	185,67			
30	Forlì	178,74			
31	Lecce	178,17			
32	Padova	170,8			
33	Perugia	145,48			
34	Pesaro	122,22			
35	Trapani	106,24			
36	Prato	91,78			
37	Lodi	88,79			
38	Brescia	86,21			
39	Verona	57,92			
40	Ascoli P.	56,31			
41	Cosenza	52,54			
42	Isernia	35,71			
43	Latina	33,9			
44	Arezzo	32,61			

Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Sorprendentemente la città che investe di più è Treviso, che figura però tra le peggiori nella classifica generale. Il dato forse è da attribuire ad una possibile nuova politica di investimenti dell'amministrazione che però non ha ancora dato i suoi frutti.

3) Il suo comune ha un regolamento energetico, piano energetico o un documento ufficiale che si occupa della gestione efficiente dell'illuminazione pubblica e del risparmio energetico nell'ambito degli edifici comunali?

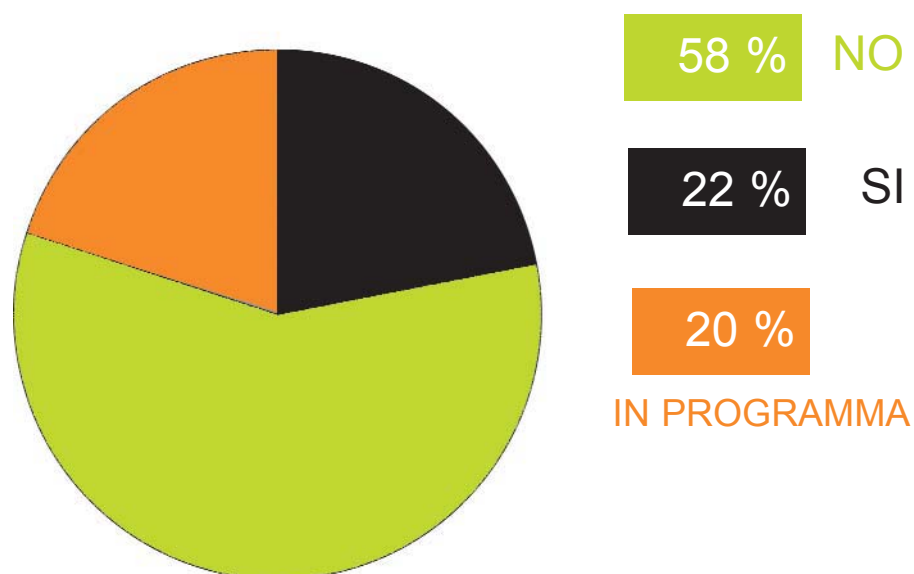


Figura 3- Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Il 58% dei comuni che hanno risposto sono privi di uno strumento amministrativo di programmazione della spesa energetica. Si naviga a vista. Il piano energetico comunale, pur non essendo uno strumento omogeneo sul territorio nazionale, dovrebbe creare le basi per una diagnosi energetica di tutte le infrastrutture pubbliche e individuare per ognuna di esse le misure per la razionalizzazione del consumo, miglioramento della funzionalità, diminuzione dell'impatto ambientale.

5) Sono presenti, come esperimento o strutturalmente, dispositivi o accorgimenti che mirino a ridurre il consumo elettrico a monte della lampadina?

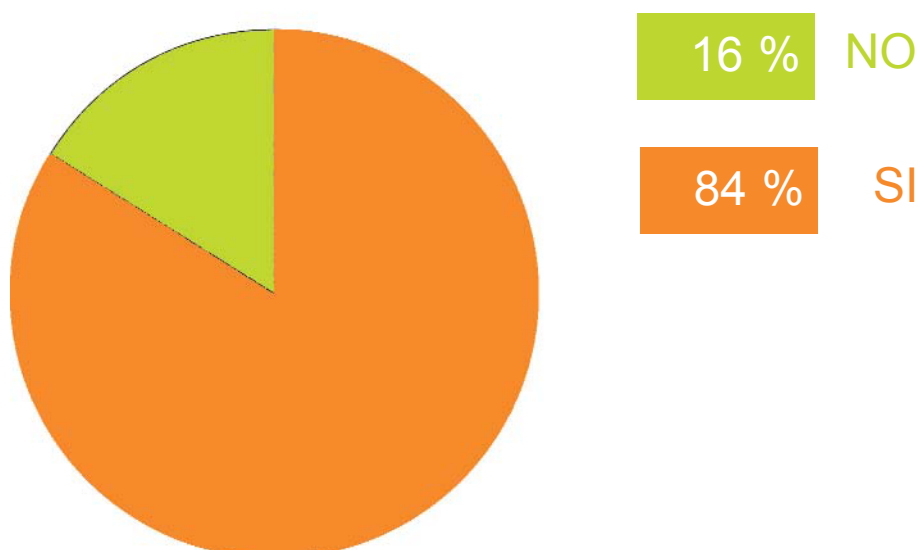


Figura 4- Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

La distanza tra gli investimenti in punto luce è abissale se si pensa che stiamo parlando di tre ordini di grandezza: Treviso investe più di 1700 € per ogni kWh installato, mentre Imperia ne investe 1,68. È probabile anche che le due città conteggino diversamente gli investimenti, o che, nel caso di Treviso, gli anni considerati dalla ricerca coincidano con un piano di forte rinnovo del parco illuminante, mentre Imperia potrebbe aver parzialmente provveduto o deve provvedere a questa azione.

In questo indice per la prima volta la città di Pavia scende in fondo alla classifica: si può ipotizzare anche qui che si tratti di una fase di stasi negli investimenti che sono stati fatti negli anni precedenti e che hanno portato ad un miglioramento dell'efficienza tale da fare vincere a Pavia la palma della città più efficiente.

3.3.3 Analisi qualitativa

**1) Nel suo comune,
all'interno del settore ambiente, o in altri settori,
esiste un funzionario o un consulente esterno che si occupi
degli aspetti ambientali e del risparmio energetico
negli edifici comunali e nell'illuminazione pubblica**

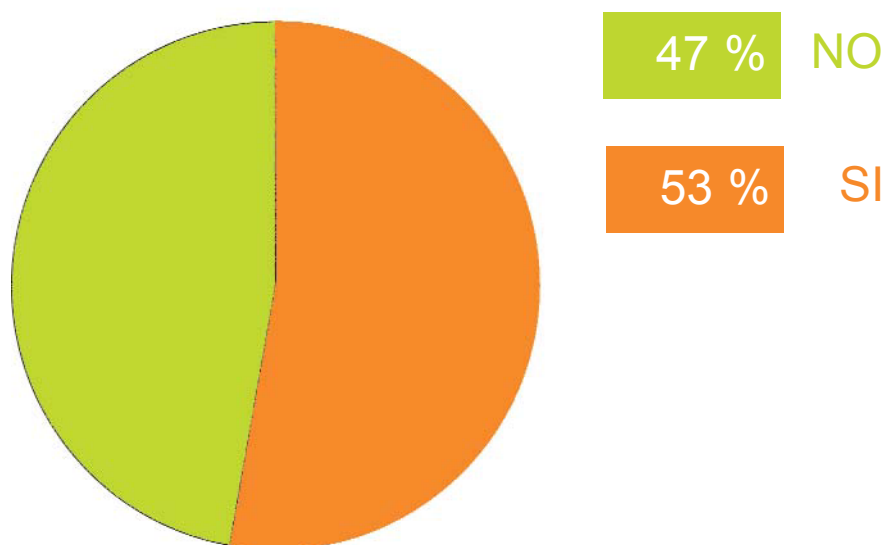


Figura 2- Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Come si evidenzia dalla fig.1, il 47% dei comuni non si è dotato dello strumento di base, cioè una persona che si occupa specificatamente di seguire il tema del risparmio energetico nell'ambito degli edifici comunali. Questa cosa, oltre che essere un segnale di mancata attenzione verso la problematica, è anche fonte difficoltà nel reperimento del dato.

6) Dispositivi per ridurre il consumo elettrico a monte della lampadina

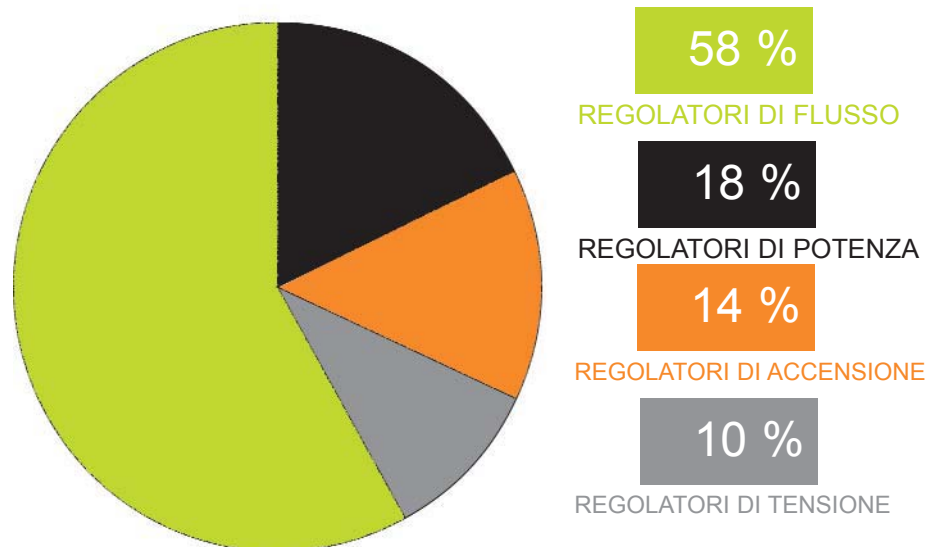


Figura 5- Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

La maggior parte dei comuni ha messo in atto degli strumenti di diminuzione del consumo elettrico a monte del punto luce. Si tratta di un dato interessante di per sé, utile per capire se ad esempio, le tecnologie descritte nel capitolo delle buone pratiche di questa ricerca stanno o no prendendo piede. Nella seguente figura si analizza il grado di soddisfazione che queste misure hanno indotto nelle amministrazioni comunali. Le tipologie introdotte sono quelle presentate nel paragrafo 2.2.

7) I dispositivi utilizzati per ridurre il consumo elettrico a monte della lampadina da voi utilizzati si sono dimostrati efficaci?

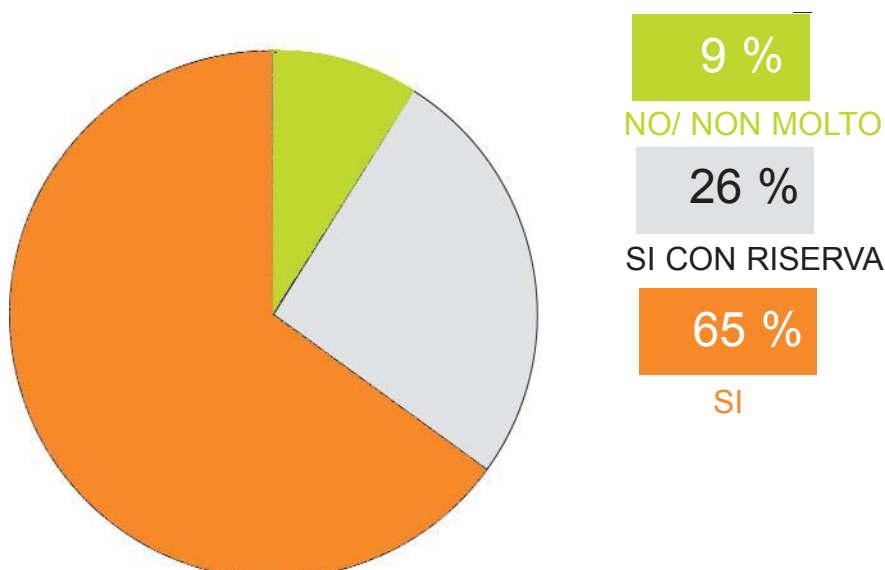


Figura 6- Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Si nota nella fig. 5 che la maggior parte delle amministrazioni è contenta dell'investimento fatto, ma che una fetta rilevante (26%) esprime riserve e attende prima di pronunciarsi sul risultato. Questo dato è imputabile probabilmente al fatto che in una fase relativamente nuova dell'introduzione di queste tecnologie nel nostro paese esiste una certa confusione anche nei tecnici rispetto alle caratteristiche delle tecnologie disponibili sul mercato e rispetto alla loro convenienza. Non c'è molta informazione che non sia quella strettamente commerciale nei mass media e i tecnici comunali italiani, anche rispetto ai propri omologhi del nord europa, non sempre brillano per capacità di aggiornamento professionale. La domanda del questionario, peraltro, non chiedeva di specificare che tipo di tecnologie si fossero applicate.

9) C'è un regolamento che affronti il tema dell'inquinamento luminoso? Sono stati presi provvedimenti?

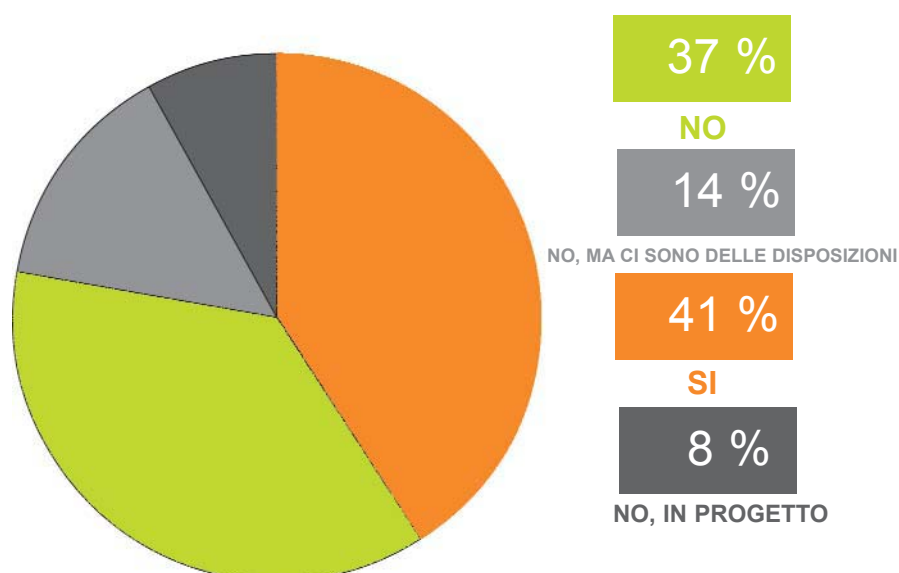


Figura 6- Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Dalla figura 6 emerge un quadro di relativo scarsi interesse per l'inquinamento luminoso da parte dei comuni italiani oggetto della ricerca. Si tratta di un problema serio, ad esempio per le problematiche legate agli uccelli e agli animali notturni, ma anche per il semplice "fastidio" di non poter più, di fatto, vedere le stelle in pianura padana e in tutte le aree fortemente urbanizzate del nostro paese. Solo il 41% delle amministrazioni dichiara di avere un regolamento apposito, un dato che dovrebbe fare riflettere anche perché il tema è sotto l'attenzione delle istituzioni e dei mass media da almeno vent'anni.

4.1 Efficienza energetica e risparmio

I risultati di questa ricerca mostrano un Belpaese abbastanza all'oscuro delle potenzialità e delle possibilità che la tecnologia offre sul piano del risparmio energetico e che fatica ad adattare la propria struttura amministrativa alle esigenze che le sfide del protocollo di Kyoto pone all'Italia. Tuttavia ci sono casi di eccellenza e in generale la situazione, sia al nord che al sud, è in movimento e in miglioramento.

Nella tabella seguente (la principale delle sottoclassifiche della ricerca) vengono analizzati i tassi di efficienza energetica degli impianti installati tutti i comuni analizzati e vengono confrontati con quello del comune più efficiente, Pavia, evidenziando il potenziale risparmio energetico, sia in termini assoluti che potenziali, e il risparmio in termini di mancate emissioni di CO₂. Come si vede i margini di miglioramento nel risparmio energetico in questo settore, in Italia, sono notevolissimi:

(segue)

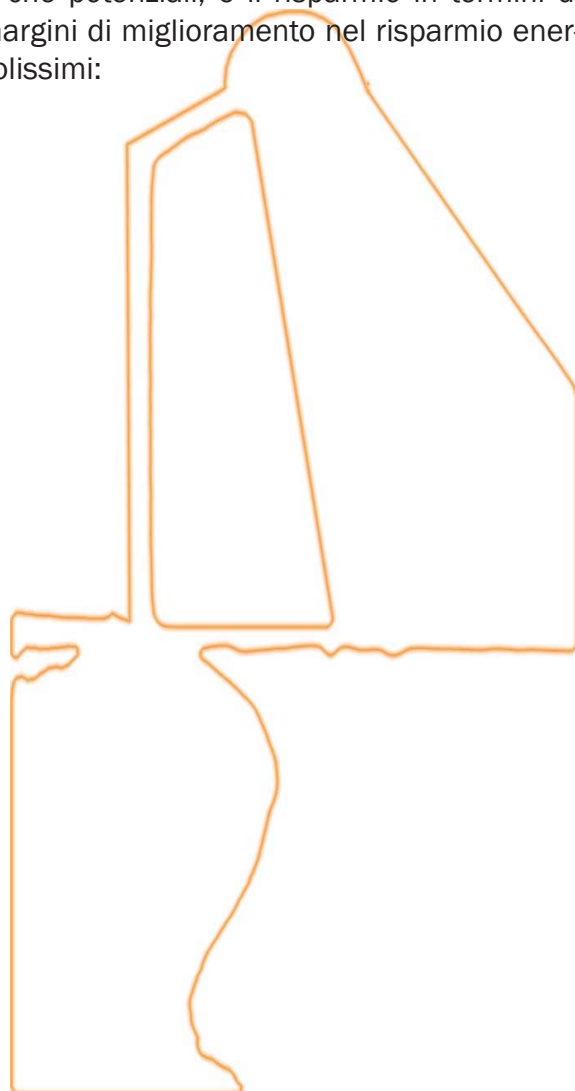


Tabella n. 7

Città	Ef	c2004	c*Ef Max	risparmio	risp. In %
Roma	88,95	122069,23	92938,83	29130,4	23,86383
Milano	65,4	85603,05	47920,77	37682,28	44,01979
Torino	68	73149,85	42577,4	30572,45	41,79427
Reggio C.	55,4	25767,49	12219,32	13548,17	52,57855
Bologna	68,39	24400	14283,76	10116,24	41,45998
Catania	96	24355,75	20013,8	4341,95	17,82721
Verona	90,74	22300	17320,55	4979,45	22,32937
Venezia	80,19	20989,5	14407,31	6582,19	31,35944
Brescia	82,76	20595,96	14590,38	6005,58	29,15901
Ravenna	76,99	20424,94	13459,94	6965	34,10046
Arezzo	77,95	19484,6	13001,28	6483,32	33,27408
Lecce	72,17	18330	11323,22	7006,78	38,22574
Bari	90,21	18193	14048,5	4144,5	22,78075
Modena	95,32	16973,67	13848,28	3125,4	18,4132
Perugia	75,06	16952,61	10892,15	6060,46	35,74942
Trieste	80,63	15857,55	10943,9	4913,65	30,98621
Cagliari	87	14976,03	11152,52	3823,52	25,53091
Padova	62,37	14165,37	7562,03	6603,34	46,61608
Ferrara	68,13	13936,94	8127,22	5809,72	41,68576
Livorno	90,58	12664,99	9819,09	2845,9	22,47059
Forlì	75,75	12441,55	8066,66	4374,89	35,16355
Salerno	88,07	12237,64	9225,16	3012,48	24,61652
Pescara	81,82	11979,64	8389,47	3590,17	29,96895
Ancona	93,97	11860,19	9539,66	2320,53	19,56571
Rimini	57,6	11346,81	5594,4	5752,42	50,69633
Prato	82,32	11118,87	7834,59	3284,27	29,53783
Catanzaro	89,76	10398,85	7989,27	2409,58	23,17159
La Spezia	69,34	9733,52	5776,97	3956,55	40,64867
Piacenza	74,45	9585,17	6108,53	3476,63	36,27099
Trapani	59,92	9170,47	4703,24	4467,23	48,71316
Pesaro	91,84	9000	7075,2	1924,8	21,38671
Sassari	94,12	9000	7250,37	1749,63	19,44028
Latina	94,05	8761,71	7053,25	1708,46	19,49913
Vicenza	81,87	7986,35	5597	2389,35	29,91796
Pisa	69,93	7608,23	4554,04	3054,19	40,14327
Potenza	90	7200	5546,94	1653,06	22,95911
Udine	112	7147,88	6852,55	295,33	4,131745
Viterbo	82,27	7035,08	4954,11	2080,97	29,57988
Ascoli P.	91,94	7025	5528,37	1496,63	21,30432
Novara	65,12	6565,46	3659,61	2905,85	44,25965
Asti	77,07	6300	4156,33	2143,67	34,02647
Alessandria	69,37	5960	3538,78	2421,22	40,62456
Pavia	116,83	5913,15	5913,15	0	0
Lucca	75,81	5844,41	3792,52	2051,88	35,10848
Imperia	70,57	5740,51	3467,51	2273,01	39,59591
Trento	85,12	5570,44	4058,83	1511,6	27,13613
Mantova	76,37	5016	3278,87	1737,13	34,63187
Avellino	88,87	4744,08	3608,78	1135,3	23,93085
Treviso	62,5	4700	2514,29	2185,71	46,50445
Lecco	68,05	4238	2468,43	1769,57	41,75472
Pordenone	62,37	4235,78	2261,39	1974,39	46,61226
Frosinone	93,99	4174,26	3358,35	815,91	19,54619
Cuneo	68,25	3961,35	2314,34	1647,01	41,57705
Lodi	65,12	3935,64	2193,83	1741,81	44,25733

Fonte: Facciamo Piena Luce Legambiente 2006 - Comuni 2004

Legenda: Ef= efficienza energetica; c2004= consumi per illuminazione nel 2004; c*Ef MAX= consumi potenziali se si avesse la massima efficienza; Δ =risparmio potenziale in MWh; Δ = risparmio potenziale in %

Analizzando la classifica di efficienza energetica del parco illuminante si evidenzia che se tutte le città avessero un'efficienza pari a quella di Pavia, si avrebbe un risparmio energetico pari a circa 286.125 MWh, pari ad una mancata emissione di 206.010 tonni di CO₂ su base annua, nei soli capoluoghi di provincia.

I dati della tabella, seppure dati devono intendersi come indicativi in ragione di alcune approssimazioni dei dati forniti, evidenziano due importanti indicazioni:

La prima è che nei comuni capoluogo oggetto dell'indagine esiste un margine di miglioramento nell'efficienza energetica è superiore al 32% in valore economico (rapporto tra risparmio potenziale e consumo reale). Si noti che il confronto non è fatto con una città ideale dove vengano applicate tutte le Best Available Technologies, ma con una realtà esistente e nazionale, ovvero il comune dalla migliore efficienza energetica nell'illuminazione, Pavia.

La seconda informazione è che comuni come Trapani, Verbania o Rimini potrebbero risparmiare il 50% del proprio budget di spesa corrente per l'illuminazione (senza considerare la diminuzione del costo per spese di manutenzione) semplicemente facendo quello che è stato fatto a Pavia. Altri 13 capoluoghi si posizionano in una fascia di risparmio possibile superiore al 40%. Non va poi dimenticato che, seppure il dato di Milano risulta essere datato (2002) e presumibilmente quindi sovrastimato, calcolando in valore assoluto il risparmio di una città dal budget gestionale così rilevante si arriva a cifre di assoluto rilievo.

Sul piano del risparmio energetico, il risparmio è pari a circa 286.000 MWh su base annua. Se si considera che solo il risparmio delle 70 città che hanno risposto al questionario consentirebbe di fornire corrente gratis a 125.000 persone, cioè ad una città come Vicenza (una nuova centrale termoelettrica a ciclo combinato è attualmente in attesa di approvazione a Montecchio Maggiore, non distante da Vicenza) si ha una chiara dimensione dei margini di risparmio che ci possono essere in questo settore.

Il dato più rilevante da sottolineare però è questo: la città più efficiente della classifica, Pavia, ha un'efficienza dell'impianto illuminante che è del 46,8% maggiore alla media dell'efficienza dei capoluoghi italiani. Possiamo quindi dire, usando un'immagine forte, che quasi metà dell'energia impiegata per illuminare le nostre strade va letteralmente sprecata.

È da sottolineare che si tratta di una stima basata su dati reali sia di consumo che di efficienza tecnica del parco installato.

Se applichiamo questa percentuale di miglioramento alla consumo elettrico nazionale per l'illuminazione pubblica, che assomma a 5970 GWh (miliardi di kWh), otteniamo un risparmio energetico potenziale di 1888 GWh.

In sostanza è come se liberassimo energia in quantità sufficiente a:

- risparmiare energia elettrica equivalente alla produzione dei termovalorizzatori italiani (1554 GWh nel 2005)
- Chiudere una piccola centrale termoelettrica di vecchia generazione da 320 MW
- ridurre i consumi di un valore pari alla produzione elettrica da fonte eolica italiana (1884 GWh nel 2004)
- fornire energia elettrica a 827.340 famiglie italiane⁶
- alimentare l'intera provincia di Brindisi (dove presenti centrali ambientalmente molto impattanti)⁷

Oppure, infine, quest'energia sarebbe sufficiente ad alimentare tutte le utenze domestiche della regione Liguria⁸: Un po' come se da domani TUTTI i liguri avessero la corrente gratis per stirare, cucinare, illuminare la casa, guardare la tv.

Da questi dati si capisce quanto più utile e produttivo per il nostro paese sarebbe attuare risparmio energetico, anche in un settore che conta per solo l'1,9% dei consumi nazionali, piuttosto che implementare nuove centrali o ricorrere a vecchi carburanti per produrre lo stesso quantitativo di beni e servizi. La diminuzione dell'intensità energetica è infatti una delle priorità che l'Italia dovrebbe darsi in vista del protocollo di Kyoto.

I dati qualitativi relativi all'adozione dei piani comunali energetici, e al miglioramento e svecchiamento del parco lampade stanno a dimostrare che sia sul piano dell'adozione di strategie e provvedimenti che sul piano della permeabilità alle nuove proposte tecnologiche i comuni capoluogo stanno facendo dei passi in avanti.

Certo c'è poi da chiedersi quale sia la qualità, il dettaglio e il respiro dei piani energetici comunali, che non sempre colgono nel segno e a volte rischiano di rimanere un mero adempimento burocratico.

Anche sull'innovazione tecnologica non si può dire molto di più: non è automatico che l'innovazione tecnologica sia sempre quella ottimale, così come non è scontato che le proposte che fanno breccia negli uffici tecnici comunali siano il portato di una accresciuta coscienza ambientale e conoscenza tecnica e gestionale, e non siano invece frutto della semplice pressione lobbistica delle aziende del settore. Se il risultato può a volte essere lo stesso è evidente che il significato politico delle due situazioni è sostanzialmente divergente.

La presenza di figure di riferimento per l'applicazione del piano energetico comunale e per la gestione delle tematiche energetiche, il cosiddetto energy manager, è una spia dell'investimento che le amministrazioni fanno su questo tema. In moltissimi casi, quando anche questa figura era presente nei comuni interpellati, si trattava di un funzionario incaricato di questa incombenza oltre alle altre, spesso predominanti, incombenze che gli spettavano più che di un tecnico specializzato con una specifica indicazione di lavoro e adeguati strumenti. Prova ne sia che in molti casi la difficoltà dei dati era data dalla non disponibilità degli stessi nelle mani del funzionario, che si trovava costretto a rincorrere i dati in molti altri uffici (settore lavori pubblici, provveditorato, ambiente ecc) quando non doveva ricorrere alle aziende a cui il comune aveva esternalizzato il servizio.

⁶ media italiana del consumo domestico pari a 2288 kWh annui

⁷ La provincia di Brindisi consumava, comprendendo ogni tipo di consumo elettrico, 1778 GWh

⁸ Nella regione Liguria i consumi domestici nel 2004 erano pari a 1912 GWh

Su questo punto riteniamo opportuno lanciare un segnale di allarme: molte delle città, soprattutto quelle di maggiori dimensioni, hanno esternalizzato il servizio ad un general contractor che normalmente si occupa degli investimenti e della manutenzione, così come della gestione, mentre in altri casi si occupa solo di queste ultime due. In molti casi questo tipo di gestione ha complicato l'accesso al dato, con significativi ritardi o mancanze nella fornitura degli stessi. A questo si aggiunga che il carattere privatistico del contratto tra l'ente pubblico e l'azienda esclude la possibilità per un portatore di interessi collettivi, come ad esempio Legambiente, di poter esigere l'accesso a questo dato pubblico in maniera diretta come previsto dalla legge; l'unica possibilità rimane infatti che l'amministrazione comunale, una volta entrata in possesso dei dati, li ceda al richiedente. Ci siamo imbattuti talvolta in comuni che dichiaravano una difficoltà nel reperire i dati di ordinaria gestione che andava ben al di là dell'eccezionalità del questionario di questa ricerca.

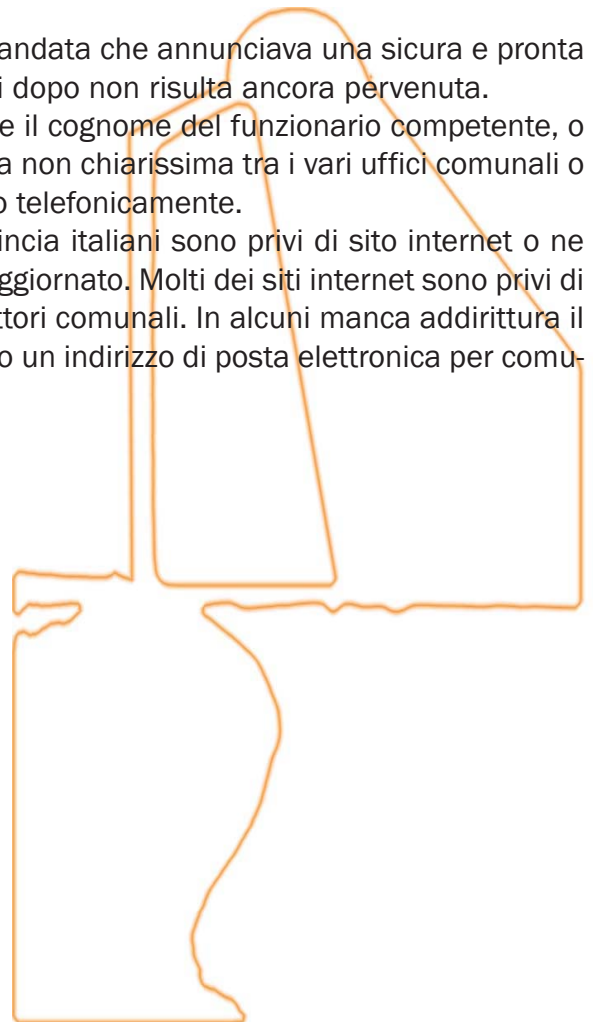
4.2 Difficoltà metodologiche e aneddoti

I primi fax che presentavano la ricerca e allegavano il modulo del questionario sono stati inviati a metà del luglio 2005 e indicavano settembre come termine ultimo di raccolta dei dati. In seguito un secondo e un terzo invio di fax o di email ai funzionari è stato portato a termine entro dicembre 2005 e il 6 gennaio 2006 è stato il termine ultimo ufficialmente fissato per la raccolta del dato. Ciononostante almeno sette questionari sono arrivati a ridosso della chiusura della ricerca. Più di dieci questionari sono arrivati dopo delle email o fax di sollecito che hanno bypassato i funzionari e hanno informato direttamente le segreterie degli assessorati competenti.

In un caso ci è pervenuta una lettera raccomandata che annunciava una sicura e pronta risposta al questionario, che quasi nove mesi dopo non risulta ancora pervenuta.

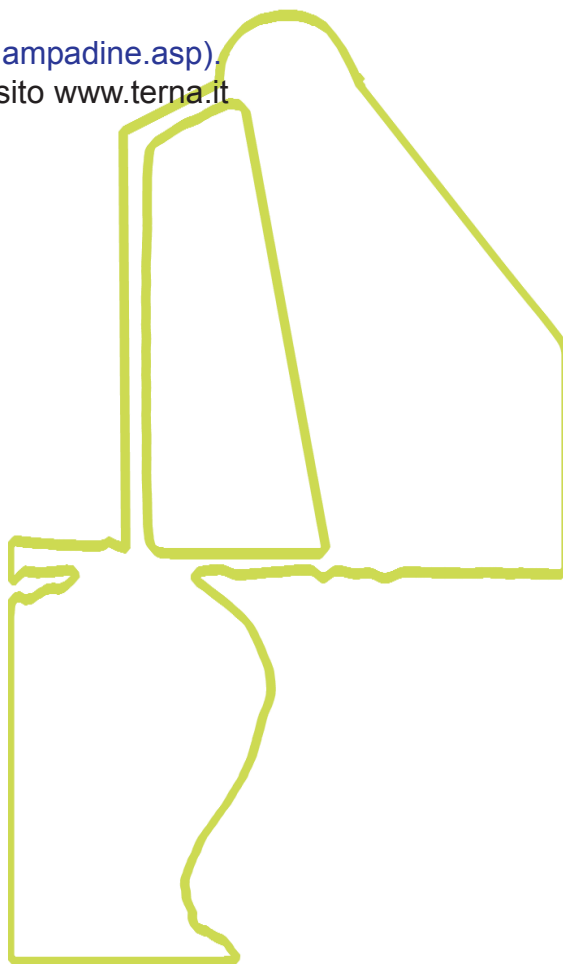
In molti casi è stato difficile reperire il nome e il cognome del funzionario competente, o perché le competenze erano divise in maniera non chiarissima tra i vari uffici comunali o perché non era possibile contattare il servizio telefonicamente.

Per inciso almeno cinque capoluoghi di provincia italiani sono privi di sito internet o ne hanno uno assolutamente inservibile e non aggiornato. Molti dei siti internet sono privi di una rubrica telefonica dei funzionari o dei settori comunali. In alcuni manca addirittura il telefono degli assessori. Moltissimi non hanno un indirizzo di posta elettronica per comunicare questi ultimi.



Bibliografia

- [1] norma UNI 10147
- [2] norma UNI 10224
- [3] norma UNI 10338
- [4] norma UNI 10336
- [5] M. Patetta, C. Valent, " il piano di illuminazione comunale di Bergamo" Luce, n°2, Aprile 1997, pp 90-100-
- [6] norma UNI 10439
- [7] E. Grassani, "impianti di illuminazione", Elettificazione, Dicembre 1993, pagg 51-63.
- [8] S. Rossi, "Illuminazione pubblica: l'alimentazione degli impianti di illuminazione in derivazione e in serie", Luce, Giugno 1999, pp 48-54
- [9] ENEL, Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica, Tuttonormel Editore 1991
- [10] E. Grassani, "Sistemi illuminanti: come programmare l'efficienza e la manutenzione ", Elettificazione, Dicembre 1979, pp 283-289.
- [11] http://www.lightingacademy.org/ency.php?enc=_2 , "il portale della luce"
- [12] <http://deborapd.astro.it/cinzano/libro/node27.html>
- [13] http://www.ing.unirc.it/portale/didattica/files_docenti/006450021620040308130530.pdf
- [14] <http://it.wikipedia.org>
- [15] alcuni dati economici ed efficienza luminosa delle lampade sono stati ricavati dai cataloghi Sylvania (http://www.goodmart.com/products/bulb_incandescent_standard_100w_150w_200w_a_line.htm) e Philips/Osram (<http://www.casadellelampadine.it/lampadine.asp>).
- [16] i dati sul consumo nazionale sono ricavati dal sito www.terna.it



Appendice A

Il programma GREEN LIGHT dell'Agenzia di Protezione Ambientale Europea EPA

Il Programma GreenLight è un'iniziativa volontaria di prevenzione dell'inquinamento che vuole incoraggiare i consumatori non residenziali (pubblici e privati) di elettricità, definiti Partecipanti, a impegnarsi nei confronti della Commissione Europea ad installare nei propri edifici tecnologie d'illuminazione efficienti da un punto di vista energetico ogniqualvolta siano economicamente convenienti, mantenendo o migliorando la qualità dell'illuminazione. Il Programma GreenLight è stato avviato il 7 febbraio 2000 dalla Direzione Generale Energia e Trasporti - DG TREN - della Commissione Europea.

L'obiettivo del Programma GreenLight è ridurre il consumo di energia per illuminazione interna ed esterna in tutta Europa, ottenendo così una riduzione delle emissioni inquinanti e un contenimento del riscaldamento globale. Ulteriore obiettivo è anche il miglioramento della qualità delle condizioni di illuminazione, mentre si riducono i costi di esercizio.

Il punto fondamentale del Programma è un Accordo Volontario, con un suo modulo di adesione firmato dal Partecipante e dalla Commissione, in cui il Partecipante assume i seguenti impegni:

- * Migliorare i sistemi di illuminazione negli edifici esistenti in almeno il 50% delle aree di proprietà, o in affitto a lungo termine; oppure ridurre il consumo totale di elettricità per l'illuminazione delle aree esistenti di almeno il 30%. L'impegno si riferisce alle aree in cui i miglioramenti dell'illuminazione siano economicamente convenienti.

- * Adottare per i nuovi impianti soluzioni che non abbiano alternative che comportino un minor consumo di energia con un investimento supplementare economicamente conveniente, mantenendo o migliorando la qualità dell'illuminazione.

- * Inoltre il Partecipante dovrà completare gli interventi di miglioramento entro 5 anni dall'adesione al programma, presentare ogni anno uno stato di avanzamento, e nominare nell'ambito dell'azienda un Manager responsabile dell'esecuzione del Programma.

Il Programma è del tutto volontario, e le aziende possono liberamente decidere se aderire oppure no. Se un Partecipante non riesce a intervenire nell'area minima richiesta o non riesce ad ottenere la richiesta riduzione nel consumo totale di energia per l'illuminazione, può decidere di abbandonare il programma senza penali, per poi eventualmente aderire nuovamente quando le situazioni fossero divenute più favorevoli.

Le aziende, enti o associazioni ed i professionisti operanti nel settore dell'illuminazione, interessati a promuovere il Programma GreenLight e ad assistere i Partecipanti al Programma sono invitati ad aderire in qualità di Sostenitori (Endorsers) del Programma GreenLight. In compenso i Sostenitori verranno pubblicamente riconosciuti per il loro impegno a supporto del Programma GreenLight. L'adesione al Programma GreenLight per i Sostenitori avviene pure con la firma di un Modulo di adesione.

La Commissione non contribuisce con finanziamenti agli interventi di miglioramento, in quanto gli interventi si ripagano da soli con i risparmi ottenuti, ma supporta i Partecipanti con azioni informative e di pubblico riconoscimento (informazioni in internet, targhe sull'edificio, azioni promozionali, utilizzo esclusivo del logo, concorsi/premi, ecc.). Ulteriori benefici per i

Partecipanti sono:

- * Risparmi economici (devono soltanto sostenere i costi iniziali per gli interventi di miglioramento)
- * Migliori condizioni di illuminazione, a favore sia dei lavoratori che dei clienti
- * Assistenza tecnica ed eventualmente finanziamenti da parte delle ESCO (società di servizi energetici integrati) per gli interventi di miglioramento con recupero sui costi di gestione ridotti
- * Possono dichiarare pubblicamente che partecipano ad un programma europeo di riduzione di emissioni di CO₂, e di essere una società "verde" attenta all'ambiente
- * Pubblicità gratuita per la loro partecipazione da parte di istituzioni pubbliche, in particolare della Commissione Europea.

Il Programma GreenLight è supportato attivamente dalle Agenzie nazionali di 14 paesi europei, e per l'Italia dalla FIRE (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia). www.fire-italia.it

Best Practices

Ecco alcuni esempi virtuosi di enti pubblici che si sono descritti e sono diventati partner del programma Green Light

Il comune di Lecce dei Marsi (AQ) ha sostituito le vecchie lampade a vapori di mercurio usate nell'illuminazione stradale, con lampade al sodio ad alta pressione. L'infrastruttura è stata poi dotata di dispositivi di controllo e temporizzazione che hanno ridotto considerevolmente le ore di impiego su base annuale.

Risparmio energetico sull'illuminazione: 136280 kWh all'anno
Risparmio economico (su consumo elettrico): 12.210 euro all'anno
Tempo di rientro dell'investimento: 14 anni.

Un simile intervento nel comune di Melissano (LE) ha prodotto nel 2002 un risparmio di 578.000 kWh all'anno, divenuti 699.661 nel 2003 e 700.362 nel 2004, con un risparmio in quest'ultimo anno pari a 57.780. Il tempo di rientro dell'investimento è stato di 4 anni.

Trezzano Rosa (MI) ha recentemente sostituito l'illuminazione stradale passando alle lampade a vapori di sodio, ridotto il consumo elettrico per punto luce, il tutto a costo zero per l'amministrazione comunale che si è avvalsa di una ESCO (Energy Saving Company)

I risultati ottenuti sono stati:

- risparmio energetico pari a 96531 kWh annuali
- tempo di rientro dell'investimento: 3 anni.

Padova: pur non prendendo parte al programma Greenlight il comune di Padova ha recentemente varato un programma energetico molto ambizioso e avanzato, in corso di applicazione; il piano è volto alla razionalizzazione della spesa dell'illuminazione pubblica (e non solo, perché il piano prevede anche una razionalizzazione delle spese di riscaldamento e molte altre misure) che prevede la sostituzione di lampade e l'installazione di dispositivi di risparmio che

porteranno ad un risparmio stimato di ca 5.838.000 kWh, pari a ca. 560.000 euro all'anno, e mancate emissioni di CO2 per 3853 T eq, l'anno; Il tempo di ritorno dell'investimento è pari a 5 anni.

Amburgo

Molto interessante è il caso della città tedesca di Amburgo: nel 1992 il comune lanciò un progetto: "cambio di lampade: 2-1 per il clima" che consisteva in una campagna di ristrutturazione e rifacimento dell'illuminazione di tutti gli edifici pubblici come scuole, università, ospedali, tunnel, teatri, musei ecc.

I risultati sono stati i seguenti:

- 450 edifici coinvolti
- investimenti per 22.700.000 euro
- risparmio energetico pari a 22.500.000 kWh all'anno

L'illuminazione dei tunnel è in funzione 24 ore su 24. Nel gennaio del 2000 il comune di Amburgo ha sostituito 463 vecchie lampade in tunnel con altrettante lampade a vapori di sodio, diminuendo così di un milione di kWh il consumo annuo e snellendo di ben 82.100 euro l'anno la fattura energetica

Note di compilazione

Per i comuni di Cagliari, Catania, Rimini, Torino e Udine erano disponibili solo i dati 2003 (Milano 2002). Per permetterne comunque l'analisi e il confronto con le altre città si sono utilizzati tali valori anche per l'anno 2004.

La potenza installata è stata desunta dal consumo per i comuni di: Alessandria, Biella, Lodi, Massa, Nuoro, Venezia in quanto il dato era mancante o non coerente.

Il procedimento con cui si è ricavato tale valore è il seguente:

La potenza installata è stata desunta dal valore ricavato dall'elenco dettagliato del parco lampade per i comuni di:

Ascoli Piceno, Bari, Caltanissetta, Ferrara, Forlì, Frosinone, Latina, Lecce, Lecco, Lucca, Pescara, Pisa, Prato, Roma, Vicenza, Viterbo in quanto il dato era mancante o non coerente.

Si è considerato come valore 2004 di potenza installata il dato del 2003 per il comune di: Avellino in quanto il dato non era disponibile.

Si è considerato come valore 2003 di potenza installata il dato del 2004 per i comuni di: Padova, Roma in quanto il dato non era disponibile.

Il consumo è stato desunto dalla potenza installata (con il procedimento illustrato nel capitolo 3.3) per i comuni di:

Ancona, Arezzo, Avellino, Campobasso, Catanzaro, Cuneo, Forlì, Frosinone, Livorno, Lucca, Novara, Pavia, Pescara, Pisa, Pordenone, Ravenna, Rimini, Roma, Trapani, Trento, Verbania, Viterbo. In quanto il dato era mancante o non coerente.

Si è considerato come valore 2004 di consumo il dato del 2003 per il comune di:

Nuoro, in quanto il dato non era disponibile.

Si è considerato come valore 2003 di consumo il dato del 2004 per i comuni di:
Padova, Roma, in quanto il dato non era disponibile.

Nel calcolo dell'indice numerico 3 (punti luce su consumo), per Ancona si è utilizzato come numero di punti luce il valore dichiarato dal comune (19.025) e non quello ottenuto dalla somma delle tipologie di lampade (7.154) in quanto quest'ultimo dato era palesemente incompleto.

