



LINEE GUIDA per la redazione di piani di illuminazione comunale in Alto Adige

EURAC - Istituto per il Management Pubblico
Agenzia provinciale per l'ambiente - Ufficio risparmio energetico

Le presenti linee guida sono state redatte nell'ambito del progetto di cooperazione “Creazione delle basi per la redazione di piani di illuminazione comunale” realizzato tra i comuni pilota di Moso in Passiria, San Leonardo in Passiria, San Martino in Passiria, Rifiano, Caines e Scena con il sostegno dello studio illuminotecnico *Lichtraum*².



EURAC

research

EURAC - Istituto per il Management Pubblico

Viale Druso 1, 39100 Bolzano

Tel. +39 0471 055410, Fax. +39 0471 055499

public.management@eurac.edu, www.eurac.edu

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL
Landesagentur für Umwelt



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
Agenzia provinciale per l'ambiente

Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige
Agenzia provinciale per l'ambiente - Ufficio risparmio energetico
Via Mendola 33, 39100 Bolzano
Tel. +39 0471 41 47 20, Fax +39 0471 41 47 39
risparmio.energetico@provincia.bz.it, www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/

Contatti:

Vanessa Thurner (EURAC)
Viale Druso 1, 39100 Bolzano
Tel. +39 0471 05 54 12
vanessa.thurner@eurac.edu

Walter Haberer (Ufficio Risparmio energetico)
Via Mendola 33, 39100 Bolzano
Tel.: +39 0471 41 47 26
walter.haberer@provincia.bz.it

ISBN 978-88-88906-96-6

Published in Bolzano/ Bozen in February 2014

Indice

Prefazione	5
Introduzione	6
1. Inquinamento luminoso	8
1.1. Concetto	8
1.2. Cause	9
1.3. Conseguenze	10
1.4. Costi dell'energia	12
2. Quadro normativo	13
3. Istruzioni per i comuni	17
4. Censimento dell'illuminazione pubblica esterna	18
4.1. Rilevazione dei punti luce	18
4.2. Rilevazione dettagliata punto luce	21
4.3. Sintesi della rilevazione	23
5. Piano di intervento	26
6. Basi per l'attuazione	33
6.1. Norme tecniche	33
6.2. Classificazione delle strade	42
6.3. Apparecchi illuminanti	44
6.4. Sorgenti luminose	46
6.5. Sistemi LED	50
7. Piani di illuminazione in Europa	53
8. I comuni pilota	57
9. Forme di finanziamento	62

10. Glossario.....	64
Indice delle figure.....	66
Indice delle tabelle	67
Bibliografia e indice delle fonti	68
Allegati.....	70

Prefazione

“Un uomo che deve spostare una montagna, comincia dalle piccole pietre”. Questo proverbio cinese mostra un approccio con il quale è possibile mettere in pratica il modello della sostenibilità nella vita di ogni giorno. La sostenibilità dovrebbe rappresentare per ognuno un processo di miglioramento costante, da perseguire con coerenza in qualsiasi campo della vita. Tutti noi possiamo compiere ogni giorno un piccolo sforzo per agire in modo sostenibile.

È appena il caso di ricordare che trovare soluzioni sostenibili alla nostra voracità energetica sarà la sfida dei prossimi decenni. Per questo abbiamo a disposizione due strumenti: l'utilizzo efficiente e intelligente dell'energia e il ricavo di energia da fonti rinnovabili. L'utilizzo intelligente dell'energia nei termini di una maggiore efficienza energetica è il passo principale.

Le presenti linee guida offrono ai comuni uno strumento nella direzione di una maggiore sostenibilità, in linea con l'orientamento verso lo sviluppo dell'Alto Adige in *KlimaLand* espresso nella strategia sul clima *Energia Alto Adige 2050* approvata nel 2011 dalla Giunta provinciale. Le misure contenute in questa guida contribuiscono a prevenire l'inquinamento luminoso e al risparmio energetico a livello comunale.

È molto incoraggianate che alcuni comuni si siano già cimentati con il tema dell'inquinamento luminoso e abbiano iniziato a redigere il loro piano di illuminazione. Con il loro impegno questi comuni aggiungono una pietra, nel senso dell'aforisma citato in apertura, e danno un contributo attivo al miglioramento della sostenibilità di questa terra.

Dott. Flavio Ruffini
Direttore della Ripartizione Agenzia per l'ambiente

Introduzione

Il 31 luglio 2012 sono entrati in vigore i criteri per le misure di contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico approvati con delibera della giunta provinciale 30 dicembre 2011, n. 2057. Questa disposizione obbliga i comuni e i proprietari degli impianti di illuminazione pubblica che gestiscono più di 50 punti luce sul territorio provinciale a censire il complesso degli impianti di illuminazione pubblica esistenti e a redigere un piano di intervento per il loro adeguamento al dettato normativo. Sulla pagina Internet dell'Agenzia provinciale per l'ambiente i comuni possono trovare informazioni sull'inquinamento luminoso e scaricare i moduli per la rilevazione dello stato attuale dell'illuminazione pubblica. Le presenti linee guida forniscono indicazioni precise su come redigere un piano di intervento relativo agli adeguamenti da operare.

Le linee guida sono state elaborate nell'ambito del progetto "Basi per la redazione di piani di illuminazione comunale" svolto in cooperazione tra l'Agenzia provinciale per l'ambiente - Ufficio Risparmio energetico, l'Istituto per il Management Pubblico dell'EURAC e i comuni pilota di Moso in Passiria, San Leonardo in Passiria, San Martino in Passiria, Rifiano, Caines e Scena. Il progetto è stato realizzato con il sostegno dell'Istituto per il Telerilevamento Applicato dell'EURAC e dello studio di progettazione illuminotecnica *Lichtraum*².

Nel 2008 la Commissione europea ha lanciato il patto dei sindaci. Il patto impegna gli enti aderenti ad andare oltre gli obiettivi fissati dall' Unione Europea per il 2020, che consistono nell'abbattimento del 20% delle emissioni di anidride carbonica tramite misure di efficienza energetica e altre azioni collegate allo sviluppo di fonti rinnovabili. Un piano di illuminazione pubblica potrebbe aiutare a raggiungere questo obiettivo. Il 30 settembre 2013 la Giunta provinciale ha individuato nella Provincia l'ente coordinatore responsabile di promuovere l'adesione al patto dei sindaci da parte dei Comuni locali.

A spingere i comuni a un adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica non sono solo le prescrizioni normative (capitolo 2). Specie in tempi di crisi economica il risparmio energetico diventa una necessità prioritaria perché l'illuminazione pubblica assorbe molta energia e perciò anche molto denaro. Molti territori sono esposti a un'illuminazione eccessiva, altri non dovrebbero affatto essere illuminati. Per non parlare dei danni per l'ambiente, per gli animali e per la salute umana (capitolo 1).

Un altro importante aspetto da considerare è il potenziale dell'illuminazione esterna per l'immagine della città. L'illuminazione notturna modella l'ambiente urbano conferendo al comune un'identità propria. Mostra ciò che deve essere mostrato,

accentua ciò che deve essere accentuato e occulta ciò che deve essere occultato. Quanto più l'immagine notturna della città risulta omogenea, tanto più sarà efficace e raggiungerà il suo obiettivo.

Mettendo in atto il loro piano di illuminazione i comuni dell'Alto Adige possono risparmiare energia, contenere l'inquinamento luminoso, aumentare la sicurezza stradale e valorizzare la loro immagine. Questa guida offre un orientamento in questo senso (capitolo 3) e altre utili informazioni (capitoli 4-8).

1. Inquinamento luminoso

1.1. Concetto

L'inquinamento luminoso è un fenomeno concomitante dell'industrializzazione e si verifica soprattutto nelle regioni densamente popolate dei paesi industriali. Il termine inquinamento luminoso indica lo schiarimento del cielo notturno tramite le fonti luminose artificiali, che disperdoni luce negli strati atmosferici.¹

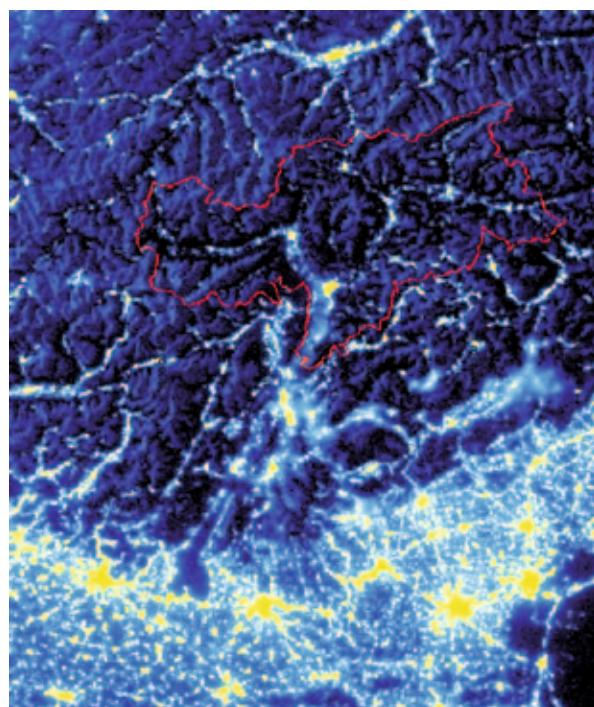


Figura 1: Inquinamento luminoso nel Nord Italia²

Il concetto di inquinamento luminoso può facilmente indurre a interpretazioni fuorvianti. In effetti, a determinare l'inquinamento non è la luce in generale, bensì la luce degli impianti di illuminazione artificiale che di notte viene riflessa nell'ambiente. Per questo motivo, nell'area tedesca è invalsa anche l'espressione alternativa *Lichtsmog* (smog luminoso).³ Il termine equivalente in inglese è *light pollution* mentre in Italia si parla in genere di "inquinamento luminoso".

1 Online in Internet: URL: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso.asp> [3.12.2013].

2 Immagine acquisita dalla stazione di ricezione satellitare del Corno del Renon dell'Istituto di Telerilevamento Applicato dell'EURAC.

3 Online in Internet: URL: <http://www.lichtverschmutzung.de> [30.11.13].

1.2. Cause

Un classico esempio di **inquinamento luminoso diretto** è rappresentato dagli apparecchi di illuminazione a sfera (figura 2) tuttora largamente usati per l'illuminazione stradale e responsabili di circa la metà della luce prodotta e diffusa direttamente nel cielo. Anche la pubblicità luminosa notturna, con le sue insegne, proiettori di fasci luminosi e dispositivi luminosi di vario tipo, può esporre a un maggiore inquinamento notturno. D'altra parte, i dispositivi luminosi usati per l'illuminazione indiretta, come i corpi illuminanti a pavimento, arrivano a immettere nell'atmosfera oltre il 50 % della luce complessiva. L'**inquinamento luminoso indiretto** è causato da sorgenti di luce che pur non irradiandosi direttamente nel cielo contribuiscono ad alterare la quantità di luce presente di notte nell'ambiente (per es. proiettori).



Figura 2: Apparecchio di illuminazione a sfera

Le cause principali dell'inquinamento luminoso sono le seguenti:

- gli impianti di illuminazione sovrdimensionati o inutili;
- i corpi luminosi che disperdoni luce verso l'alto;
- i fari che proiettano fasci luminosi verso il cielo;
- l'illuminazione notturna continuata.⁴

⁴ Online in Internet: URL: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso.asp> [3.12.2013].

1.3. Conseguenze

L'inquinamento luminoso provoca molteplici danni e problemi legati all'ambiente, all'universo, all'uomo e a tutte le specie viventi. A causa dell'aumento della luminosità del cielo circa un quinto della popolazione mondiale, più di due terzi della popolazione degli Stati Uniti e più della metà della popolazione europea ha perso la possibilità di vedere ad occhio nudo la Via Lattea.⁵ Oltre a costituire un inutile spreco energetico, di risorse e, quindi, di denaro l'inquinamento luminoso ha provato effetti sulla salute di tutti gli esseri viventi. Per esempio, secondo studi recenti una prolungata esposizione all'illuminazione artificiale notturna aumenterebbe il rischio di tumore al seno nella donna.⁶

L'inquinamento luminoso ha conseguenze negative sull'uomo, sulla flora e la fauna, sull'ambiente e sull'astronomia.

Nel 2005 l'Ufficio federale dell'ambiente svizzero⁷ ha condotto uno studio sull'illuminazione artificiale notturna in Svizzera. L'illuminazione artificiale su una superficie insediativa di appena 2.800 km² ha generato una situazione in cui in tutta la Svizzera, la cui superficie complessiva è pari a 41.000 km², non esiste più nemmeno un metro quadrato di superficie incontaminata, cioè non alterata da fonti di luce non naturale.

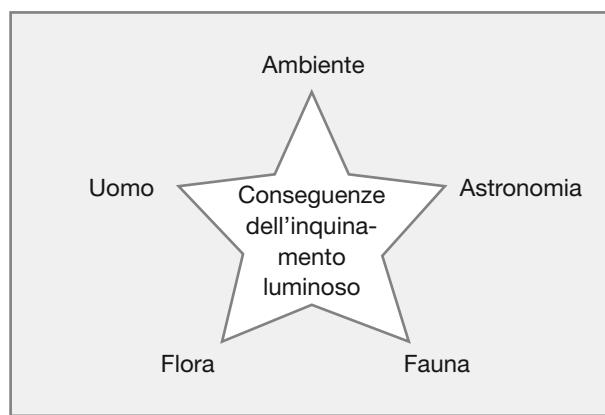


Figura 3: Conseguenze dell'inquinamento luminoso

-
- 5 Cinzano, P.; Falchi, F. und Elvidge, C. (2001): The first world atlas of the artificial night sky brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, n. 328, pagg. 689-707.
- 6 Kloog, I., Haim, A; Stevens, R. G.; Barchana, M. & Portnov, B. A. (2008): Light at night co-distributes with incident breast but not lung cancer in the female population of Israel, in: Chronobiology International 2008 feb. 25 (1), pagg. 65-81.
- 7 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern, (2005): Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen Ausmass, Ursachen und Auswirkungen für die Umwelt.

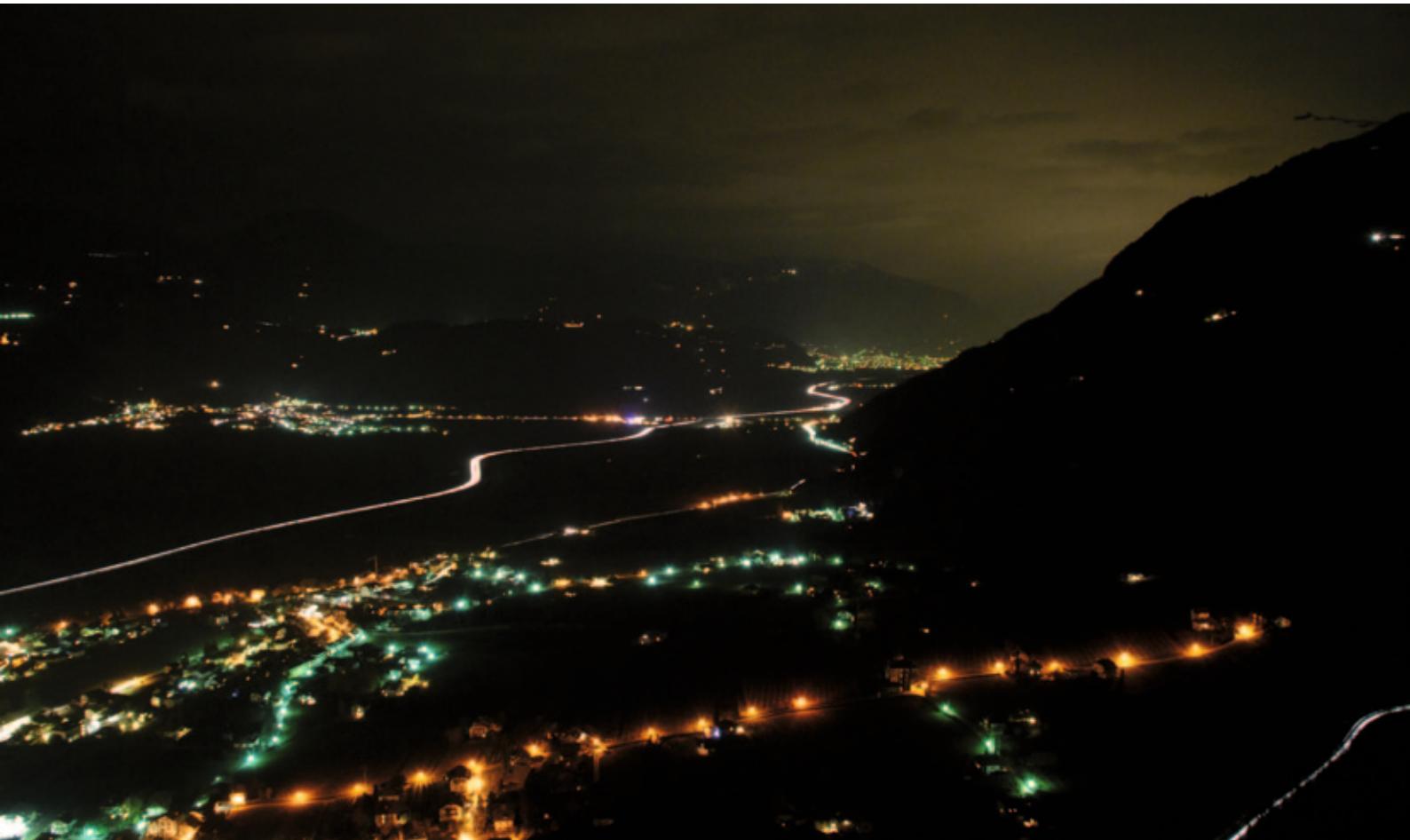


Figura 4: Inquinamento luminoso in Alto Adige

L'inquinamento luminoso costituisce un problema anche in Alto Adige. Nella figura 4 la superficie valliva lungo la quale si snoda la superstrada Merano-Bolzano (MeBo) appare punteggiata di luci di colore arancione, bianco e verde. In primo piano è riconoscibile Terlano e a sinistra Nalles, sullo sfondo Lana e persino la cappa luminescente sopra la città di Merano. Impianti sportivi, insegne pubblicitarie e *skybeamer* illuminano il cielo notturno, spesso in modo ingiustificato. L'attività dell'osservatorio astronomico Max Valier di San Valentino in Campo (comune di Cornedo) è disturbata dall'inquinamento luminoso e un ulteriore peggioramento della situazione comprometterebbe gravemente le osservazioni astronomiche.

La fotometria eseguita in val Passiria nell'ambito del progetto “Piani di illuminazione comunale” mostra che l'inquinamento luminoso è effettivamente un problema e tale problema deve essere arginato. È possibile ottenere grandi effetti con semplici accorgimenti: la revisione e il riposizionamento delle fonti di luce dove effettivamente è necessario.

1.4. Costi dell'energia

La spesa energetica annua per l'illuminazione notturna dell'ambiente ammonta solo in Italia a circa un miliardo di euro. Quasi il 50 % della luce emessa dagli apparecchi di illuminazione stradale viene inutilmente dispersa verso l'alto e nell'ambiente. Inoltre molti impianti di illuminazione sono sovradimensionati rispetto al loro scopo. Per tutta la notte innumerevoli strade, vie, parchi, ma anche facciate di edifici e complessi industriali vengono illuminati in modo eccessivo benché dopo la mezzanotte un'illuminazione così intensiva sia del tutto ingiustificata. Specie nelle zone urbanizzate o a vocazione turistica si osserva la tendenza crescente a usare la luce artificiale come elemento di decoro urbano. Con un concetto d'illuminazione i costi dell'energia potrebbero essere drasticamente ridotti.⁸

Nel 2009 in Alto Adige il consumo energetico per l'illuminazione pubblica è stato di circa 76 gigawattora (GWh)⁹.¹⁰

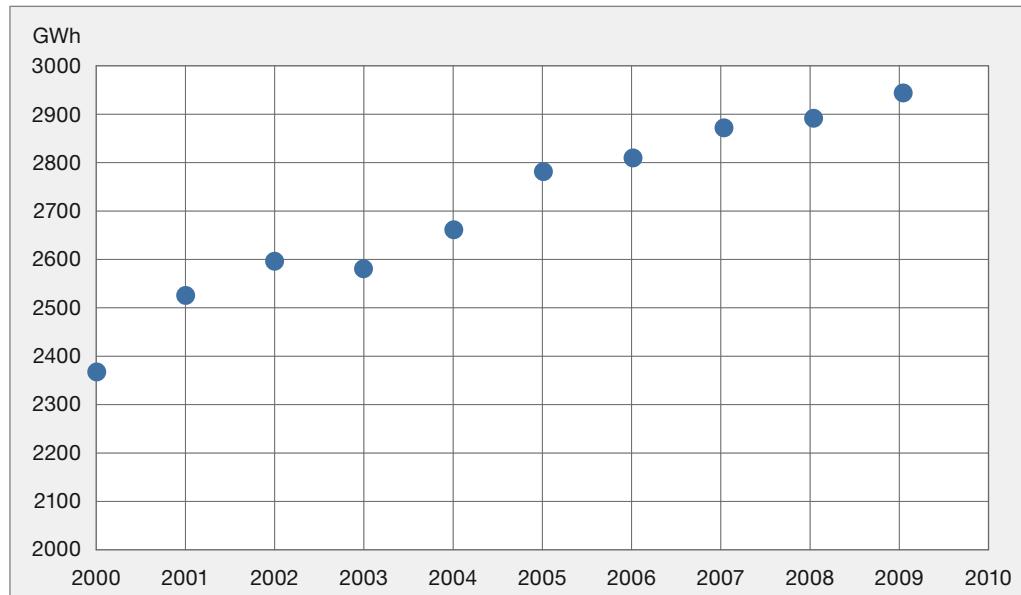


Figura 5: Consumo di energia elettrica in Alto Adige 2000-2009¹¹

8 Online in Internet: URL: <http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/energie/lichtverschmutzung.asp> [30.07.13].

9 La sigla GWh sta' per Gigawattora. Un GWh è pari a 1.000.000 kWh.

10 Bilancio energetico dell'Alto Adige - 2009 (dati ASTAT).

11 Bilancio energetico dell'Alto Adige - 2009, (dati ASTAT), pagg. 39 e 42, elaborazione Eurac.

2. Quadro normativo

In materia di illuminazione pubblica esistono diverse disposizioni normative. A livello nazionale un importante punto di riferimento è il codice della strada¹², che qualifica l'illuminazione stradale come uno strumento funzionale a garantire la sicurezza della circolazione stradale. La disciplina della circolazione stradale è rimessa a una serie di norme tecniche (UNI, UNI EN ISO, UNI EN, CEI ecc.) che regolamentano l'illuminazione pubblica fin nei minimi dettagli, dalla distanza dei punti luce all'intensità della luce, alla lunghezza del braccio del palo di sostegno. Tra queste la principale è la normativa europea EN 13201, che suddivide le strade in categorie illuminotecniche e prescrive i rispettivi valori di illuminamento urbano.

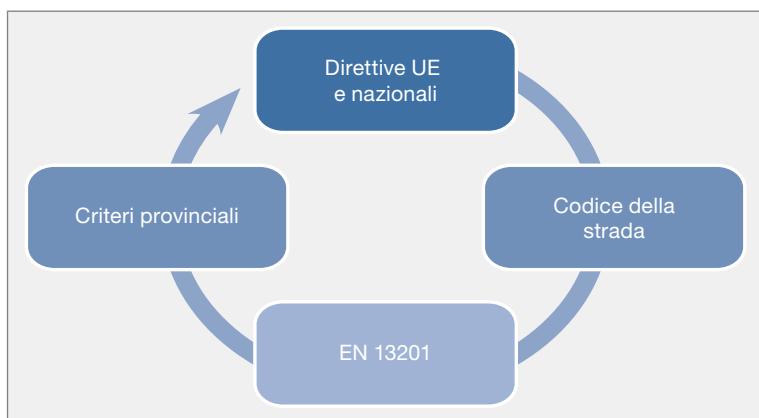


Figura 6:
Quadro normativo

A causa del suo elevato consumo energetico l'illuminazione pubblica rientra nella normativa emanata dall'Unione Europea in materia di efficienza energetica.¹³ In particolare, la direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 6 luglio 2005, relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile, prescrive i requisiti di efficienza dei prodotti che consumano energia. I successivi regolamenti attuativi disciplinano la materia nel dettaglio. A partire dal 2015 l'Unione Europea vieta l'utilizzo di lampade ai vapori di mercurio (regolamento CE n. 245/2009).¹⁴

12 D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285, Nuovo codice della strada, pubblicato nella G.U. 18 maggio 1992, n. 114, suppl. ord. n. 74.

13 Direttiva 2005/32/CE, del Parlamento europeo e del Consiglio del 6 luglio 2005.

14 Regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione del 18 marzo 2009 recante modalità di esecuzione della direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade, e che abroga la direttiva 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

In Italia esistono diverse leggi regionali sull'inquinamento luminoso.¹⁵ Nella maggior parte dei casi il legislatore ha introdotto l'obbligo per i comuni di redigere il PRIC (Piano Regolatore Illuminazione Comunale) quale strumento operativo per contenere l'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico. Parallelamente sono state pubblicate diverse linee guida per la redazione del PRIC.

Anche in Alto Adige tutte le amministrazioni comunali sono tenute a censire la consistenza e lo stato di manutenzione degli impianti di illuminazione pubblica del territorio di loro competenza e a redigere un piano di intervento per l'adeguamento degli impianti esistenti. Tale obbligo decorre a partire dal 31 luglio 2012, data dell'entrata in vigore della legge provinciale n. 4/2011,¹⁶ nonché della deliberazione della giunta provinciale 30 dicembre 2011, n. 2057 relativa all'approvazione dei criteri per la misure di contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico.

Nel panorama europeo esistono varie direttive contro l'inquinamento luminoso. La principale è la EN13201, emanata dall'ente normatore europeo nel 2004 e composta da quattro parti. Nella prima parte, relativa alla selezione delle categorie illuminotecniche, viene indicato come classificare le strade e determinare la categoria illuminotecnica di riferimento in base al flusso di traffico e alle condizioni di illuminazione delle strade. Tale operazione è necessaria ai fini della determinazione dei cosiddetti requisiti prestazionali, esposti nella seconda parte, ossia i parametri quantitativi e qualitativi che le diverse zone di traffico devono rispettare. La terza parte, relativa al calcolo delle prestazioni, descrive gli algoritmi e le convenzioni per il calcolo delle prestazioni. Infine, la quarta parte presenta i metodi e le procedure di misurazione delle prestazioni fotometriche.¹⁷

Le presenti linee guida non sostituiscono nessuna delle norme citate. Il loro obiettivo è piuttosto quello di offrire una panoramica completa, benché sintetica, sul tema dei piani di illuminazione pubblica.

15 Abruzzo (L. r. n. 12/2005), Basilicata (L. r. n. 41/2000), Campania (L. r. n. 12/2002), Emilia Romagna (L. r. n. 19/2003), Friuli Venezia Giulia (L. r. n. 15/2007), Lazio (L. r. n. 23/2000), Liguria (L. r. n. 22/2007), Lombardia (L. R. n. 5/2007), Marche (L. r. n. 10/2010), Molise (L. r. n. 2/2002), Piemonte (L. r. n. 31/2000), Puglia (L. r. n. 15/2005), Sardegna (L. r. n. 2/2007), Toscana (L. r. n. 37/2000), Umbria (L. r. n. 20/2005), Val d'Aosta (L. r. n. 17/1998) e Veneto (L. r. n. 17/2009).

16 Legge provinciale 21 giugno 2011, n. 4, Misure di contenimento dell'inquinamento luminoso ed altre disposizioni in materia di utilizzo di acque pubbliche, procedimento amministrativo ed urbanistica, pubblicata nel B.U. n. 31/I-II del 31/07/2012.

17 Online in Internet: URL: http://www.trilux.com/uploads/media/33_3_Europas_Strassen-D_02.pdf [18.11.13].



Figura 7: Spegnimento alternato dei lampioni della luce

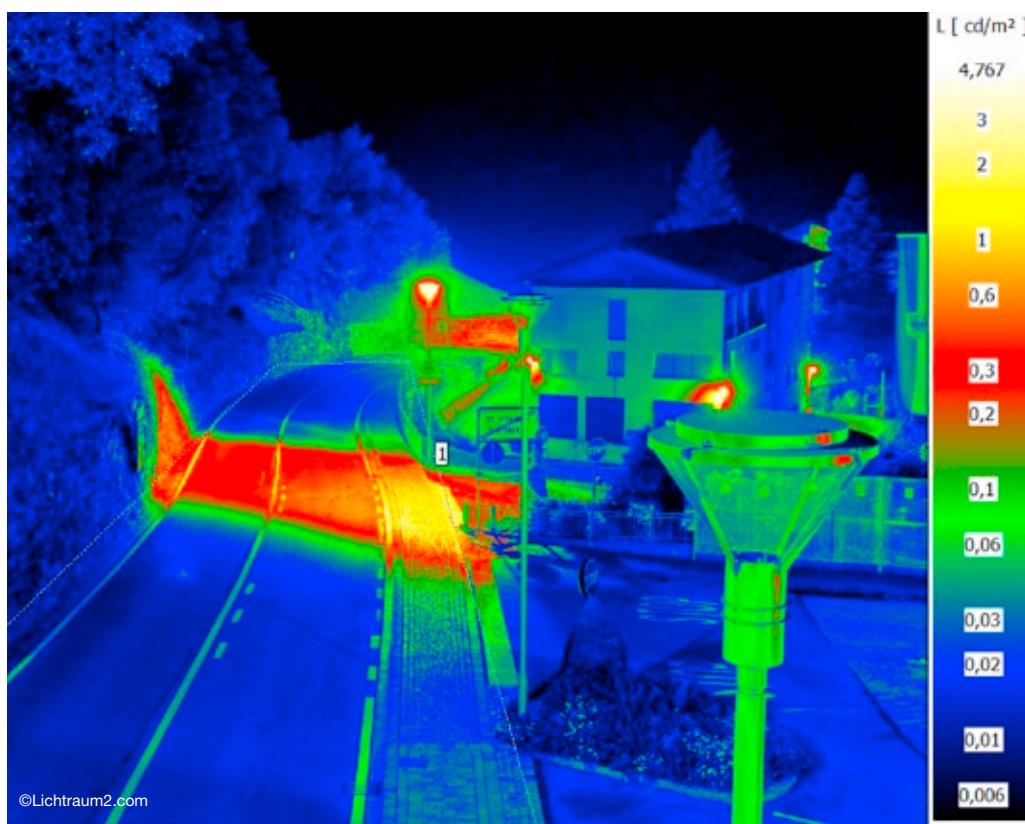


Figura 8: Calcolo della luminanza di una strada con sistema di illuminazione alternata

Nell'ambito della riflessione sviluppata durante il progetto sulle misure adottabili ai fini della riduzione del consumo energetico una questione ricorrente è stata se lo spegnimento alternato degli apparecchi di illuminazione dopo la mezzanotte sia a norma di legge. La figura 7 mostra un esempio di una strada illuminata con alcuni lampioni della luce spenti.

È possibile rispondere a questa domanda facendo riferimento alla norma europea EN 13201, secondo la quale la luminosità dell'ambiente dipende dal flusso di traffico e dai limiti di velocità vigenti. Nell'immagine 7 due lampioni della luce sono spenti, mentre il terzo proietta un fascio di luce molto intensa che attraversa longitudinalmente la strada fino a colpire il muretto antistante, a sinistra nella foto. È piuttosto evidente che tali condizioni di luce non garantiscono una visibilità uniforme e diffusa, ritenuta ottimale per il conducente di un qualsiasi veicolo.

La figura 8 mostra i valori di luminanza, cioè l'intensità luminosa percepita, della situazione mostrata nella figura 7. La luminanza è concentrata su una piccola fetta di strada (settori rosso, arancione e giallo) mentre il resto della strada resta praticamente al buio (zona blu). Le zone come questa costituiscono evidentemente un pericolo. Al contrario, le zone in corrispondenza del settore verde sono a norma, benché in questo caso siano poco presenti.

I risultati di questa misurazione portano alla conclusione che i comuni che utilizzano il sistema di spegnimento alternato delle apparecchiature luminose non sono a norma. Un'alternativa è di ridurre l'emissione della luce. Attraverso l'utilizzo di appositi dispositivi, i cosiddetti interrutori ad inserzione serale, è possibile ridurre l'emissione di luce fino al 60 % garantendo condizioni di luminosità costante, di sicurezza e di risparmio energetico.

3. Istruzioni per i comuni

In base ai criteri provinciali contro l'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico ogni comune e ogni altro proprietario di impianti di illuminazione esterna pubblica con oltre 50 punti luce è tenuto a redigere un piano di illuminazione comprendente il censimento dello stato degli impianti che compongono il sistema di illuminazione pubblica e la definizione di un piano di intervento diretto alla realizzazione di nuove installazioni e all'adeguamento o sostituzione degli impianti esistenti.



Figura 9:
Piano di
illuminazione

Il censimento deve essere effettuato nel rispetto degli standard formali e di contenuto fissati dalla provincia. In particolare, devono essere censiti il numero e lo stato attuale dei punti luce, dei pali, degli apparecchi di illuminazione, dei quadri e dei conduttori elettrici, con indicazione della loro posizione. Le disposizioni provinciali per la redazione del piano di intervento sono meno vincolanti, limitandosi a stabilire che ogni comune redige e approva con delibera interna un piano di intervento per il graduale adeguamento degli impianti di illuminazione esistenti alle disposizioni dei criteri provinciali. Nei prossimi due capitoli, riguardanti rispettivamente la rilevazione della situazione attuale e il piano di illuminazione, si trovano le spiegazioni dei principali concetti e tutte le informazioni basilari.

4. Censimento dell'illuminazione pubblica esterna

Per classificare i punti luce è possibile utilizzare il foglio excel mostrato nella figura 10 (vedi allegato, tabella 1). Devono essere compilati solo i campi di colore bianco mentre i campi in giallo vengono calcolati automaticamente in excel (online in: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso-rilevamento.asp>). La figura 10 mostra un esempio di rilevazione relativo al comune di San Leonardo in Passiria.

4.1. Rilevazione dei punti luce

Rilevamento dell'illuminazione esterna: strada/piazza/parcheggio/ciclabile/marciapiede/parco/impianto sportivo ecc.									
Proprietario degli impianti di illuminazione		Comune di San Leonardo in Passiria							
Gli impianti si trovano nel Comune di		San Leonardo in Passiria			Frazione		centro		
Nome della strada/piazza ecc.		Categoria della strada secondo D.M. 05.novembre 2001 n.6792 e D.L. 30 aprile 1992, n.285, art.2						impianto sportivo	monumento storico
via Andreas Hofer		A	B	C	D	E	F	F-bis	Piazza
lunghezza della strada in m, oppure superficie della piazza in		descrizione della strada/piazza							
circa 500		Parzialmente strada residenziale che parte dalla strada principale verso sudovest. La piazza Raiffeisen è raggiungibile su questa strada. Gli impianti di illuminazione esterna pubblica in questa strada sono abbastanza vecchi.						Altri	
anno di realizzazione oppure di sostituzione dell'impianto per		descrizione (categoria "altri", impianto sportivo, monumento storico/artistico)							
n.s.									
Punti luce con apparecchio illuminante del tipo									
A	B	C	D	E	Combinato	Altri	LM	PRS	Somma dei punti luce
Totalmente schermato (full Cut Off)	Schematico con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna ecc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.	Punto luce con diversi tipi di apparecchi di illuminazione		Palo luce con fari	Proiettori per illuminazione monumenti storici artistici etc.	
Numero dei punti luce per tipo di apparecchio di illuminazione			11						11
Tipo sorgente luminosa									
HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I	UNBE
Lampada agli ioduri metallici	Lampada a vapori di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lampada fluorescente compatta	Lampada fluorescente tubolare	LED	Lampada a incandescenza	Tipo sconosciuto
Numero delle sorgenti luminose	3	8							
Potenza singola della sorgente luminosa per tipo in watt	70	150							
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in watt	210	1.200	0	0	0	0	0	0	0
Potenza elettrica totale in kw	1,41	Durata di accensione giornaliera media	10	Giornate di esercizio all'anno	365				
Consumo annuale di energia elettrica in kwh	5.147	Costi annuali corrente elettrica		1.029,30 €					
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh	0,200 €								

Figura 10: Rilevazione dei punti luce in via Andreas Hofer (Comune di San Leonardo in Passiria)

La rilevazione può essere fatta usando come base una piantina della città dove siano riportate tutte le strade, vie e piazze. La rilevazione deve essere completa e non possono essere omessi parcheggi, marciapiedi, piste ciclabili, impianti sportivi. I termini presenti nel modulo excel saranno spiegati nei prossimi capitoli.

La figura 10 mostra una rilevazione di massima che un collaboratore comunale può eseguire in tempi relativamente brevi e senza particolari difficoltà. In questo

modo, tuttavia, non è possibile rilevare tutti i dati necessari per la definizione di un piano di efficientamento dell'illuminazione pubblica.

Nella rilevazione mostrata nella figura 11 è indicata la posizione dei punti luce relativi all'illuminazione stradale di una via. Questo tipo di misurazione è molto adatto per quanto riguarda la manutenzione degli impianti di illuminazione.

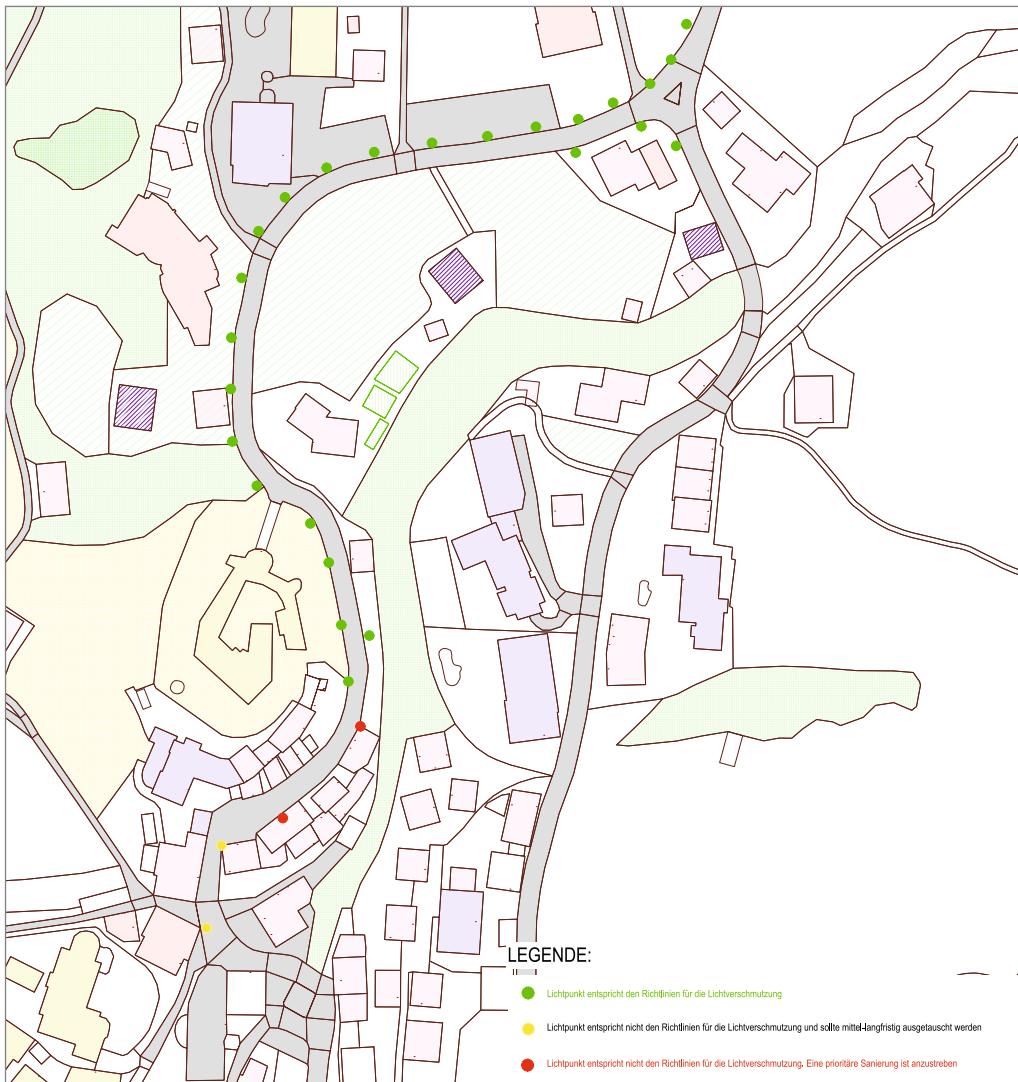


Figura 11: Rilevazione posizione dei punti luce in via Castello (Comune di Scena)

Nel caso di una strada con molti punti luce diversi tra loro la rilevazione con il foglio excel predisposto dalla Provincia può risultare alquanto laboriosa. Può infatti succedere che benché a prima vista due o più punti luce possano sembrare identici, di fatto presentano caratteristiche funzionali e rese anche molto differenti tra loro. Una situazione simile è stata riscontrata nel comune di Moso in Passiria. Per ovviare a tali difficoltà è stata sviluppata una nuova procedura, poi testata nel comune di Caines

(vedi figura 12). Nella checklist non solo è possibile inserire ogni punto luce singolarmente, ma anche definire differenti tipologie di punti luce e punti luce con caratteristiche identiche.

Checklist per la rilevazione degli impianti esterni: comune _____										facoltativo
ID	Posizione del punto luce	Numero apparecchi illuminanti	Tipo di apparecchio illuminante	Tipo di sorgente illuminata	Potenza elettrica (watt)	Distanza da ID 1	Anno di realizzazione	Tipo di fissaggio	Tipo palo	
1	via Caines	1	C	mercurio	80+10 watt	-	1995	palo	palo diritto	4 m
2	vedi ID 1					63 m				
3	vedi ID 2					62 m				
4	vedi ID 3					50 m				
5	vedi ID 4					62 m				
6	vedi ID 5					65 m				
7	vedi ID 6					62 m				
8	vedi ID 7					60 m				
9	vedi ID 8					55 m				
10	vedi ID 9					52 m				
11	vedi ID 10					63 m				
12	come ID 1, tranne					50 m		sul muro		3 m
13	etc.									
14										
15										
16										

Figura 12: Checklist per la rilevazione degli impianti esterni, esempio comune di Caines

4.2. Rilevazione dettagliata punto luce

Nel corso del progetto “Piani di illuminazione” svolto con la collaborazione dei comuni della Val Passiria e dintorni è emerso chiaramente che una rilevazione esatta e dettagliata dell’attuale situazione dell’illuminazione pubblica è un presupposto fondamentale per le fasi successive del progetto. Nel momento in cui un comune decide di rinnovare l’illuminazione pubblica esterna deve conoscere sia la consistenza e lo stato degli impianti di illuminazione esistenti, sia i requisiti ai quali deve rispondere la nuova illuminazione stradale. A questo scopo è anzitutto necessario che il comune rilevi le caratteristiche delle strade, delle piazze e ogni singolo punto luce. Per ogni punto luce è necessario rilevare le seguenti caratteristiche:

- localizzazione del punto luce (comune, frazione, strada, dati GPS)
- numero degli apparecchi di illuminazione per punto luce
- tipo di apparecchio di illuminazione
- tipo di sorgente luminosa
- numero di sorgenti luminose per punto luce
- potenza elettrica della sorgente luminosa
- anno di costruzione
- coordinate del punto luce nella proiezione ETRS 89 – UTM32N
- potenza elettrica complessiva del punto luce compreso alimentatore
- modalità di fissaggio (per es. a muro, a palo)
- tipo di palo (per es. palo dritto, con braccio)
- altezza del punto luce (altezza del palo)
- circuito e quadro elettrico del punto luce
- dimmerizzabilità
- interruttore ad inserzione serale o a tempo

Il tronco stradale in cui si trova il punto luce deve essere classificato secondo le seguenti due norme:

- decreto del Ministero dei trasporti e delle infrastrutture 5 novembre 2001 n. 6792 recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- norma europea EN 13201.

In concreto, per ogni punto luce dovrebbero essere rilevati i seguenti dati:

Descrizione dati	Esempio
Posizione del punto luce (comune, frazione, strada)	Comune di Moso, paese x = 665395,22, y = 5188678,35
Numero degli apparecchi di illuminazione per punto luce	1
Tipo degli apparecchi di illuminazione	Apparecchio di illuminazione tradizionale (tipo C)
Tipo della sorgente luminosa	Lampada ai vapori di mercurio
Numero delle sorgenti luminose per punto luce	1
Potenza elettrica della sorgente luminosa	125 watt
Anno di realizzazione	Ca. 1985
Potenza elettrica del punto luce	140 watt
Modo di fissaggio	Fissaggio a palo
Tipo di palo	Palo dritto
Altezza del punto luce	4,5 metri
Circuito e quadro elettrico del punto luce	Scuola
Grado di calibrazione della lampada	No
Strada: classificazione strade e classe illuminotecnica	Strada locale (F), ME3a

Tabella 1: Esempio di rilevazione dati punti luce (Comune di Moso in Val Passiria)

I punti luce sono dati spaziali. Perciò la loro acquisizione, elaborazione, analisi, visualizzazione e restituzione può essere svolta in modo ottimale con l'ausilio di un sistema informativo territoriale computerizzato (GIS). L'utilizzo di un sistema GIS per la rilevazione dei dati è consigliabile sia nella prospettiva della sostituzione e dell'adeguamento degli impianti di illuminazione esistenti che della loro manutenzione.

4.3. Sintesi della rilevazione

Una sintesi dei dati rilevati deve essere trasmessa all’Ufficio Risparmio energetico in versione sia digitale che cartacea (vedi allegato, tabella 3). Il modulo in figura 13 mostra una sintesi del rilievo degli impianti di illuminazione del Comune di Caines.

Modulo sintesi punti luce	Informazioni da inserire
Sintesi della rilevazione dell’illuminazione esterna pubblica	Informazioni sul comune e sulle persone responsabili.
Rilevazione dell’illuminazione pubblica delle zone di traffico	Sintesi della classificazione delle strade per categoria, dei punti luce per tipologia, degli apparecchi di illuminazione per tipologia.
Rilevazione delle altre illuminazioni pubbliche (impianti sportivi/edifici e monumenti storici, altro)	Sintesi dei punti luce che non si trovano lungo la strada ma che fanno parte del sistema di illuminazione pubblica/ classificazione dei punti luce per tipologia e degli apparecchi di illuminazione per tipologia.
Consumo totale di energia elettrica e rispettivi costi	Numero complessivo di punti luce, potenza totale di allacciamento illuminazione pubblica, consumo annuale di energia elettrica in totale e per abitanti, costi annuali di energia illuminazione pubblica in totale e per abitanti.

Tabella 2: Contenuti modulo “sintesi punti luce”

La tabella 2 riporta il contenuto del modulo “Sintesi” dell’amministrazione provinciale. I comuni che abbiano già rilevato i punti luce sul territorio di propria competenza possono esportare (filtrare) i relativi dati e inserirli nel modulo di sintesi e trasmetterlo all’Ufficio Risparmio energetico.

Riassunto del rilevamento dell'illuminazione esterna pubblica					
Comune	Caines	Abitanti	398	Superficie totale in km ²	2,50
Proprietario degli impianti di illuminazione	Comune di Caines				
Gestore degli impianti di illuminazione					
Il responsabile del rilevamento dello stato di fatto dell'illuminazione esterna pubblica è il Signor/a Signora	xxx	Telefono	xxx	E Mail	xxx
Il rilevamento è stato realizzato da	xxx	Telefono	xxx	E Mail	xxx

Rilevamento illuminazione pubblica delle strade,piazze, ecc.

Totale delle strade per categorie														
	Categoria delle strade secondo il decreto legislativo del 30 aprile 1992, n. 285 (codice della strada)													
	A	B	C	D	E	F	F-bis	Piazze	Altri					
Lunghezza delle strade in km, oppure superficie totale delle piazze in km ²			1			2								
Lunghezza totale di tutte le strade in km	2,40			Superficie totale di tutte le piazze in m ²			0	Lunghezza totale "Altri" in km						
Totale dei punti luce del tipo														
Numero complessivo dei punti luce del tipo di apparecchio di illuminazione	Punto luce con apparecchio di illuminazione del tipo													
	A	B	C	D	E	Combinato	Altri	LM	PRS					
Totalmente schermato (Full Cut Off)	Schermato con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna etc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.				Torre fari	Proiettore					
8	4	49												
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	più si 30 anni									
	8	16		37		Numero complessivo dei punti luce		61						
Totale delle sorgenti luminose del tipo														
	Tipo della sorgente luminosa													
	HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I					
Lampada agli ioduri metalici		Lampada a vapore di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lampa fluorescente compatta	Lamp. fluorescente tubolare	LED	Lampada a incandescenza					
Numero delle sorgenti luminose	16	37												
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw	2,71	2,96												
Potenz. elett. media per tipo della sorgente luminosa in watt	169,38	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Costi annuali energia elettr. per tipo sorgente luminosa	154,55 €	73,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €					
Potenza elettrica totale per illuminazione pubblica in watt	5,67	Durata di accensione giornaliera media			10	Giornate di esercizio all'anno	365							
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kwh	20,696													
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh	0,250 €	Spese energia elettrica illuminazione pubblica		5.173,88 €										

Rilevamento altre illuminazioni pubbliche

Impianti sportivi																	
Numero impianti sportivi	1,00																
Totale dei punti luce del tipo																	
Numero complessivo dei punti luce del tipo di apparecchio di illuminazione	Punto luce con apparecchio di illuminazione del tipo																
	A	B	C	D	E	Combinato	Altri	LM	PRS								
Totalmente schermato (Full Cut Off)	Schermato con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna etc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.				Torre fari	Proiettore								
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	Più di 30 anni												
						Numero complessivo dei punti luce		0									
Totale delle sorgenti luminose del tipo																	
	Tipo sorgente luminosa																
	HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I								
Lampada agli ioduri metalici		Lampada a vapore di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lampa fluorescente compatta	Lamp. fluorescente tubolare	LED	Lampada a incandescenza								
Numero delle sorgenti luminose																	
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
Potenz. elett. media per tipo della sorgente luminosa in watt	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
Costi annuali energia elettr. per illuminazione pubblica in watt	0,00	Durata di accensione giornaliera media			Giornate di esercizio all'anno												
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kwh	0																
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh		Spese energia elettrica illuminazione pubblica		- €													

Monumenti storici e artistici										
Numero monumenti storici e artistici	1,00									
Totale dei punti luce del tipo										
	A	B	C	D	E	Kombiniert	Andere	LM	PRS	
Totalmente schermato (Full Cut Off)	Schermato con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna ecc.	illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.				Torre fari	Proiettore	
										1
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	Più di 30 anni					Numero complessivo dei punti luce
										1
Totale delle sorgenti luminose del tipo										
	HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I	UNBE
Lampada agli ioduri metallici	Lampada a vapore di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lampa, fluorescente compatta	Lamp. fluorescente tubolare	LED	Lampada a incandescenza		Tipo sconosciuto
Numero delle sorgenti luminose				1						
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw				0,90						
Potenza elett. media per tipo della sorgente luminosa in watt	0,00	0,00	0,00	900,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi annuali energia elett. per tipo sorgente luminosa	- €	- €	- €	328,50 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Potenza elettrica totale per illuminazione pubblica in watt	0,90	Durata di accensione giornaliera media	4	Giornate di esercizio all'anno	365					
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kwh	1,314									
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh	0,250 €	Spese energia elettrica per illuminazione pubblica		328,50 €						

Altri										
Numero altri										
Totale dei punti luce del tipo										
	A	B	C	D	E	Kombinier	Altri	LM	PRS	
Totalmente schermato (Full Cut Off)	Schermato con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna ecc.	illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.				Torre fari	Proiettore	
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	Più di 30 anni					Numero complessivo dei punti luce
										0
Totale delle sorgenti luminose del tipo										
	HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I	UNBE
Lampada agli ioduri metallici	Lampada a vapore di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lampa, fluorescente compatta	Lamp. fluorescente tubolare	LED	Lampada a incandescenza		Tipo sconosciuto
Numero delle sorgenti luminose										
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw										
Potenza elett. media per tipo della sorgente luminosa in watt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi annuali energia elett. per tipo sorgente luminosa	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Potenza elettrica totale per illuminazione pubblica in watt	0,00	Durata di accensione giornaliera media		Giornate di esercizio all'anno						
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kwh	0									
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh		Spese energia elettrica per illuminazione pubblica		- €						

Consumo totale di energia elettrica e costi complessivi per l'energia elettrica					
Numero complessivo dei punti luce	62,0	Consumo annuale di energia elettrica in kwh per abitante	55,30	Costi annuali di energia illuminazione pubblica per abitante	13,83 €
Potenza totale di allacciamento illuminazione pubblica in kw	6,57	Consumo annuale di energia elettrica in kwh	22.010	Costi annuali di energia illuminazione pubblica	5.502 €

Data

Firma del responsabile/della responsabile

Figura 13: Sintesi rilievo del comune di Caines

5. Piano di intervento

Oltre alla rilevazione dettagliata dei punti luce esistenti nel territorio di propria competenza i comuni devono presentare all'amministrazione provinciale un piano di intervento per il graduale adeguamento degli attuali impianti di illuminazione ai criteri provinciali. La Provincia non fornisce criteri prescrittivi riguardo la forma e il contenuto del piano.

Gli obiettivi generali del piano fissati dal legislatore provinciale sono i seguenti:



Figura 14: Obiettivi del piano di intervento

Uno dei temi centrali affrontati nell'ambito del progetto “Piani di illuminazione comunale” ha riguardato le caratteristiche e i contenuti che deve avere un piano di intervento. Le caratteristiche formali ritenute rilevanti sono le seguenti:

- documento politico
- approvato con delibera.

Dal punto di vista del contenuto un piano di intervento deve considerare i seguenti aspetti:

- obiettivi
- misure
- priorità
- piano di sviluppo temporale
- monitoraggio
- riesame
- finanziamento.

Documento politico approvato con delibera

Un documento politico è l'espressione in forma scritta di una volontà politica. Se si considera un piano di illuminazione pubblica come la formalizzazione dell'impegno a ridurre l'inquinamento luminoso e il consumo energetico è corretto qualificarlo come documento politico. Per avere la garanzia che il piano venga effettivamente attuato è necessario che venga approvato con delibera di un organo comunale.

Definizione degli obiettivi

Il piano deve definire in modo chiaro quali sono gli obiettivi da raggiungere. Secondo la legge provinciale i principali obiettivi di un piano di illuminazione pubblica sono i seguenti:

- riduzione del consumo energetico
- riduzione dell'inquinamento luminoso

Inoltre le disposizioni provinciali indicano i seguenti ulteriori obiettivi che devono essere conseguiti con un piano di intervento:

- illuminazione degli spazi pubblici mirata, ovvero di durata e intensità variabili in funzione delle necessità stabilite in seguito ad accurati esami;
- miglioramento dell'efficienza degli impianti di illuminazione;
- tutela della salute e del benessere dei cittadini e miglioramento della loro sicurezza;
- tutela e valorizzazione dell'ambiente e conservazione degli equilibri ecologici;
- promozione di campagne di sensibilizzazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico.

Definizione di un elenco delle priorità

La rilevazione della situazione attuale da parte dei comuni consente di identificare le aree dove è necessario intervenire con urgenza e quelle dove invece è possibile intervenire anche in un secondo momento.

Attraverso un elenco delle priorità è possibile riconoscere le misure da adottare in via prioritaria e innescare con la massima rapidità possibile il processo di attuazione. È importante che l'ordine delle priorità venga definito in relazione al contesto di vin-

coli in cui opera l'amministrazione comunale. La gerarchizzazione delle priorità decide ogni singolo comune.



Figura 15: Priorità del piano di intervento

Definizione delle misure

Il piano di intervento deve indicare, in ordine di priorità, le misure che è necessario attuare ai fini del raggiungimento degli obiettivi stabiliti.

Definizione del piano di sviluppo temporale

Nel piano di intervento devono essere indicati i tempi di realizzazione sia degli obiettivi che delle singole misure. Il piano temporale deve essere realistico e deve al tempo stesso consentire la più rapida realizzazione possibile degli interventi necessari. Inoltre deve essere tale da consentire una regolare verifica dello stato di avanzamento del progetto complessivo e delle singole misure.

Tempistica	
2013	Rinnovamento della piazza principale
2014	Provvedimento strada principale con lampade LED; illuminazione delle insegne e dei monumenti secondo i criteri provinciali
2015	Sostituzione di tutti gli apparechi illuminanti ai vapori di mercurio
2016	
2017	
2018	Sostituzione dei restanti apparechi illuminanti non conformi alla norma
2019	
2020	Riduzione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico

Figura 16: Tempistica del piano di intervento

Monitoraggio

Il piano deve descrivere l'attività di monitoraggio, ossia di verifica periodica dell'avanzamento delle attività, specificando i modi, i tempi e le responsabilità della sua esecuzione. Il piano può anche prevedere eventuali forme di rendicontazione periodica sull'attività svolta da parte dell'alta direzione. Inoltre è possibile indicare quali misure adottare in caso di scostamento tra pianificato e raggiunto.

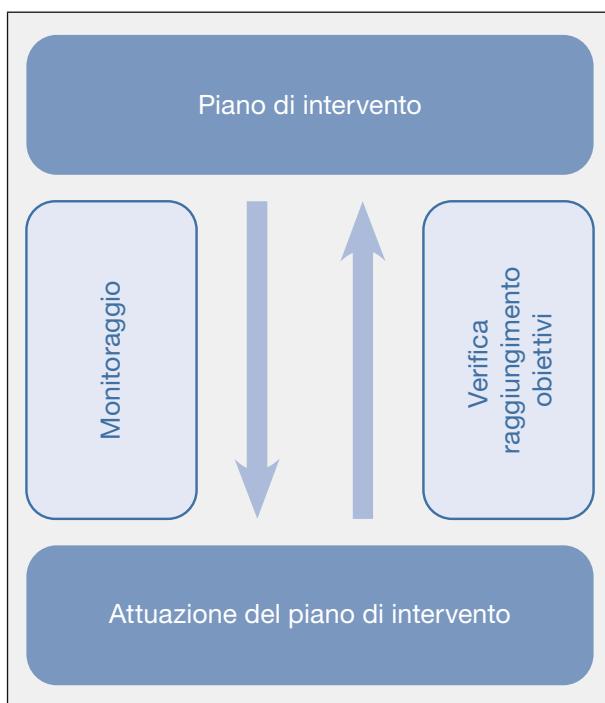


Figura 17: Controllo dell'attuazione del piano di intervento

Verifica del raggiungimento degli obiettivi

Il piano deve prevedere attività di verifica del raggiungimento degli obiettivi e degli effetti delle misure adottate, indicandone tempi e modalità. Attraverso questa attività, che può svolgersi sia in itinere che ex post, è possibile tra l'altro assicurare il permanere degli obiettivi prefissati a fronte degli adeguamenti operati.

Finanziamento

Il singolo comune decide il tipo di finanziamento. L'ente comunale può finanziare la realizzazione del piano di intervento con risorse proprie (autofinanziamento) oppure può ricorrere all'*outsourcing*.¹⁸ In ogni caso il piano dovrebbe indicare tutte le disposizioni relative al finanziamento, comprese le conseguenze in caso di inadempimento.

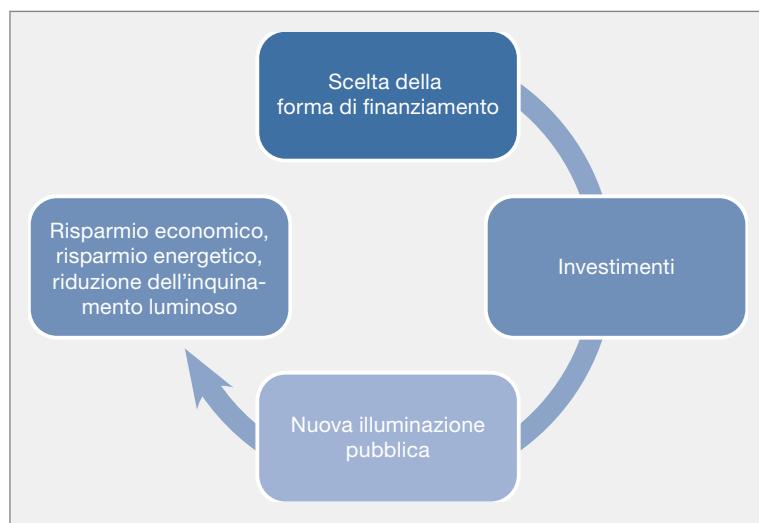


Figura 18: Ciclo di finanziamento del piano di intervento

La figura 19 mostra una struttura tipo di piano di intervento mettendo in evidenza i reciproci collegamenti tra le sue diverse parti e il loro ordine di successione logica e cronologica. La figura 20 mostra un esempio concreto di piano, il cui contenuto è descritto in modo circostanziato nel box “Esempio tipo di piano di intervento”.

18 Per *outsourcing* si intende l'affidamento di compiti a terzi.

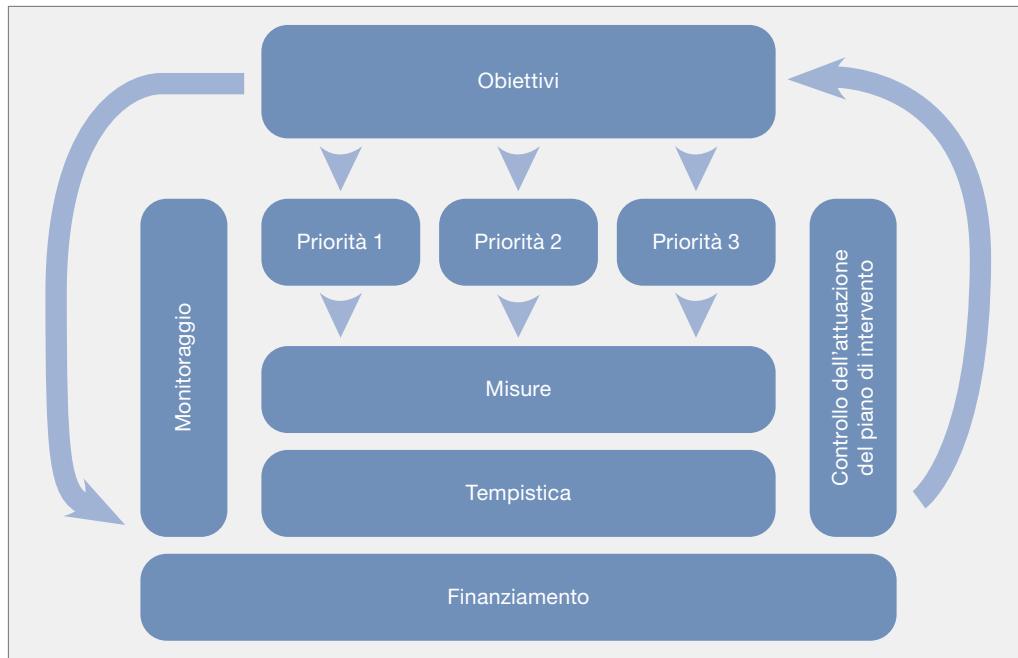


Figura 19: Struttura del piano di intervento

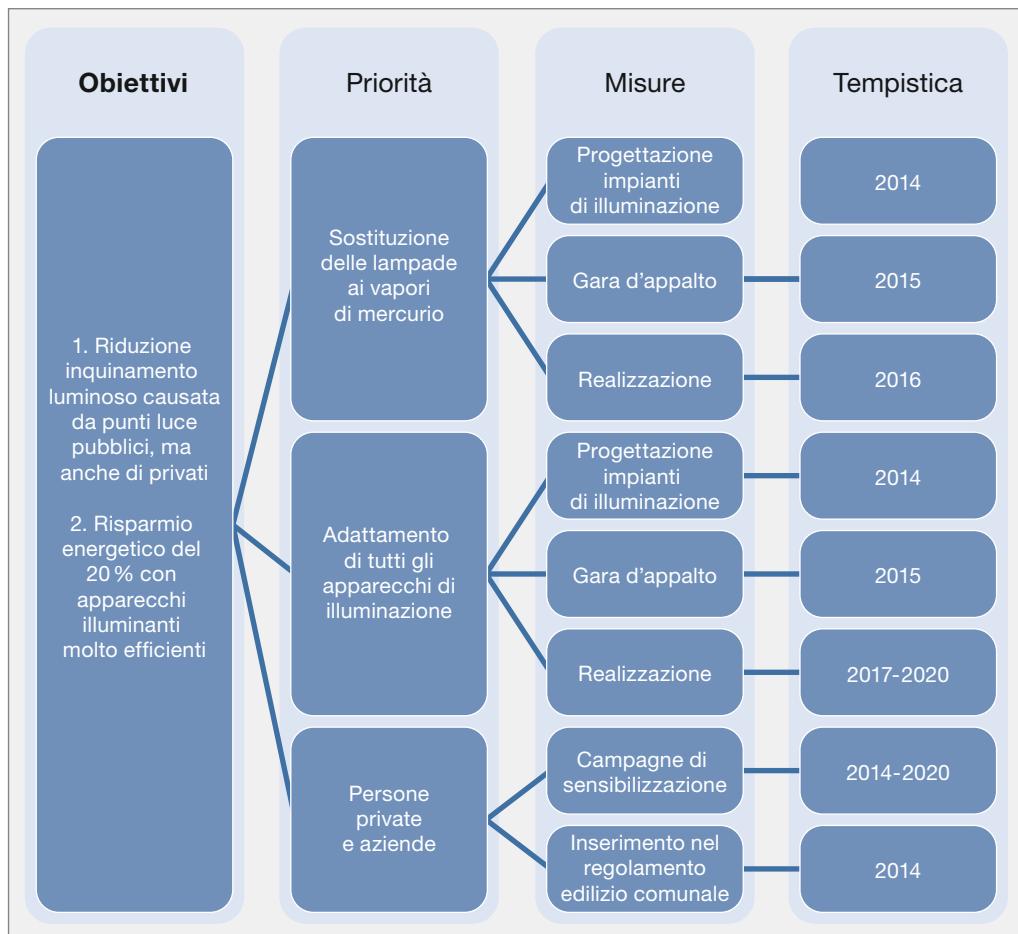


Figura 20: Esempio di piano di intervento

Esempio tipo di piano di intervento

L'elaborazione di un piano di intervento parte usualmente dalla definizione di una visione e di uno o più obiettivi. Questi ultimi possono per esempio riguardare la riduzione dell'inquinamento luminoso causato dalle fonti di illuminazione pubblica e privata o la riduzione del consumo energetico del 20 % attraverso interventi di efficientamento dell'illuminazione pubblica. Una puntuale e completa rilevazione degli impianti e degli apparecchi di illuminazione esistenti permette di identificare gli ambiti di intervento prioritari per il raggiungimento degli obiettivi prefissati. La priorità potrebbe essere, per esempio, quella di sostituire gli attuali apparecchi di illuminazione ai vapori di mercurio con tecnologie più efficienti e meno inquinanti. Il piano potrebbe contemplare, oltre all'adeguamento complessivo degli impianti pubblici esistenti ai criteri provinciali, anche misure che interessano il privato cittadino e le imprese. Una volta definiti gli obiettivi e le priorità si passa alla loro operazionalizzazione attraverso misure concrete e tempi di attuazione. In questa fase si tratta di decidere come e quando devono essere raggiunti gli obiettivi.

Nell'esempio tipo mostrato nella figura 20 l'attività di rilevazione e di progettazione dovrebbero essere svolte nel corso del 2014. Entro l'anno seguente dovrebbe essere acquisita, a mezzo di gara d'appalto, un'offerta tecnica per la realizzazione del concetto. La sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio dovrebbe avere la massima urgenza mentre le restanti misure dovrebbero essere implementate entro il 2020. Le misure riguardanti i privati dovrebbero essere accompagnate da opportune campagne di sensibilizzazione e azioni di informazione. Le disposizioni normative relative al contenimento dell'inquinamento luminoso e al risparmio energetico dovrebbero diventare parte integrante del regolamento edilizio comunale ed essere attuate già a partire dal 2014.

Per quanto riguarda la forma di finanziamento l'ente comunale potrebbe orientarsi a un modello di finanziamento tramite terzi del tipo *energy contracting*, basato su un accordo contrattuale per la fornitura di servizi e interventi energetici.

Il monitoraggio dell'avanzamento del piano potrebbe essere preso in carico dall'Ufficio tecnico comunale, nonché dall'assessore competente per materia, e documentato in un rapporto annuale.

Il riesame dell'attuazione degli obiettivi può essere assunto da un apposito gruppo di lavoro, incaricato della realizzazione di un rapporto finale destinato al consiglio comunale.

6. Basi per l'attuazione

6.1. Norme tecniche

I criteri provinciali contro l'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico approvati con delibera della giunta provinciale del 30.12.11, n. 2057 dettano norme tecniche per la realizzazione di nuovi impianti di illuminazione pubblica e per l'adeguamento di quelli esistenti con riferimento al territorio provinciale. L'adeguamento degli impianti di illuminazione già esistenti può avvenire anche adattando gli apparecchi di illuminazione, purché corrispondano ai criteri previsti per gli apparecchi totalmente schermati (full-cut-off). La figura 21 mostra questa categoria di apparecchi.



Figura 21: Apparecchio completamente schermato (full-cut-off)

Gli apparecchi di illuminazione totalmente schermati consentono di ridurre il consumo energetico e l'inquinamento luminoso.

Il rendimento ottico rappresenta una fondamentale caratteristica fotometrica di un apparecchio illuminante. Esso indica il rapporto tra il flusso luminoso emesso dall'apparecchio di illuminazione e il flusso luminoso emesso dalla sorgente luminosa installata nell'apparecchio. Il rendimento ottico dipende, tra l'altro, dalla temperatura del microambiente che si instaura attorno alla sorgente e che idealmente dovrebbe essere di 25 gradi Celsius.¹⁹ Un flusso luminoso emesso in tutte le direzioni possiede il massimo livello di rendimento ottico ma una pessima qualità dell'illuminazione perché provoca un effetto abbagliante. Quanto maggiore è il rendimento ottico tanto minore è l'energia necessaria per ottenere l'intensità di luce desiderata.²⁰

19 Online in Internet: <http://www.arch.unige.it/did/l1/disegnoind/secondo0304/fisica/dispense/26apparecchi1.pdf>.

20 Online in Internet: URL: <http://www.licht.de/de/licht-know-how/beleuchtungstechnik/leuchten/lichttechnik/> [19.11.2013].

I criteri provinciali per le misure di contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico stabiliscono una soglia minima di rendimento ottico del 55 %.

I criteri provinciali prescrivono l'utilizzo di apparecchi di illuminazione con un rendimento di almeno il 55 %. Un rendimento ottico dell'80 % rappresenta un obiettivo- target da perseguire.

Le norme tecniche prescrivono l'utilizzo di sorgenti luminose di ultima generazione ed estremamente efficienti, cioè con un'efficienza luminosa minima di 70 lm/W²¹, con una radiazione ultravioletta e blu più contenuta possibile e con una temperatura di colore massima di 4000 K.

È preferibile una temperatura di colore compresa tra 3000 e 3500 Kelvin. Questo perché di notte le temperature più basse vengono percepite meglio.

Gli impianti di illuminazione devono essere progettati e realizzati in modo tale che le aree illuminate non superino il livello minimo di luminanza media previsto dalle norme di sicurezza.

Nell'acquisto di nuovi apparecchi illuminanti è importante verificare che le indicazioni riguardanti le caratteristiche tecniche corrispondano al vero.

L'illuminazione dei percorsi ciclabili, pedonali e stradali deve essere realizzata nel rispetto di un rapporto fra interdistanza e altezza dei sostegni superiori a 3,7 metri. In presenza di alberi o altri ostacoli fisici comunque attenersi il più possibile a questa regola. Per i percorsi di larghezza superiore a 10 m. è consentito illuminare entrambi i lati della strada.

Gli impianti devono essere provvisti di un apposito dispositivo per ridurre l'emissione di luce di almeno il 30 % rispetto al pieno regime di operatività.

21 Efficienza luminosa: rapporto tra il flusso luminoso di una sorgente luminosa e la potenza elettrica in ingresso. Unità di misura: lumen per watt (lm/W). In: Criteri per le misure di contenimento dell'inquinamento luminoso ai sensi dell'articolo 1 comma 3 della legge provinciale 21 giugno 2011, n. 4.



Figura 22: Illuminazione di un incrocio

Dove possibile, nella fascia oraria tra le ore 24 e le ore 6 l'emissione di luce deve essere ridotta con appositi regolatori dell'intensità luminosa. Lo spegnimento alternato degli apparecchi illuminanti crea zone buie e dovrebbe essere evitato. Inoltre questa soluzione non garantisce la conformità alle norme vigenti.

Gli impianti di illuminazione installati su piani inclinati devono essere realizzati possibilmente sul lato a valle e devono essere schermati verso valle. Gli apparecchi di illuminazione devono essere fissati a pali e a muri di edifici in modo tale da evitare che questi siano illuminati. La figura 22 mostra come non devono essere illuminati gli apparecchi illuminanti. Per questo è contrassegnata da una croce rossa in alto a destra.

È la superficie illuminata, non la sorgente di luce che deve essere visibile!

L'illuminazione delle insegne deve essere esclusivamente dall'alto verso il basso utilizzando apparecchi totalmente schermati. Le insegne luminose e le scritte luminose dotate di illuminazione propria devono essere spente almeno tra le ore 24.00 e le



Figura 23: Insegne luminose

ore 6.00. Tale limitazione temporale non si applica alle insegne relative alla sicurezza, alla segnaletica stradale o a servizi ed esercizi pubblici che tengono aperto di notte.

I pannelli pubblicitari devono essere spenti tra le ore 24 e le ore 6. I pannelli pubblicitari molto luminosi distraggono l'automobilista e causano inquinamento luminoso.

La figura 23 mostra due insegne dotate di illuminazione propria nella località di San Martino in Passiria. Il valore di luminanza dell'insegna ha valori di luminanza molto alti e quindi rischia la sicurezza degli utenti della strada (immagine contrassegnata da una croce perché inquinante).

Per illuminare strutture, impianti, centri sportivi e grandi aree di qualsiasi tipo devono essere utilizzate preferibilmente sorgenti luminose ad alta efficienza. Nel caso sia necessario garantire un'alta resa cromatica è consentito l'utilizzo di lampade con una temperatura cromatica superiore a 4000 K. I proiettori devono essere asimmetrici e devono essere orientati in modo tale da impedire la dispersione di luce al di fuori dell'area utilizzata. Nelle aree sportive dove siano previste anche riprese televisive è



Figura 24: Campi sportivi a San Martino in Passiria

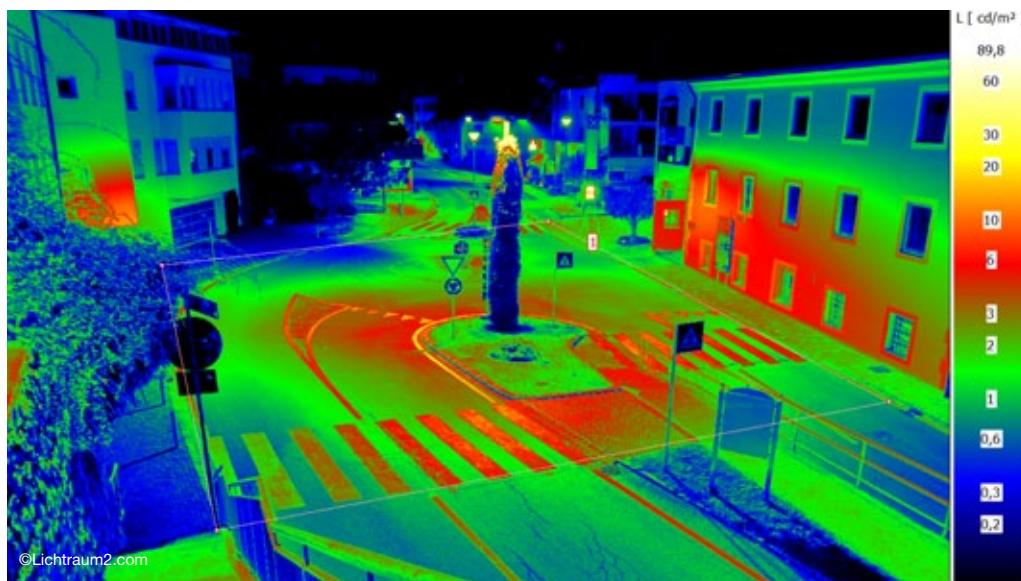


Figura 25: Parete di un edificio illuminata

consentito affiancare ai proiettori asimmetrici proiettori simmetrici e proiettori a fasci concentrati, purché siano dotati di schermature tali da contenere la dispersione della luce al di fuori dell'area da illuminare.

L'illuminazione di strutture, impianti e centri sportivi va spenta a fine utilizzo. A tutela del cielo notturno è vietato l'uso di proiettori di fasci luminosi (*skybeamer*), sia mobili che fissi di qualsiasi tipo, anche per gli impianti già esistenti.

La figura 24 mostra un'immagine notturna dei campi sportivi di San Martino in Passiria. A sinistra nella foto è riconoscibile il nuovo impianto sportivo illuminato con proiettori asimmetrici. Questo tipo di illuminazione è conforme ai criteri provinciali (segno di spuma in corrispondenza di questa zona). Sulla destra dell'immagine è visibile il vecchio campo sportivo illuminato con proiettori simmetrici. Questo tipo di illuminazione non è conforme ai criteri provinciali (croce in corrispondenza di questa zona). Nell'immagine è possibile riconoscere chiaramente che i proiettori di destra causano un inquinamento luminoso ben maggiore di quelli di sinistra.

Per quanto riguarda l'illuminazione di edifici e monumenti con valore storico, culturale o architettonico la luminanza delle aree illuminate non deve superare le 2 cd/m^2 .

La figura 25 mostra le condizioni di luce notturna in corrispondenza della rotonda per Passo Giovo, in località San Leonardo in Passiria. La facciata dell'edificio sulla destra, pur non avendo alcuna illuminazione propria, è comunque illuminata dalle fonti di luce circostanti. Il valore di luminanza della parete è di 10 cd/m^2 , ossia molto al di sopra dei valori consentiti per l'illuminazione degli edifici. Oltre tutto si tratta di un edificio che non dovrebbe affatto essere illuminato. La luminanza dell'area della rotonda è nettamente superiore ai valori prescritti dalla norma EN 13201. È sufficiente ridirezionare il fascio luminoso per evitare che la luce si rifletta sulla facciata dell'edificio e per risparmiare energia.

**L'illuminazione di chiese e monumenti deve essere spenta tra le ore 24 e le ore 6.
È preferibile usare luci ad alta temperatura cromatica.**

La figura 26 mostra una chiesa illuminata con luce a bassa temperatura cromatica. Per l'occhio umano di notte è preferibile una temperatura di colore calda.

È preferibile un'illuminazione diretta dall'alto verso il basso. La figura 27 mostra come non deve essere l'illuminazione.

I fasci di luce devono rimanere all'interno dell'area da illuminare. L'illuminazione va spenta al più tardi alle ore 24 nel semestre invernale e alle ore 1 nel semestre estivo.



Figura 26: Illuminazione notturna della chiesa di Moso in Passiria



Figura 27: Illuminazione dal basso di un pannello pubblicitario (Comune di San Martino in Val Passiria)

Nuovi impianti di illuminazione:

Un comune che decide di installare un impianto per l'illuminazione esterna pubblica con più di 10 punti luce deve incaricare della relativa progettazione un tecnico iscritto all'albo professionale.

Il comune deve:

- effettuare una classificazione tecnica delle strade sul territorio di propria competenza;
- valutare se il progetto illuminotecnico rispetta i criteri di legge e approvare la realizzazione dell'impianto;
- a lavori ultimati, acquisire dall'impresa installatrice e da un tecnico iscritto all'albo professionale che non ha progettato l'impianto una dichiarazione che attesti la conformità dell'impianto ai presenti criteri.

Impianti di illuminazione esistenti:

- devono essere sostituiti o adeguati ai criteri provinciali entro la prossima manutenzione straordinaria;
- possono essere adeguati ai criteri provinciali anche adattando gli apparecchi di illuminazione e, se necessario, orientandoli sull'area da illuminare oppure schermandoli.

L'illuminazione artificiale deve essere impiegata al momento e con l'intensità necessaria.

Le norme tecniche esposte nelle pagine precedenti non si applicano nei seguenti casi:

- strutture pubbliche o militari e impianti la cui realizzazione e gestione sia già regolata da specifiche norme statali;
- impianti d'allarme, impianti per la regolazione del traffico e segnaletica per le vie di fuga;
- illuminazione per periodi limitati di tempo in occasione di manifestazioni e feste all'aperto di durata inferiore a 20 giorni consecutivi, purché non si tratti di impianti fissi;
- illuminazioni natalizie temporanee di durata non superiore ai 60 giorni;
- illuminazione per le attività di ordine pubblico, della difesa e della protezione civile;

- illuminazione dei cantieri nelle effettive ore lavorative;
- impianti di illuminazione regolati da sensori di presenza con un periodo di funzionamento legato alla presenza o al passaggio di persone e veicoli;
- fonti luminose coperte e quindi totalmente schermate, collocate in portici, sotto-passaggi, gallerie e tunnel.

Il presente capitolo non deve in alcun modo sostituire le disposizioni dei criteri provinciali. Il suo scopo è unicamente di informare in modo chiaro sulle norme tecniche.



Figura 28: Illuminazioni natalizie

6.2. Classificazione delle strade

Il codice della strada²² classifica le strade in base alle loro caratteristiche costruttive, funzionali e tecniche. La classificazione tecnica è determinante per il tipo di illuminazione consentito su una strada. Il decreto del Ministero dei trasporti e delle infrastrutture 5 novembre 2001, n. 6792 e il d.lgs. n.285/1992, art. 2 forniscono la base normativa per la classificazione. L'attribuzione di una strada ad una determinata categoria tecnico-funzionale può essere operata attraverso l'analisi dell'organizzazione della sezione trasversale di una strada, come mostrato nella figura 29.



Figura 29: Sezione trasversale di una strada

Il codice della strada suddivide le strade in 6 categorie, contrassegnate da lettere dalla A alla F.

- categoria A: autostrade urbane ed extraurbane
- categoria B: extraurbane principali
- categoria C: extraurbane secondarie
- categoria D: urbane di scorrimento
- categoria E: urbane di quartiere
- categoria F: locali.

Le strade urbane sono riconoscibili per il fatto di trovarsi entro il perimetro indicato dai segnali di località. Le strade locali sono quelle che non rientrano negli altri tipi di strade. In base a questa classificazione in Alto Adige rientra nella categoria A l'autostrada del Brennero (A22). La superstrada Merano-Bolzano (MeBo) è l'unica strada appartenente alla categoria B. Tutte le strade extraurbane rientrano nella categoria C, mentre quelle urbane rientrano in gran parte nella categoria F. Piste ciclabili e vie pedonali sono ascrivibili alla categoria F.²³

22 D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285, Nuovo codice della strada, pubblicato nella G.U. 18 maggio 1992, n. 114, suppl. ord. n. 74.

23 Dichiarazione rilasciata dal dottor Stefano Mazzarano, Ripartizione Servizio strade della Provincia autonoma di Bolzano- Alto Adige.

Affinché i requisiti dell'illuminazione stradale di una strada siano chiari è prima necessario classificare questa strada in modo corretto. Il livello di illuminazione stradale deve corrispondere ai requisiti di illuminazione.

L'illuminazione stradale varia a seconda del tipo di strada e della categoria illuminotecnica di riferimento. Quest'ultima deriva direttamente dalle leggi e dalle norme di settore, come la norma europea EN 13201. Secondo questa norma il livello di luminanza varia in base al flusso di traffico e ai limiti di velocità. Perciò la classificazione illuminotecnica di una strada può variare nell'arco della giornata e risultare diversa di giorno e di notte, di modo che una riduzione dell'illuminazione nelle ore notturne risulta conforme alle norme vigenti.

	Descrizione²⁴	Limite di velocità²⁵
Autostrada (tipo A)	Strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra.	130-150 km/h
Strada extraurbana principale (tipo B)	Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso.	110-70 km/h
Strada extraurbana secondaria (tipo C)	Strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.	90-50 km/h
Strada urbana di scorrimento (tipo D)	Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici.	70-50 km/h
Strada urbana di quartiere (tipo E)	Strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi.	50 km/h
Strada locale (tipo F)	Strada urbana od extraurbana non facente parte degli altri tipi di strade.	50-30 km/h
Itinerario ciclopedonale (tipo F-bis.)	Strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile.	-

Tabella 3: Classificazione delle strade

24 D.lgs. n. 285/1992, art. 2.

25 Linee guida per l'illuminazione stradale, Provincia di Bergamo, [26.06.13].

6.3. Apparecchi illuminanti

Un apparecchio di illuminazione è un oggetto destinato all'illuminazione e attrezzato allo scopo con un dispositivo predisposto per accogliere o ancorare una sorgente luminosa, ovvero contenente una sorgente luminosa fissa. In fase di rilevazione della consistenza e dello stato degli impianti di illuminazione pubblica del territorio devono essere acquisite informazioni su ogni singolo punto luce. Un punto luce può essere costituito da uno o più apparecchi di illuminazione, anche di diversi tipi.²⁶

In molti comuni esiste una gran varietà di apparecchi illuminanti. Tuttavia si dovrebbe puntare a una uniformazione.



Figura 30: Varietà di punti luce

²⁶ Online in Internet: URL: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso.asp> [10.1.2014].

Tipo	Descrizione	Immagine
Tipo A	Apparecchio illuminante completamente schermato (full-cut-off). Si tratta dell'unico apparecchio conforme alla nuova normativa di settore.	
Tipo B	Apparecchio illuminante schermato con vetro convesso; causa di inquinamento luminoso. È possibile adattarlo, rendendolo conforme al tipo A, utilizzando un vetro piatto.	
Tipo C	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, lanterna ecc.; causa di inquinamento luminoso. L'adattamento al tipo A è difficile ma in alcuni casi possibile.	
Tipo D	Illuminazione indiretta tramite riflettore; causa di inquinamento luminoso.	
Tipo E	Apparecchi illuminanti a sfera, a pavimento ecc.; causa di grave inquinamento luminoso.	
Tipo LM	Palo luce con fari; causa di inquinamento luminoso.	
Tipo PRS	Proiettori per l'illuminazione di edifici e monumenti artistici; devono essere di tipo asimmetrico e devono essere orientati in modo tale da impedire la dispersione di luce al di fuori dell'area utilizzata, causa di inquinamento luminoso.	

Tabella 4: Tipi di apparecchi illuminanti

6.4. Sorgenti luminose

Una sorgente luminosa è un apparecchio elettrico che emette luce. Nella rilevazione degli impianti di illuminazione pubblica devono essere comprese tutte le sorgenti luminose di ogni punto luce e per ciascuna di esse deve essere indicata la relativa potenza elettrica, misurata in Watt. Il modulo per la rilevazione predisposto dall'amministrazione provinciale contempla otto differenti tipologie di sorgenti luminose, compresi i tubi fluorescenti e i LED. A questi ultimi sarà dedicato un approfondimento nelle prossime pagine.²⁷

Acronimo	Denominazione in inglese	Denominazione in italiano
HI	High pressure Iodide	Lampada a ioduri metallici
HM	High pressure Mercury	Lampada ai vapori di mercurio ad alta pressione
HS	High pressure Sodium	Lampada al sodio ad alta pressione
LS	Low pressure Sodium	Lampada al sodio a bassa pressione
EL	Electrodeless lamp, Induction light	Lampada a induzione
LCT	Low pressure compact tube	Lampada fluorescente compatta
LT	Low pressure tube	Lampada fluorescente tubolare
LED	Light emitting diode	LED
I	Incandescent lamp	Lampada a incandescenza

Tabella 5: Denominazione delle sorgenti luminose



Figura 31: Varietà di sorgenti luminose

²⁷ Online in Internet: URL: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso.asp> [10.1.2014].

Sorgente luminosa	Vantaggi ²⁸	Svantaggi ²⁹	Colore della luce
Lampada a ioduri metallici	<ul style="list-style-type: none"> Buona resa cromatica 	<ul style="list-style-type: none"> Vita media più bassa delle lampade ai vapori di sodio Per funzionare ha bisogno di un particolare dispositivo di azionamento e alimentatore In genere non consente di regolare l'emissione di luce attraverso un dimmer Non compatibile con gli insetti 	Luce bianca e brillante
Lampada ai vapori di mercurio ad alta pressione	<ul style="list-style-type: none"> Luce gradevole, buona resa cromatica 	<ul style="list-style-type: none"> Accensione lenta Scarsa efficienza luminosa Breve durata Vietata da norme europee a partire dal 2015 a causa dell'elevato consumo energetico e della presenza di sostanze pericolose 	Verde chiaro-bianco
Lampada ai vapori di sodio ad alta pressione	<ul style="list-style-type: none"> Ottima efficienza luminosa Emissione di luce unidirezionale Adatto nelle ore di transizione dalla luce al buio e viceversa Compatibile con gli insetti 	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa resa cromatica Per funzionare ha bisogno di un sistema di accensione e di alimentazione 	Arancione
Lampada ai vapori di sodio a bassa pressione	<ul style="list-style-type: none"> Ottima efficienza luminosa Emissione di luce unidirezionale Compatibile con gli insetti 	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa resa cromatica Per funzionare ha bisogno di un sistema di accensione e di alimentazione 	Arancione
Lampada a induzione	<ul style="list-style-type: none"> Lunga durata Buona resa cromatica 	<ul style="list-style-type: none"> Necessaria la schermatura delle alte frequenze 	Bianca
Lampada fluorescente compatta	<ul style="list-style-type: none"> Può spesso sostituire le lampade a incandescenza Compatta Lunga durata Elevata efficienza luminosa 	<ul style="list-style-type: none"> Emissione di luce omnidirezionale 	Bianca
LED	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di regolare il livello di intensità luminosa da 0 a 100 % (dimmerizzazione) senza alcuna compromissione della durata di vita e della resa cromatica Aumento del flusso luminoso e della durata di vita a basse temperature Durata di vita 3-4 volte superiore rispetto alle lampade a scarica Buona resa cromatica Compatibile con gli insetti 	<ul style="list-style-type: none"> Differenze marcate tra una lampada e l'altra di una stessa serie Alto costo iniziale In caso di danneggiamento di un LED è necessario sostituire l'intero corpo illuminante Basso livello di maturità delle esperienze 	Bianca

Tabella 6: Panoramica delle sorgenti luminose

28 O.Ö. Energiesparverband, Dezember 2009, Buy Smart und Sächsische Energieagentur – SAENA e Leitfaden Straßenbeleuchtung Sächsische Energieagentur – SAENA.

29 Ibid.

Spesso non è facile riconoscere quale tipo di sorgente luminosa sia installata in un apparecchio illuminante. Di solito per identificare il tipo di lampada i produttori utilizzano delle sigle che si riferiscono alla sorgente luminosa e alla sua potenza. Queste sigle variano da produttore a produttore. La seguente tabella, tratta da *Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie* (ZVEI) può aiutare a fare chiarezza sulle principali tipologie di lampade in commercio.³⁰

Lampade a ioduri metallici

Descrizione	LBS	Immagine	Osram	Radium	Ge	Philips	Sylvania
Bulbo di forma tubolare attacco bilaterale bruciatore ceramico	HIT-DE-CE		HCI-TS	RCC-TS	CMH-TD	CDM-TD	CMI-TD
Bulbo di forma tubolare attacco unilaterale bruciatore ceramico	HIT-CE		HCI-T	RCC-T		CDM-TT	
Bulbo di forma tubolare compatta attacco G8,5 bruciatore ceramico	HIT-TC-CE		HCI-TC	RCC-TC	CMH-TC	CDM-TC	CMI-TC
Bulbo di forma tubolare compatta attacco unilaterale G12 bruciatore ceramico	HIT-CE		HCI-T	RCC-T	CMH-T		CMI-T
Bulbo di forma elissoidale attacco unilaterale bruciatore al quarzo	HIE		HQI-E	HRI-T	MXR	HPI	HSI-MP
Bulbo di forma tubolare attacco bilaterale bruciatore al quarzo	HIT-DE		HQI-TS	HRI-TS	ARC / TD	MHN-TD	HSI-TD
Bulbo di forma tubolare attacco unilaterale bruciatore al quarzo	HIT		HQI-T	HRI-T	ARC / T	HPI-T	HSI-T

Tabella 7: Lampade a ioduri metallici secondo ZVEI

30 Non si garantisce sull'attualità e sulla completa attendibilità dei dati.

Lampade al sodio ad alta pressione

Descrizione	LBS	Immagine	OSRAM	RADIUM	GE	PHILIPS	SYLVANIA
Bulbo di forma elissoidale attacco unilaterale	HSE		NAV-E	RNP-E	Lucalox	SON	SHP-E
Bulbo di forma tubolare attacco unilaterale	HST		NAV-T	RNP-T	Lucalox	SON-T	SHP-T
Bulbo di forma tubolare attacco bilaterale	HST-DE		NAV-TS	RNP-TS			

Tabella 8: Lampade al sodio ad alta pressione secondo ZVEI

Lampade ai vapori di mercurio ad alta pressione

Descrizione	LBS	Immagine	OSRAM	RADIUM	GE	PHILIPS	SYLVANIA
Bulbo di forma elissoidale attacco unilaterale	HME		HQL	HRL	MBF	HPL	HSL-BW
Bulbo di forma elissoidale attacco unilaterale	HME		HQL DeLuxe	HRL DeLuxe	MBF DeLUXE	HPL Comfort	HSL-SC

Tabella 9: Lampade ai vapori di mercurio ad alta pressione secondo ZVEI

Lampade al sodio a bassa pressione

Descrizione	LBS	Immagine	OSRAM	RADIUM	GE	PHILIPS	SYLVANIA
Bubo di forma tubolare	LST		SOX	SOX	SOX	SOX	SLP

Tabella 10: Lampade al sodio a bassa pressione secondo ZVEI

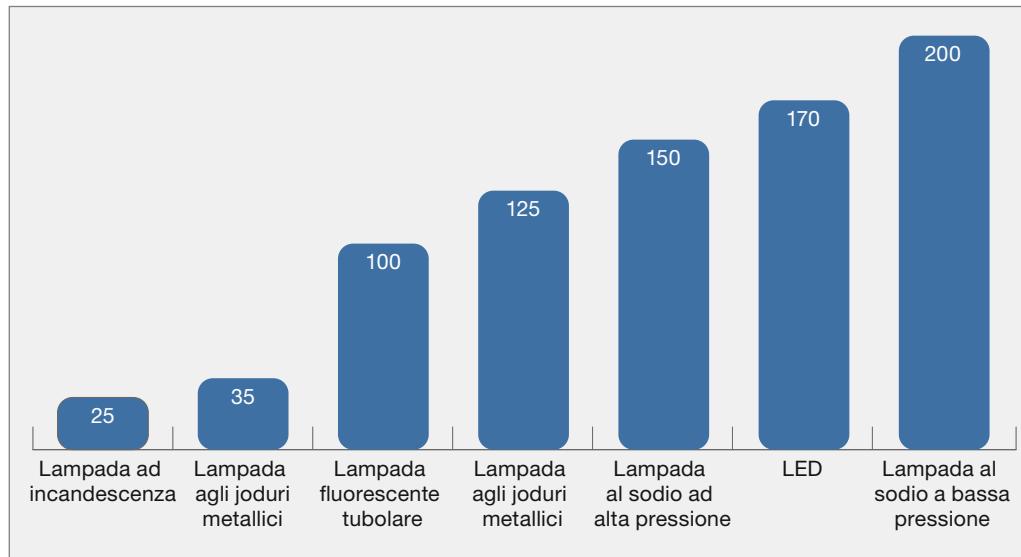


Figura 32: Sorgenti luminose a confronto³¹

Attualmente le lampade ai vapori di sodio a bassa pressione possono essere considerate una delle migliori tecnologie disponibili sul mercato per quanto riguarda l'efficienza cromatica e il risparmio energetico. Tuttavia emettono una luce di scarsa qualità. Rispetto a queste gli apparecchi di illuminazione a LED consentono una migliore distinzione dei colori.³²

L'efficienza della sorgente luminosa è influenzata anche dal alimentatore e perciò è necessario tenerne conto.³³

6.5. Sistemi LED

I principali vantaggi e svantaggi dei sistemi LED rispetto agli altre soluzioni illuminotecniche sono stati descritti nel capitolo 6.4. Le tecnologie a LED si contraddistinguono per lunga durata di vita e alti livelli di efficienza luminosa. Tra gli svantaggi vi è, come abbiamo visto, il basso livello di maturità delle esperienze. In provincia di Bolzano la conversione dei comuni ai sistemi LED è un'acquisizione relativamente recente e molti restano i dubbi da dipanare. Perciò può essere utile un breve approfondimento. In uno studio sul campo condotto dal Museo provinciale del Tirolo [*Tiroler Landesmuseum*] e dall'Avvocatura per l'Ambiente del Tirolo [*Tiroler Landesumweltanwalt-schaft*] sono stati analizzati gli effetti di diversi sistemi di illuminazione pubblica

31 Leitfaden Besseres Licht. Elaborazione grafica Eurac.

32 Ibid.

33 I dati presentati nella figura 32 non tengono conto di questo aspetto.



Figura 33: Lampada a LED (Comune di Rifiano)



Figura 34: Lampada a LED nel Comune di Rifiano – dettaglio

sugli insetti notturni. I risultati mostrano che il potere di attrazione per gli insetti e per altri animali fotosensibili è minimo per quanto riguarda i LED a luce calda, cioè con temperatura di colore attorno ai 3000 Kelvin. Rispetto alle lampade a ioduri metallici le lampade a LED con un'elevata presenza di componente bianco-arancione nello spettro catturano appena il 13 % degli insetti. Per inciso, bisogna ricordare che gli insetti hanno un ruolo fondamentale nell'impollinazione. L'utilizzo di questo tipo di lampade per l'illuminazione pubblica consente di contenere i danni per l'ambiente e per le specie animali notturne.³⁴

Uno studio dell'Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso (ISTIL)³⁵ sugli effetti della luce artificiale sulla salute umana ha dimostrato che la luce fredda con elevata temperatura di colore (spettro di emissione tra 440 e 500 nanometri) tipica dei LED è quella che maggiormente interferisce con il ritmo circadiano, inibendo la produzione di melatonina. È sufficiente un'esposizione notturna di circa due ore alla luce con questo tipo di emissione per ridurre drasticamente la produzione di melatonina. In particolare le lampade a luce bianca con forte componente blu, come i LED, inibiscono la produzione di melatonina fino a cinque volte di più rispetto alle lampade a vapori di sodio ad alta pressione. Uno sfasamento prolungato del bioritmo connesso con una ridotta produzione di melatonina può portare a insomnia, stress, depressione del sistema immunitario ed esporre a un più alto rischio di tumori.

³⁴ Online in Internet: URL: http://www.plightwithlight.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/10_AnlockwirkungInsektenFeldstudie_TLMFundLUA.pdf, [08.09.13].

³⁵ Cinzano, P.; Falchi, F. und Elvidge, C. (2001): The first world atlas of the artificial night sky brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, n. 328, pagg. 689-707.



Figura 35: Sistema a luce riflessa

Nella figura 34 sono visibili i moduli LED. Le tradizionali lampade per l'illuminazione stradale possono essere convertite in LED attraverso la semplice installazione di un modulo LED. I costi di queste lampade sono molto variabili e dipendono essenzialmente dalle loro differenti caratteristiche tecniche. Per questo, un comune che decida di passare al sistema LED deve indicare con precisione al produttore quale modello di lampada desidera e verificare immediatamente che il prodotto fornito corrisponda esattamente alle caratteristiche richieste.

Nell'ambito del progetto “Piani di illuminazione” è stata effettuata una fotometria nel comune di San Leonardo in Passiria, compresa una stima della conversione degli attuali impianti al sistema a LED. Il consumo energetico può essere calcolato agevolmente a partire dal consumo energetico per lampada, che dipende dalla relativa potenza e dal alimentatore usato.

Il sistema a luce riflessa, che è quello più utilizzato nel centro di San Leonardo in Passiria (figura 35), potrebbe essere sostituito con sistemi a LED con la semplice sostituzione dello specchio. Questo consentirebbe di utilizzare gli impianti esistenti anche nei prossimi anni. Al contrario, le vecchie lampade ai vapori di mercurio dovranno con ogni probabilità essere sostituite perché il vetro della lampada assorbe molta luce. I pali di sostegno potrebbero anche essere riutilizzati. Tuttavia, dal momento che l'introduzione delle lampade a LED necessita in molti casi di modifiche alle interdistanze tra i pali di sostegno, è molto probabile che anche questi verranno sostituiti.

In base alle misurazioni dell'illuminazione stradale svolte a San Leonardo in Passiria il risparmio energetico stimato conseguibile dall'adozione di nuovi impianti è intorno al 60 %. Si tratta di un calcolo approssimativo e suscettibile di aggiustamenti in funzione di una serie di variabili legate ai tempi di ammortizzazione per l'acquisto di un nuovo impianto, come per esempio lo stato di conservazione degli impianti esistenti, il costo dei nuovi sistemi a LED e il costo dell'elettricità.

7. Piani di illuminazione in Europa

Negli ultimi anni il tema dell'illuminazione pubblica è stato sviluppato in stretta connessione con le tematiche del risparmio e dell'efficientamento energetico, dell'inquinamento luminoso, della progettazione, installazione e gestione dell'illuminazione, della transizione verso tecnologie di illuminazione innovative come il LED. Sulla spinta della normativa sia nazionale che internazionale in materia di illuminazione pubblica comuni, città, province e regioni hanno emanato disposizioni tecniche e formali per regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica. Lo strumento politico usato a questo scopo è il cosiddetto piano di illuminazione, un termine generico che tende ad assumere denominazioni differenti nei diversi Paesi, territori e aree linguistiche. In Germania e in Austria i termini più diffusi sono quelli di *Lichtmasterplan*, *Lichtplan*, *Lichtleitplan*, *Lichtkonzept*, *Stadtlichtplan*, *Beleuchtungsplan*. In Italia la denominazione ufficiale è quella di piano regolatore dell'illuminazione comunale, in breve PRIC. Il primo piano della luce, dal nome *Plan Lumière*, è stato redatto a Lione, in Francia, nel 1989. Questa stessa denominazione è largamente utilizzato anche in Svizzera. In Spagna si usa parlare di *plan de Iluminación*, nell'area anglosassone di *Lighting Plan*.

Il primo piano di illuminazione è stato redatto nel 1989 per la città di Lione.

In generale un piano di illuminazione consente di programmare e coordinare gli interventi illuminotecnici e di armonizzarli con le scelte urbanistiche. In questo modo può tra l'altro contribuire a valorizzare l'ambiente urbano e a ordinare la visione notturna e l'immagine complessiva della città. Di solito fa riferimento a una molteplicità di funzioni e ambiti di applicazione dell'illuminazione artificiale, seppure i contenuti concreti siano spesso differenti.

Città	Anno di realizzazione	Denominazione
Lione	1989 (2007)	<i>Plan Lumière</i>
Torino	2012	Piano regolatore dell'illuminazione pubblica
Berlino	2011	<i>Stadtbild Lichtkonzept</i>
Vienna	2006	<i>Lichtmasterplan</i>
Zurigo	2007	<i>Plan Lumière</i>

Tabella 11: Piani di illuminazione in Europa

La prima città a dotarsi di un piano di illuminazione fu Lione che con il *Plan Lumière*, definì un programma di attuazione pluriennale e stanziò ingenti risorse finanziarie per la sua realizzazione. Il piano non solo ebbe un impatto politico, tecnico e artistico ma contribuì anche a rendere la città un polo di attrazione turistica. Ancora oggi l'8 dicembre si festeggia questa ricorrenza con la *Fête des Lumières* [Festa della luce]. La rapida evoluzione delle tecnologie di illuminazione pubblica ha portato nel 2007 la città all'adozione di un nuovo piano per l'illuminazione pubblica. Nel frattempo Lione è diventata un centro internazionale di illuminotecnica.³⁶ In Italia l'introduzione di leggi regionali che disciplinano l'illuminazione esterna ha portato molti comuni a dotarsi di piani di illuminazione urbana. Un esempio è la città di Torino che nel 2012 ha approvato il nuovo piano dell'illuminazione comunale quale strumento di indirizzo unitario e prescrittivo per la realizzazione degli impianti di illuminazione sul territorio comunale. Si tratta di un documento molto ampio e articolato, corredata da un ricco apparato di tavole illustrate riguardanti le diverse tipologie di sorgenti luminose e di apparecchi di illuminazione, le categorie degli impianti di illuminazione, delle strade e dello spazio pubblico. Il piano descrive la normativa illuminotecnica di riferimento, le finalità, i contenuti, gli ambiti di applicazione, le norme e le priorità di attuazione.³⁷

Un piano di illuminazione dovrebbe orientarsi al criterio “con meno luce vediamo di più”.

In Germania esistono alcuni esempi di strategie illuminotecniche a livello comunale e urbano. Per esempio, Berlino dispone dal 2011 di un concetto per l'illuminazione pubblica della città. Il concetto, elaborato dall'Amministrazione del Senato per lo sviluppo urbano di Berlino [*Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung*], si presenta come un manuale per la progettazione degli impianti di illuminazione negli spazi urbani rivolto principalmente ai professionisti del settore. Il modello berlinese si orienta ai seguenti principi guida: l'illuminazione pubblica è fondamentale per la sicurezza del traffico stradale veicolare e delle persone, modella l'immagine della città, è progettata e gestita nel rispetto dell'ambiente e basata sull'impegno a un uso responsabile delle risorse economico-finanziarie.³⁸

36 Online in Internet: URL: <http://www.clusterlumiere.com/The-city-of-Lyon-lighting-plan.html> [20.12.13].

37 Online in Internet: URL: <http://www.comune.torino.it/canaleambiente/pric/#pric> [20.12.13].

38 Online in Internet: URL: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/beleuchtung/de/lichtkonzept.shtml> [20.12.13].

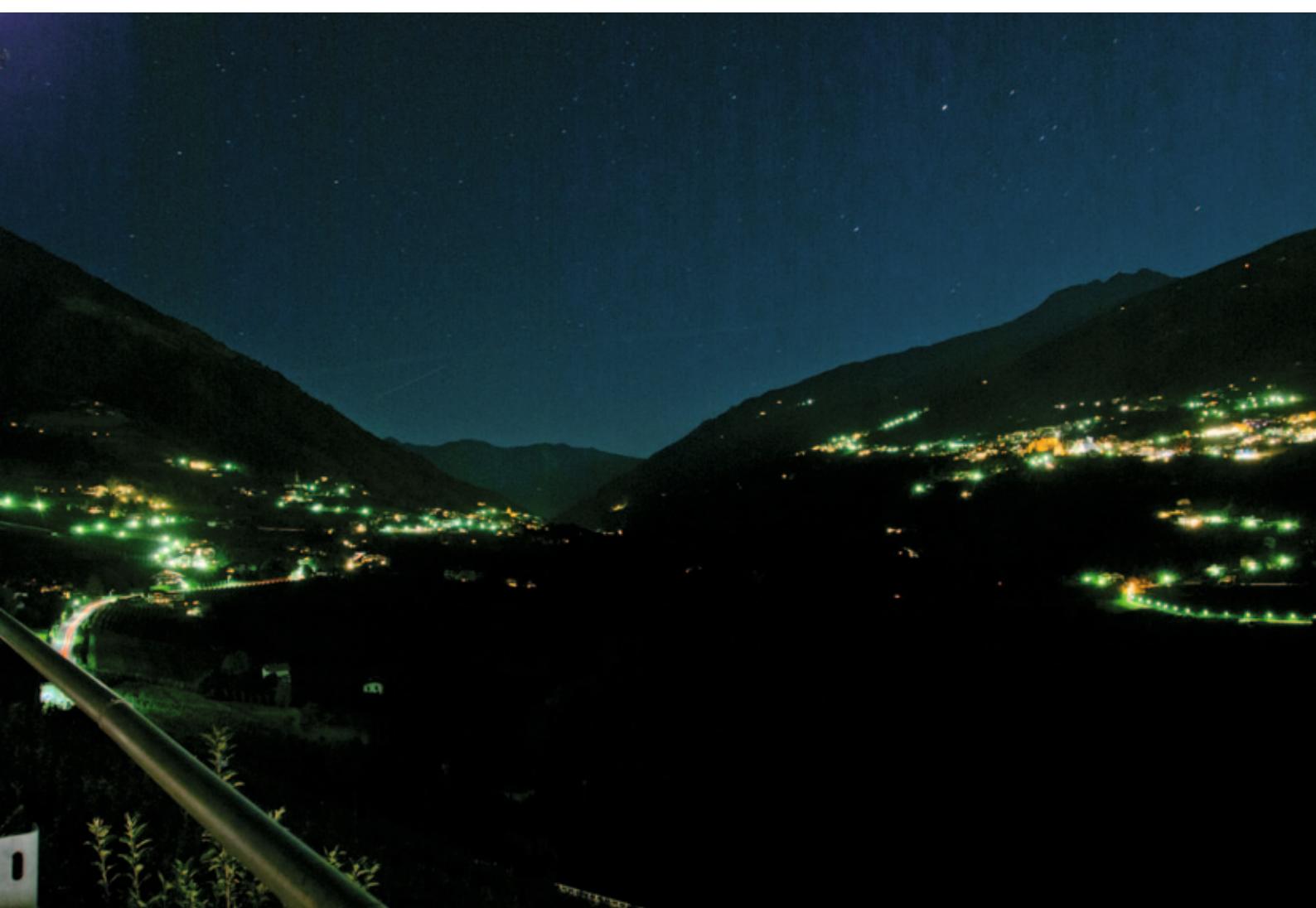


Figura 36: Dintorni della Val Passiria: Caines e Scena

In Austria la conversione dei vecchi sistemi di illuminazione pubblica al LED è una tendenza molto diffusa a livello comunale e urbano. In molti casi il processo è guidato da documenti di indirizzo e programmatici. Per esempio, il master plan Luce per Vienna [*Masterplan Licht für Wien*], elaborato nel 2006 dalla ripartizione competente per l'illuminazione pubblica della Città di Vienna [*Magistratsabteilung für öffentliche Beleuchtung der Stadt Wien*], indica le linee strategiche di sviluppo dell'illuminazione pubblica fino al 2018. Il piano muove dall'analisi del complesso di punti luce, ben 2 milioni, distribuiti nei diversi quartieri della città quale base per orientare la progettazione degli interventi a criteri di adeguatezza e funzionalità, cui unisce l'impegno all'utilizzo di tecnologie innovative. I criteri guida del master plan sono i seguenti: sicurezza del traffico e tutela dell'incolumità pubblica, *gender mainstreaming*, tutela ambientale, allestimento urbano ed estetica, illuminotecnica e tecnologie, economicità e consumo energetico.³⁹

Anche in Svizzera la lotta all'inquinamento luminoso e il risparmio energetico sono temi di grande rilevanza pubblica. A Zurigo l'obiettivo perseguito con il "Plan Lumière", racchiuso nel motto "progettare la città con la luce", è stato di dare impulso e rafforzare la competitività del territorio a livello internazionale. Il piano, licenziato dal consiglio comunale nel 2004, punta alla realizzazione di progetti illuminotecnici nell'ambito degli interventi volti al risanamento e al rinnovo dello spazio urbano e delle costruzioni e degli impianti pubblici. Il piano contiene numerosi esempi e materiale informativo sia sugli effetti e le misure per la riduzione delle emissioni luminose, sia sulle nuove tecnologie illuminotecniche.⁴⁰

Anche in Alto Adige si ritrovano esempi di pianificazione urbana dell'illuminazione pubblica. Con il progetto "Piani di illuminazione comunale" i comuni della Val Passiria e dintorni si sono attivati sui temi della lotta all'inquinamento e del risparmio energetico. Le idee raccolte nel territorio su quali caratteristiche debba avere un piano della luce sono parte di questa guida. La figura 36 mostra i dintorni della Val Passiria di notte.

39 Online in Internet: URL: www.wien.gv.at/verkehr/licht/beleuchtung/oefentlich/ und www.schreder.com/des-de/Documents/Lichtwissen/Dossier/Vienna/Vienna-Lighting-Master-Plan-German.pdf [26.11.2013].

40 Online in Internet: URL: http://www.stadt-zuerich.ch/content/hbd/de/index/staedtebau_u_planung/plan_lumiere.html [26.11.2013].

8. I comuni pilota

Moso in Passiria, San Leonardo in Passiria, San Martino in Passiria, Rifiano, Caines e Scena sono i comuni pilota del progetto “Piani di illuminazione comunale”, svolto in cooperazione tra l’EURAC e l’Agenzia per l’ambiente – Ufficio Risparmio energetico della Provincia. Con questa comune iniziativa di lotta all’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico questo piccolo gruppo di comuni geograficamente vicini tra loro intende diventare un modello per l’Alto Adige.

La Val Passiria, in Alto Adige, si estende dalla conca di Merano in direzione nord fino a Passo Giovo e al Passo del Rombo ed è racchiusa a ovest dal Gruppo del Tessa e ad est dalle Alpi Sarentinesi. Attraversata dal torrente Passirio, dal punto di vista topografico è una valle caratterizzata da grandi dislivelli. Si parte da Caines, a quota 500 metri s.l.m., fino ad arrivare al monte Cima Altissima in Moso in Passiria a quota 3.480 metri s.l.m. La figura 37 mostra una veduta del comune di San Leonardo in Passiria sulla valle in direzione sud.



Figura 37: San Leonardo in Val Passiria di giorno



Figura 38: San Leonardo in Val Passiria di notte

La stessa veduta vien riproposta in versione notturna nella figura 38. Nell'immagine il paese di San Leonardo in Passiria e l'intera valle appaiono circondati da un diffuso chiarore ambientale, segno dell'inquinamento provocato dalla luce artificiale. La chiesa del paese appare immersa nella luce arancione delle lampade al sodio, mentre l'intera rete stradale è punteggiata di colore verde e bianco, a seconda che si tratti di lampade ai vapori di mercurio o di lampade a ioduri metallici.

La situazione dell'illuminazione pubblica rilevata nei comuni pilota è alquanto eterogenea. Alcuni comuni dispongono già di una certa quantità di dati geografici sui punti luce. Nei comuni di Moso e di San Martino la rilevazione dei punti luce è ormai in avanzato stato di realizzazione e i relativi dati sono accessibili nel sistema informativo territoriale del Consorzio dei comuni della Provincia di Bolzano (<http://gis.gvcc.net>).

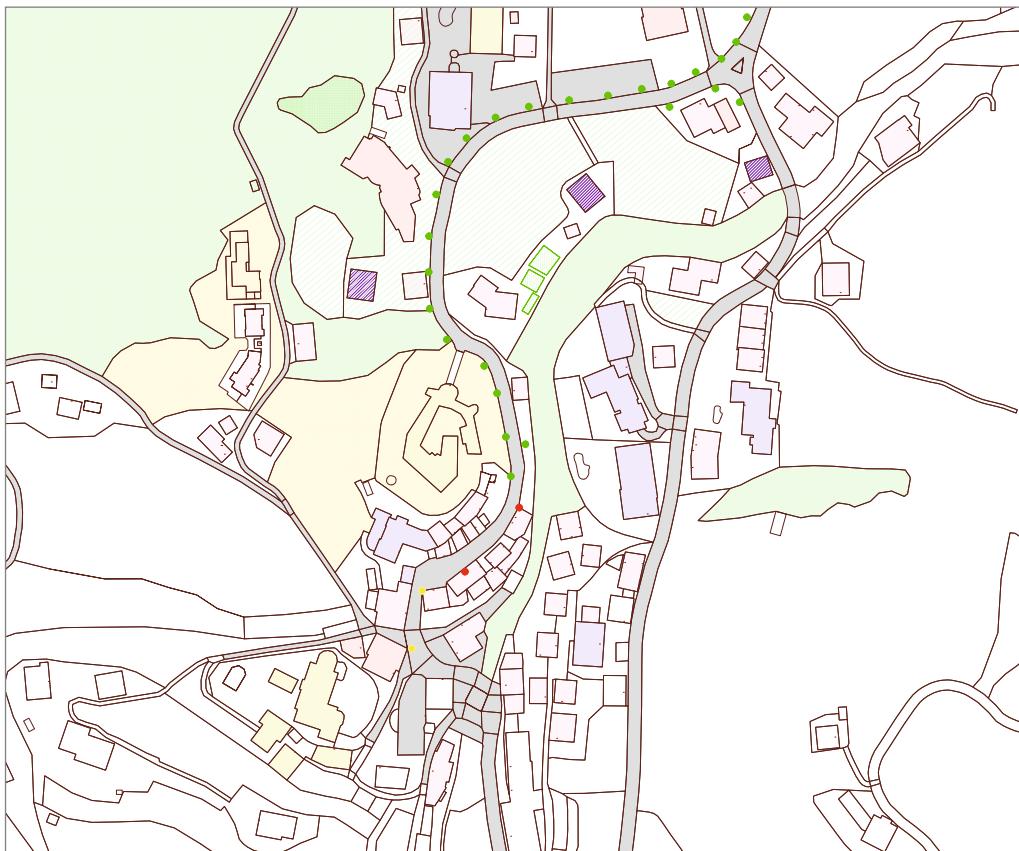


Figura 39: Punti luce nel comune di Scena – via Castello

Tra le attività svolte nell'ambito del progetto pilota sono stati rilevati i punti luce presenti lungo una strada di Scena. Le distanze tra i pali sono state misurate e riportate nella mappa vettoriale del comune, come appare nella figura 39. I punti luce da sostituire o da adeguare sono di colore rosso e, rispettivamente, giallo. Nella tabella 11 i punti luce contrassegnati da un colore sono suddivisi per tipologia di lampada.

Rosso	Giallo	Verde
Lanterna ai vapori di mercurio	Lanterna a ioduri metallici	Lampada LED completamente schermata
		

Tabella 12: Punti luce nel comune di Scena, via Castello

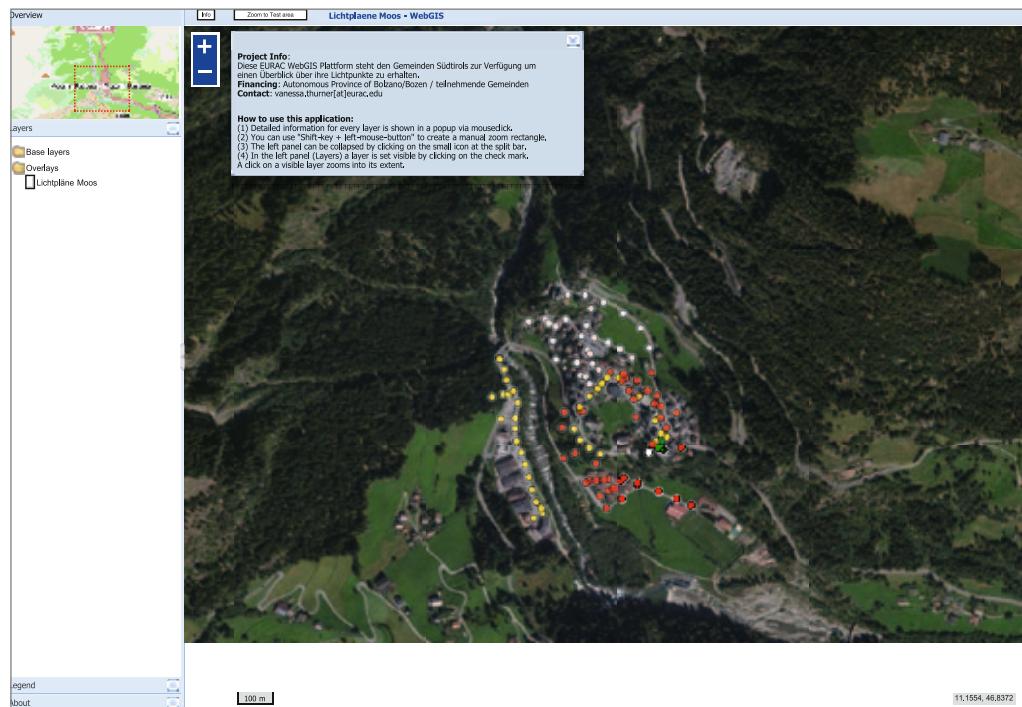


Figura 40: EURAC Web GIS (Comune di Moso in Val Passiria)

Nel comune di Moso i punti luce in precedenza localizzati sono stati controllati, integrati con alcuni ulteriori dati e riclassificati secondo i criteri provinciali. I risultati di questa riclassificazione sono stati rappresentati graficamente con l'aiuto di uno strumento WebGIS messo a punto dall'EURAC (<http://webgis.eurac.edu>)⁴¹ appositamente per il progetto sui piani di illuminazione. La figura 40 mostra un esempio di visualizzazione dei punti luce nel comune di Moso.

In questa figura i punti luce sono distinti per colore in base ai dati esistenti e al grado di rispondenza ai criteri provinciali. In particolare, il colore rosso indica che il punto luce deve essere sostituito o adeguato al più presto, il colore giallo che deve essere sostituito o adeguato al più presto previo controllo. I punti luce di colore verde sono a norma mentre per quelli bianchi i dati esistenti non sono sufficienti per una valutazione.

41 L'Istituto per il Telerilevamento Applicato dell'EURAC ha sviluppato diverse applicazioni WebGIS, tra le quali anche questa denominata "Illumination". Il comune di Moso e poi anche il comune di San Martino hanno messo a disposizione dati GIS.



Figura 41: EURAC Web GIS

La tabella 13 mostra i criteri provinciali in base ai quali sono stati classificati i singoli punti luce. Una maggiore disponibilità di dati (per es. temperatura di colore, potenza, dispersione della luce) consentirebbe di affinare l'analisi e renderebbe più esatta la classificazione. D'altra parte, la conformità alla legge di una strada dipende da molti aspetti per cui questo tipo di valutazione non può sostituire una esatta misurazione della luce.

	Rosso	Giallo	Verde	Bianco
Tipo di apparecchio	Apparecchio illuminante a sfera	Tutti tranne gli apparecchi illuminanti a sfera e gli apparecchi full-cut-off	Apparecchi completamente schermati	Nessun dato
Tipo di sorgente luminosa	Lampada ai vapori di mercurio	Tutti tranne le lampade ai vapori di mercurio e i LED	LED	Nessun dato

Tabella 13: Classificazione dei punti luce secondo alcuni criteri provinciali

Tutti i comuni interessati dell'Alto Adige possono inoltrare i dati GIS relativi ai loro punti luce all'EURAC per la loro immissione nel database applicativo mostrato nella figura 41. Con questo strumento sono sufficienti alcuni dati esatti per ottenere una prima rappresentazione grafica della situazione dell'illuminazione pubblica in un comune.

9. Forme di finanziamento

Gli interventi di razionalizzazione energetica sugli impianti di illuminazione pubblica impongono ai comuni ingenti spese legate alla progettazione, al finanziamento e alla realizzazione del rinnovo degli impianti e alla loro manutenzione. Per molti comuni i costi da sostenere rappresentano spesso un grande ostacolo, benché gli investimenti siano in seguito ripagati dal risparmio economico conseguente al risparmio energetico. In mancanza dei fondi necessari per gli investimenti in efficienza energetica il comune ha a disposizione due alternative:

- l'autofinanziamento,
- l'*outsourcing*.

La prima soluzione è il ricorso al credito bancario per finanziare l'investimento degli interventi. In questo caso la concessione del credito è legata alla certezza di conseguire risparmi energetici ripagabili in tempi rapidi. Il vantaggio dell'autofinanziamento è rappresentato dalla possibilità di coordinare e controllare direttamente l'intervento in tutte le sue fasi. Lo svantaggio è che non garantisce il raggiungimento degli obiettivi di risparmio prefissati in quanto l'ente dipende da operatori del settore che potrebbero non avere gli stessi interessi in termini di risparmio.⁴²

La seconda forma di finanziamento è la terzalizzazione degli interventi (*outsourcing*). Nel campo degli interventi energetici si parla spesso di *energy contracting*, ossia di accordi contrattuali per la fornitura di servizi e interventi energetici in una logica di *energy performance contracting* e di finanziamento tramite terzi. La società esterna può offrire un servizio integrato che comprende la progettazione, l'installazione, la manutenzione e la gestione degli impianti.⁴³



Figura 42:
Forme di finanziamento

42 PRIC del Comune di Lodi, cap. 9.31.

43 Online in Internet: URL: <http://www.contracting-portal.at> [26.11.13].

Il contratto, tipicamente stipulato tra un proprietario di uno o più impianti di illuminazione e un fornitore esterno (*contractor*), può assumere la forma di un contratto di risparmio energetico oppure di un contratto di impianto. Il contratto di risparmio energetico riguarda una misura di miglioramento dell'efficienza energetica di un impianto di illuminazione. In questo caso il risparmio energetico ottenuto grazie all'efficientamento del sistema consente di recuperare il costo dell'investimento effettuato. Nel secondo caso una società esterna gestisce l'impianto e la fornitura di energia trae parte dei benefici per la durata del contratto. In entrambi i casi una società esterna si assume l'onere dell'investimento dell'intervento di razionalizzazione energetica e della relativa progettazione ed esecuzione. Le differenze tra queste due varianti riguardano la modalità di retribuzione del servizio, l'ampiezza degli interventi realizzati e il tipo di garanzia contrattuale del *contractor*.⁴⁴

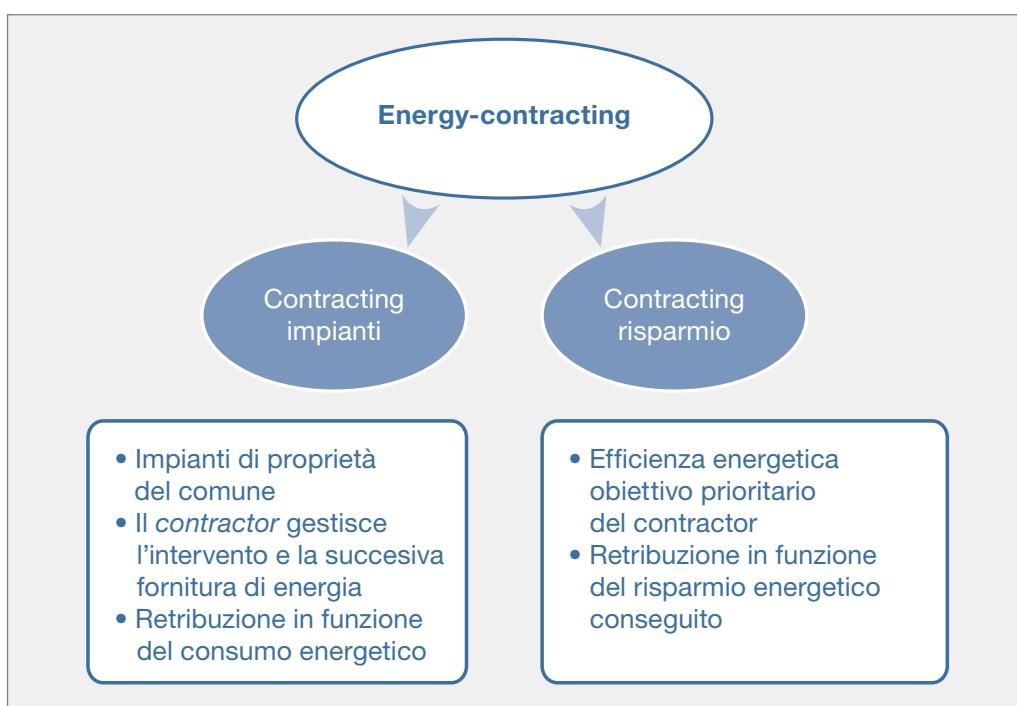


Figura 43: Forme di energy-contracting

In Alto Adige non sono attualmente previsti contributi o incentivi per il rinnovo degli impianti di illuminazione pubblica.

⁴⁴ Ibid.

10. Glossario⁴⁵

Apparecchio di illuminazione: oggetto destinato all'illuminazione e attrezzato allo scopo con un dispositivo predisposto per accogliere o ancorare una sorgente luminosa o contenente una sorgente luminosa fissa.

Apparecchio totalmente schermato (full-cut-off): apparecchio di illuminazione realizzato ed orientato in modo tale da diffondere la luce esclusivamente verso il basso, con una luminanza non superiore a 0,49 candele per 1000 lumen, per angoli maggiori o uguali a 90° rispetto alla verticale.

Area da illuminare: l'area da illuminare definita dal progetto illuminotecnico.

Efficienza luminosa: il rapporto tra il flusso luminoso di una sorgente luminosa e la potenza elettrica in ingresso. Unità di misura: lumen per watt (lm/W).

Fattore di rendimento dell'apparecchio di illuminazione: il rapporto tra il flusso luminoso emesso dall'apparecchio di illuminazione e il flusso luminoso di tutte le sorgenti luminose all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione.

Illuminazione esterna pubblica: tutti gli impianti di illuminazione esterna che illuminano con luce artificiale lo spazio pubblico, compresa l'illuminazione a scopo decorativo o pubblicitario.

Inquinamento luminoso: ogni forma di luce artificiale prodotta dall'uomo, che si irradia direttamente o indirettamente nell'ambiente.

Piano di intervento: determinazione degli interventi necessari e relativa tempistica.

Impianto di illuminazione: impianto utilizzato per illuminare uno spazio o un oggetto con luce artificiale.

Punto luce: singoli apparecchi di illuminazione oppure più apparecchi di illuminazione fissati ad un supporto oppure ad un palo comune, utilizzati per l'illuminazione pubblica esterna.

Progetto illuminotecnico: progetto redatto da un tecnico iscritto all'albo professionale, contenente sia i documenti grafici sia la relazione tecnica che dimostri l'adempimento dei presenti criteri e di altre norme vigenti nonché il certificato di prova e i documenti tecnici riguardanti gli apparecchi di illuminazione e le sorgenti luminose da utilizzare.

Rilevazione dello stato di fatto: il censimento del numero e dello stato attuale dei punti luce, dei pali, degli apparecchi di illuminazione, dei quadri elettrici e conduttori elettrici con indicazione della loro posizione.

⁴⁵ Legge provinciale 21 giugno 2011, n. 4, Misure di contenimento dell'inquinamento luminoso ed altre disposizioni in materia di utilizzo di acque pubbliche, procedimento amministrativo ed urbanistica, pubblicata nel B.U. n. 31/I-II del 31/07/2012.

Sorgente luminosa: apparecchio elettrico che emette luce, come ad esempio i tubi fluorescenti e i LED.

Spazio pubblico: tutti i percorsi, le piazze, i parcheggi, le strutture, gli impianti, i centri sportivi, i monumenti architettonici ed artistici accessibili o a disposizione del pubblico, nonché il cielo notturno.

Indice delle figure

Figura 1: Inquinamento luminoso nel Nord Italia	8
Figura 2: Apparecchio di illuminazione a sfera	9
Figura 3: Conseguenze dell'inquinamento luminoso	10
Figura 4: Inquinamento luminoso in Alto Adige	11
Figura 5: Consumo di energia elettrica in Alto Adige 2000-2009.....	12
Figura 6: Quadro normativo	13
Figura 7: Spegnimento alternato dei lampioni della luce.....	15
Figura 8: Calcolo della luminanza di una strada con sistema di illuminazione alternata.....	15
Figura 9: Piano di illuminazione	17
Figura 10: Rilevazione dei punti luce in via Andreas Hofer (Comune di San Leonardo in Passiria).....	18
Figura 11: Rilevazione posizione dei punti luce in via Castello (Comune di Scena)..	19
Figura 12: Checklist per la rilevazione degli impianti esterni, esempio comune di Caines	20
Figura 13: Sintesi rilievo del comune di Caines	25
Figura 14: Obiettivi del piano di intervento.....	26
Figura 15: Priorità del piano di intervento	28
Figura 16: Tempistica del piano di intervento	28
Figura 17: Controllo dell'attuazione del piano di intervento	29
Figura 18: Ciclo di finanziamento del piano di intervento	30
Figura 19: Struttura del piano di intervento	31
Figura 20: Esempio di piano di intervento	31
Figura 21: Apparecchio completamente schermato (full-cut-off)	33
Figura 22: Illuminazione di un incrocio.....	35
Figura 23: Insegne luminose	36
Figura 24: Campi sportivi a San Martino in Passiria.....	37
Figura 25: Parete di un edificio illuminata.....	37
Figura 27: Illuminazione dal basso di un pannello pubblicitario (Comune di San Martino in Val Passiria)	39
Figura 26: Illuminazione notturna della chiesa di Moso in Passiria	39
Figura 28: Illuminazioni natalizie	41
Figura 29: Sezione trasversale di una strada.....	42
Figura 30: Varietà di punti luce	44
Figura 31: Varietà di sorgenti luminose	46

Figura 32: Sorgenti luminose a confronto.....	50
Figura 33: Lampada a LED (Comune di Rifiano).....	51
Figura 34: Lampada a LED nel Comune di Rifiano – dettaglio	51
Figura 35: Sistema a luce riflessa	52
Figura 36: Dintorni della Val Passiria: Caines e Scena	55
Figura 37: San Leonardo in Val Passiria di giorno.....	57
Figura 38: San Leonardo in Val Passiria di notte.....	58
Figura 39: Punti luce nel comune di Scena – via Castello.....	59
Figura 40: EURAC Web GIS (Comune di Moso in Val Passiria).....	60
Figura 41: EURAC Web GIS.....	61
Figura 42: Forme di finanziamento	62
Figura 43: Forme di energy-contracting.....	63

Indice delle tabelle

Tabella 1: Esempio di rilevazione dati punti luce (Comune di Moso in Val Passiria)	22
Tabella 2: Contenuti modulo “sintesi punti luce”	23
Tabella 3: Classificazione delle strade.....	43
Tabella 4: Tipi di apparecchi illuminanti	45
Tabella 5: Denominazione delle sorgenti luminose	46
Tabella 6: Panoramica delle sorgenti luminose	47
Tabella 7: Lampade a ioduri metallici secondo ZVEI	48
Tabella 8: Lampade al sodio ad alta pressione secondo ZVEI.....	49
Tabella 9: Lampade ai vapori di mercurio ad alta pressione secondo ZVEI.....	49
Tabella 10: Lampade al sodio a bassa pressione secondo ZVEI.....	49
Tabella 11: Piani di illuminazione in Europa	53
Tabella 12: Punti luce nel comune di Scena, via Castello	59
Tabella 13: Classificazione dei punti luce secondo alcuni criteri provinciali	61

Bibliografia e indice delle fonti

- Leitfaden Besseres Licht, Land Oberösterreich, September 2013, Online in Internet:
http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us_besseresLicht2013_leitfaden.pdf
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern, (2005): Empfehlungen zur Vermeidung von Lichthemissionen Ausmass, Ursachen und Auswirkungen für die Umwelt, online in Internet: <https://getinfo.de/app/Empfehlungen-zur-Vermeidung-von-Lichthemissionen/id/TIBKAT%3A505399350>
- Cinzano, P.; Falchi, F. & Elvidge, C.(2001): The first world atlas of the artificial night sky brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Nr. 328, Seite 689-707, online in Internet: <http://www.darksky.org/assets/documents/2001cinzanofirstworldatlas.pdf>
- <http://www.clusterlumiere.com/The-city-of-Lyon-lighting-plan.html>
- http://www.comune.torino.it/canaleambiente/pric/pdf/pric/pric2011_norme_attuazione_con_firme.pdf
- <http://www.contracting-portal.at/show.php>
- <http://www.licht.de/de/licht-know-how/beleuchtungstechnik/leuchten/lichttechnik/>
- <http://www.lichtverschmutzung.de/>
- http://www.plightwithlight.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/10_AnlockwirkungInsektenFeldstudie_TLMFundLUA.pdf
- <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso.asp>
- http://www.stadt-zuerich.ch/content/hbd/de/index/staedtebau_u_planung/plan_lumiere.html
- http://www.trilux.com/uploads/media/33_3_Europas_Strassen-D_02.pdf
- Kloog, I., Haim, A; Stevens, R. G.; Barchana, M. & Portnov, B. A.(2008): Light at night co-distributes with incident breast but not lung cancer in the female population of Israel, in: Chronobiology International 2008 Feb 25 (1), Pagg. 65-81, Online in Internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18293150>
- Linee guida per l'illuminazione stradale, Provincia di Bergamo, 26.06.13, Online in Internet: http://www.provincia.bergamo.it/provpordocs/LINEE_GUIDA_PER_ILL_STRADALE_nov_2012.pdf
- O.Ö. Energiesparverband, Dezember 2009, Buy Smart und Sächsische Energieagentur – SAENA sowie Leitfaden Straßenbeleuchtung Sächsische Energieagentur – SAENA, Online in Internet: <http://www.saena.de/aktuelles/veranstaltung.html?eid=75>
- PRIC Gemeinde Lodi: <http://www.comune.lodi.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2654>

Bilancio energetico dell'Alto Adige - 2009, Online in Internet: http://www.provinz.bz.it/astat/it/agricoltura-ambiente-territorio/461.asp?News_action=4&News_article_id=387671

www.comune.torino.it/canaleambiente/pric/#pric

www.schreder.com/des-de/Documents/Lichtwissen/Dossier/Vienna/Vienna-Lighting-Master-Plan-German.pdf

www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/beleuchtung/de/lichtkonzept.shtml

www.wien.gv.at/verkehr/licht/beleuchtung/oefentlich/

Repertorio fotografico:

Accademia Europea di Bolzano

Agenzia provinciale per l'ambiente della Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige

Walter Haberer

Lichtraum²

Allegati

Tabella 1: Rilevamento dell'illuminazione esterna: strada/piazza/parcheggio/ciclabile/marciapiede/parco/impianto sportivo ecc.

(Online in Internet: URL: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso-rilevamento.asp>)

Rilevamento dell'illuminazione esterna: strada/piazza/parcheggio/ciclabile/marciapiede/parco/impianto sportivo ecc.											
Proprietario degli impianti di illuminazione											
Gli impianti si trovano nel Comune di				Frazione							
Nome della strada/piazza ecc.		Categoria della strada secondo D.M. 05.novembre 2001 n.6792 e D.L. 30 aprile 1992, n. 285, art.2						impianto sportivo		monumento storico	
		A	B	C	D	E	F	F-bis	Piazza		
lunghezza della strada in m, oppure superficie della piazza in m ²											
descrizione della strada/piazza								Altri			
anno di realizzazione oppure di sostituzione dell'impianto per illuminazione		descrizione (categoria "altri", impianto sportivo, monumento storico/artistico)									
Punti luce con apparecchio illuminante del tipo											
		A	B	C	D	E	Combinato	Altri	LM	PRS	
Totalemente schermato (Full Cut Off)		Schermato con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna ecc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.	Punto luce con diversi tipi di apparecchi di illuminazione			Palo luce con fan	Proiettori per illuminazione monumenti storici artistici ecc.	
Numero dei punti luce per tipo di apparecchio di illuminazione										Somma dei punti luce	
Tipi sorgente luminosa											
		HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I	UNBE
Lampada agli ioduri metallici		Lampada a vapori di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lampada fluorescente compatta	Lampada fluorescente tubolare		LED	Lampada a incandescenza	Tipo sconosciuto
Numero delle sorgenti luminose											
Potenza singola della sorgente luminosa per tipo in watt											
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in watt		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potenza elettrica totale in kw		Durata di accensione giornaliera media			Giornate di esercizio all'anno						
Consumo annuale di energia elettrica in kwh		0									
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh		Costi annuali corrente elettrica			- €						

Tabella 2: Nuova Checklist



Checklist per la rilevazione degli impianti esterni: comune

ID	Posizione del punto luce	Numero apparecchi illuminanti	Tipo di apparecchio illuminante	Tipo di sorgente luminosa	Potenza elettrica (watt)	Distanza da 1	Anno di realizzazione	Tipo di fissaggio	facoltativo	
									Tipo palo	Altezza palo
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

Tabella 3: Tabella riepilogativa

(Online in Internet: URL: <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/energia/inquinamento-luminoso-rilevamento.asp>)

Riassunto del rilevamento dell'illuminazione esterna pubblica					
Comune		Abitanti		Superficie totale in km ²	
Proprietario degli impianti di illuminazione					
Gestore degli impianti di illuminazione					
Il responsabile del rilevamento dello stato di fatto dell'illuminazione esterna pubblica è il Signor/a Signora		Telefono		E Mail	
Il rilevamento è stato realizzato da		Telefono		E Mail	

Rilevamento illuminazione pubblica delle strade,piazze, ecc.

Totale delle strade per categorie												
Lunghezza delle strade in km, oppure superficie totale delle piazze in km ²	Categoria delle strade secondo il decreto legislativo del 30 aprile 1992, n. 285 (codice della strada)											
	A	B	C	D	E	F	F-bis	Piazze				
Lunghezza totale di tutte le strade in km	0,00		Superficie totale di tutte le piazze in m ²		0			Lunghezza totale "Altri" in km	0,00			
Totale dei punti luce del tipo												
Numero complessivo dei punti luce del tipo di apparecchio di illuminazione	Punto luce con apparecchio di illuminazione del tipo											
	A	B	C	D	E	Combinato	Altri	LM	PRS			
Totalmente schermato (Full Cut Off)		Schemmatico con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, lente ecc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfioro a pavimento ecc.			Torre fari	Proiettore			
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	più si 30 anni							
						Numero complessivo dei punti luce			0			
Totale delle sorgenti luminose del tipo												
Numero delle sorgenti luminose	Tipo della sorgente luminosa											
	HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED	I	UNBE		
Lampada agli ioduri metalici		Lampada a rapore di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada a sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	Lamp. fluorescente compatta	Lamp. fluorescente tubolare	LED	Lampada a incandescenza	Tipo sconosciuto		
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw												
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costi annuali energia elettr. per tipo sorgente luminosa	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €		
	0,00	Durata di accensione giornaliera media		Giornate di esercizio all'anno								
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kwh	0											
	Prezzo energia elettrica in Euro/kwh		Spese energia elettrica illuminazione pubblica		- €							

Rilevamento altre illuminazioni pubbliche

Monumenti storici e artistici								
Numero monumenti storici e artistici								
Totale dei punti luce del tipo								
Numero complessivo dei punti luce del tipo di apparecchio di illuminazione	A	B	C	D	E	Kombiniert	Andere	LM
	Totalmente schermato (Full Cut Off)	Schemmatico con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna ecc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.			Torre faro
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	Più di 30 anni		Numero complessivo dei punti luce	
							0	
Totale delle sorgenti luminose del tipo								
Numero delle sorgenti luminose	HI	HM	HS	LS	EL	LCT	LT	LED
	Lampada ad ioduri metallo	Lampada a vapor di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	lampa fluorescente compatta	Lamp. fluorescente tubolare	LED
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw								
Potenza eletti. media per tipo della sorgente luminosa in watt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi annuali energia elettrica per tipo sorgente luminosa	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Potenza elettrica totale per illuminazione pubblica in watt	0,00	Durata di accensione giornaliera media		Giornate di esercizio all'anno				
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kwh:	0							
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh	Spese energia elettrica per illuminazione pubblica				- €			

Allegati

Altri											
Numero altri											
Totale dei punti luce del tipo											
Numero complessivo dei punti luce del tipo di apparecchio di illuminazione	Punto luce con apparecchio di illuminazione del tipo										
	A	B	C	D	E	Combinato	Altri	LM	PRS		
	Totalmente schermato (Full Cut Off)	Schermato con vetro convesso	Apparecchio di illuminazione stradale tradizionale, laterna ecc.	Illuminazione indiretta tramite riflettore	Apparecchio illuminante a sfera, a pavimento ecc.			Torre faro	Proiettore		
Numero dei punti luce per anni	0 - 5 anni	5 - 10 anni	10 - 20 anni	20 - 30 anni	Più di 30 anni						
							Numero complessivo dei punti luce	0			
Totale delle sorgenti luminose del tipo											
Numero delle sorgenti luminose	HI	HM	HS	LS	EL	Typ Leuchtmittel	LCT	LT	LED	I	UNBE
	Lampada agli ioduri metallici	Lampada a vapore di mercurio ad alta pressione	Lampada al sodio ad alta pressione	Lampada al sodio a bassa pressione	Lampada a induzione	lampe fluorescente compatte	Lamp. fluorescente tubolare	LED		Lampada a incandescenza	
Potenza elettrica totale per tipo delle sorgenti luminose in kw											
Potenza elett. media per tipo della sorgente luminosa in watt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi annuali energia elett. per tipo sorgente luminosa	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Potenza elettrica totale per illuminazione pubblica in watt	0,00	Durata di accensione giornaliera media			Giornate di esercizio all'anno						
Consumo annuale di energia elettrica per illuminazione pubblica in kWh	0										
Prezzo energia elettrica in Euro/kwh		Spese energia elettrica illuminazione pubblica			- €						

Consumo totale di energia elettrica e costi complessivi per l'energia elettrica					
Numero complessivo dei punti luce	0,0	Consumo annuale di energia elettrica in kwh per abitante	0,00	Costi annuali di energia illuminazione pubblica per abitante	- €
Potenza totale di allacciamento illuminazione pubblica in kw		Consumo annuale di energia elettrica in kwh	0	Costi annuali di energia illuminazione pubblica	- €
	0,00				

**Firma del responsabile/dell'
responsabile**

Data