



Con la collaborazione di:

Presenta:

**LEGGE DELLA REGIONE PUGLIA
n. 15 del 23 novembre 2005**

**"Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per
il risparmio energetico"**

VISUALE

***Interpretare, capire, conoscere ed approfondire
la LR n.15/2005***

Dicembre 2005

Premessa

La Legge Regionale della Puglia n.15/2005 “Visuale”, oggetto di codesta pubblicazione, è completata con commenti ed illustrazioni per favorirne una maggiore comprensione.

Gli elementi di seguito riportati NON sono parte della LR15/05 emessa dalla Regione Puglia, ma sono dei contenuti esplicativi aggiunti al documento e condivisi dagli enti e dalle associazioni che hanno patrocinato la sua pubblicazione in formato elettronico. Non Fanno parte della Legge n.15/05:

- Immagini e commenti alle immagini,
- Sezioni di testo racchiuse in parentesi quadre ed in carattere corsivo italiano,
- Link a documenti esterni o interni,
- Allegati tecnici o il testo della stessa Legge n.15 del 23/11/2005

Copyright

L'utilizzo di codesto documento implica la piena accettazione delle condizioni di seguito riportate:

- Qualsiasi informazione contenuta in codesto documento non vincola gli autori e coloro che l'hanno condiviso a obblighi di garanzia ed in nessun caso gli stessi potranno essere ritenuti responsabile di eventuali danni, sia diretti che indiretti, di qualsiasi natura, provocati dalla distribuzione, dall'esecuzione o dall'uso di tale documento e delle informazioni in esso contenute.
- Lo scopo di tale strumento è assolutamente divulgativo ed informativo, e per il suo utilizzo non è dovuto alcun compenso in denaro.
- La LR15/05 è disponibile in formato PDF non protetto. A tal fine è possibile ed è concesso, utilizzando gli strumenti messi a disposizione da Adobe Acrobat Reader, l'utilizzo e la duplicazione di parti dei suoi contenuti (immagini, testi ed informazioni), riportando la fonte: “LR Puglia n.15/2005 VISUALE – CieloBuio 2005”.
- Il CD ROM su cui è stato distribuito tale documento può essere duplicato senza alcuna limitazione, ma solo senza alterarne l'integrità ed i contenuti. Può essere inoltre distribuito liberamente in quanto lo scopo è assolutamente formativo e divulgativo.

Si ringraziano

- *chi ha realizzato tale documento: Diego Bonata, Fabio Falchi*
- *chi ha collaborato alla realizzazione di questo documento ed alla realizzazione delle fotografie dello stesso: Bajoni Carlo, Benatti Roberto, Bonomi Ivan, Dalla Gassa Leopoldo, Di Sora Mario, Duches Alberto, Minuto Silvano, Rama Franco, Rossi Eric, Scannabissi Andrea, Scardia Marco, Vedovato Marco, Invernizzi Luca, Rossi Carlo, Arcidiacono Fabio, Arcidiacono Fabio, Zanolli Ferruccio, Di Giuseppe Massimiliano, Capezzali Daniele, Vito Lecci.*
- *i contributi di: International Dark Sky Association e Unione Astrofili Italiani*

Per ulteriori informazioni :

CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno

cielobuio@vialattea.net

<http://cielobuio.org>

Per iscriversi alla mailing-list ILLUMINARE News e ricevere informazione su problemi legati a inquinamento luminoso, illuminotecnica, legislazione e documentazione di supporto tecnico, compilare la form al seguente indirizzo:

<http://cielobuio.org/illuminare.php>

LEGGE REGIONALE n. 15 del 23 Novembre 2005.

Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico

LA PRESIDENTE DELLA GIUNTA REGIONALE PROMULGA la seguente legge:

Art. 1 (Finalità)

1. La Regione, nel perseguire gli obiettivi della tutela dei valori ambientali finalizzati allo sviluppo sostenibile della comunità regionale, promuove la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti, al fine di conservare e proteggere l'ambiente naturale, inteso anche come territorio, sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette.
2. Per le finalità di cui al comma 1, si considera inquinamento luminoso ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.



Fig.1 - Tipici esempi di dispersione di luce ingiustificata verso il cielo o dove non richiesta

Art. 2 (Competenze della Regione)

1. La Regione, per il tramite dell'Ufficio regionale competente in materia di ambiente e pianificazione ambientale, per garantire un'omogenea applicazione delle norme della presente legge, esercita le funzioni di coordinamento e indirizzo in materia di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso, determinando:
 - a) il quadro degli ambiti territoriali rilevanti al fine della tutela e conservazione dei valori ambientali;
 - b) gli indirizzi, i criteri e gli orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto degli strumenti di pianificazione provinciale e comunale e il loro inserimento nei Piani territoriali di coordinamento provinciale (PTCP), nei Piani urbanistici generali (PUG) e nei Piani urbanistici esecutivi (PUE).
2. La Regione adotta, entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, i criteri di applicazione della presente legge a integrazione dei minimi requisiti tecnici di cui all'articolo 5.
3. La Regione aggiorna, anche su richiesta degli Osservatori astronomici, la lista degli Osservatori professionali e non professionali e delle aree tutelate, individuandone le relative zone di protezione, secondo le direttive dell'articolo 8.
4. La Regione, con il concorso delle associazioni rappresentative degli interessi per il contenimento dell'inquinamento luminoso, delle categorie e degli enti/organismi a diverso titolo interessati dalle presenti disposizioni, promuove corsi di formazione e aggiornamento tecnico e professionale per tecnici con competenze nell'ambito dell'illuminazione, incentiva la formazione di figure professionali in tema di illuminazione con particolare riferimento alla presente legge, favorisce la divulgazione e la didattica scolastica con programmi e iniziative di sensibilizzazione e corsi di studio dedicati.
5. La Regione esercita le funzioni di vigilanza sulle Province e i Comuni circa l'ottemperanza alle disposizioni di cui alla presente legge e, se necessario, predispone gli opportuni provvedimenti.

Art. 3 (Competenze della Provincia)

1. Alle Province competono:
 - a) l'inserimento dei piani energetici, di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso nel PTCP, quali componenti essenziali nell'ambito delle materie inerenti la protezione della natura e la tutela dell'ambiente;
 - b) le funzioni di coordinamento, vigilanza e controllo sull'applicazione della presente legge;
 - c) le azioni di formazione e informazione per diffondere la cultura del risparmio energetico e delle buone pratiche per evitare inquinamento luminoso, anche attraverso i Laboratori di educazione ambientale (LEA) provinciali e i programmi di Informazione, formazione ed educazione ambientale (INFEA);
 - d) il rispetto dei criteri di applicazione della presente legge che saranno emanati ai sensi dell'articolo 2, comma 2;
 - e) l'esercizio delle funzioni di vigilanza e controllo sul corretto e razionale uso dell'energia elettrica da illuminazione esterna e la diffusione dei principi dettati dalla presente legge;
[Allegato E - Scheda di constatazione inadempienze]
 - f) l'applicazione della legge sugli impianti di loro competenza.

Art. 4 (Competenze dei Comuni)

1. Ai Comuni competono:
 - a) l'adozione del piano comunale per il risparmio energetico e la riduzione dell'inquinamento luminoso;
[Allegato D - Regolamento comunale integrativo e conforme alla LR15/05]
[Allegato H - Articolo 23 cod.strada, D.Lgs.30 aprile 1992, n.285 e succ. agg.]
 - b) l'inserimento del piano di cui alla lettera a) nel PUG e nei PUE, al fine di tendere a uno sviluppo sostenibile e migliorare la qualità della vita;
 - c) l'adeguamento del regolamento edilizio e si dotano, entro quattro anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, di piani di illuminazione che disciplinano le nuove installazioni e gli adeguamenti di quelle vecchie in accordo con la presente legge;
[Allegato B - Introduzione ai piani di illuminazione]
[Allegato C - Capitolato tipo conforme alla LR15/05]
 - d) le funzioni di vigilanza sulla corretta applicazione della legge da parte dei privati e dei lottizzanti, anche su richiesta delle associazioni che si occupano del contenimento dell'inquinamento luminoso, applicando ove necessario le sanzioni amministrative di cui all'articolo 9. Per tali funzioni possono avvalersi anche della collaborazione dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale (ARPA);
 - e) il rilascio della necessaria autorizzazione, previa predisposizione da parte degli interessati del relativo progetto redatto dalle figure professionali abilitate, per tutti i nuovi impianti di illuminazione, anche a scopo pubblicitario. Al termine dei lavori l'impresa installatrice rimette al Comune la dichiarazione di conformità dell'impianto realizzato al progetto assentito, unitamente alle caratteristiche tecniche, fornite dalle aziende produttrici, dei corpi illuminanti installati. Il progetto illuminotecnico non è obbligatorio per gli impianti di cui all'articolo 5, commi 3 e 6, o temporanei, per i quali è sufficiente depositare in Comune il certificato di conformità rilasciato dall'impresa installatrice ai requisiti minimi di legge.
[Allegato F - Dichiarazione di conformità dell'installazione alla LR15/05]
 - f) la pianificazione dei provvedimenti del caso affinché l'incremento annuale dei consumi di energia elettrica per illuminazione esterna notturna pubblica e privata nel territorio comunale non superi l'uno per cento del consumo al momento dell'entrata in vigore della presente legge.

Art. 5 (Requisiti tecnici e modalità d'impiego degli impianti di illuminazione)

1. In tutto il territorio regionale tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata devono essere corredati di certificazione di conformità alla presente legge, come specificato all'articolo 4, comma 1, lettera e), e devono possedere contemporaneamente i seguenti requisiti minimi:
 - a) essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi e oltre;
[Allegato A - Linee guida per l'esecuzione degli impianti]

[Dove per 0 cd/klm a 90°ed oltre si intende una misura il laboratorio approssimata all'intero sono quindi accettabili misure decimali con valori sino a 0.49cd/klm (che appunto approssimate equivalgono a 0cd/klm)]



Fig.2 – Apparecchi conformi alla LR15/05.

[[Allegato L – Capire e conoscere curve e tabelle fotometriche](#)]



Fig.3 – Alcuni modelli di apparecchi conformi alla L.R. 15/05. Nel sito di CieloBuio: <http://www.cielobuio.org/cielobuio/prodotti.htm> è possibile accedere ad una guida fotografica di prodotti buoni dal punto di vista dell'inquinamento luminoso per i quali i produttori hanno dato la loro disponibilità alla pubblicizzazione. (Attenzione non tutti i prodotti nel sito sono conformi alla L.R 15/05).



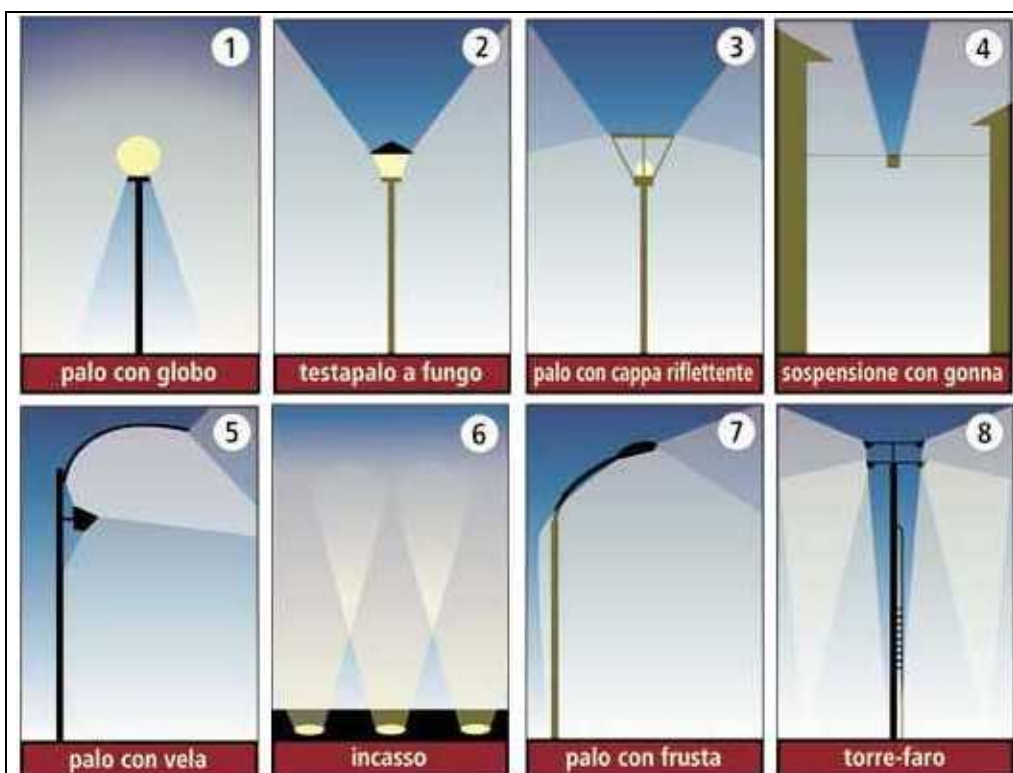
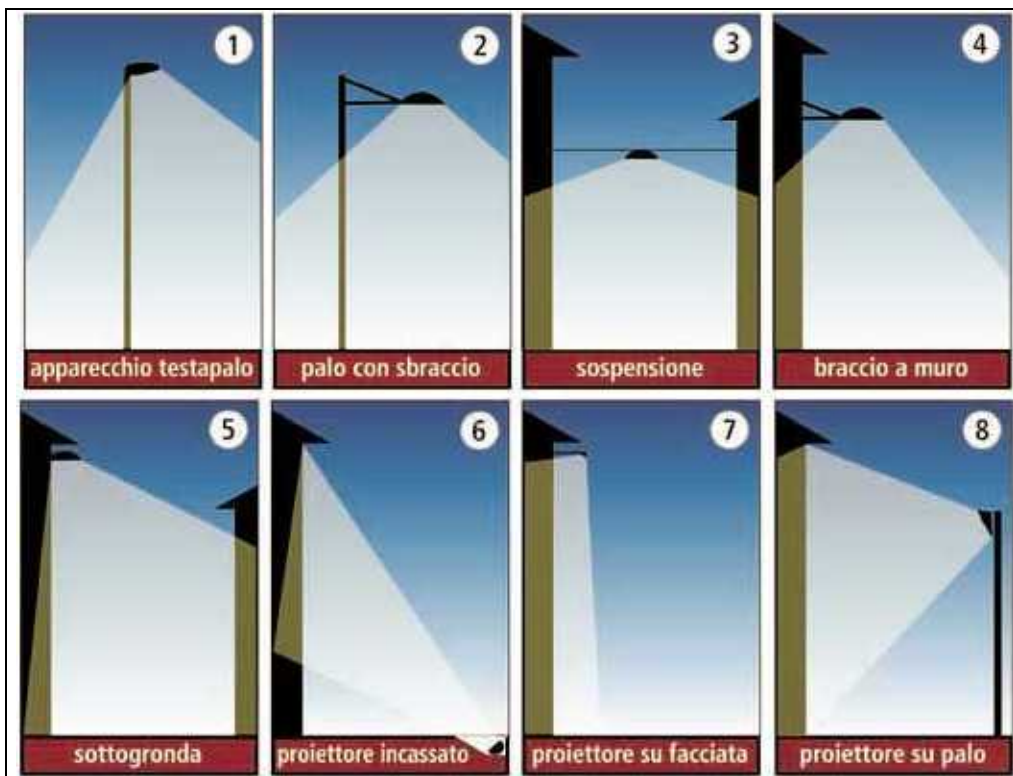
Fig.4 –Apparecchi che per configurazione non sono conformi alla LR15/05.

[Allegato G - Esempio di dichiarazione di conformità dei prodotti]



Fig.5 – Apparecchi d'illuminazione che è possibile trovare nelle nostre città NON conformi alla L.R. 15/05.

[Quanto sopra esposto vale sia per i singoli apparecchi che per gli impianti d'illuminazione per tale motivo per verificarne la conformità richiedere la dichiarazione di conformità di apparecchi, progetto ed installazione]



- b) essere equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. E' consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a 65 ($R_a > 65$), ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w, solo nell'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale a uso esclusivamente pedonale;

Tipo di lampada	Efficienza (Lumen / Watt)	Vita media della lampada (ore)	LR 20/2005
Incandescente	8 – 25	1000 – 2000	Da eliminare
Vapori di Mercurio	13 - 48	12000 – 24000+	Da eliminare anche ai sensi della Dir. 2002/95/CE
Alogenuri Metallici	60 – 100	10000 – 15000	Da utilizzarsi solo ove strettamente necessaria elevata resa cromatica e come indicato alla lettera b) in applicazione particolari (campi sportivi, monumenti)
Fluorescente	60 – 100	10000 – 24000	Da utilizzare la versione a fluorescenza compatta e con basse potenze solo in ambito residenziale
Sodio Alta pressione	45 – 110	12000 – 24000	Ammesse nelle sue tipologie più comuni
Sodio Bassa Pressione	80 – 180	10000 – 18000	Ammesse e ove sia sufficiente una luce monocromatica
<i>Tabella comparativa dei tipi di lampade più comuni</i>			

[Allegato N - Nozioni di Illuminotecnica]

- c) avere luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:

[Allegato M - Requisiti Illuminotecnici: Minime Luminanze medie mantenute e classificazioni delle strade]

- 1) classificazione delle strade in base a quanto disposto dal decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade), che in particolare dispone che le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, a esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, di penetrazione verso la rete locale;

[Commenti:

L'indice illuminotecnico del progetto illuminotecnico DEVE essere rilevato dalla classificazione delle strade in base a quanto disposto dal il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". In particolare le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, ad esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, di penetrazione verso la rete locale. Solo a titolo di esempio statisticamente un insediamento abitativo mediamente popolato (ma questa situazione si è riscontrata anche su capoluoghi di provincia di oltre 110.000 abitanti) oltre il 70% delle strade sono di categoria F ed il 60-65% di esse sono di categoria illuminotecnica 2 e prevedono luminanze medie mantenute di 0.5cd/m2]

- 2) impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. In particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada e alla sua categoria illuminotecnica, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli quali alberi o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto. Soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada (bilaterali frontali) sono accettabili, se necessarie, solamente per strade classificate con indice illuminotecnico 5 e 6;

[Allegato M - Luminanze medie mantenute e classificazioni delle strade]

[Commenti:

Si ribadisce l'OBBLIGO di ottimizzazione gli impianti sia in termini di riduzione della potenza elettrica installata, che di condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. Impone l'obbligo in particolare, salvo l'accertata impossibilità nel qual caso deve essere opportunamente documentata, di ottimizzazione nell'ambito stradale con rapporti minimi interdistanze su altezze pari a 3.7 con la minore potenza installata in relazione all'indice illuminotecnico della strada.

Tabella Orientativa (consigliata da CieloBuio per ottimizzare i risparmi):]

Indice Illuminotecnico	Potenze consigliate	Potenze Max consigliate (solo quando la geometria non consente l'ottimizzazione con potenze inferiori)
1 ($L_m=0.3 \text{ cd/m}^2$)	50W-70W	70W
2 ($L_m=0.5 \text{ cd/m}^2$)	70W	100W (statisticamente solo il 10% dei casi)
3 ($L_m=0.75 \text{ cd/m}^2$)	70W	100W (statisticamente il 30-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 5-10% dei casi)
4 ($L_m=1 \text{ cd/m}^2$)	100W	150W (statisticamente solo il 20% dei casi)
5 ($L_m=1.5 \text{ cd/m}^2$)	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
6 ($L_m=2 \text{ cd/m}^2$)	150W-250W	250W (statisticamente il 40% dei casi)

- 3) mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni tecniche, di valori medi di luminanza, non superiori a 1 cd/mq. ;
- d) essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre in base al flusso di traffico, entro l'orario stabilito con atti delle amministrazioni comunali e comunque non oltre la mezzanotte, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività: la riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza.
2. Le disposizioni di cui al comma 1, lettere c) e d), possono essere derogate con atto motivato dalle Amministrazioni locali qualora vi siano esigenze di riduzione dei fenomeni criminosi in zone particolari delle città.
3. I requisiti di cui al comma 1 non si applicano per le sorgenti interne e internalizzate, per quelle in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore ai 2250 lm, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lm cadauna, per quelle di installazione temporanea che vengano spente entro le ore venti nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale.



Fig. 8 – Quattro esempi di luci internalizzate: all'interno di edifici, sotto porticati e in gallerie (pedonali o stradali) o comunque dove ci sono schermi naturali che impediscono emissione di luce verso l'alto.



Fig.9 – Nelle prime due foto di sinistra l'illuminazione è conforme alla deroga in quanto sono installate 3 lampadine da 18W fluorescenza compatta (flusso totale emesso 1200lumen) per un flusso emesso verso l'alto di circa 1800lumen. Nella foto di destra l'impianto è fuori legge in quanto le 5 lampade a fluorescenza compatta da 18W (1200lumen) emettono circa 3000 lumen verso l'alto.

[La verifica di impianti Residenziali è molto semplice:

- 1- Farsi rilasciare dal produttore di corpi illuminanti il calcolo del flusso luminoso % emesso verso l'alto dall'apparecchio*
- 2- Calcolare l'emissione totale in lumen verso l'alto del corpo illuminante (dotati di sorgente luminosa con emissione totale massima di 1500lm in ogni direzione)*
- 3- Calcolare quanti corpi illuminanti possono essere installati senza eccedere i 2250 lumen totali]*

4. E' fatto divieto di utilizzare in modo permanente fasci di luce roteanti o fissi a scopo pubblicitario.



Fig.10 – Fasci di luce pubblicitari di tipo fisso o rotante. I suddetti tipi di illuminazione sono assolutamente vietati su tutto il territorio regionale se non per rari eventi di carattere episodico o straordinario e comune con installazioni portatili. In modo del tutto analogo sono assolutamente vietati altri tipi di richiami luminosi pubblicitari non appartenenti alla categoria insegne, quali mongorfiere luminose, scritte luminose proiettate in cielo o altro.

[Allegato I - Ordinanza tipo per lo spegnimento di fasci di luce pubblicitari]

5. L'illuminazione degli edifici deve avvenire dall'alto verso il basso, come specificato al comma 1, lettera a), e gli stessi devono essere dotati di spegnimento o riduzione della potenza di almeno il 30 per cento entro le ore ventiquattro. Solo per edifici di interesse storico, architettonico o monumentale i fasci di luce possono essere orientati dal basso verso l'alto. In tal caso devono essere utilizzate basse potenze al fine di non superare una luminanza di 1 cd/mq. e un illuminamento di 10 lux. Inoltre i fasci di luce devono ricadere comunque all'interno della sagoma dell'edificio. Se la sagoma è fortemente irregolare, il flusso luminoso che fuoriesce non deve superare il 10 per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.



Fig.11 – Nelle foto sono evidenziati alcuni apparecchi per illuminazione stradale, di parcheggi e capannoni industriali. Le lampade utilizzate nelle tre foto sono al sodio BP completamente full cut-off a vetro piano orizzontale. In ogni caso l'illuminazione degli edifici di non rilevante valore artistico, storico architettonico deve avvenire solo dall'alto verso il basso.

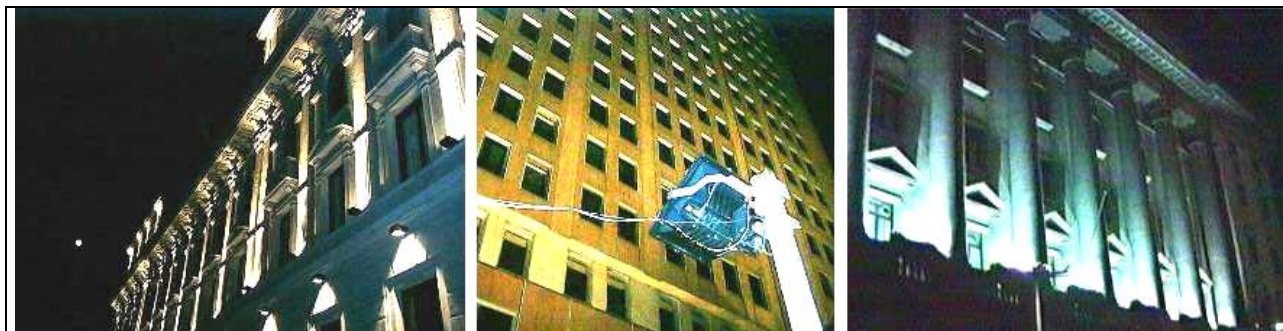


Fig.12 – Tre situazione di illuminazione di palazzi. Nella prima foto a sinistra un palazzo di valore storico con illuminazione mista, dall'alto verso il basso ed entro la sagoma dell'edificio (conforme alla LR15/05) e dal basso verso l'alto(non conforme). Nella seconda foto un edificio di nessun valore illuminato dal basso con elevata potenza senza alcun motivo. Nella terza foto l'illuminazione dell'edificio di alto valore storico fatta dal basso verso l'alto nella sagoma dell'edificio come da LR15/05 ma con elevata potenza installata.

6. L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata dall'alto verso il basso, rispettando i criteri definiti al comma 1. Le insegne dotate d'illuminazione propria non possono superare un flusso totale emesso di 4500 lm per ogni esercizio. In ogni caso tutti i tipi di insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente entro le ore ventiquattro oppure, nel caso di attività che si svolgono dopo tali orari, alla chiusura dell'esercizio.

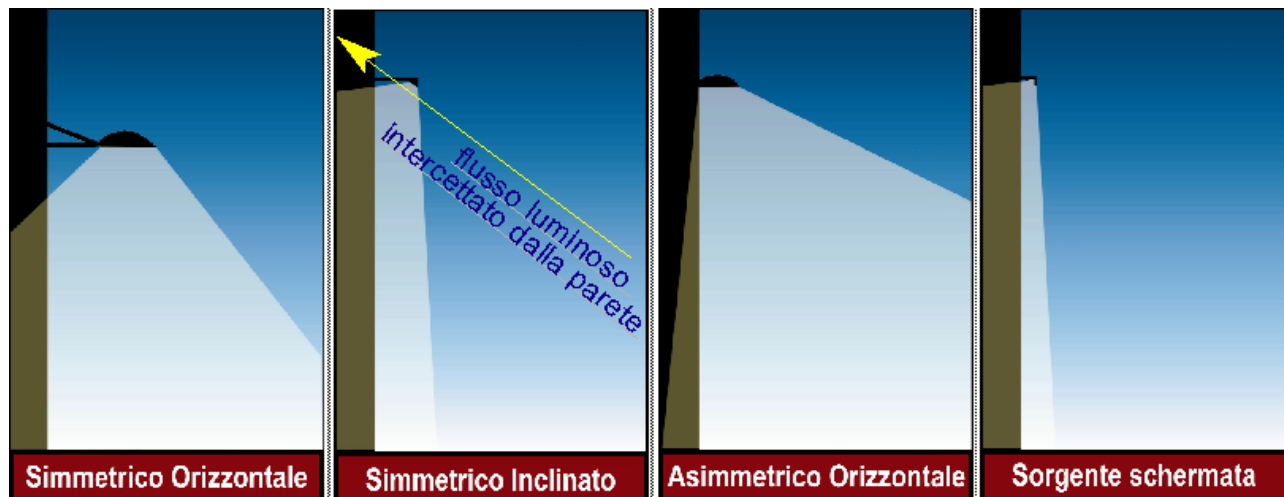


Fig. 13 - Illuminazione delle insegne, vetrine e degli edifici.

Foto 1 – con sbraccio conforme alla LR 15/05

Foto 2 – Conforme se il fascio luminoso viene completamente intercettato dall'edificio

Foto 3 – Se l'apparecchio è asimmetrico orizzontale, è conforme alla LR15/05. Di questo tipo sono gli apparecchi a parete o sotto gronda.

Foto 4 – Apparecchio con luce completamente schermata e/o radente l'edificio. Conforme alla LR15/05

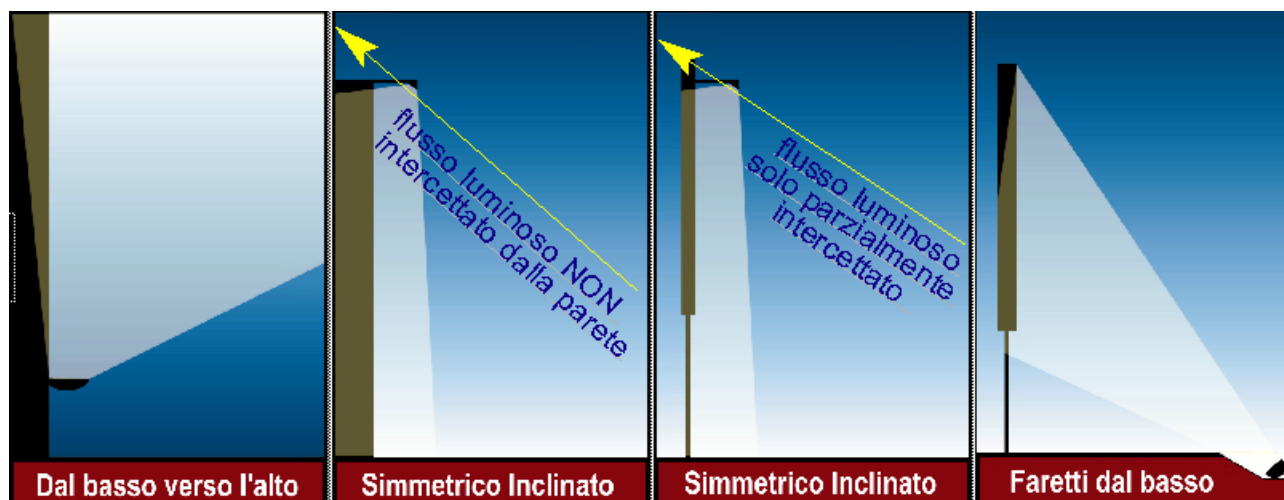


Fig. 14 - Illuminazione delle insegne e dei cartelloni pubblicitari.

Foto 1 – Apparecchio installato in modo NON conforme alla LR Puglia n.15/05

Foto 2 – Altra illuminazione non conforme alle indicazioni della LR15/05 in quanto il piano dell'apparecchio (ove viene emesso il flusso luminoso) non è intercettato dall'edificio.

Foto 3 – Vale quanto già espresso al punto 2 con l'unica ulteriore difficoltà che la situazione è quella con cartellone pubblicitario e quindi difficilmente illuminabile senza emettere luce verso l'alto se non con proiettori orizzontali.

Foto 4 – Cartellone pubblicitario in cui l'installazione degli apparecchi d'illuminazione NON è conforme alla LR15/05 in quanto trattasi di illuminazione dal basso verso l'alto.



Fig.15 – Alto-Destra: Sulla destra un'insegna di esercizio conforme alla LR 15/05 con emissione di 0cd/klm a 90° ed oltre.

Alto-Sinistra: Nell'insegna di sinistra l'inclinazione del proiettore è poco consona alla LR 15/05 e solo in parte compensata dallo schermo naturale del terrazzo.

Basso-Sinistra: Cartellone pubblicitario illuminato anche in modo non conforme alla LR 15/05 dal basso verso l'alto.

Basso-Destra: Insegna di modeste dimensioni e illuminata correttamente.



Fig.16 – Altri tipi di illuminazioni pubblicitarie. Da sinistra

Foto 1: Scritta con piccoli scatolati in deroga alla LR 15/05 in quanto con emissioni verso l'alto inferiori a 4500lumen

Foto 2: Interessante e utile soluzione con schermatura della sorgente di luce che ha emissione verso l'alto di 0cd/klm.

Foto 3: Insegna illuminata con proiettori esterni inclinati ma internalizzati (sotto il terrazzo) e quindi in deroga alla LR 15/05.

Foto 4: Illuminazione di vetrine conformemente alla LR 15/05 (proiettori orizzontali). Illuminazione decorativa natalizia in deroga in quanto di uso temporaneo.



Fig.17 – Esempi di insegne prive di illuminazione propria. Le 4 illuminazioni delle insegne sulla sinistra sono conformi alla LR15/05 in quanto eseguite dall'alto verso il basso con corpi illuminanti orizzontali o inclinati in modo tale che il fascio di luce viene comunque intercettato almeno dalla parete che ospita l'insegna. Nelle 3 illustrazioni di destra le insegne sono illuminate in modo non conforme alla LR15/05 e rispettivamente: l'insegna a colonna è illuminata dal basso, il pannello pubblicitario è illuminato dall'alto ma con corpi illuminanti inclinati e tali da inviare luce fuori dalla sagoma e verso il cielo. Infine, nella terza immagine, l'insegna di un pub viene illuminata con apparecchi verticali e paralleli all'insegna con dispersione di luce anche oltre la sagoma dell'edificio e verso l'alto..

7. Nelle zone di particolare protezione di cui all'articolo 6 valgono, oltre quanto stabilito nei precedenti commi, le seguenti norme più restrittive:

- a) entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge tutti gli apparecchi illuminanti altamente inquinanti già esistenti, tipo globi luminosi, fari, torri faro, ottiche aperte, insegne luminose, devono essere schermati o comunque dotati di idonei dispositivi in grado di contenere e dirigere a terra il flusso luminoso. L'intensità luminosa non deve comunque eccedere le 15 cd per 1000 lm a 90 gradi e oltre;
- b) tutti gli apparecchi non rispondenti alle norme della presente legge, già esistenti alla data di entrata in vigore della stessa, vanno comunque adattati o sostituiti entro e non oltre cinque anni dalla data di entrata in vigore della presente legge.

Art. 6 (Deroghe)

1. Non sono soggette alle disposizioni dell'articolo 5 le seguenti installazioni:

- a) sorgenti di luce già strutturalmente schermate, quali porticati, logge, gallerie, e, in generale, installazioni che per il loro posizionamento non possono diffondere luce verso l'alto;
- b) sorgenti di luce, non a funzionamento continuo, che non risultino, comunque, attive oltre due ore dal tramonto del sole;
- c) impianti per le manifestazioni all'aperto e itineranti con carattere di temporaneità e provvisorietà, regolarmente autorizzate dai Comuni, per un limite massimo di cinque giorni al mese;
- d) impianti realizzati in occasione delle feste patronali;
- e) impianti di uso saltuario ed eccezionale, purché destinati a impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di emergenza;
- f) impianti con funzionamento inferiore a duecentocinquanta ore l'anno;
- g) porti, aeroporti e strutture, militari e civili, limitatamente agli impianti e ai dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione marittima e aerea.

Art. 7 (Poteri sostitutivi e norme di salvaguardia)

1. Qualora si registrino ritardi e/o il mancato rispetto dei criteri di applicazione della presente legge da parte di Comuni e Province, la Giunta regionale, su segnalazione del Settore competente, provvede, anche con la nomina di un Commissario ad acta, a promuovere tutte le azioni atte a rimuovere le difficoltà incontrate dagli enti inadempienti e a favorire la concertazione, l'applicazione del principio di sussidiarietà e la copianificazione.

2. La Regione Puglia si riserva, ai fini del coordinamento per la tutela e la valorizzazione del territorio regionale, di redigere e appianare una cartografia in scala adeguata e un elenco di zone di particolare interesse paesistico, di monumenti di interesse storico artistico, di bellezze naturali e di criticità ambientali da

trattare con particolare cura in quanto definiti obiettivi strategici per lo sviluppo regionale medesimo o ricettori particolarmente sensibili. Si riserva altresì, di provvedere sanzioni amministrative di cui all'articolo 9, per violazioni e difformità nell'ambito dei criteri di applicazione della presente legge.

Art. 8 (Zone di particolare tutela e protezione)

1. Ai fini dell'applicazione della presente legge, presso il competente Servizio della Giunta regionale è tenuto il registro degli Osservatori astronomici e astrofisici statali, pubblici o privati, che svolgono attività di divulgazione e ricerca scientifica, con indicazione degli Osservatori professionali e non professionali.
2. La Giunta regionale, entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, individua, mediante cartografia in scala adeguata, le zone di particolare protezione e tutela degli Osservatori di cui al comma 1, dei Parchi nazionali e regionali, delle Riserve naturali regionali e statali. La relativa delibera è pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia (BURP).
3. Le zone di particolare protezione e tutela devono avere un'estensione di raggio minimo, fatti salvi i confini regionali, pari a:
 - a) 30 chilometri per gli Osservatori professionali;
 - b) 15 chilometri per gli Osservatori non professionali di rilevanza regionale e provinciale;
 - c) estese quanto i confini delle aree naturali protette.

Art. 9 (Sanzioni)

1. Chiunque realizza impianti di illuminazione pubblica e privata in difformità alla presente legge è punito, previa diffida a provvedere all'adeguamento entro sessanta giorni, con la sanzione amministrativa da € 250,00 a € 600,00 per punto luce ove l'inadempienza si verifichi in ambiti territoriali ricadenti nelle fasce di rispetto degli osservatori e fino a € 1.500,00 per punto luce in presenza di impianti a elevato inquinamento luminoso, fermo restando l'obbligo all'adeguamento.
2. I proventi delle sanzioni di cui al comma 1 sono impiegati dai Comuni, esclusivamente e con vincolo di destinazione, per l'adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica ai criteri della presente legge.
3. Competenti a provvedere a comminare le sanzioni sono i Comandi di polizia municipale dei comuni ove sono installati gli impianti non rispondenti ai presenti criteri. Gli organi di polizia municipale provvedono alla verifica e alla notifica della violazione di legge entro trenta giorni dalla data di segnalazione del singolo cittadino, dell'Osservatorio competente o delle associazioni per la tutela del cielo notturno. L'adeguamento dell'impianto segnalato ai criteri della presente legge deve essere effettuato dal proprietario dello stesso entro sessanta giorni dalla data di notifica della violazione. L'impianto segnalato deve rimanere spento sino all'avvenuto adeguamento. In caso di mancato adeguamento è comminata la sanzione amministrativa prevista al comma 1 per ogni punto luce non adeguato.

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO
(Pietro Pepe)

IL SEGRETARIO GENERALE DEL CONSIGLIO
(Renato Guaccero)

IL DIRIGENTE DEL
SETTORE AULA E RESOCONTAZIONE
(Silvana Vernola)

Allegato A

Linee guida per la progettazione di alcune tipologie d'impianto nel rispetto della Legge della Regione Puglia n°15 del 23 Novembre 2005

1. IMPIANTI EXTRAURBANI (circonvallazioni, autostrade, tangenziali ecc.):

L'illuminazione di autostrade, tangenziali, circonvallazioni, ecc. deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade al sodio a bassa pressione; e ove necessario, analoghe lampade ad alta pressione. Utilizzare torri-faro solo se la potenza installata risulti inferiore al corrispondente (quanto a luminanza sulla sede stradale) impianto con apparecchi tradizionali o se il fattore di utilizzazione supera il valore di 0,5 (considerare nel calcolo del fattore di utilizzazione solo la superficie stradale).



Fig.1-1 – Impianto stradale extraurbano (con pista ciclabile) conforme alla LR 15/05

2. GRANDI AREE (parcheggi, piazzali, piazze, ecc.):

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

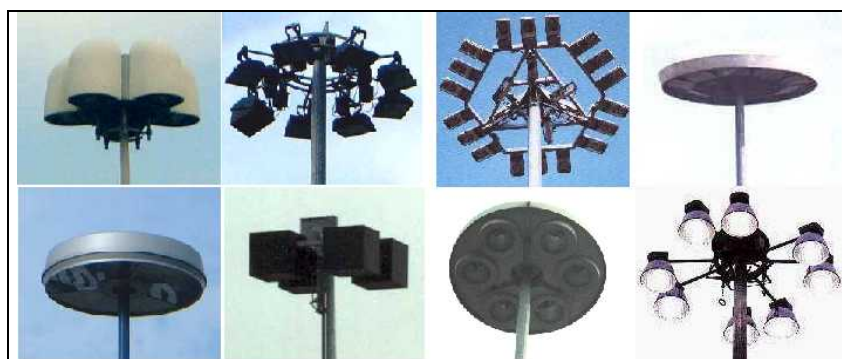


Fig 2-1 - Torri faro conformi alla L.R.15/05

- Gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi per lo spegnimento o per la riduzione del flusso nelle ore in cui l'impianto stesso non è utilizzato (es. parcheggi di centri commerciali).
- L'illuminazione di parcheggi, piazzali, piazze ed altre superfici simili deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade al sodio ad alta o bassa pressione;



Fig. 2.2 – I primi tre parcheggi (conformi alla LR 15/05) sono realizzati rispettivamente con apparecchi da arredo urbano, riflettori asimmetrici, apparecchi stradali. Nell'immagine a destra appare invece un parcheggio realizzato con sfere solo in parte schermate non conformi alla LR 15/05



Fig.2.3 – Torri faro "palesemente" inquinanti. Nell'ultimo impianto a destra infatti, il cappello ha l'unico obiettivo di proteggere gli apparecchi d'illuminazione dalle intemperie.

3. IMPIANTI SPORTIVI:

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

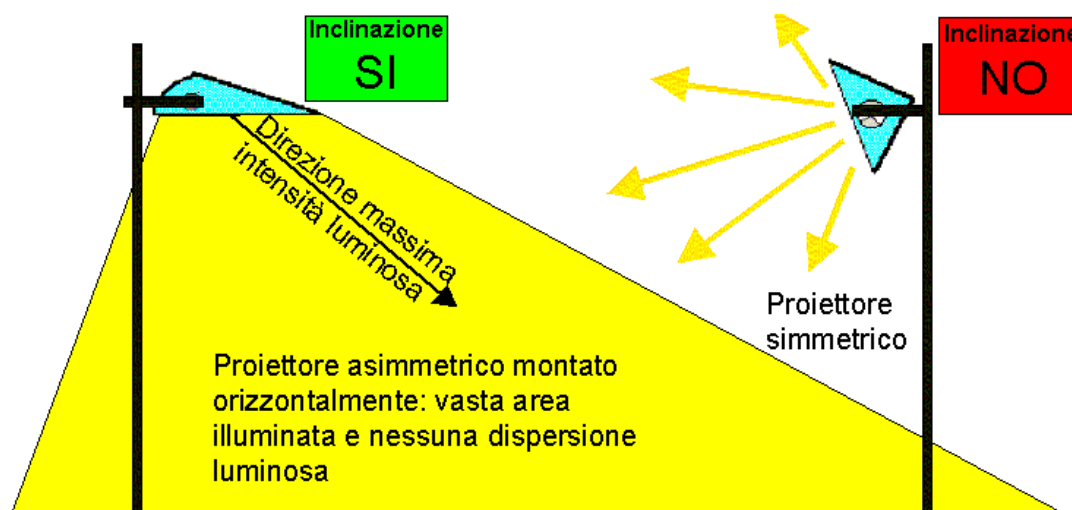


Fig.3.1 - Apparecchi simmetrici ed asimmetrici se posti con vetro piano orizzontale sono ugualmente conformi alla LR 15/05



Fig. 3.2 – Impianti sportivi illuminati in modo conforme alla L.R. 15/05 con proiettori asimmetrici orientati orizzontalmente e che non disperdono luce verso l'alto.

Per gli impianti sportivi di grandi dimensioni, ove siano previste riprese televisive, è consentito affiancare, ai proiettori asimmetrici, proiettori a fasci concentranti comunque dotati di schermature per evitare la dispersione della luce al di fuori delle aree designate.

4. CENTRI STORICI E VIE COMMERCIALI:

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



Fig.4.16 – (Nella foto di sinistra) Piazza del comune di Dalmine. Illuminazione conforme alla LR 15/05 e sorgenti luminose poste in modo da non interferire con la chioma degli alberi.

(Nell'immagine di destra) Due esempi di illuminazione di centri storici con apparecchi sotto gronda (nell'immagine più a destra un apparecchio orizzontale affiancato ad uno inclinato e che invece disperde luce verso l'alto).

In basso al centro – Piazza del centro di Milano illuminata in modo conforme alla LR 15/05

Allegato B

Introduzione ai piani di illuminazione

1 – INTRODUZIONE ALLE NORMATIVE REGIONALI PER IL RISPARMIO ENERGETICO E CONTRO L'INQUINAMENTO LUMINOSO

La recente introduzione di leggi regionali che regolamentano l'illuminazione esterna pubblica e privata spinge i comuni a dotarsi di piani di illuminazione che definiscano dei criteri omogenei di illuminazione del territorio. In particolare la legge della Regione Puglia n. 15 del 23/11/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", art. 4, specifica tale necessità.

I comuni a tal fine possono predisporre uno specifico strumento di programmazione dell'illuminazione pubblica quali i Piani dell'illuminazione che di fatto sono gli strumenti più indicati per assolvere agli scopi prefissati.

La situazione che si presenta all'entrata in vigore della suddetta legge è piuttosto articolata e confusa, in quanto non esistendo una vera e propria normativa nazionale in materia di illuminazione gli interventi condotti sul territorio sono stati realizzati senza alcun intento programmatico, con l'unico scopo di sopperire alle contingenti esigenze che di volta in volta si manifestano sul territorio.

A questo si deve aggiungere che la maggior parte delle volte gli impianti sono stati realizzati senza considerare le situazioni preesistenti accavallando confusamente ed in modo non omogeneo impianti con finalità ed intenti completamente diversi ed indipendenti.

La realizzazione di un piano di illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale nonché di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della succitata legge. Si pone quindi come strumento principe per renderla più efficace ed operativa.

Gli ambiti operativi dei Piani di illuminazione pubblica (P.I.P.) sono i seguenti :

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

LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DEI PIANI DELL'ILLUMINAZIONE

1- Introduzione ai piani di illuminazione

1.1 Che cosa si intende per Piano di Illuminazione Pubblica

Quando si parla di Piano di Illuminazione Pubblica si intende un progetto ed un complesso di disposizioni tecniche destinate a regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica e privata. Tale Piano, sarà realizzato secondo le specifiche e nel pieno rispetto della legge regionale della Puglia n. 15 del 23.11.2005 e delle eventuali normative vigenti regionali o nazionali (Nuovo codice della strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n.285, norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n.9-10 gennaio 1991, norme tecniche europee e nazionali tipo CEI , DIN e UNI).

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

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

L'adozione di piani d'illuminazione non comporta gli oneri, la completezza e la complessità, richiesta dai Piani Regolatori Comunali d'illuminazione e comunque non costituiscono limitazione, ma se necessario una guida, per i comuni che necessariamente devono dotarsene parallelamente ai Piani Urbani del Traffico (Art.36 comma 1 e 2 del Codice della strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n.285, D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95).

1.2 Esigenze e motivazioni

1. lotta all'inquinamento luminoso;
2. risparmio energetico e programmazione economica;
3. salvaguardia e protezione dell'ambiente;
4. sicurezza del traffico, delle persone e del territorio;
5. valorizzazione dell'ambiente urbano, dei centri storici e residenziali;
6. miglioramento della viabilità.

1.3 Beneficiari dei piani d'illuminazione

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

1.4 Vantaggi economici

Poiché la nuova normativa di legge prevede interventi che si protrarranno nel tempo e modificheranno la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione, i vantaggi economici che ne deriveranno saranno notevoli in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti: riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era previsto arrivasse, controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili ed indesiderati sprechi, riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni ed infine utilizzo di impianti equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia. Ad accrescere i vantaggi economici oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature di illuminazione, è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc..) e all'utilizzo di impianti ad alta tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione.

1.5 Riferimenti normativi e bibliografia

Leggi:

- Legge della Regione Puglia n.15 del 23 Novembre 2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico"
- Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992 : "Nuovo Codice della Strada"
- DPR 495/92 : "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- Decreto legislativo 360/93 : "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992
- D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico".
- DPR 503/96 : "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche"
- leggi n. 9 del gennaio 1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali"
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"
- Allegato II Direttiva 83/189/CEE legge del 21 Giugno 1986 n.317 sulla realizzazione di impianti a regola d'arte e analogo DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90)

Norme:

- Norma DIN 5044 o l'analoga, ma attualmente meno completa, Norma UNI 10439 : "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato"
- Norma CEI 34 – 33 : "Apparecchi di Illuminazione. Parte II : Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale"
- Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale
- Norma CEI 11 – 4 : "Esecuzione delle linee elettriche esterne"
- Norma CEI 11 – 17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- Norma CEI 64 – 7 : "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari"
- Norma CEI 64 – 8 relativa alla "esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V"

Bibliografia:

- CIE Pubblicazione n. 92 : "Guide to the lighting of urban areas" (1992)
- CIE Pubblicazione n. 115 : "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic" (1995)
- ENEL/Federelettrica "Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica" (1990)
- AIDI "Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica" (1993)
- Piano Urbano Traffico (PUT)
- "Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica", AIDI Gennaio 98
- "Manuale di Illuminotecnica", Francesco Bianchi, NIS Febbraio 95
- "Impianti a norme CEI – volume 6: Illuminazione Esterna", TNE Maggio 97
- "Piani Comunali di illuminazione Urbana", Ing. Germano Bonanni, Rivista Luce n.6/94
- "Il piano comunale per l'illuminazione pubblica. Scelta e strategie per la pianificazione degli impianti", Arch. Giovanni Burzio, Rivista Luce n.5/95
- "Illuminazione pubblica e sicurezza", Fernando Prono, Rivista Luce Aprile 98
- "Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno" dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti - Dott. Pierantonio Cinzano, dell'Università di Padova.
- "Inquinamento luminoso un problema per tutti ", CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno UAI & IDA, Marzo 2000.

2 - Piano d'illuminazione Pubblica Comunale : Finalità

2.1 Definizione di Inquinamento Luminoso

Si definisce inquinamento luminoso "...ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte." (Legge della Regione Puglia n.15 del 23 Novembre 2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico" art.1 comma 2)

2.2 Finalità dei piani d'illuminazione

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

2.3 Individuazione delle fasi di studio e sviluppo del piano

Suddivisione del territorio ed individuazione di aree omogenee

1. ambientali
2. storiche
3. urbanistiche

Verifica degli apparati d'illuminazione e della loro distribuzione sul territorio

- quantità e tipologia dei punti luce;
- tipologia dei supporti e loro impatto ambientale;
- caratteristiche degli impianti di distribuzione e delle linee elettriche di alimentazione dei corpi illuminanti;
- Rilievo dei parametri illuminotecnici maggiormente significativi: illuminamento, uniformità, abbagliamento e resa cromatica.

Elaborazione di un progetto di integrazione e di intervento sul territorio

In base a quanto emerso dalla suddivisione in aree omogenee, ed alla effettiva distribuzione, si elabora un piano che suddivide il territorio comunale secondo precise scelte di illuminazione di

modo che la programmazione degli interventi di manutenzione e di riordino ambientale avvengano secondo prescritte scelte tecniche.

Individuazione delle opportunità

Valutazione tecnico/economica dei benefici dell'esecuzione di interventi di manutenzione e di recupero programmati.

3 - Piano d'illuminazione Pubblica: Ambiti operativi

3.1 Rilievo degli impianti esistenti

La metodologia di rilevamento deve individuare le seguenti caratteristiche essenziali degli impianti:

- Proprietari e gestori (ENEL, comuni, Enti locali municipalizzati e non, altri),
- Alimentazione, potenze elettriche impiegate e tipo di distribuzione elettrica,
- Tipologie degli apparecchi installati (stradali, lampioni, sfere, etc..) e dei supporti adottati (pali singoli e multipli, torri faro, a sospensione, a mensola o parete, etc..),
- Distribuzione delle lampade installate negli impianti suddivise per tipo (fluorescenza, sodio AP o BP, Ioduri Metallici, Mercurio, etc...) ed in base alle potenze (50W, 100W, etc...),
- Presenza di: abbagliamenti molesti, illuminazione intrusiva, evidenti inquinamenti luminosi, disuniformità, insufficienza o sovrabbondanza di illuminazione.

3.2 Suddivisione del Territorio

La suddivisione del territorio comunale, e le scelte tecniche da adottarsi, devono tenere conto delle seguenti realtà:

- distribuzione e morfologia del terreno (pianura, collina, montagna),
- suddivisione in Aree omogenee: in quartieri, centri storici, zone industriali, parchi, aree residenziali, arterie di grande traffico, circonvallazioni, autostrade, campagna, etc....
- aspetti climatici prevalenti che possono influenzare la viabilità e la visibilità. Sono ad esempio aspetti fondamentali per la scelta del tipo di impianto se il territorio è particolarmente piovoso, umido, nevososo o che favorisce il ristagno dell'aria con la probabile formazione di nebbie,
- aspetti ambientali quali la presenza di elementi artificiali o naturali che possono aggredire gli impianti di illuminazione come: la presenza di grossi complessi industriali (con emissione di elementi inquinanti o corrosivi), del mare (con l'abbondanza di salsedine), etc..
- l'appartenenza ad aree di protezione degli osservatori astronomici e di altri osservatori scientifici, che implica un particolare riguardo nella progettazione degli impianti per la salvaguardia del cielo.

3.3 Aree Omogenee

Le aree omogenee possono in particolare essere suddivise dalle tipologie di strade individuate, dai piani urbani del traffico (se esistenti), dal codice della strada e delle normative tecniche europee, o come segue, in base a criteri puramente di buon senso:

- Centri storici,
- Aree pedonali,
- Aree commerciali,
- Aree residenziali,
- Aree verdi,
- Aree industriali ed artigianali,
- Aree extraurbane,
- Aree limitate di specifica destinazione. Individuando: la loro distribuzione sul territorio, l'integrazione all'interno delle aree omogenee, la destinazione di tali aree (archeologiche, impianti sportivi, centri commerciali, etc..) ed i dati che li caratterizzano e li individuano univocamente.

La scelta dell'illuminazione deve innanzitutto tenere conto delle indicazioni tecniche di cui all'art.5 comma 1 della legge della Regione Puglia n. 15 del 23/11/2005.

3.4 Stesura del piano d'illuminazione

Analisi situazione preesistente

- a) Individuazione della rete viaria esistente (urbana, extraurbana, pedonale, etc..)
- b) suddivisione e classificazione delle vie sulla base del codice della strada ed alle indicazioni delle normative tecniche europee (Appendice 2).

Scelte tecniche - Illuminotecniche

- a) Individuazione dei parametri illuminotecnici caratteristici (luminanze e illuminamenti, uniformità, abbagliamento) in base alla classificazione delle strade (Appendice 2).
- b) Scelta delle caratteristiche delle lampade da adottarsi in ciascun contesto urbano ed extraurbano (Appendice 2).

Scelte tecniche – Impiantistiche: Per nuovi impianti o per l'adeguamento di quelli vecchi

- a) Gradi di protezione (IP) e Classe di isolamento (I o II),
- b) Geometria e tipologia degli impianti (pali, sospensioni, mensole, a parete, torri faro, etc..),
- c) Scelte per la protezione elettrica degli impianti, prevedendo eventuali circuiti ridondanti per la sicurezza degli impianti, e ridurre i rischi di improvvisi oscuramenti della rete,
- d) Posa delle linee elettriche (aeree, sotterranee),
- e) Miglioramento del rendimento illuminotecnico globale (rapporto fra flusso utile e potenza installata),
- f) Inserimento in linea di regolatori per il controllo del flusso luminoso emesso, e la variazione secondo specifiche curve di calibratura,
- g) Prevedere sistemi elettronici diagnostici per ridurre la manutenzione degli impianti e migliorare i servizi.

Scelte progettuali

- a) Scelte progettuali ed operative per aree omogenee (Appendice 2),
- b) Scelte progettuali per le applicazioni particolari (Appendice 2):
 - Monumenti,
 - Grandi Aree,
 - Impianti sportivi all'aperto
- c) Ottimizzazione:
 - della segnaletica luminosa secondo criteri di visibilità e di priorità,
 - dell'illuminazione commerciale nel rispetto della salvaguardia dell'ambiente cittadino, limitandone la potenza, l'estensione e la diffusione,Adozione di criteri anti inquinamento luminoso (Appendice 1).
- d) Predisposizione di particolari scelte illuminotecniche prioritarie in corrispondenza di quelle aree a rischio (generalmente molto limitate) che richiedono maggiori attenzioni fra le quali:
 - Centri sportivi (campi di calcio, ippodromi, piscine, palestre, etc..),
 - Aree scolastiche (in prossimità degli ingressi),
 - Centri commerciali (in corrispondenza di aree intenso traffico pedonale),
 - Aree di interscambio, come gli accessi alle stazioni ferroviarie,
 - Importanti svincoli su strade di intenso traffico urbano ed extraurbano.

Pianificazione

- Definizione di piani di manutenzione e di adeguamento degli impianti,
- Stima economica dei costi di manutenzione, adeguamento e gestione. Previsioni di spesa in relazione alle effettive disponibilità finanziarie ed alle priorità sul territorio.

Documentazione

Se il comune si è dotato di Piano Urbano del Traffico come previsto dai D.M. che individuano le liste regionali dei comuni che devono dotarsene, il piani d'illuminazione si presentano nella versione più completa di Piani Regolatori dell'Illuminazione direttamente subordinati ai PUT in quanto a classificazione e complementari in quanto a finalità.

La documentazione che generalmente costituisce il corpo di un piano regolatore standard può essere così sintetizzata:

Elaborati Grafici

- Planimetrie del territorio comunale suddiviso per aree omogenee (compatibile con l'eventuale PRG),
- Planimetrie degli impianti già esistenti, con l'individuazione delle principali caratteristiche tecniche e funzionali,
- Planimetria della classificazione delle aree e delle relative tipologie funzionali,

Relazioni

- Relazione introduttiva sulla distribuzione del territorio comunale
- Relazione delle caratteristiche storico – ambientali
- Relazione descrittiva delle aree a particolari destinazione, delle zone e degli edifici critici, e del contesto in cui sono inserite,
- Relazione per la definizione, e la localizzazione dei nuovi impianti previsti sul territorio secondo le specifiche ivi inserite per aree omogenee e tipologie di impianti,
- Relazione economica e programmatica per la valutazione delle spese di realizzazione, manutenzione, e gestione degli impianti, con la definizione degli interventi in relazione alle disponibilità finanziarie comunali.

Nei casi in cui non sia richiesto il PUT, ed il comune è di piccole dimensioni, tali strumenti possono semplificarsi notevolmente in quanto a obiettivi, finalità e documentazione.

Allegato C

COMUNE DI _____

ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Area _____

del _____

Tratto compreso tra _____

CAPITOLATO D'APPALTO

per la formazione dell'impianto d'Illuminazione pubblica stradale

Dell'area _____ *del* _____

La versione integrale di 19 pagine si può scaricarla dall'indirizzo:
<http://www.cielobuio.org/cielobuio/lrp15/capitolatopuglia.doc>

COMUNE DI _____

Ordinanza n° _____ / 2005

IL CONSIGLIO COMUNALE

Premesso:

che la mancanza di controllo sull'illuminazione pubblica e privata esterna determina o può determinare nella città, uno spreco rilevante d'energia; una ridotta efficienza del servizio; fenomeni di inquinamento luminoso che danneggiano la percezione del cielo notturno, nuocciono all'ambiente naturale e ostacolano l'osservazione astronomica; effetti di abbagliamento e di inquinamento ottico per gli automobilisti nonché altri disturbi psico-fisici per i cittadini quali quelli prodotti dalla luce intrusiva;

- che una parte rilevante dell'energia elettrica impegnata per l'illuminazione esterna viene inutilmente disperso verso l'alto con un dispendio economico annuale ingente ed altra ne viene sprecata con lampade poco efficienti e impianti non ottimizzati;

- che per risolvere le problematiche esposte occorre una seria e programmata razionalizzazione degli impianti di illuminazione esterna notturna, pubblici e privati finalizzata al:

1. Contenimento del consumo energetico derivante dall'illuminazione esterna notturna;
2. Miglioramento dell'illuminazione pubblica e privata, secondo i principi di reale fruizione e là dove serve effettivamente ai cittadini;
3. Limitazione dell'impatto ambientale e protezione del cielo notturno;

RITENUTO OPPORTUNO esercitare un controllo effettivo e vincolante per un più razionale uso dei sistemi di illuminazione esterna pubblica e privata;

VISTO il protocollo di Kyoto in cui si chiede all'Italia di stabilizzare l'emissione di anidride carbonica ai livelli del 1990;

VISTE le leggi 9 gennaio 1991, n. 9 (Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali) e 9 gennaio 1991, n. 10 (Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia) per l'attuazione del Piano energetico nazionale;

VISTO l'articolo n. 844 del C.C. Immissioni indesiderate su proprietà altrui e l'articolo n. 659 C.P. sulla normale tollerabilità e n. 674 sulle condizioni di utilizzo della proprietà;

VISTA la legge della Regione Puglia n. 15 del 23/11/2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico"; l'articolo n° 23 del Nuovo Codice della Strada; le raccomandazioni per la progettazione di impianti di illuminazione esterna dell'International Dark-Sky Association, del Coordinamento per la protezione del cielo notturno - CieloBuio e della Commissione nazionale per l'inquinamento luminoso dell'Unione Astrofili Italiani;

DELIBERA

1. Approvare il seguente "Regolamento per la riduzione dell'inquinamento luminoso"; l'allegato alla presente deliberazione è approvato.
2. Rendere efficace il Regolamento medesimo dopo 60 gg. dalla esecutività della presente deliberazione.

REGOLAMENTO PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E PER IL RISPARMIO ENERGETICO

Articolo 1

(Finalità)

Ai fini del presente regolamento il cielo stellato è considerato patrimonio naturale dell'umanità come proclamato dall'UNESCO, da conservare e valorizzare.

Pari valore viene conferito al risparmio energetico, alla sicurezza stradale ed alla maggiore fruibilità e vivibilità del territorio comunale durante gli orari serali.

Articolo 2

(Criteri generali)

Su tutto il territorio comunale è vietata l'installazione di apparecchi di illuminazione che nelle condizioni di normale funzionamento siano difformi dal presente regolamento.

Le specifiche tecniche, i capitolati di appalto e la progettazione degli impianti di illuminazione per esterni, dovranno rispettare i criteri della massima economicità sia riguardo l'esercizio e la manutenzione degli impianti sia riguardo la costruzione, nel rispetto primario della normativa antinquinamento luminoso del presente regolamento.

E' vietato installare sorgenti luminose che provochino l'abbagliamento ottico dei pedoni e/o degli automobilisti e che comunque, in conseguenza di ciò, possano costituire pericolo. E' vietato, altresì, installare sorgenti luminose che inviino in maniera preponderante il flusso luminoso contro le facciate degli edifici abitati od all'interno di immobili abitati, onde evitare disturbi del sonno ai cittadini che vi abitano.

Articolo 3

(Requisiti tecnici)

1. Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata devono essere corredati di certificazione di conformità alla presente legge e devono possedere contemporaneamente i seguenti requisiti:

- d) essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi e oltre;
- e) essere equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. E' consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a 65 ($R_a > 65$), ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w, solo nell'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale a uso esclusivamente pedonale;
- f) avere luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:
 - 1) classificazione delle strade in base a quanto disposto dal decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade), che in particolare dispone che le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, a esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, di penetrazione verso la rete locale;
 - 2) impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. In particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada e alla sua categoria illuminotecnica, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli quali alberi o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto. Soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada (bilaterali frontali) sono accettabili, se necessarie, solamente per strade classificate con indice illuminotecnico 5 e 6;
 - 3) mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni tecniche, di valori medi di luminanza, non superiori a 1 cd/mq.;
- d) essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre in base al flusso di traffico, entro l'orario stabilito con atti delle amministrazioni comunali e comunque non oltre la mezzanotte, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività: la

riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza.

2. I requisiti di cui al comma 1 non si applicano per le sorgenti interne e internalizzate, per quelle in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore ai 2250 lm, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lm cadauna, per quelle di installazione temporanea che vengano spente entro le ore venti nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale.
3. E' fatto divieto di utilizzare in modo permanente fasci di luce roteanti o fissi a scopo pubblicitario.
4. L'illuminazione degli edifici deve avvenire dall'alto verso il basso, come specificato al comma 1, lettera a), e gli stessi devono essere dotati di spegnimento o riduzione della potenza di almeno il 30 per cento entro le ore ventiquattro. Solo per edifici di interesse storico, architettonico o monumentale i fasci di luce possono essere orientati dal basso verso l'alto. In tal caso devono essere utilizzate basse potenze al fine di non superare una luminanza di 1 cd/mq. e un illuminamento di 10 lux. Inoltre i fasci di luce devono ricadere comunque all'interno della sagoma dell'edificio. Se la sagoma è fortemente irregolare, il flusso luminoso che fuoriesce non deve superare il 10 per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.
5. L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata dall'alto verso il basso, rispettando i criteri definiti al comma 1. Le insegne dotate d'illuminazione propria non possono superare un flusso totale emesso di 4500 lm per ogni esercizio. In ogni caso tutti i tipi di insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente entro le ore ventiquattro oppure, nel caso di attività che si svolgono dopo tali orari, alla chiusura dell'esercizio.
6. Nelle zone di particolare protezione di cui all'articolo 6 valgono, oltre quanto stabilito nei precedenti commi, le seguenti norme più restrittive:
 - c) entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge tutti gli apparecchi illuminanti altamente inquinanti già esistenti, tipo globi luminosi, fari, torri faro, ottiche aperte, insegne luminose, devono essere schermati o comunque dotati di idonei dispositivi in grado di contenere e dirigere a terra il flusso luminoso. L'intensità luminosa non deve comunque eccedere le 15 cd per 1000 lm a 90 gradi e oltre;
 - d) tutti gli apparecchi non rispondenti alle norme della presente legge, già esistenti alla data di entrata in vigore della stessa, vanno comunque adattati o sostituiti entro e non oltre cinque anni dalla data di entrata in vigore della presente legge.

Articolo 5 (Concessioni edilizie)

Questo regolamento costituisce integrazione al regolamento edilizio.

1. I regolamenti edilizi comunali in materia di illuminazione devono essere aggiornati con le indicazioni del presente regolamento;
2. Il Comune in sede di approvazione delle Concessioni edilizie e/o Autorizzazioni dovrà comunicare i vincoli stabiliti dal presente regolamento e verificare preventivamente la compatibilità degli impianti di illuminazione con gli stessi.
3. Tutti i capitolati relativi all'illuminazione pubblica e privata devono essere conformi alle finalità del presente regolamento e devono privilegiare soluzioni ad elevato performance ed elevato risparmio energetico e manutentivo.

Articolo 6 (Applicazione)

1. Per la migliore e più razionale limitazione dell'inquinamento luminoso il Comune potrà avvalersi della Consulenza Tecnica fornita dalle associazioni che si occupano di lotta all'inquinamento luminoso.
2. Il Comune provvederà a garantire il rispetto e l'applicazione del presente regolamento da parte di soggetti pubblici e privati tramite controlli periodici di propria iniziativa o su richiesta delle associazioni che si occupano di lotta all'inquinamento luminoso.
3. Il controllo dell'applicazione e del rispetto del presente regolamento è demandato al Comando di Polizia Municipale per quanto di sua competenza, che potrà avvalersi, per quanto riguarda l'inquinamento luminoso, della consulenza degli organismi di cui ai commi 1 e 2 del presente articolo nonché delle loro segnalazioni.

La verifica può avvenire anche attraverso incarichi di perizie a professionisti, a enti pubblici o privati quali l'ARPA;

4. Entro un mese dall'entrata in vigore del presente regolamento il Comune provvederà a diffonderne la conoscenza in modo capillare secondo le modalità che verranno ritenute più opportune.

5. Il comune autorizza solo gli impianti di illuminazione realizzati secondo i criteri di cui all'art. 3 e documentati con apposito progetto illuminotecnico redatto da professionista abilitato iscritto a collegio o ordine professionale che certifichi la rispondenza alla LR 15/05 ed al presente regolamento comunale e che si assume la responsabilità del progetto e della direzione dei lavori sino ad opera completata. Per verificare la conformità:

- a. L'installatore rilascia la dichiarazione d'installazione conforme al progetto, alla LR 15/05 ed al presente regolamento comunale,
- b. Le case costruttrici, importatrici o fornitrici devono rilasciare la documentazione necessaria per verificare la conformità alla LR 15/05, anche su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio comunale. La documentazione tecnica inoltre dovrà essere obbligatoriamente corredata da: misure fotometriche in formato tabellare numerico cartaceo e informatico, dichiarazione della veridicità dei dati fotometrici forniti firmata dal responsabile di laboratorio preferibilmente di enti terzi qualificati quali l'IMQ Performance, nonché delle raccomandazioni d'uso e d'installazione corretta ai fini del rispetto della legge.

Articolo 8

(Sanzioni)

1. Chiunque realizza impianti di illuminazione pubblica e privata in difformità alla presente legge è punito, previa diffida a provvedere all'adeguamento entro sessanta giorni, con la sanzione amministrativa da € 250,00 a € 600,00 per punto luce ove l'inadempienza si verifichi in ambiti territoriali ricadenti nelle fasce di rispetto degli osservatori e fino a € 1.500,00 per punto luce in presenza di impianti a elevato inquinamento luminoso, fermo restando l'obbligo all'adeguamento.

2. I proventi delle sanzioni di cui al comma 1 sono impiegati dai Comuni, esclusivamente e con vincolo di destinazione, per l'adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica ai criteri della presente legge.

3. Competenti a provvedere a comminare le sanzioni sono i Comandi di polizia municipale dei comuni ove sono installati gli impianti non rispondenti ai presenti criteri. Gli organi di polizia municipale provvedono alla verifica e alla notifica della violazione di legge entro trenta giorni dalla data di segnalazione del singolo cittadino, dell'Osservatorio competente o delle associazioni per la tutela del cielo notturno. L'adeguamento dell'impianto segnalato ai criteri della presente legge deve essere effettuato dal proprietario dello stesso entro sessanta giorni dalla data di notifica della violazione. L'impianto segnalato deve rimanere spento sino all'avvenuto adeguamento. In caso di mancato adeguamento è comminata la sanzione amministrativa prevista al comma 1 per ogni punto luce non adeguato.

Allegato E

ALLEGATO 1 - IMPIANTI NUOVI SU TUTTO IL TERRITORIO REGIONALE

TABELLA INDICATIVA DEGLI ADEGUAMENTI AGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA
SECONDO LA L.R. N.15/05 DELLA REGIONE PUGLIA

SCHEDA DI CONSTATAZIONE INADEMPIENZE

N. _____

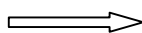
Via/Località _____
Comune _____

VIOLAZIONE ACCERTATA

ADEGUAMENTO PREVISTO

Apparecchi - Intensità luminosa massima di 0cd/klm a 90° ed oltre (art.5, com.1 lettera a)

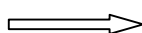
☐ Non Full cut-off con vetro e lampada sporgente e/o non trasparente (sfere, lanterne, lampioni, armature stradali, proiettori)



A scelta sostituzione:

- ☐ con ottica full cut-off e lampada recessa nel vano ottico
☐ se possibile, della coppa con vetro piano

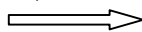
☐ Apparecchi full cut-off con errata inclinazione e con dispersione di luce



- ☐ Modifica dell'inclinazione
☐ Inserire uno schermo superiore

Lampade - Alta efficienza (art.5, comma 1, lettera b)

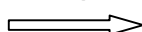
☐ Lampada a bassa efficienza come quelle del tipo a vapori di mercurio o a fluorescenza



Sostituire con lampade ad alta efficienza >100 lm/W del tipo ad esempio al sodio AP o BP

Superfici Illuminate (art.5, comma 1, lettera c)

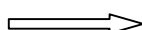
☐ Livello minimo di luminanza media mantenuta ed illuminamenti maggiore di quelli previste dalle norme di sicurezza



Ridurre le potenze installate e ottimizzare gli impianti (con rapporto interdistanza altezza minimi di 3.7)

Insegne pubblicitarie non dotate di luce propria (art.5, comma 6)

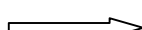
☐ Illuminate dal basso verso l'alto



Sostituire con illuminazione dall'alto verso il basso

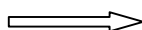
Edifici e Monumenti (art.5, comma 5)

☐ Edifici generici Illuminati dal basso verso l'alto



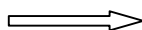
Sostituire con illuminazione dall'alto verso il basso

☐ Soggetti di comprovato valore storico ed architettonico Illuminati dal basso verso l'alto con fasci orientati oltre la sagoma del soggetto



- ☐ sostituire con illuminazione dall'alto verso il basso
☐ riorientare i fasci di luce un metro sotto il bordo inferiore della superficie da illuminare e nel perimetro del soggetto da illuminare

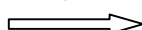
☐ Spegnimento Totale o Parziale



Entro le ore 24

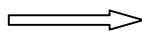
Riduttori di flusso (art.5, comma 1, lettera d)

☐ Impianto nuovo NON realizzato con riduttore di flusso



Inserire un sistema per la riduzione del flusso entro le ore 24

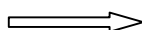
☐ Impianto con riduttori di flusso che intervengono dopo le ore 24, e/o



Correggere il regolatore del flusso luminoso affinché intervenga entro le ore 24

Fasci di luce (art.5, comma 4)

☐ Sono stati installati fasci di luce roteanti o fissi per meri fini pubblicitari



Rimozione immediata

ALLEGATO 2 - IMPIANTI PREESISTENTI NELLE AREE DI RISPETTO

TABELLA INDICATIVA DEGLI ADEGUAMENTI AGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA
SECONDO LA L.R. N.15/05 DELLA REGIONE PUGLIA

SCHEDA DI COSTATAZIONE INADEMPIENZE

N. _____

Via / Località _____

Comune _____

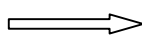
VIOLAZIONE ACCERTATA

ADEGUAMENTO PREVISTO

Entro 5 anni dall'entrata in vigore della legge (art.5, comma 7)

Lampade - Alta efficienza (art.5, comma 7)

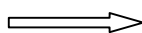
☐ Lampada a bassa efficienza come quelle del tipo a vapori di mercurio o fluorescenza



☐ sostituire con lampade al sodio ad alta o bassa pressione
☐ Se non è possibile, sostituire gli apparecchi

Apparecchi stradali - (art.5, comma 7)

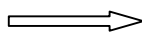
☐ Impianti che disperdono oltre 0 cd/klm a 90° ed oltre



☐ sostituire con ottica full cut-off e lampada recessa nel vano ottico tale che l'intensità luminosa massima dispersa sia minore di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre
☐ installare appositi schermi, sostituire o eliminare le coppe di protezione dell'ottica con vetro piano (se possibile con lampada recessa nel vano ottico) affinché l'intensità luminosa massima dispersa sia minore di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre

Arredo Urbano ed apparecchi altamente inquinante - (art.5, comma 7)

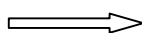
☐ apparecchi altamente inquinanti (come globi, lanterne o similari) che disperdono più di 15 cd/klm a 90° ed oltre



devono essere:
☐ sostituiti con apparecchi con intensità luminosa max. dispersa minore di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre
☐ schermati o comunque dotati di idonei dispositivi che contengono e dirigono a terra il flusso luminoso e vetri di protezione trasparenti tali per cui si abbiano intensità luminosa massima minore di 15 cd/klm a 90° ed oltre

Fari, Torri faro, parcheggi - (art.5, comma 7)

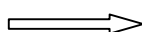
☐ Riflettori che disperdono più di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre



A scelta:
☐ devono essere sostituiti con apparecchi installati con i parametri specificati (0.49cd/klm a 90° ed oltre)
☐ Se sufficiente, e non è compromessa la sicurezza, vanno variate le inclinazioni dei riflettori che vanno riposizionati con vetro piano orizzontale

Insegne luminose di non specifico ed indispensabile uso notturno (art.5, comma 7)

☐ Sono accese dopo le ore 23 (d'inverno) e le ore 24 (d'estate)



☐ Devono essere spente entro le ore 24 e comunque alla chiusura dell'esercizio

Allegato F

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' ALLA L.R. PUGLIA 15/2005

Il sottoscritto titolare o legale rappresentante della ditta
..... operante nel settore
con sede in via n° CAP
comune prov. tel.
fax P.IVA

☐ iscritta nel registro delle ditte (R.D. 20/9/1934 n° 2011) della camera C.I.A.A. di
..... al n°

☐ iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8/8/1985, n° 443) di
..... al n°

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica):
.....
.....

inteso come: ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ Ampliamento
☐ manutenzione straordinaria ☐ altro

realizzato presso: comune:

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla legge della Regione Puglia n. 15 del 23/11/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", art. 5 comma 1, ed al relativo regolamento di attuazione, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato il luogo d'installazione, avendo in particolare:

- ☐ rispettato il progetto esecutivo predisposto da tecnico abilitato conforme alla LR15/05;
- ☐ seguito le indicazioni dei fornitori per la conformità alla LR15/05;
- ☐ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego
- ☐ installato i componenti elettrici in conformità alla legge 46/90 ed altre leggi vigenti;
- ☐ installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione;
- ☐ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dal committente, dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati:

- ☐ ☐
- ☐ ☐

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

Data

Il dichiarante

.....

Allegato G

Esempio di dichiarazione di conformità del prodotto

[CARTA INTESTATA PRODUTTORE - IMPORTATORE]

Dichiarazione di Conformità

Alla Legge Regionale della Puglia n°15 del 23 novembre 2005

In riferimento alla richiesta nostro Rif. n. _____

La ditta :

dichiara sotto la propria responsabilità che il prodotto della serie o modello:

[NOME PRODOTTO]

Con lampade: [POTENZA E TIPO LAMPADA]

Laboratorio Accreditato:

Testato nel Laboratorio	
Responsabile Tecnico	

Parametri di prova:

Sistema di Misura:
Posizione dell'apparecchio durante la misura:

Apparecchio:

Tipo di Riflettore		Tipo di Schermo	
Parametri di Misura		Temperatura Ambiente	
Tensione Alimentazione		Frequenza	

Norme di Riferimento:

UNI 10671	Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati
PrEN 13032	Measurement and presentation of photometric data and luminaires
CIE 27	Photometry luminaires for street lighting
CIE 43	Photometry of floodlights
CIE 121	The photometry and goniophotometry of luminaires

Se installato come specificato nel foglio d'istruzioni,

è Conforme alla LR 15/2005 del 23/11/2005

ed in particolare, come evidenziano le curve fotometriche in formato tabellare numerico cartaceo e sotto forma di files eulmdat, l'apparecchio nella sua posizione di installazione ha un'intensità luminosa massima approssimata all'intero e per $\gamma \geq 90^\circ$ di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; lo stesso è inoltre equipaggiato con lampade con la più alta efficienza possibile (sodio alta o bassa pressione e solo ove è assolutamente indispensabile un'elevata resa cromatica, lampade agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte o al sodio a luce bianca in relazione al tipo di applicazione).

[Luogo], [DATA]
[PRODUTTORE - IMPORTATORE]

.....

Allegato H

Articolo 23 del codice della strada

NUOVO CODICE DELLA STRADA.

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285.

Aggiornato al 31.12.1997

con le modifiche apportate dalle leggi 7.12.1999 n. 472 e 30.12.1999 n.507

23. Pubblicità sulle strade e sui veicoli.

1. Lungo le strade o in vista di esse è vietato collocare insegne, cartelli, manifesti, impianti di pubblicità o propaganda, segni orizzontali reclamistici, sorgenti luminose, visibili dai veicoli transitanti sulle strade, che per dimensioni, forma, colori, disegno e ubicazione possono ingenerare confusione con la segnaletica stradale, ovvero possono renderne difficile la comprensione o ridurre la visibilità o l'efficacia, ovvero arrecare disturbo visivo agli utenti della strada o distrarne l'attenzione con conseguente pericolo per la sicurezza della circolazione; in ogni caso, detti impianti non devono costituire ostacolo o, comunque, impedimento alla circolazione delle persone invalide. Sono, altresì, vietati i cartelli e gli altri mezzi pubblicitari rifrangenti, nonché le sorgenti e le pubblicità luminose che possono produrre abbagliamento. Sulle isole di traffico delle intersezioni canalizzate è vietata la posa di qualunque installazione diversa dalla prescritta segnaletica.

2. E' vietata l'apposizione di scritte o insegne pubblicitarie luminose sui veicoli. E' consentita quella di scritte o insegne pubblicitarie rifrangenti nei limiti e alle condizioni stabiliti dal regolamento, purché sia escluso ogni rischio di abbagliamento o di distrazione dell'attenzione nella guida per i conducenti degli altri veicoli.

3. Lungo le strade, nell'ambito e in prossimità di luoghi sottoposti a vincoli a tutela di bellezze naturali e paesaggistiche o di edifici o di luoghi di interesse storico o artistico, è vietato collocare cartelli e altri mezzi pubblicitari.

4. La collocazione di cartelli e di altri mezzi pubblicitari lungo le strade o in vista di esse è soggetta in ogni caso ad autorizzazione da parte dell'ente proprietario della strada nel rispetto delle presenti norme. Nell'interno dei centri abitati la competenza è dei comuni, salvo il preventivo nulla osta tecnico dell'ente proprietario se la strada è statale, regionale o provinciale.

5. Quando i cartelli e gli altri mezzi pubblicitari collocati su una strada sono visibili da un'altra strada appartenente ad ente diverso, l'autorizzazione è subordinata al preventivo nulla osta di quest'ultimo. I cartelli e gli altri mezzi pubblicitari posti lungo le sedi ferroviarie, quando siano visibili dalla strada, sono soggetti alle disposizioni del presente articolo e la loro collocazione viene autorizzata dalle Ferrovie dello Stato, previo nulla osta dell'ente proprietario della strada.

6. Il regolamento stabilisce le norme per le dimensioni, le caratteristiche, l'ubicazione dei mezzi pubblicitari lungo le strade, le fasce di pertinenza e nelle stazioni di servizio e di rifornimento di carburante. Nell'interno dei centri abitati, limitatamente alle strade di tipo E) ed F), per ragioni di interesse generale o di ordine tecnico, i comuni hanno la facoltà di concedere deroghe alle norme relative alle distanze minime per il posizionamento dei cartelli e degli altri mezzi pubblicitari, nel rispetto delle esigenze di sicurezza della circolazione stradale.

7. E' vietata qualsiasi forma di pubblicità lungo e in vista degli itinerari internazionali, delle autostrade e delle strade extraurbane principali e relativi accessi. Su dette strade è consentita la pubblicità nelle aree di servizio o di parcheggio solo se autorizzata dall'ente proprietario e sempre che non sia visibile dalle stesse. Sono consentiti i cartelli indicanti servizi o indicazioni agli utenti purché autorizzati dall'ente proprietario delle strade.

Sono altresì consentite le insegne di esercizio, con esclusione dei cartelli e delle insegne pubblicitarie e altri mezzi pubblicitari, purché autorizzate dall'ente proprietario della strada ed entro i limiti e alle condizioni stabilite con decreto del Ministro dei lavori pubblici

8. E' parimenti vietata la pubblicità, relativa ai veicoli sotto qualsiasi forma, che abbia un contenuto, significato o fine in contrasto con le norme di comportamento previste dal presente codice. La pubblicità fonica sulle strade è consentita agli utenti autorizzati e nelle forme stabilite dal regolamento.

Nei centri abitati, per ragioni di pubblico interesse, i comuni possono limitarla a determinate ore od a particolari periodi dell'anno.

9. Per l'adattamento alle presenti norme delle forme di pubblicità attuate all'atto dell'entrata in vigore del presente codice, provvede il regolamento di esecuzione.

10. Il Ministro dei lavori pubblici può impartire agli enti proprietari delle strade direttive per l'applicazione delle disposizioni del presente articolo e di quelle attuative del regolamento, nonché disporre, a mezzo di propri organi, il controllo dell'osservanza delle disposizioni stesse.

11. Chiunque viola le disposizioni del presente articolo e quelle del regolamento è soggetto alla sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire cinquecentottantasettemilacinquecento a lire duemilionitrecentocinquantamila.

12. Chiunque non osserva le prescrizioni indicate nelle autorizzazioni previste dal presente articolo è soggetto alla sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire duecentotrentacinquemila a lire novecentoquarantamila.

13. Gli enti proprietari, per le strade di rispettiva competenza, assicurano il rispetto delle disposizioni del presente articolo. Per il raggiungimento di tale fine l'ufficio o comando da cui dipende l'agente accertatore, che ha redatto il verbale di contestazione delle violazioni di cui ai commi 11 e 12, trasmette copia dello stesso al competente ente proprietario della strada;

13-bis. In caso di collocazione di cartelli, insegne di esercizio o altri mezzi pubblicitari privi di autorizzazione o comunque in contrasto con quanto disposto dal comma 1, l'ente proprietario della strada diffida l'autore della violazione e il proprietario o il possessore del suolo privato, nei modi di legge, a rimuovere il mezzo pubblicitario a loro spese entro e non oltre dieci giorni dalla data di comunicazione dell'atto. Decorso il suddetto termine, l'ente proprietario provvede ad effettuare la rimozione del mezzo pubblicitario e alla sua custodia ponendo i relativi oneri a carico dell'autore della violazione e, in via tra loro solidale, del proprietario o possessore del suolo.*

13-ter. Non è consentita la collocazione di cartelli, di insegne di esercizio o di altri mezzi pubblicitari nelle zone tutelate dalle leggi 1° giugno 1939, n. 1089, e 29 giugno 1939, n. 1497, dal decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, convertito, con modificazioni, dalla legge 8 agosto 1985, n. 431, e dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394. In caso di inottemperanza al divieto, i cartelli, le insegne di esercizio e gli altri mezzi pubblicitari sono rimossi ai sensi del comma 13-bis. Le regioni possono individuare entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore della presente disposizione le strade di interesse panoramico ed ambientale nelle quali i cartelli, le insegne di esercizio ed altri mezzi pubblicitari provocano deturpamento del paesaggio. Entro sei mesi dal provvedimento di individuazione delle strade di interesse panoramico ed ambientale i comuni provvedono alle rimozioni ai sensi del comma 13-bis.*

13-quater. Nel caso in cui l'installazione dei cartelli, delle insegne di esercizio o di altri mezzi pubblicitari sia realizzata su suolo demaniale ovvero rientrante nel patrimonio degli enti proprietari delle strade, o nel caso in cui la loro ubicazione lungo le strade e le fasce di pertinenza costituisca pericolo per la circolazione, in quanto in contrasto con le disposizioni contenute nel regolamento, l'ente proprietario esegue senza indugio la rimozione del mezzo pubblicitario. Successivamente alla stessa, l'ente proprietario trasmette la nota delle spese sostenute al prefetto, che emette ordinanza - ingiunzione di pagamento. Tale ordinanza costituisce titolo esecutivo ai sensi di legge*

Legenda:

*** commi aggiunti dalla L. 7.12.1999 n. 472**

In italico le parti più interessanti ai fini del seguente documento

Allegato I

**Esempio di Ordinanza tipo per lo spegnimento di fasci di luce "Laser" pubblicitari
(Provvedimenti già adottati da numerosi comuni italiani : S.Vittore Olona, Monza, etc..)**

COMUNE DI

Ordinanza No. del

IL SINDACO

- **Richiamato** l'art. 23 del nuovo Codice della strada D.Lgs. 30/04/1992, n.285 e sue successive modifiche ed integrazioni, secondo cui per effetto del comma 1, "Lungo le strade o in vista di esse è vietato collocare"omissis "impianti di pubblicità o propaganda, segni orizzontali reclamistici, sorgenti luminose visibili dai veicoli transitanti sulle strade, che possono arrecare disturbo visivo agli utenti della strada o distrarne l'attenzione con conseguente pericolo per la sicurezza della circolazione";
- **Richiamato** l'art. 5, comma 4 della Legge della Regione Puglia n. 15 del 23/11/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed il suo specifico divieto per "l'utilizzo di utilizzare in modo permanente fasci di luce roteanti o fissi a scopo pubblicitario";
- **Accertato** che è ormai consolidata e diffusa abitudine di installare, solitamente in corrispondenza di locali che svolgono la loro attività di notte, potenti fari che nel periodo notturno proiettano verso l'esterno e verso il cielo fasci di luce, solitamente rotanti, visibili anche a grandi distanze, finalizzati a identificare e localizzare la presenza dei locali stessi e a catturare l'attenzione dei cittadini e degli utenti della strada;
- **Ravvisata** la necessità di vietare su tutto il territorio comunale l'installazione e l'utilizzo di tali sorgenti luminose;
- **Constatato** che tali sorgenti luminose, proprio in relazione alla loro natura, alle specifiche ed alle caratteristiche sopra elencate, sono fonte di inquinamento luminoso e di turbativa dell'ambiente e possono arrecare disturbo visivo a quanti percorrono le strade e, soprattutto, distrarne l'attenzione con conseguente pericolo per la sicurezza della circolazione;
- **Visto** l'art. 50 del D.Lgs. 18/08/2000, n. 267;

ORDINA

In via cautelativa, l'immediato divieto di installazione di nuove sorgenti luminose, come indicato dalla legge regionale 15/2005, ovvero nel caso delle sorgenti già installate, l'immediata rimozione e il divieto di accensione a tempo indeterminato delle stesse dal momento della notifica del presente provvedimento.

INFORMA

Che per la violazione delle presenti disposizioni, saranno applicate le sanzioni amministrative di cui all'articolo 8, della Legge Regionale del 23/11/2005 n.15, nonché, ove ne ricorreranno i presupposti, quelle previste dall'articolo 23 del D.Lgs. del 30/04/1992 n. 285 e successive modifiche ed integrazioni.

DEMANDA

Al personale incaricato del servizio di Polizia Stradale indicato all'articolo 12 D.Lgs. 30/04/1992, n. 285 la verifica del rispetto del presente documento;
All'Ufficio Tecnico comunale ed al Comando di Polizia Municipale l'esecuzione della presente ordinanza per quanto di competenza.

Il Sindaco

.....

Allegato L

REQUISITI ILLUMINOTECNICI E APPARECCHI D'ILLUMINAZIONE

Curve Fotometriche – Imparare a leggerle e comprenderle

La curva fotometria rappresenta graficamente come una sorgente luminosa emette luce nello spazio.

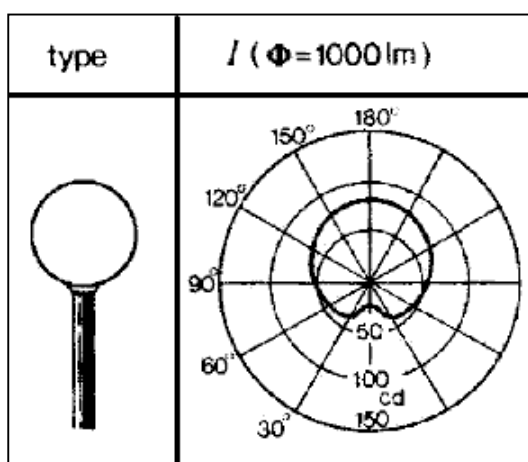
Vale a dire in che direzione emette la luce e con quale intensità.

A qualsiasi oggetto che emette luce può essere associata una curva fotometrica, sia esso una semplice lampadina, un apparecchio illuminante o uno schermo che riflette della luce.

La curva fotometria di un apparecchio d'illuminazione consente di prevedere il suo impatto sull'ambiente circostante.

Per costruire una curva fotometrica è necessario misurare l'intensità luminosa. In sostanza è necessario "vedere" con quale intensità la nostra sorgente emette luce in una determinata direzione.

E' come se girassimo attorno all'apparecchio e, a diverse angolazioni, misurassimo l'intensità della luce emessa.

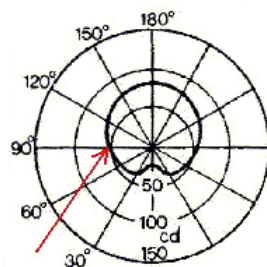


La misurazione visualizzata nel disegno si riferisce all'apparecchio a sfera che emette luce praticamente in tutte le direzioni anche se con intensità differenti, infatti l'intensità maggiore la troviamo proprio verso l'alto, a 180°, mentre verso il basso 0° abbiamo l'intensità più bassa, certamente per colpa del palo che sostiene la sfera.

E' sufficientemente chiaro come sfere di questo tipo siano apparecchi d'illuminazione poco efficaci e che illuminano esattamente dove non devono farlo.

Osservando la sola curva fotometrica si riesce ad intuire il comportamento dell'apparecchio. Nel diagramma i raggi indica la direzione in cui la luce viene inviata e i cerchi concentrici ne indicano l'intensità. Verificare graficamente l'intensità di luce emessa in ogni direzione è semplice: per esempio vediamo con che intensità viene emessa la luce a 90°. La linea che rappresenta la curva fotometrica interseca il cerchio contrassegnato dal numero 50 cd (freccia).

Nella direzione 90° (orizzontalmente) il globo invia quindi la luce con un intensità luminosa pari a 50 candele ogni 1000 lumen.



I lumen rappresentano la quantità di luce emessa da una sorgente luminosa ed è chiamato tecnicamente "flusso luminoso". Questo parametro permette di svincolare le curve fotometriche dal tipo di lampada utilizzata con un apparecchio e dalla sua potenza, infatti esprimendo le quantità in lumen (precisamente 1000 lumen), il globo emetterà comunque la luce con diverse intensità (al variare della potenza e della lampada) ma sempre nel medesimo modo: tanta luce sopra, poca luce sotto.

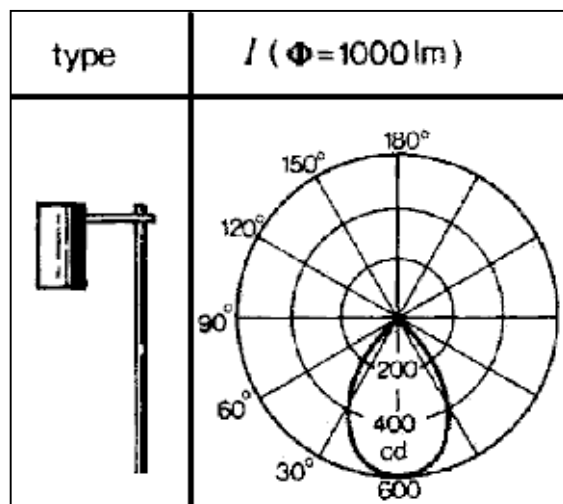
Quindi ad esempio se usiamo una lampadina al sodio alta pressione ellissoidale da 100W che ha un flusso luminoso di circa 10.000 lumen l'intensità luminosa a 90° sarà pari a $50 \times 10.000 / 1.000 = 500$ candele.

Cerchiamo di leggere dalla curva fotometrica di un globo luminoso l'intensità luminosa emessa a 180°. La curva fotometrica passa quasi a metà tra il cerchio contrassegnato da 50 e quello contrassegnato da 100. Si direbbe che in quel punto l'intensità luminosa è pari a 80 candele /1000 lumen, più o meno. Certamente

abbiamo rilevato il valore in un modo un po' incerto; per rendere la lettura più precisa la curva fotometrica viene sempre accompagnata da una tabella che ci indica i valori esatti evitandoci di dover individuare il valore in modo grafico. La tabella associata alla curva fotometrica della sfera potrebbe essere questa:

Angolo	Intensità / 1000 lm
0°	25
30°	35
60°	45
90°	50
120°	68
150°	75
180°	80
210°	75
240°	68
270°	50
300°	45
330°	35

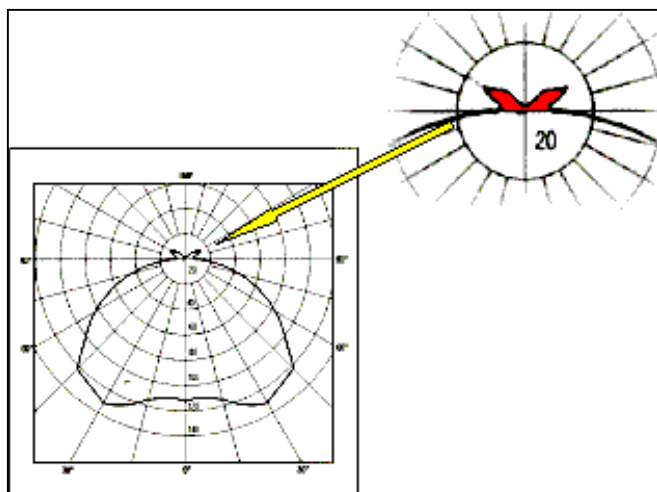
Leggere i valori di una tabella risulta più immediato e decisamente più preciso. La tabella di fianco rappresenta una misurazione fotometrica piuttosto grossolana, con intervallo di misura ogni 30°. Esistono norme che indicano questi parametri oltre alla precisione della lettura con più cifre significative. Più l'intervallo è piccolo e più la curva risulta essere definita.



Esaminiamo ora la curva fotometrica dell'apparecchio qui di fianco.

Possiamo intuire che l'apparecchio emette tutta la sua luce verso il basso e quasi esclusivamente tra i 330° e i 30° o meglio tra i - 30° e i + 30°. In questo cono di 60° è concentrata gran parte della luce emessa. Possiamo poi notare che i cerchi concentrici riportano valori assai più grandi di quelli rilevati nella curva fotometrica della sfera. 200, 400 e 600 sono i valori. Questo apparecchio possiede la caratteristica di concentrare la luce entro un certo angolo. Utilizzando la lampadina da 100W presa come riferimento nel precedente esempio avremmo un'intensità luminosa verso l'angolo 0° (verticalmente sul terreno) pari a $600 \times 10.000 / 1.000 = 6.000$ candele molto più alto delle $25 \times 10.000 / 1.000 = 250$ candele prodotte dalla sfera (vedasi grafico relativo).

Leggendo le due fotometriche si possono dedurre le seguenti conclusioni: l'apparecchio a sfera emette intensità di luce basse in tutte le direzioni, soprattutto verso l'alto; l'apparecchio cilindrico invece emette intensità di luce molto alte verso il basso concentrate in un arco di 60°.



Come distinguere la curva fotometrica di un apparecchio conforme alla L.R. Puglia 15/2005 Nell'esempio riportato, se la curva fotometrica esaminata è quella di un apparecchio da esterno, tale curva NON è conforme alla L.R. Puglia 15/2005 infatti si può notare che esiste una piccola componente di luce emessa nell'emisfero superiore (e cioè oltre i 90° ed oltre l'orizzonte).

In particolare la L.R. Puglia 15/2005 ed il suo regolamento ammettono intensità a 90° ed oltre massima di 0.49cd/klm che è una quantità verificabile esclusivamente leggendo le misurazioni in forma tabellare.

Per verificare la conformità di un apparecchio a quanto previsto dalla L.R. della Puglia 15/2005 come detto, non è sufficiente una sommatoria visione della curva fotometrica, che potrebbe fra l'altro essere facilmente manipolata o "tagliata" oltre i 90° (come capita di trovare in alcuni cataloghi), ma è indispensabile possedere e verificare la tabella dei valori di luminanza relativi alla curva che si sta analizzando, in quanto spesso, livelli di luminanza bassi, possono non essere individuabili nella sola rappresentazione grafica della curva fotometrica. Anche le tabelle non danno la certezza assoluta della veridicità dei dati; maggiore

sicurezza si può avere invece richiedendo dati fotometrici certificati da enti terzi come ad esempio per il marchio “Performance” dell’Istituto Marchio di Qualità Italiano.

Inclinazione degli apparecchi d’illuminazione

Un ulteriore aspetto interessante è rappresentato dal fatto che apparecchi privi di emissione luminosa al di sopra di angoli di 90° (conformi alla L.R. Puglia 15/2005) talvolta vengano installati in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura (in laboratorio). In tal caso la curva fotometrica ruota, per così dire, sull’asse del diagramma per l’angolo di inclinazione. Per conoscere la nuova fotometria associata si potrà procedere come segue:

1. Analizzare la tabella legata all’apparecchio (posizione orizzontale) **figura 1**
2. Se l’apparecchio venisse orientato di 10° i valori slitterebbero di una casella corrispondente a 10° **figura 2**
3. Se l’apparecchio venisse orientato di 30° i valori slitterebbero di una casella corrispondente a 30° **figura 3**

figura 1

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	335
10°	368
20°	391
30°	412
40°	435
50°	487
60°	574
70°	125
80°	12
90°	0
100°	0
110°	0
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0
190°	0
200°	0
210°	0
220°	0
230°	0
240°	0
250°	0
260°	0
270°	0
280°	12
290°	125
300°	574
310°	487
320°	435
330°	412
340°	391
350°	368

**Apparecchio conforme
alla LR15/05**

figura 2

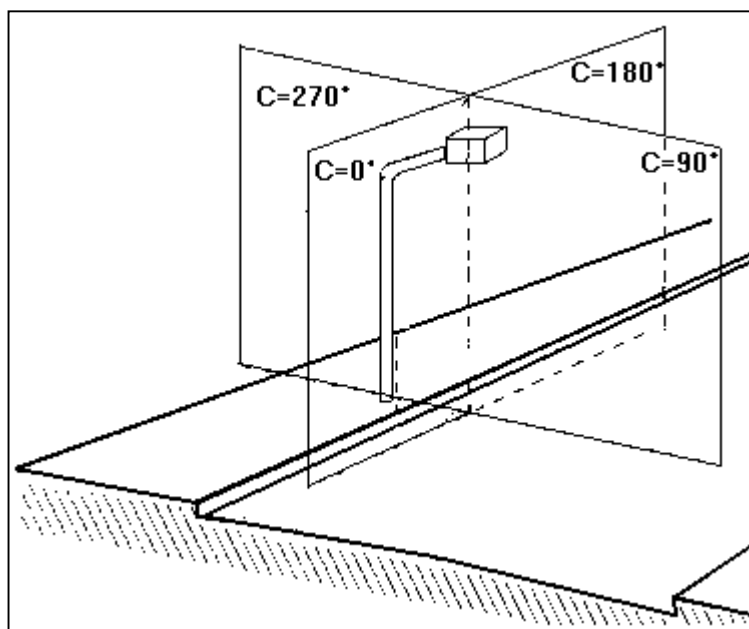
Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	368
10°	335
20°	368
30°	391
40°	412
50°	435
60°	487
70°	574
80°	125
90°	12
100°	0
110°	0
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0
190°	0
200°	0
210°	0
220°	0
230°	0
240°	0
250°	0
260°	0
270°	0
280°	0
290°	12
300°	125
310°	574
320°	487
330°	435
340°	412
350°	391

**Apparecchio non più
conforme alla LR15/05**

figura 3

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	412
10°	391
20°	368
30°	335
40°	368
50°	391
60°	412
70°	435
80°	487
90°	574
100°	125
110°	12
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0
190°	0
200°	0
210°	0
220°	0
230°	0
240°	0
250°	0
260°	0
270°	0
280°	0
290°	0
300°	0
310°	12
320°	125
330°	574
340°	487
350°	435

**Apparecchio non più
conforme alla LR15/05**



Piani fondamentali utilizzati per le misurazioni di un apparecchio d'illuminazione

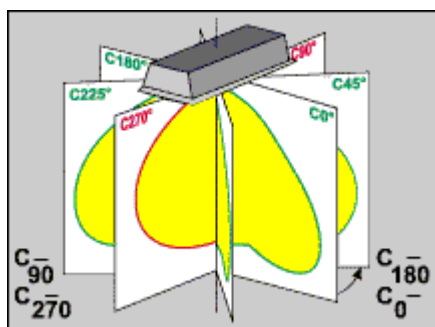
I produttori di corpi illuminanti sono in grado di fornire tabelle che permettono di risalire al valore misurato dell'intensità luminosa emessa ad ogni angolo γ (gamma). In particolare queste tabelle di dati fotometrici di apparecchi d'illuminazione vengono realizzate e certificate da opportuni laboratori specializzati di enti terzi. Ad esempio l'Istituto Marchio di Qualità Italiano (IMQ) ha istituito il marchio di qualità "Performance" che come si può vedere dalla tabella riportata può essere utile per verificare per valori di γ maggiori di 90° se l'apparecchio è conforme alla LR 15/05.

Tabella dell'intensità luminosa (cd/klm) di apparecchio d'illuminazione tratto dai certificati "performance" dell' IMQ

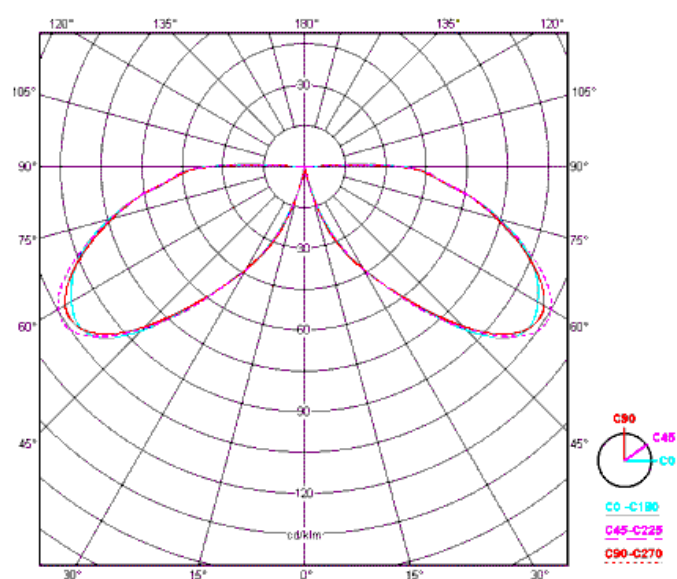
C	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	
γ																												
0	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	
10	186	186	187	188	190	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	195	194	194	194	194	193	193	193	193	188
20	177	177	179	182	184	187	188	191	191	192	194	197	198	200	200	199	202	203	203	194	195	194	192	190	185	184	182	
30	160	163	168	173	176	181	185	186	190	194	200	204	206	214	214	212	214	211	207	206	196	192	180	184	173	169	173	
35	150	154	160	167	171	176	180	183	187	195	201	209	212	215	215	215	215	211	207	200	196	186	180	178	165	160	167	
40	130	144	152	158	164	170	176	180	178	193	194	204	207	210	210	223	227	227	210	196	185	177	173	169	155	150	158	
45	125	134	146	155	157	160	165	171	178	186	193	200	210	225	225	230	236	236	219	201	186	174	168	162	150	142	155	
47.5	116	123	134	145	151	159	163	169	178	191	196	201	215	230	230	240	257	257	237	205	186	169	163	157	142	135	145	
50	106	114	127	136	142	140	157	166	176	188	198	210	221	235	235	256	284	284	284	211	182	162	152	147	133	126	136	
52.5	96	104	120	128	135	142	151	162	173	187	200	215	231	240	240	279	309	309	282	217	173	157	146	140	128	120	128	
55	90	99	113	121	126	135	143	155	166	180	197	215	235	245	245	303	334	334	285	223	173	150	142	136	121	114	121	
57.5	82	83	104	114	120	128	133	139	153	165	184	210	241	255	255	325	352	352	282	225	163	142	134	130	112	106	114	
60	76	84	96	106	110	117	120	126	140	155	175	207	250	263	263	340	364	364	284	225	161	138	128	122	104	95	106	
62.5	68	76	86	97	101	107	110	114	128	145	168	199	254	267	267	346	341	341	277	223	161	134	122	105	97	85	97	
65	62	68	80	90	94	99	104	110	121	138	156	190	218	257	257	359	393	393	263	222	159	127	114	100	91	77	90	
67.5	53	63	73	83	87	92	96	102	115	134	152	179	210	247	247	346	350	340	231	227	150	117	106	93	85	71	83	
70	36	47	67	74	78	82	85	91	104	126	150	177	204	241	241	324	343	333	200	215	134	101	87	84	76	65	74	
72.5	10	29	50	59	65	71	74	77	93	115	142	168	190	219	219	312	320	270	164	188	111	80	52	60	51	51	59	
75	5	8	19	29	35	43	47	65	66	97	120	151	160	168	168	279	275	185	51	144	59	33	41	34	22	27	29	
77.5	2	4	6	7	9	11	12	12	20	38	60	82	80	77	110	188	124	44	8	86	17	7	8	8	5	14	7	
80	0	1	3	4	4	5	8	6	7	7	8	11	12	13	20	85	13	6	4	27	9	3	7	2	1	2	4	
82.5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	4	13	5	3	1	5	2	1	1	1	1	1	0	
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	
87.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
90-180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

NB. Verificare che anche le tabelle non siano state "tagliate" in quanto per chi non si occupa di inquinamento luminoso è poco interessante ed ingombrante riportare i valori anche per γ maggiori di 90° .

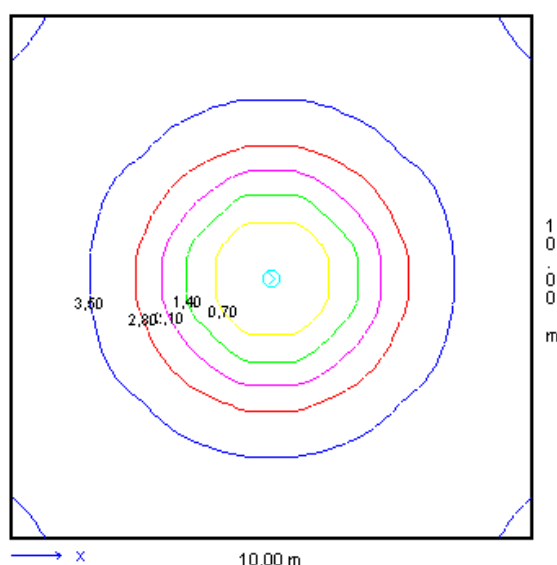
Ottiche Asimmetriche



Nelle curve fotometriche precedentemente analizzate è riportata una sola linea grafica che rappresenta l'emissione della luce nelle diverse angolazioni verticali. Questa rappresentazione è sufficiente nel caso in cui, la sorgente luminosa che stiamo analizzando o apparecchio, sia di tipo simmetrico. L'apparecchio simmetrico invia le medesime intensità luminose in ogni direzione (se visto dall'alto) e quindi anche su piani differenti. Se ci posizioniamo frontalmente rispetto ad una sfera luminosa, l'intensità luminosa che andremmo a leggere sarebbe la medesima anche se la osservassimo lateralmente o dietro. La sfera luminosa è un tipico esempio di apparecchio simmetrico. Se, utilizzando una curva fotometrica simmetrica, ne calcolassimo l'illuminamento in lux prodotto sul suolo otterremo sicuramente una serie di linee isolux (uguali lux) circolari e concentriche.

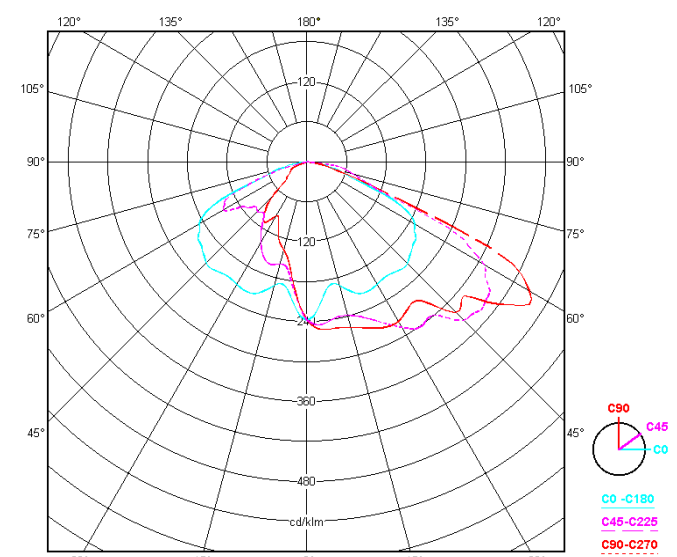


curva fotometrica simmetrica
(le misure su i tre piani sono quasi identiche)

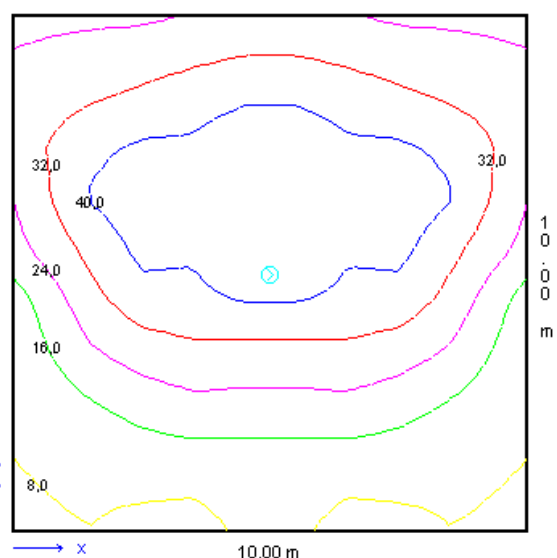


Illuminamento con curve isolux rotonde e concentriche.

A differenza delle sorgenti simmetriche, gli apparecchi asimmetrici, osservando la luce proiettata al suolo le curve isolux non sono più circolari come rappresentato nell'esempio precedente.



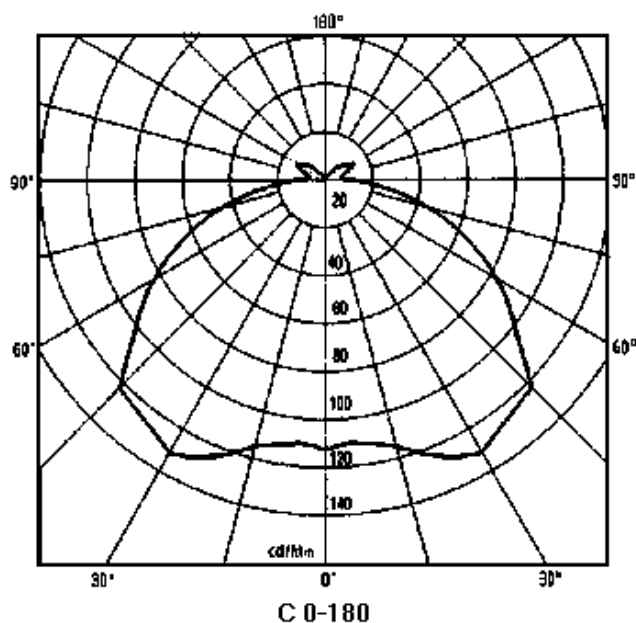
Curva fotometrica di apparecchio asimmetrico misurata su 3 piani.



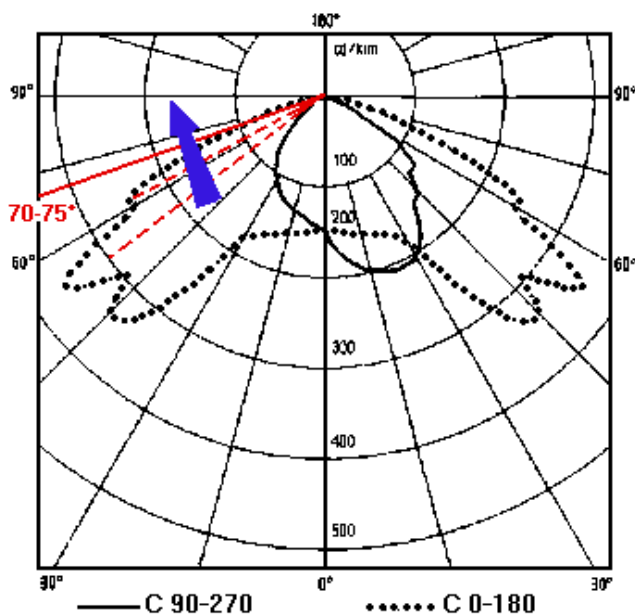
Livelli isolux riferiti all'apparecchio della curva di sinistra.

Forma della curva fotometrica

La forma della curva fotometrica è importante per capire in modo intuitivo il comportamento dell'apparecchio che stiamo analizzando. Nel caso di apparecchi destinati all'illuminazione stradale, è molto importante che la curva fotometrica invii la luce solo nelle direzioni interessate (lungo l'asse della strada e non al di fuori di essa) e con le giuste intensità luminose (distribuita la più uniformemente possibile). Risulta infatti evidente che, se vogliamo puntare all'installazione di un minor numero di apparecchi, questi dovranno "allargare" il più possibile il fascio luminoso. Per "allargare" si intende, riferendosi al piano ($C=0^\circ - C=180^\circ$ del disegno nella precedente pagina), inviare lateralmente molta luce, quindi con elevata intensità. Sulla verticale il livello di luce necessario è inferiore. Invece sul piano ($C=90^\circ - C=270^\circ$) sarà importante rilevare che le maggiori intensità luminose si trovino verso il lato da illuminare tra 0° e 90° .



Curva non allargante di apparecchio simmetrico



Curva allargante (tratteggiata) e con emissione della luce verso la strada (curva piena)

Le aziende produttrici di apparecchi, nello studiare le ottiche più performanti, tengono conto di quanto sopra descritto. Lo sviluppo punta alla riduzione dei centri luminosi. Ottenere elevati coefficienti di uniformità conduce a risultati migliori in termini di percezione visiva. Strade con minore intensità luminosa ma con migliori parametri di uniformità sono senz'altro da preferirsi a vie molto luminose con scarsa uniformità. Un altro punto di cui tenere conto è l'asimmetria necessaria per garantire il mantenimento dei parametri qualitativi anche con impianti di illuminazione più semplici ed economici realizzati su un solo lato della carreggiata. Per evitare di portare l'apparecchio verso il centro della carreggiata, solitamente attraverso i classici pali a frusta, si lavora sull'ottica spingendo la luce, oltre che lateralmente (destra e sinistra), anche in profondità (avanti). L'introduzione di questa ulteriore asimmetria ha consentito di riportare l'apparecchio sul bordo della carreggiata, come la classica applicazione su palo diritto (vedi curva sopra riportata a destra con tratto continuo).

Nella scelta di apparecchi più efficienti rimane prioritaria la forma della curva sul piano $C0^\circ - C180^\circ$. La curva ideale dovrebbe avere un'intensità luminosa verso il basso sufficiente, per ottenere il livello di illuminamento richiesto, poi ad angoli sempre più elevati l'intensità dovrà aumentare sempre più, infatti, è necessaria più luce mano a mano che aumenta la distanza tra la sorgente luminosa e la superficie, non dimenticando che l'inclinazione della luce aumenta sempre più incrementando ulteriormente la necessità di più luce. Verso inclinazioni di $+ o - 70^\circ$ è necessario che l'emissione della luce cessi. E' importante che crolli molto rapidamente, il cosiddetto taglio netto della luce, meglio conosciuto come cut-off. L'emissione di intensità luminose oltre tali angolazioni non è più efficace e può risultare controproducente per l'effetto di abbagliamento procurato verso gli osservatori.

La scelta del dell'apparecchio d'illuminazione che soddisfa le proprie esigenze

Come visto è fondamentale la scelta dell'apparecchio più performante mediante lo studio della sua curva fotometrica e mediante la verifica, a parità di condizioni di installazione, con i più comuni programmi di calcolo illuminotecnico più comuni.

Di fatto la scelta di un apparecchio sbagliato condiziona notevolmente l'installazione, obbligando a scelte progettuali che non permettono di rispettare le indicazioni della L.R. Puglia 15/2005. Di seguito sono riportati alcuni esempi che evidenziano scelte non idonee a soddisfare contemporaneamente le caratteristiche illuminotecniche richieste dall'impianto e dalla legge.

Un apparecchio ad alte prestazioni oltre a permettere elevate interdistanze fra un apparecchio e l'altro (che può arrivare talvolta sino a quasi 5 volte l'altezza del sostegno dell'apparecchio) riesce inoltre a "spingere" adeguatamente il flusso luminoso anche in direzione trasversale lungo il piano C-90 tale da permettere di illuminare adeguatamente l'intera larghezza della carreggiata. In figura 1 è riportato un apparecchio con le caratteristiche enunciate con apparecchio a vetro piano orizzontale (che permette di emettere una intensità luminosa massima di 0 cd/klm a 90° ed oltre) e fascio luminoso asimmetrico inclinato mediamente di 25 –30 gradi.

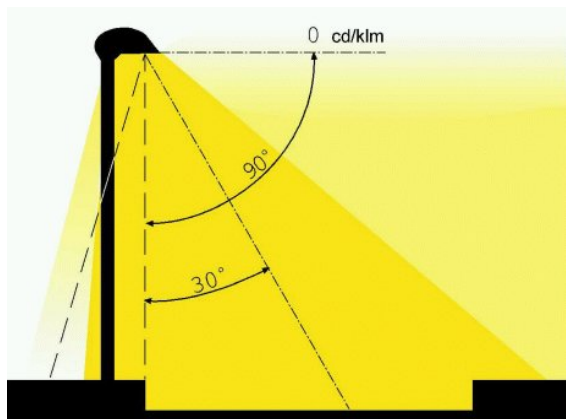


Fig.1 – Apparecchio che illumina adeguatamente tutta la carreggiata lungo la direzione trasversale dotato di fascio luminoso inclinato di 25-30°

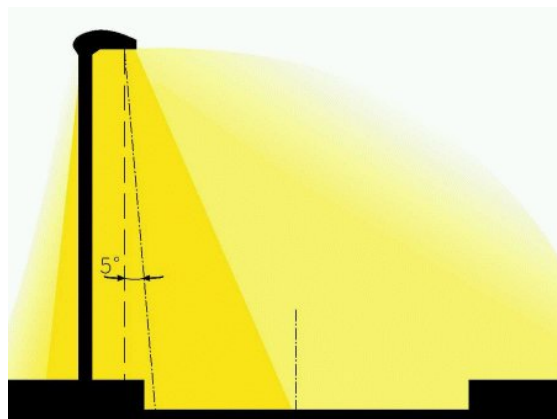


Fig.2 – La ridotta inclinazione del fascio luminoso non permette di spingere il fascio oltre metà della carreggiata.

Se quindi il l'apparecchio d'illuminazione ha una fotometria corretta e studiata ad alte prestazioni, è possibili alla stesso tempo soddisfare i requisiti minimi di sicurezza richiesti dalle norme tecniche, nel rispetto della L.R. Puglia 15/2005 e con interdistanze superiori a 4 volte l'altezza del sostegno.

Se invece il corpo illuminante è stato progettato con inclinazione del fascio (rispetto alla verticale) di pochi gradi, in figura 2 pari a 5°, e viene installato nelle stesse condizioni dell'apparecchio precedente, con vetro piano orizzontale, l'estensione trasversale del suo fascio luminoso a fatica riuscirà a lambire la parte opposta della carreggiata con il conseguente mancato rispetto delle norme tecniche di sicurezza.

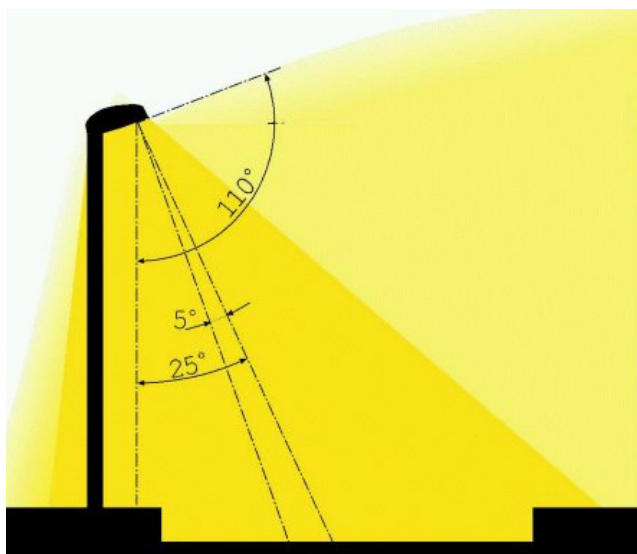


Fig.3 – Apparecchi con fasci poco inclinati vengono inclinati per aumentare l'uniformità trasversale. Installazione non corretta per la L.R. Puglia 15/2005 con luce inviata verso il cielo.

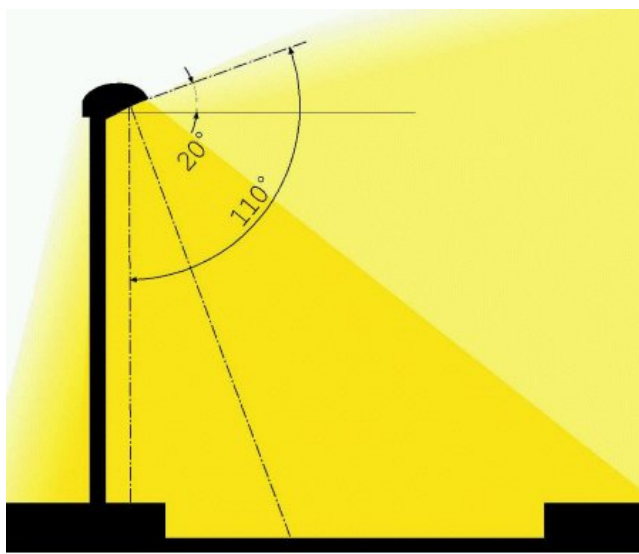


Fig.4 – Apparecchi orizzontali con vetro inclinato per inclinare il fascio luminoso e migliorare le prestazioni trasversali. Installazione non corretta per la L.R. Puglia 15/2005.

Per sopperire a questi inconvenienti spesso si varia l'inclinazione dell'apparecchio d'illuminazione di valori sino a 25-30° ed oltre, per compensare la mancata inclinazione del fascio lungo la direzione trasversale. In questo modo però, si veda la figura 3, il fascio luminoso viene inviato in parte verso la volta celeste contravvenendo a quanto disposto dalla L.R. Puglia 15/2005.

Per inclinare un fascio luminoso poco inclinato, taluni apparecchi sono già dotati di vetri di protezione piani inclinati rispetto al corpo illuminante se quest'ultimo è posto in posizione orizzontale. Questa situazione si verifica quando la curva fotometrica non è corretta. Anche in questo caso ovviamente l'intensità luminosa a 90° ed oltre diventa superiore a quella ammessa dalla L.R. Puglia 15/2005 (0cd/klm). Si veda figura 4.

La situazione peggiora ulteriormente, figura 5, quando anche il sostegno o lo stesso corpo illuminante è inclinato. In tale situazione l'inclinazione del vetro piano si somma a quella del sostegno per incrementare l'angolo globale ed ovviamente la dispersione di luce verso il cielo.

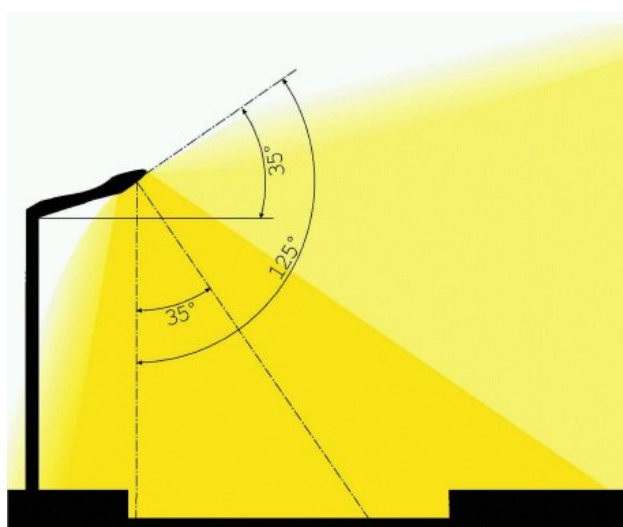


Fig.5 – Corpo con vetro piano inclinato posto su sostegno inclinato. Installazione scorretta.

Lampade e potenze installate

Non ci soffermeremo su un argomento che necessiterebbe anch'esso un ulteriore approfondimento, desideriamo però osservare alcune questioni di base che riteniamo di fondamentale importanza.

- Nuovi impianti: limitare al minimo le potenze installate ottimizzando potenze e interdistanze,
- Sostituzione di vecchi impianti: non incrementare le potenze esistenti e sostituire le sorgenti a mercurio con quelle al sodio ad alta pressione (che comporta notevoli risparmi) di potenza adeguata. Le lampade al mercurio continuano ad essere installate seppure siano a bassissima efficienza, e comportino notevoli incombenze ed un elevato onere per lo smaltimento.

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUIRE CON:	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO
80W Mercurio		50W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	60%
80W Mercurio		70W Sodio AP	+ 76% (da 3700 a 6500 lumen)	10%
125W Mercurio		70W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	70%
125W Mercurio		100W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	25%
250W Mercurio		150W Sodio AP	+ 21% (da 14000 a 17000 lumen)	40%

Allegato M

Luminanza media mantenuta e classificazione delle strade

REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELLE STRADE CON TRAFFICO MOTORIZZATO

STRADE CON TRAFFICO MOTORIZZATO

In base alla legge 186/1968, art. 1 tutti gli impianti elettrici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte. Ai fini della definizione della "regola d'arte" è possibile fare riferimento alle Direttive 83/189/CEE (legge del 21 Giugno 1986 n.317) ed inoltre al DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90) all'art. 5. Infatti tali provvedimenti di legge specificano che devono considerarsi realizzati in conformità alla "regola d'arte" tutti gli impianti realizzati e costruiti secondo le norme UNI, DIN, NF, etc..

Secondo quanto suddetto, la norma DIN tedesca (già adottata in numerosi settori della progettazione e della produzione come norma di riferimento per paesi europei e non), in questo caso la DIN 5044, costituisce un valido strumento alternativo dove le norme italiane non danno indicazioni o non definiscono il problema nella loro completezza.

Per tali motivi ai fini del conseguimento della regola d'arte nella regione Puglia dove vale la Legge Regionale Puglia 15/2005, è possibile applicare la DIN5044 oppure la UNI10439. Quest'ultima, nella sua revisione del luglio 2001, ha subito correzioni che di fatto la avvicinano alla norma tedesca, introducendo il flusso di traffico come parametro per definire la luminanza da applicare ad una strada.

Nei prossimi anni probabilmente entrambe le norme recepiranno la nuova norma europea EN13201 parzialmente o integralmente (i concetti di seguito riportati rimarranno comunque gli stessi anche se varieranno probabilmente le classificazioni). Ricordiamo che tali norme non hanno valore di legge ma, costituiscono

Per entrambe le norme tecniche il livello di luminanza media mantenuta è differenziata per ogni classe di strada, infatti varia a seconda delle sue caratteristiche geometriche, dell'intensità del traffico nelle ore notturne [veicoli/ora], e della durata di superamento [ore/anno] (vedere grafico 1). Questo permette di installare riduttori di flusso luminoso come anche una più puntuale illuminazione che risponde alle effettive esigenze.

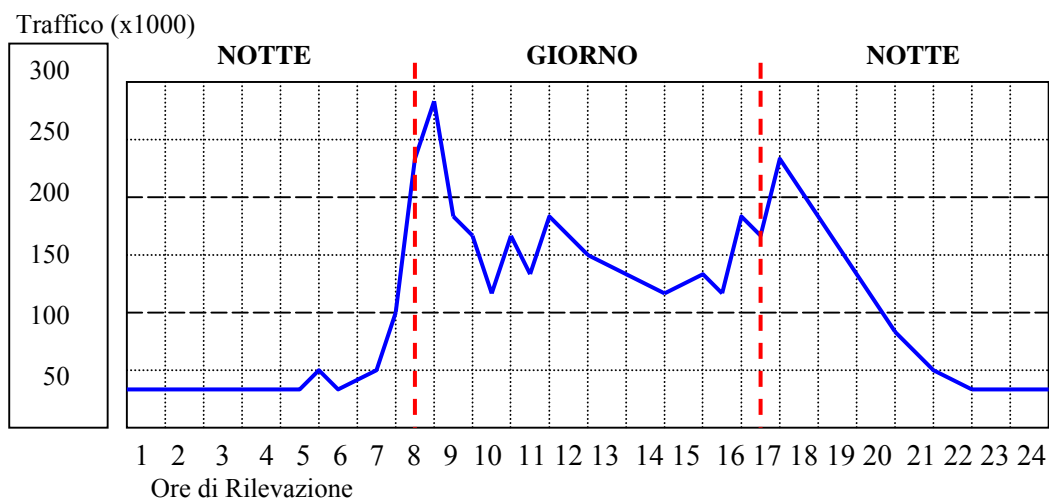


Grafico 1. mobilità giornaliera del 1991 a Torino. Grafico riportato nei documenti preparatori del piano urbano del traffico di Torino.

Nel grafico oltre ad essere riportato il traffico durante la giornata sono indicati l'ora del sorgere e del tramonto del Sole nei giorni attorno al solstizio invernale (periodo dell'anno in cui la notte è più lunga). Si evince che su 15 ore notturne, effettivamente solo 3-4 sono interessate da traffico intenso, mentre le restanti sono caratterizzate da mobilità ridotta.

La preferenza per la norma DIN 5044 per esempio, è motivata da alcune considerazioni che si possono trarre dall'immediato confronto delle 2 norme:

1. la Norma DIN 5044/1 prescrive un maggiore livello di luminanza per strade urbane con intenso traffico con possibilità di sosta ai lati, rispetto ad analoghe strade senza alcuna possibilità di sosta ai lati, oppure

rispetto alle strade principali o esclusivamente veicolari. Questo in quanto è maggiormente fonte di rischio la presenza di auto parcheggiate a bordo carreggiata, e soprattutto è fonte di rischio il parcheggio a bordo carreggiata per il traffico, quindi è necessario una maggiore illuminazione rispetto alle altre strade.

2. Per autostrade, urbane ed extraurbane, inoltre i valori prescritti dalla norma DIN 5044/1 sono dimezzati rispetto a quelli della UNI, soprattutto in considerazione del fatto che in assenza di pedoni, ciclisti o veicoli in sosta o manovra il rischio di incidenti dovuto ad ostacoli improvvisi è notevolmente inferiore.
3. La classificazione delle strade risulta più facile ed intuitiva nelle descrizioni della norma tedesca. Spesso, infatti con la UNI 10439, per l'incertezza dell'attribuzione di una strada ad una certa classe si tende ad illuminare le strade con il livello di 2 cd/m² (che si adattava a tutte le strade, in quanto, fino all'entrata in vigore della legge Puglia n.15/05 non esisteva alcun limite massimo alla luminanza). Con una descrizione più intuitiva e descrittiva come si ha nella DIN 5044 questa difficoltà viene a cadere, permettendo di utilizzare il livello di luminanza più adatto al tipo di strada. (Si veda la tabella allegata)

Requisiti richiesti dalla Norma DIN 5044

Classificazione strada urbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)			
DIN 5044	900	600	200	200
	Durata di superamento (ore/anno)			
	≥200	≥300	≥300	<300
Con spartitraffico con costruzioni ai lati, con traffico in sosta ai lati della/sulla carreggiata	2	2	1,5	1
Con spartitraffico con costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1,5	1,5	1	0,5
Con spartitraffico senza costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5	0,5
Classificazione strada urbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)			
DIN 5044	600	300	100	100
	Durata di superamento (ore/anno)			
	≥200	≥300	≥300	<300
Senza spartitraffico con costruzioni ai lati, con traffico in sosta ai lati della/sulla carreggiata	2	2	1,5	0,5
Senza spartitraffico con costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	2	1,5	1	0,5
Senza spartitraffico senza costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1,5	1,5	1	0,5
Senza spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5	0,5
senza spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	1	0,5	0,5

Tab.1. Luminanza media mantenuta nelle strade urbane secondo le norme DIN 5044 (cd/m²).

Classificazione strada Extraurbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)		
	900	600	600
DIN 5044	Durata di superamento (ore/anno)		
	≥200	≥300	<300
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, autostrade (velocità consentita >110 km/h)	1	1	1
Con spartitraffico, autostrade (velocità consentita ≤110 km/h)	1	0,5	0,5
Classificazione strada Extraurbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)		
	600	300	300
DIN 5044	Durata di superamento (ore/anno)		
	≥200	≥300	<300
Senza spartitraffico, fasce laterali, marciapiedi e piste ciclabili	1	0,5	0,5
Senza spartitraffico, con delimitazione della carreggiata, con marciapiedi e/o piste ciclabili	0,5	0,5	0,5
Senza spartitraffico strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1	1	0,5
senza spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5

Tab.2. Luminanza media mantenuta nelle strade extraurbane secondo le norme DIN 5044 (cd/m²).

Requisiti richiesti dalla norma UNI 10439

Indice della Categoria Illuminotecnica	Valore della luminanza media mantenuta	Approx. +/- su Lm	Uniformità Minima		Valore Max indice di abbagliamento debilitante
	Lm (cd/m ²)	(%)	Uo (%)	U1 (%)	Ti (%)
6	2,0	15	40	70	10
5	1,5	15	40	70	10
4	1,0	15	40	50	10
3	0,75	15	40	50	15
2	0,5	15	35	40	15
1	0,3	15	35	40	15

Tabella 3. La UNI 10439 indica che per i controlli e la misura dell'illuminamento i valori rilevati non devono essere inferiore al 15% in meno dai valori di progettato.

Classificazione delle strade

La L.R. Puglia 15/2005 ed il relativo regolamento d'attuazione impongono come livello massimo di luminanza delle superfici illuminate quello minimo consentito dalle norme di sicurezza, qualora esistenti. In assenza di norme relative alla sicurezza, come ad es. per le strade a traffico non prevalentemente veicolare o per l'illuminazione di edifici e monumenti, il livello massimo di luminanza consentito è di 1 cd/m².

L'aggiornamento del luglio 2001 della norma UNI 10439, come detto, ha introdotto la possibilità di abbassare i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

In unione con la L.R. 15/2005, questa possibilità diviene obbligo.

Per esempio:

- Una strada urbana di scorrimento che dalle 17 alle 20 presenta il massimo traffico consentito (es. 5000 veicoli/ora) deve avere una luminanza di 1 cd/m².

- Con un flusso di traffico dalle 20 alle 22 ridotto del 50% (2500 veicoli/ora) la luminanza deve essere ridotta a 0,75 cd/m².
- Dalle 22 in poi, con un traffico ridotto a meno del 25% del massimo, la strada deve avere una luminanza di 0,5 cd/m².

Per un quadro completo delle prescrizioni illuminotecniche per le diverse tipologie di strada fare riferimento ai prospetti 1a e 1b della norma UNI 10439.

Il codice della strada indica le caratteristiche minime che le strade dovrebbero soddisfare per appartenere ad una certa categoria (art.2, Definizione e classificazione delle strade). Si riporta di seguito un estratto dal testo del Codice della strada.

Art. 2. DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

[1] Ai fini dell'applicazione delle norme del presente codice si definisce "strada" l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

[2] Le strade sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi:

- A) Autostrade;
- B) Strade extraurbane principali;
- C) Strade extraurbane secondarie;
- D) Strade urbane di scorrimento;
- E) Strade urbane di quartiere;
- F) Strade locali.

[3] Le strade di cui al secondo comma devono avere le seguenti caratteristiche minime:

A) AUTOSTRADA: 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, priva di intersezioni a raso e di cessi privati, dotata di recinzione e di sistemi di assistenza all'utente lungo l'intero tracciato, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore e contraddistinta da appositi segnali di inizio e fine. "Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio ed aree di parcheggio, entrambe con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione".

B) STRADA EXTRAURBANA PRINCIPALE: 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, con accessi alle proprietà laterali coordinati, contraddistinta dagli appositi segnali di inizio e fine, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore; per eventuali altre categorie di utenti devono essere previsti opportuni spazi. "Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio, che comprendano spazi per la sosta, con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione".

C) STRADA EXTRAURBANA SECONDARIA: strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.

D) STRADA URBANA DI SCORRIMENTO: strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, "banchina pavimentata a destra" e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali estranee alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate.

E) STRADA URBANA DI QUARTIERE: strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.

F) STRADA LOCALE: strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al primo comma non facente parte degli altri tipi di strade.

[4] E' denominata "strada di servizio" la strada affiancata ad una strada principale (autostrada, strada extraurbana principale, strada urbana di scorrimento) avente la funzione di consentire la sosta ed il raggruppamento degli accessi dalle proprietà laterali alla strada principale e viceversa, nonché il movimento e le manovre dei veicoli non ammessi sulla strada principale stessa.

[5] "Per le esigenze di carattere amministrativo e con riferimento all'uso e alle tipologie dei collegamenti svolti", le strade, come classificate ai sensi del secondo comma, si distinguono in strade "statali", "regionali", "provinciali", "comunali", secondo le indicazioni che seguono. Enti proprietari delle dette strade sono rispettivamente lo Stato, la regione, la provincia, il comune. Per le strade destinate esclusivamente al traffico militare e denominate "strade militari", ente proprietario è considerato il comando della regione militare territoriale.

[6] Le strade extraurbane di cui al secondo comma, lettere "B, C ed F", si distinguono in:

A) Statali, quando:

- a) costituiscono le grandi direttrici del traffico nazionale;
- b) congiungono la rete viabile principale dello Stato con quelle degli Stati limitrofi;

- c) congiungono tra loro i capoluoghi di regione ovvero i capoluoghi di provincia situati in regioni diverse, ovvero costituiscono diretti ed importanti collegamenti tra strade statali;
- d) allacciano alla rete delle strade statali i porti marittimi, gli aeroporti, i centri di particolare importanza industriale, turistica e climatica;
- e) servono traffici interregionali o presentano particolare interesse per l'economia di vaste zone del territorio nazionale.

B) Regionali, quando allacciano i capoluoghi di provincia della stessa regione tra loro o con il capoluogo di regione ovvero allacciano i capoluoghi di provincia o i comuni con la rete statale se ciò sia particolarmente rilevante per ragioni di carattere industriale, commerciale, agricolo, turistico e climatico.

C) Provinciali, quando allacciano al capoluogo di provincia dei singoli comuni della rispettiva provincia o più capoluoghi di comuni tra loro ovvero quando allacciano alla rete statale o regionale i capoluoghi di comune, se ciò sia particolarmente rilevante per ragioni di carattere industriale, commerciale, agricolo, turistico e climatico.

D) Comunali, quando congiungano il capoluogo del comune con le sue frazioni o le frazioni fra loro, ovvero congiungano il capoluogo con la stazione ferroviaria o automobilistica, con un aeroporto o porto marittimo, lacuale o fluviale, con interporti o nodi di scambio intermodale o con le località che sono sede di essenziali servizi interessanti la collettività comunale. Ai fini del presente codice, le strade "vicinali" sono assimilate alle strade comunali".

[7] Le strade urbane di cui al secondo comma, lettere D, E e F, sono sempre comunali quando siano situate nell'interno dei centri abitati, eccettuati i tratti interni di strade statali, regionali o provinciali che attraversano centri abitati con popolazione non superiore a diecimila abitanti.

[8] Il Ministero dei lavori pubblici, nel termine indicato dall'art. 13 quinto comma, procede alla classificazione delle "strade statali ai sensi del comma 5" seguendo i criteri di cui al quinto, sesto e settimo comma, sentiti il Consiglio superiore dei lavori pubblici, il consiglio di amministrazione dell'Azienda nazionale autonoma per le strade statali, le regioni interessate, nei casi e con le modalità indicate dal regolamento. Le regioni, nel termine e con gli stessi criteri indicati, procedono, sentiti gli enti locali, alle classificazioni delle "strade statali ai sensi del quinto comma". Le strade così classificate sono iscritte nell'Archivio nazionale delle strade previsto dall'art. 226.

[9] "Quando le strade non corrispondono più all'uso e alle tipologie di collegamento previste", sono declassificate dal Ministero dei lavori pubblici e dalle regioni, secondo le rispettive competenze, acquisiti i pareri indicati nell'ottavo comma. I casi e la procedura per tale declassificazione sono indicati dal regolamento.

[10] Le disposizioni di cui alla presente disciplina non modificano gli effetti del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10-8-1988, n. 377, emanato in attuazione della legge 8-7-1986, n. 349, in ordine all'individuazione delle opere sottoposte alla procedura di valutazione d'impatto ambientale.

La tabella 1 è una riorganizzazione più organica di quanto già indicato nel codice della strada. Fare comunque sempre riferimento al testo ufficiale ed ai successivi aggiornamenti (sia per le leggi che per le norme sopraccitate).

Una attenta valutazione della classificazione stradale e la dipendenza della categoria illuminotecnica dai livelli di traffico permettono di ottenere notevoli livelli di risparmio energetico mantenendo al minimo indispensabile (che coincide col massimo consentito) i livelli di luminanza. I flussi di traffico sono infatti intensi e prossimi al massimo consentito per ogni tipo di strada (da non confondere col massimo giornaliero, che può essere inferiore a quello consentito) solo per poche ore al giorno e solo per una minoranza delle strade da illuminare. Questi momenti di traffico intenso cadono nelle ore notturne solo per alcuni mesi all'anno, quando in inverno il sole tramonta molto presto. Al di fuori di questi orari di punta la categoria illuminotecnica della strada deve essere abbassata di una o due unità. Per la quasi totalità delle vie cittadine poi i livelli massimi di traffico non sono mai raggiunti e di conseguenza la categoria illuminotecnica da applicare come standard deve tener conto di questo.

La classificazione delle strade è definita nel Piano Urbano del Traffico (PUT) per i comuni che se ne sono dotati. L'indice illuminotecnico si può quindi ricavare direttamente dal PUT. In ogni caso, prima di progettare un nuovo impianto di illuminazione, è necessario valutare se la strada in questione abbia i requisiti necessari per essere classificata in una determinata categoria e valutare i periodi durante i quali essa vada illuminata al massimo (orientativamente tra le 17 e le 18), in modo intermedio (tra le 18 e le 20), o al livello minimo di luminanza (per il restante periodo della notte). Nel caso il comune sia sprovvisto di PUT la classificazione delle strade va fatta di volta in volta. Con l'adozione dei Piani dell'Illuminazione (PI), entro i termini di legge i comuni dovrebbero avere la classificazione di ogni strada nel loro territorio.

Strada	Carreggiate	Corsie	Banchine	Intersezioni	Marcia- piedi	Altro	Indice illuminotecnico
Autostrada urbana o extraurbana	Indipendenti o con spartitraffico invalicabile	Almeno 2 per senso di marcia	Pavimentata e/o corsia di emergenza	No a raso o accessi privati. Con corsie di accelerazione e decelerazione. Recinzioni	NO	Recinzioni. Apposite aree di servizio e parcheggio. Riservate ad alcune categorie di veicoli a motore. Segnali di inizio e fine.	6 (5 e 4 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Extraurbana principale	Indipendenti o con spartitraffico invalicabile	Almeno 2 per senso di marcia	Pavimentata	No a raso. Accessi laterali coordinati.	NO	Apposite aree di servizio e parcheggio con corsie d'accelerazione. Riservate ad alcune categorie di veicoli a motore (per altri utenti appositi spazi). Segnali d'inizio e fine.	6 (5 e 4 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Extraurbana secondaria	Unica	Almeno 1 per senso di marcia	Sì				5 (4 e 3 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Extraurbana secondaria	Se non soddisfa i requisiti per essere classificata come le precedenti strade extraurbane.						4 (3 e 2 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Urbana di scorrimento veloce (velocità max >50km/h)	Indipendenti o con spartitraffico	Almeno 2 per senso di marcia, più eventuale corsia per mezzi pubblici	Pavimentata a destra	Solo semaforizzate	SÌ	per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali estranee alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate	6 (5 e 4 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Urbana di scorrimento (velocità max ≤ 50km/h)	Indipendenti o con spartitraffico	Almeno 2 per senso di marcia, più eventuale corsia per mezzi pubblici	Pavimentata a destra	Solo semaforizzate	SÌ	per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali estranee alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate	4 (3 e 2 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Urbana di quartiere	Unica	Almeno 2	Pavimentata		SÌ	per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata	4 (3 e 2 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Urbana interquartiere	Caratteristiche intermedie tra le urbane di quartiere e le urbane di scorrimento. Non si capisce la necessità di illuminarle maggiormente rispetto alle due categorie di cui dovrebbe essere un compromesso. Come categoria non esiste nel codice della strada.						5 (4 e 3 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Urbana locale	Se non soddisfa i requisiti per essere classificata come le precedenti strade urbane. In questa categoria ricadono la quasi totalità delle strade e vie urbane.						2 (1 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Urbana locale interzonale	Caratteristiche intermedie tra le urbane di quartiere e le urbane locali. Come categoria non esiste nel codice della strada.						3 (2 e 1 al di fuori degli orari di traffico intenso)
Tabella 4: Classificazione delle strade in funzione delle definizioni inserite nel decreto legislativo del Nuovo Codice della Strada							

Al fine di dimensionare correttamente l'impianto d'illuminazione, e di conseguire i valori massimi di ottimizzazione stradale nel rispetto delle norme di sicurezza, la classificazione delle strade deve essere realizzata come di seguito riportato:

1. Seguendo quanto disposto dal il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". In particolare le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, ad esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, di penetrazione verso la rete locale. Le strade di categoria F, in base al decreto sopra riportato, non sono solitamente urbane di quartiere (sebbene in nome sembra descriverle bene) ma di tipo urbane locali. Quest'ultima solitamente errata classificazione (urbane di quartiere), comporta un raddoppio della luminanze (rispetto alle urbane locali) e con conseguente raddoppio dei costi per l'energia elettrica consumata.
- 2- Adottare i livelli minimi di luminanza previste dalle normative tecniche e di sicurezza italiane (UNI10439) tedesche (DIN5044) o qualsiasi europee, tenendo presente che è possibile declassificare le strade Se la strada oggetto della classificazione ha statisticamente un traffico inferiore a quello previsto per la strada con categoria illuminotecnica inferiore può essere declassificata permanentemente ed illuminata di conseguenza.

Classe	Tipo di strada e ambito territoriale	Indice di categoria illuminotecnica	Tipo di Lampade	Resa Cromatica (x SA)	Rapporto min consigliato Interdistanza / Alt. Sostegno
A	Autostrade extraurbane	6	SB - SA	Ra=25max	4
A	Autostrade urbane	6	SA	Ra=25	4
B	Strade extraurbane principali	6	SB - SA	Ra=25max	4
C	Strade extraurbane secondarie	5	SB - SA	Ra=25max	4
D	Strade urbane di scorrimento veloce	6	SA	Ra=65-25	4
D	Strade urbane di scorrimento	4	SA	Ra=25	3.6
E	Strade urbane interquartiere	5	SA	Ra=65-25	4
E	Strade urbane di quartiere	4	SA	Ra=25	3.6
F	Strade extraurbane locali	4	SA	Ra=25	3.6
F	Strade urbane locali interzonali	3	SA	Ra=25	3.6
F	Strade urbane locali	2	SA	Ra=25	3.6

Tabella 5. Interdistanze e tipo di lampade (e resa cromatica) in base all'indice illuminotecnico ed al tipo di strada

Indice Illuminotecnico	Potenze consigliate	Potenze Max consigliate (solo quando la geometria non consente l'ottimizzazione con potenze inferiori)
1 (Lm=0.3 cd/m2)	50W-70W	70W
2 (Lm=0.5 cd/m2)	70W	100W (statisticamente solo il 10% dei casi)
3 (Lm=0.75 cd/m2)	70W	100W (statisticamente il 30-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 5-10% dei casi)
4 (Lm=1 cd/m2)	100W	150W (statisticamente solo il 20% dei casi)
5 (Lm=1.5 cd/m2)	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
6 (Lm=2 cd/m2)	150W-250W	250W (statisticamente il 40% dei casi)

Tabella 6. Tabella Orientativa (consigliata da CieloBuio per ottimizzare i risparmi):

Valori consigliati per strade a traffico limitato e prevalentemente pedonale e per altre aree				
Tipo di strada e ambito territoriale	Luminanza media mantenuta Massima in cd/m² (ridurre entro le ore 24)	Tipo di Lampade	Resa Cromatica	Rapporto min consigliato Interdistanza- Alt. Sostegno
Strade di centro storico	1	SA-HI	Ra=65-85	3
Strade commerciali di centro storico	1	SA-HI	Ra=65-85	3
Strade commerciali	1	SA	Ra=65	3.5
Piazze antiche di centro storico	1	SA-HI	Ra=65-85	-
Piazze	1	SA	Ra=25-85	-
Parcheggi, grandi aree	0,5	SA-SB	Ra=25max	-
Sentieri e vialetti in giardini e parchi	0,5	SA	Ra=65	-
Parchi giochi	1	SA-SB	Ra=25max	-
Vie fluviali	0,5	SA-SB	Ra=25max	4
Piste ciclabili	0,5	SA	Ra=65	3.5
Strade (aree) industriali con utilizzo prevalente diurno	0,5	SA-SB	Ra=25max	4
Strade (aree) industriali con utilizzo anche notturno (riferirsi alla relativa norma di sicurezza)	-	SA	Ra=25-65	3
Piazzali e aree di sosta autostradali	0,5	SA-SB	Ra=25max	-
Caserme, Campi militari	1	SA-SB	Ra=25max	-
Aree di rifornimento carburante	1	SA-SB	Ra=25max	-
Impianti industriali, Centrali elettriche, etc.. (riferirsi alla relativa norma di sicurezza)	-	SA-SB	Ra=25max	-
Scalinate, Rampe e Attraversamenti Pedonali	-	SA	Ra=25-65	-
Impianti sportivi (riferirsi alla relativa norma)	-	SA-HI	Ra=65-85	-
Stadi, Velodromi, Ippodromi	-	SA-HI	Ra=65-85	-
Scali ferroviarie, porti, fluviali, aeroporti	1	SA-SB	Ra=25max	-
Zone archeologiche	-	SA-SB	Ra=25max	-
Edifici e monumenti storici o di alto valore architettonico	1 (ove possibile dall'alto verso il basso)	SA-HI	Ra=65-85	-
Capannoni Industriali e edifici generici	1 (SOLO dall'alto verso il basso)	SA-SB	Ra=25max	-
Insegne	1 (SOLO dall'alto verso il basso) Spegnimento alle ore 24 o alla chiusura dell'esercizio	SA	Ra=25-65	-

Tabella 7 – Valori consigliati per lampade, resa cromatica, interdistanza (ove possibile) per strade a traffico limitato pedonale o altre aree

Allegato N

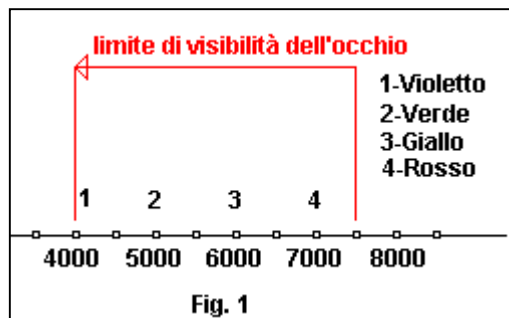
Nozioni di Illuminotecnica

GLOSSARIO DEI TERMINI

(Carlo Rossi CNIL - UAI)

Radiazione visibile

La radiazione visibile dall'uomo è compresa in media fra le lunghezze d'onda 400 e 760 nm (un nanometro è pari ad un milionesimo di metro) o 4000 e 7600 Amstrong con punte di 3600 e 8000 Amstrong. In figura 1 è rappresentato lo spettro visibile: alle minori lunghezze d'onda corrisponde il violetto e alle maggiori il rosso (nell'ordine: violetto, indaco, azzurro, verde, giallo, arancione, rosso). L'occhio umano è più sensibile alla lunghezza d'onda di circa 5500 Amstrong (giallo - verde). La differenza di lunghezza d'onda percepibile dall'occhio umano va da 10 - 30 Amstrong fra 5000 e 6000 Amstrong a circa 60 Amstrong verso il rosso.



Le pellicole fotografiche hanno un comportamento diverso dall'occhio umano e le varie tipologie presenti sul mercato presentano sensibilità differenti, più o meno marcate verso certe lunghezze d'onda.

La lunghezza d'onda è data dal prodotto della velocità della luce (c) per il periodo dell'onda (T) o dal rapporto fra la velocità della luce ($c = 300.000.000$ m/s) e la frequenza:

$$\lambda = c \times T = c / f$$

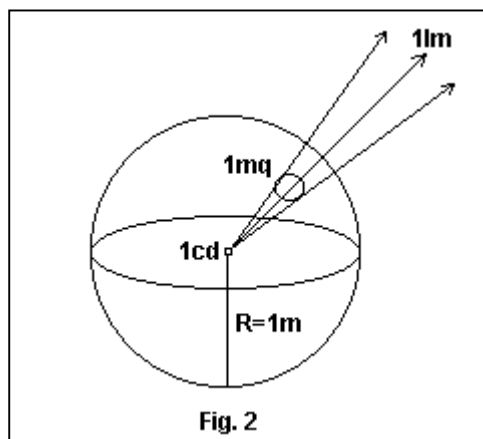
quindi 4000 / 7600 Amstrong corrispondono alle frequenze di 750 / 395 Mhz.

Flusso luminoso

Il flusso luminoso rappresenta la quantità di luce od energia radiante emessa da una sorgente nell'unità di tempo:

$$F = Q / t = \text{quantità di luce/tempo}$$

da cui si deduce che il flusso luminoso è una potenza (energia diviso tempo). Il flusso luminoso si può calcolare anche moltiplicando la potenza per un coefficiente di visibilità variabile con la lunghezza d'onda. L'unità di misura del flusso luminoso è il lumen (lm) che corrisponde al flusso luminoso emesso da una sorgente di luce puntiforme di intensità (I) pari ad una candela (cd) ed uscente dalla superficie di un metro quadrato di superficie sferica con raggio pari a un metro (steradiante) (figura 2).



Efficienza luminosa

L'efficienza luminosa è pari al rapporto fra il flusso luminoso (lm) emesso da una sorgente luminosa e la potenza elettrica assorbita (watt, W):

$$E = F/P$$

L'efficienza luminosa come appunto dice anche la parola esprime l'efficienza di una lampada, si misura in lm/W ed è una funzione variabile con il tipo di lampada.

- Per lampade ad incandescenza è pari a circa 6-18 lm/W
- Per lampade a mercurio 40 - 60 lm/W
- Per lampade agli alogenuri 60-100 lm/W

- Per lampade al sodio ad alta pressione 60 – 150 lm/W
- Per lampade al sodio a bassa pressione 100 – 190 lm/W

L'equivalente meccanico della luce è pari a 621 lm/W, quindi se tutta l'energia elettrica assorbita dalla lampada fosse trasformata in flusso luminoso nell'unità di tempo, la potenza di 1 watt darebbe 621 lm.

Facciamo notare che l'efficienza luminosa, per la stessa classe di lampada, oltre che dipendere dal tipo di lampada prodotta (normale, *super*, *de luxe*), in linea di massima, è minore alle potenze ridotte (50 - 100 W) e maggiore alle potenze maggiori, in genere adoperate nei fari (400 - 3500 W). Per avere il valore preciso bisogna consultare i cataloghi dei costruttori di lampade.

Analizziamo il processo fisico che descrive l'efficienza luminosa. La lampada ha una potenza nominale in watt che nel tempo determina l'energia assorbita (si veda l'appendice 2); in uscita dalla lampada troviamo il flusso luminoso che è minore della potenza assorbita in quanto nel passaggio entrata/uscita ci sono le perdite, la formula seguente evidenzia quanto detto:

$$P_u = P - P_p$$

dove P_u è la potenza luminosa in uscita, cioè il flusso luminoso, P la potenza elettrica assorbita dalla lampada, P_p la potenza perduta e quindi non trasformata in energia raggiante. La potenza perduta è dovuta al processo non ideale di trasformazione della potenza elettrica in potenza raggiante a causa delle seguenti perdite: addizionali (esempio contatti), per effetto *Joule* (nelle lampade ad incandescenza tale effetto, riguardo al filamento, non costituisce solo una perdita ma bensì la base di funzionamento), per riflessione ed assorbimento della luce emessa da parte del bulbo in vetro che si trasforma in calore disperso dal bulbo stesso per conduzione verso l'esterno, interne per convezione, per emissione nel campo dell'invisibile (raggi ultravioletti ed infrarossi), per una scarica non ideale dei gas, ecc.).

In pratica la lampada è un "trasduttore" di energia: l'energia elettrica in entrata viene trasformata in energia raggiante, chiaramente con rendimento minore di 1.

Una efficienza luminosa elevata significa un processo di trasformazione "più pulito" dell'energia elettrica in energia raggiante.

Quindi, ritornando ai 621 lm/watt teorici, constatiamo che una lampada con efficienza luminosa pari a 62 lm/watt e di potenza pari a 100 W emette 6.200 lumen, contro i 62.100 lm/watt teorici con un'efficienza del 10%! e perdite pari al 90%. Una lampada al sodio B.P. da 186 lm/watt e potenza pari a 100 W ha un rendimento del 30%.

Intensità luminosa

L'intensità luminosa si calcola con la formula:

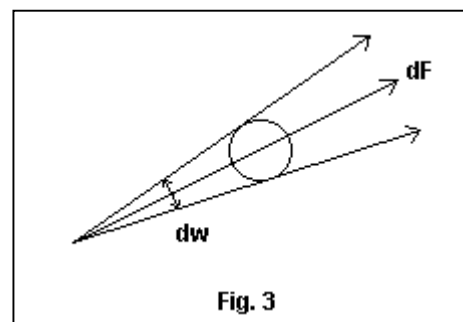
$$I = dF/d\omega$$

dove dF è il flusso luminoso in una direzione, emesso dalla sorgente luminosa all'interno di un piccolo cono e $d\omega$ è l'angolo solido del cono stesso. In pratica l'intensità luminosa non è altro che la densità di flusso in una certa direzione (figura 3). L'unità di misura dell'intensità luminosa è la candela (cd) e corrisponde all'intensità luminosa emessa da un corpo nero ad una temperatura di 1766 gradi centigradi (fusione del platino), alla frequenza di 540×10^{12} Hz, in direzione perpendicolare ad un foro di uscita con un'area pari a $1/600\,000$ metri quadrati sotto la pressione di 101,325 Pascal (1 Pascal è uguale ad 1 Newton diviso 1 metro quadrato).

Per semplificare la formula dell'intensità luminosa di cui sopra si può definire l'intensità luminosa media sferica (sfera di raggio pari a 1 metro) I_m di una sorgente ideale emettente lo stesso flusso della sorgente considerata, con una intensità identica in tutte le direzioni (isotropa):

$$I_m = F/4\pi$$

infatti la superficie di una sfera è data dalla formula $4\pi R^2$, da cui si può desumere che se I_m è pari ad 1 candela, il flusso luminoso emesso è pari a 12,56 lm. L'intensità luminosa è importante in quanto costituisce la parte fondamentale della curva fotometrica.

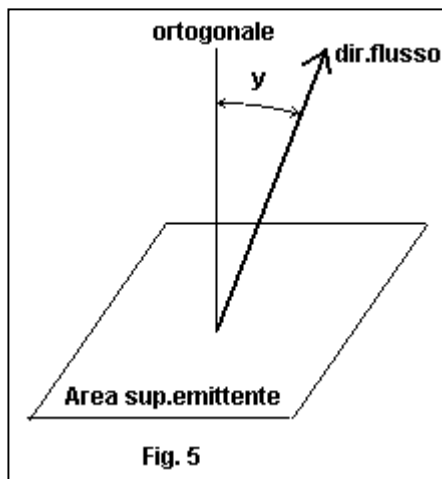
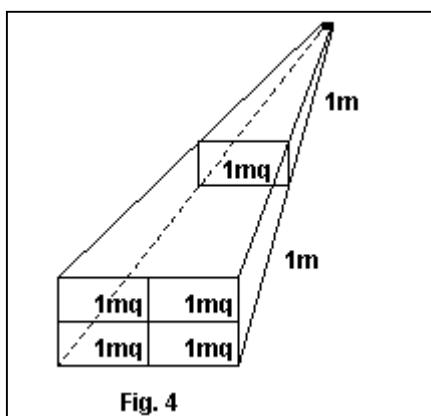


Illuminamento

L'illuminamento è pari al rapporto fra il flusso luminoso incidente ortogonalmente su una superficie e l'area della superficie che riceve il flusso, quindi una densità di flusso:

$$L = dF/dA$$

L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lm/m^2). Il lux è definito come il flusso luminoso emesso da una sorgente luminosa (situata al centro di una sfera) con una intensità luminosa di 1 candela che illumina una superficie di 1 mq (si veda la figura 2). L'illuminamento varia con l'inverso del quadrato della distanza dalla sorgente luminosa (figura 4).



Luminanza

La luminanza è pari al rapporto fra l'intensità luminosa emessa in una certa direzione e l'area della superficie emittente perpendicolare alla direzione:

$$U = dI/dA$$

La luminanza si misura in cd/m^2 ; 1 cd/m^2 equivale al flusso luminoso emesso per unità di angolo solido (intensità luminosa di 1 candela) entro un'area unitaria perpendicolare alla direzione del flusso luminoso. Nel caso che il flusso luminoso non sia perpendicolare alla superficie, allora bisogna dividere U per $\cos y$, dove y è l'angolo fra flusso ed ortogonale alla superficie (figura 5).

La luminanza è importante in quanto deve essere sufficiente ed uniforme al fine di riconoscere il percorso, i pedoni ed eventuali ostacoli. Valori troppo elevati di luminanza delle sorgenti portano a abbassare il contrasto e quindi ad uno scarso riconoscimento dei pedoni od ostacoli. In pratica, la sensazione visiva dell'occhio umano, quando percepisce la luce direttamente emessa da una sorgente o riflessa da una superficie, è funzione della luminanza.

Forniamo, come esempio, alcuni valori indicativi di luminanza (cd/m^2):

Sole a Mezzogiorno	16×10^9
Lampada ad incandescenza (potenza minore di 100 W)	5×10^6
Lampada agli alogenuri (potenza minore di 100 W)	$1,5 \times 10^7$

Luminosità o radianza

La luminosità si calcola dividendo il flusso luminoso emesso per l'area della superficie irraggiante:

$$U = dF/dA$$

La luminosità si misura in lm/mq ; 1 Lambert è il flusso luminoso di 1 lumen emesso in un emisfero da un'area unitaria della superficie irraggiante.

Rendimento luminoso

Il rendimento luminoso è dato dal rapporto fra il flusso luminoso emesso dalla lampada verso l'esterno ed il flusso luminoso emesso dalla sorgente (esempio filamento della lampada ad incandescenza):

$$\eta = F/F_s$$

dove F è il flusso emesso verso l'esterno e F_s il flusso luminoso emesso dalla sorgente.

Resa cromatica e indice di resa dei colori

La resa dei colori o resa cromatica è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati ed è pari a: ottimo, buono, soddisfacente

L'indice di colore "Ra" permette di ottenere una valutazione oggettiva riguardo alla resa di colore della sorgente luminosa emittente.

L'indice Ra è posto pari a 100 quando la sorgente emittente la luce ha lo stesso effetto della sorgente luminosa di riferimento.

L'indice di resa cromatica è funzione indiretta della differenza di resa dei colori, cioè tanto minori sono i valori di Ra tanto più grande è la differenza nella resa dei colori.

Temperatura di colore

La temperatura di colore, la cui unità di misura è il grado *Kelvin* (K), ha come riferimento l'emissione del corpo nero o la curva di *Plank*. La parte della radiazione visibile preponderante è funzione diretta della temperatura di colore "Tc", cioè tanto più grande è Tc tanto più si accentua la parte azzurra della radiazione, mentre per valori piccoli di Tc si accentua la parte rossa della radiazione visibile.

Ad esempio, la luce emessa da una lampada ad incandescenza ha Tc pari a circa 2.700 K, mentre la luce diurna a mezzogiorno presenta un valore di Tc pari a 6.000 K.

Tonalità di luce

La tonalità di luce è funzione della temperatura di colore.

Riportiamo alcune grandezze indicative:

- tono caldo < 3.300 K
- tono neutro < 3.300 - 5000 K
- tono bianchissimo 4.000 K
- luce diurna > 5.000 K

Un esempio può chiarire il significato delle ultime tre grandezze trattate: una lampada agli alogenuri sia contraddistinta dalla sigla 1A - Ra 90-100 - > 5000 K; 1A è il grado di resa dei colori, 90 - 100 rappresenta l'indice di resa dei colori, > 5.000 K è la temperatura di colore che da indirettamente la tonalità di luce, nel caso diurna.

LAMPADE PER ESTERNI

Le lampade sono la parte vitale dell'impianto di illuminazione ed il loro campo di emissione nello spettro visibile ci indica le zone dove l'emissione è maggiore (su tutto lo spettro o nel rosso o nel violetto, ecc.).

Lampade ad incandescenza

Va premesso che le lampade ad incandescenza, nostre care amiche casalinghe, sono state quasi del tutto abbandonate nell'uso esterno, a causa della loro scarsa efficienza luminosa. La lampada ad incandescenza è costituita da un'ampolla cioè l'involucro esterno, da un filamento in tungsteno, da due elettrodi al molibdeno, dal sostegno in vetro, dal codolo o zoccolo a vite (esistono vari modelli di zoccoli) e dal gas interno (azoto o argon, introdotti nel 1913 in sostituzione del vuoto). Le lampade ad incandescenza irradiano grazie al filamento di tungsteno che si riscalda a causa dell'effetto Joule (si veda l'appendice 3). Il filamento raggiunge i 2600 °C. Il gas impedisce che il filamento si bruci o si volatilizzi più rapidamente grazie alla compressione che esercita sullo stesso, infine permette al filamento di raggiungere altissime temperature così da aumentare l'efficienza luminosa.

L'ampolla o palloncino è costituita da uno strato di vetro soffiato sottilissimo; il vetro può essere trasparente o smerigliato o opalino mentre le forme sono delle più svariate..

Lo spettro della luce emessa dipende dalla temperatura del filamento in tungsteno; le lampade chiare emettono una luce brillante, quelle smerigliate o silicate riducono l'abbagliamento ed attenuano le ombre. Ad esempio, la luminanza di 2 lampade ad incandescenza da 60 W di cui una a bulbo chiaro e l'altra a bulbo opaco sono rispettivamente pari a: 5×10^6 e 5×10^4 cd/m².

La smerigliatura o l'opalescenza porta però ad una ulteriore perdita di flusso emesso dell'ordine del 10-15%. La durata di vita è pari a circa 1000 ore di funzionamento; la vita media varia fortemente con la variazione della tensione di alimentazione.

Considerazioni generali sulle lampade a scarica di gas

Le altre lampade fra quelle trattate basano il loro funzionamento sul fenomeno fisico della scarica dei gas e sono: agli alogenuri con tipica luce bianca; al sodio ad alta pressione con buona efficienza luminosa e buona resa cromatica; ai vapori di mercurio con luce bianca; al sodio a bassa pressione ad ottima efficienza luminosa. E' fatto accenno anche alle lampade elettroniche, anche se il loro uso è scarso nell'illuminazione per esterni.

La pressione nelle lampade ad A.P. oscilla fra 10.000 e 10.000.000 di Pa.

Le lampade a scarica in gas, di norma, sono costituite da:

- un attacco
- tubo di scarica
- un ampolla o tubo di vetro chiaro che contiene il gas (lampade a scarica di gas) o tubo ricoperto all'interno da uno strato di polveri fluorescenti (lampade fluorescenti);
- due elettrodi, anodo e catodo, fra i quali si innesca la scarica del gas (esperienza di *Townsend*).

L'innesco per la scarica si verifica solo quando la tensione applicata è pari alla tensione di scarica in modo da perforare il dielettrico fra il catodo e l'anodo. Una volta avviata la scarica elettrica viene emessa la luce ad opera della colonna di gas interessata dalla scarica (alcuni elettroni danno luogo alla "valanga" ed almeno un elettrone di ogni valanga, a sua volta ne provoca un'altra; gli elettroni eccitati quando ricadono al livello energetico inferiore danno luogo all'emissione di fotoni).

Nel caso delle lampade fluorescenti c'è una prima emissione invisibile (ultravioletto) ad opera dei vapori di mercurio a bassissima pressione, poi i raggi ultravioletti vengono trasformati in radiazione visibile dal rivestimento interno del tubo (fosfori).

Ad evitare che la corrente assorbita assuma valori elevati e pericolosi, si introduce nel circuito elettrico un reattore che limita tale corrente.

La corrente elettrica assorbita dalla lampada a scarica di gas presenta un angolo di sfasamento con la tensione nominale (si veda l'appendice), tale problema non sussiste nelle lampade ad incandescenza dove la corrente e la tensione sono in fase, ciò è dovuto al carico resistivo della lampada ad incandescenza.

Le lampade funzionanti ad alta pressione emettono pacchetti di spettro continuo, invece le lampade a bassa pressione emettono righe monocromatiche.

Lampade ai vapori di mercurio

Le lampade al mercurio sono costituite da un'ampolla in vetro esterna e da un tubo di quarzo interno per la scarica; all'interno del tubo di scarica ci sono i vapori di mercurio ad alta pressione che grazie alla scarica emettono delle onde ultraviolette (2537 Å). L'ampolla esterna è ricoperta internamente di polvere fluorescente (vanadato d'ittrio o alluminato di ittrio) che trasduce la radiazione ultravioletta in radiazione visibile dal caratteristico colore bianco.

Le lampade ai vapori di mercurio sono presenti soprattutto nelle strade cittadine. Emettono luce bianchissima (tonalità di luce fino a 4000 gradi Kelvin, grado ed indice di colore fra 2B/Ra 60-69 - Ra 40 - 59) ed il loro spettro copre tutta la luce visibile con punte dal violetto all'arancione. (4000 - 6500 nm). La tendenza attuale prevede la loro sostituzione con le lampade al sodio ad alta pressione. Tra l'altro, la legislazione le considera rifiuto speciale in quanto contenenti mercurio. In definitiva sono da evitare per tre motivi: scarsa efficienza luminosa, emissione su tutto lo spettro, difficoltà e costi di smaltimento.

Il pieno flusso luminoso viene raggiunto dopo circa 5 minuti dall'accensione.

Il fattore di potenza di una lampada al mercurio è pari a 0,5 - 0,7, la corrente di spunto all'accensione è pari circa al 140% della nominale.

Le lampade al mercurio possono funzionare con potenza ridotta del 50% purché l'accensione avvenga alla piena potenza.

Nel caso di spegnimento si riaccendono dopo pochi minuti in quanto a caldo la tensione di innesco è superiore alla tensione nominale.

Le lampade al mercurio possono dar luogo a radiodisturbi che si eliminano collegando in parallelo alla lampada un condensatore elettrico.

La durata di vita è di circa 10.000 ore e non risente delle piccole variazioni di tensione (+/- 5%). La caduta di flusso luminoso alla fine della vita è del 25%.

Lampade a vapori di alogenuri metallici

Le lampade agli alogenuri metallici sono costituite da un tubo ai vapori di mercurio con aggiunti degli ioduri metallici (tipo il sodio, sodio/scandio, tallio, cesio, ecc.), che contribuiscono ad aumentare l'efficienza delle lampade ma con uno spettro micidiale per le osservazioni astronomiche. L'effetto delle lampade agli alogenuri metallici è ancora più devastante in quanto la luce è bianchissima e copre tutto lo spettro visibile. L'effetto è aggravato dal fatto che le lampade agli alogenuri, in genere, vengono adoperate per potenze elevate.

Le lampade agli alogenuri sono molto compatte e vengono usate, in genere, negli impianti sportivi ed industriali, e presentano una tonalità di luce diurna o bianchissima, hanno un'ottima resa dei colori (tonalità di luce fra i 4000 e oltre i 5000 gradi Kelvin, grado ed indice di colore pari a 1A/Ra 90-100). Non sono gradite dall'astrofilo in quanto la loro radiazione non può essere filtrata con i filtri passa/banda (filtri nebulari).

La loro sostituzione con altri tipi di lampade è problematica laddove sono usate per illuminare i campi sportivi in quanto per seguire i movimenti rapidi e/o la palla c'è bisogno dell'intero spettro; bisogna puntare sull'inclinazione dei fari, sull'utilizzo delle ottiche asimmetriche, sulle schermature e sulla riduzione della potenza.

Il pieno flusso luminoso viene raggiunto dopo circa 4 minuti dall'accensione.

Possono raggiungere le 5.000 - 6000 ore di vita (la durata di vita si abbrevia del 30/40% per aumenti di tensione medi del 5%). La caduta di flusso luminoso alla fine della vita è del 40%.

Con speciali accenditori o alimentatori possono riaccendersi all'istante. Presentano un fattore di potenza simile alle lampade al mercurio.

Bisogna prestare la massima attenzione nel regolare il flusso luminoso delle lampade agli alogenuri, infatti a tensione ridotta possono insorgere aberrazioni cromatiche e diminuire la vita di funzionamento.

La corrente di spunto di queste lampade può raggiungere il 190% della corrente nominale.

Una caratteristica delle lampade agli alogenuri è l'emissione di radiazione elettromagnetica nel campo dell'ultravioletto e quindi possono funzionare solo in apparecchi ermeticamente chiusi con parabole in vetro resistente all'alta temperatura ed infrangibile.

Lampade ai vapori di sodio a bassa pressione

Le lampade al sodio a B.P. contengono il gas neon ed il sodio. Prima si innesca la scarica nel neon, successivamente quando la temperatura è salita il sodio si ionizza ed emette la caratteristica luce gialla. Le lampade al sodio a B.P. presentano dimensioni maggiori rispetto alle equivalenti lampade ad A.P..

La pressione interna è di qualche Pascal. Hanno la massima efficienza luminosa, emettono luce monocromatica gialla sulla lunghezza d'onda del doppietto del sodio (589-589,6 nm) e quindi disturbano poco le osservazioni in quanto la luce è bloccata dai filtri nebulari. Sono le lampade migliori per efficienza luminosa ma data la loro emissione monocromatica sono utilizzate per zone industriali, depositi, alcuni svincoli autostradali, distributori di benzina fuori città. Nella tab. 1 sono riportate le caratteristiche tecniche di alcune lampade da 250 W in confronto con una lampada al sodio B.P. da 180 W.

Il pieno flusso luminoso viene raggiunto dopo circa 15 minuti dall'accensione.

Il fattore di potenza di una lampada al sodio B.P. è appena 0,3, quindi una serie di lampade necessita del rifasamento dell'impianto (aumento del fattore di potenza); la corrente di spunto all'accensione è uguale a quella nominale. Nel caso di spegnimento si riaccendono dopo poche decine di secondi o alcuni minuti.

Possono raggiungere le 8.000 – 10.000 ore di vita (la durata di vita non si abbrevia per aumenti / diminuzioni di tensione medi del 5%). La caduta di flusso luminoso alla fine della vita è del 40%. E' una lampada ecologica in quanto non contiene mercurio.

Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione ed al sodio/xeno

Le lampade al sodio ad A.P. presentano una maggiore pressione del sodio che lavora anche ad una temperatura maggiore. Sono costituite da un'ampolla e da due elettrodi. Il tubo contiene vapori di sodio ed

altri gas inerti tipo il neon ed argon. All'accensione della lampada, la scarica è guidata dal neon poi raggiunto lo stato di regime la lampada funziona tramite il sodio. Le lampade al sodio ad A.P. presentano una tonalità di luce calda fra il rosa e l'arancione (tonalità di luce minore di 3300 gradi Kelvin, grado ed indice di colore fra 2B/Ra 60-69 - Ra 20-39). Sono usate soprattutto nell'illuminazione delle vie cittadine e la loro efficienza luminosa è superiore a quella delle lampade al mercurio e delle lampade agli alogenuri (si possono raggiungere i 150 lm/W). In genere emettono fra 5500 e 7500 Å ma con intensità decrescente con la lunghezza d'onda (dal giallo al rosso). I filtri nebulari permettono di filtrare la loro radiazione.

Aumentando la pressione del sodio fino a 90 kPa, l'efficienza luminosa man mano diminuisce, mentre la luce diviene sempre più bianca.

In definitiva una buona lampada al sodio ad A.P. deve presentare una colorazione rosa/arancio, in quanto avrà un'efficienza maggiore di 100 lm/W e porrà meno problemi alle osservazioni astronomiche presentando uno spettro migliore.

Il flusso luminoso può essere ridotto del 55% rispetto al nominale; il pieno flusso luminoso viene raggiunto dopo circa 10 minuti dall'accensione.

Il fattore di potenza di una lampada al sodio A.P. è pari a 0,5, la corrente di spunto all'accensione è pari circa al 120% della nominale.

Nel caso di spegnimento si riaccendono dopo pochi minuti in quanto a caldo la tensione di innesco è superiore alla tensione nominale. Con speciali accenditori o alimentatori possono riaccendersi all'istante.

Possono raggiungere le 8.000 – 12.000 ore di vita (la durata di vita non si abbrevia per aumenti / diminuzioni di tensione medi del 5%). La caduta di flusso luminoso alla fine della vita è del 10%.

Facciamo notare che sul mercato esistono delle lampade al sodio/xenon che hanno una luce calda molto simile a quella delle lampade ad incandescenza e grado di resa dei colori simile alle lampade al mercurio; le lampade al sodio/xenon quindi pur contenendo sodio sono più "inquinanti" dal punto di vista astronomico. Esistono in commercio delle lampade al sodio/xeno che hanno la possibilità di poter funzionare con due tonalità di luce diverse; le temperature di colore variano da 2500 a 3000 K. Il flusso luminoso può essere ridotto del 55% rispetto al nominale. Non contengono mercurio.

Deve essere prestata la massima attenzione nell'uso di queste lampade per illuminare oggetti o macchine o rapidi movimenti in quanto presentano effetti stroboscopici.

Lampade elettroniche

Le lampade elettroniche, in questa sede sono solo accennate, in quanto il loro uso è rivolto a piccoli impianti per esterni. Risparmiano circa l'ottanta per cento di energia rispetto ad una lampada ad incandescenza ed hanno una vita lunghissima (circa 10.000 ore). Sono alimentate ad alta frequenza (35 kHz), molto compatte e leggere danno la stessa tonalità di luce delle lampade ad incandescenza ed un'ampia resa di colori. L'uso di queste lampade è limitato a dei piccoli globi luminosi o lanterne per esterni.

Dati tecnici lampade

I dati tecnici principali delle lampade riportate sui cataloghi, di norma, sono:

tensione di alimentazione (V), flusso luminoso (lm), efficienza luminosa (lm/W), luminanza media (cd/cm²), temperatura di colore (°K), indice di resa dei colori, posizione di funzionamento, condensatore di rifasamento a 50 Hz (µF).

Il flusso luminoso per alcuni tipi di lampade può essere ridotto di circa il 50% dopo un certo orario, notando però che nel caso delle lampade agli alogenuri si hanno delle aberrazioni cromatiche e una diminuzione di vita. Notiamo che i riduttori di flusso luminoso che si basano sulla riduzione della tensione di alimentazione hanno l'effetto di diminuire la vita della lampada, inoltre per certi valori della tensione di illuminazione inferiori ai valori minimi prescritti dal fabbricante (180 V per le lampade al mercurio, 198 V per le lampade agli alogenuri e sodio A.P.) la lampada non resta accesa.

I regolatori migliori sono gli elettronici che lavorano direttamente o tramite trasformatori. Il principio di funzionamento è basato sulla diminuzione della tensione ai capi della lampada (regolazione a variazione d'impedenza) o sulla durata della conduzione in ogni semiperiodo (variazione ad interdizione di fase).

Le potenze delle lampade in commercio sono in genere:

70, 100, 150, 250, 400, 1000, 2000, 3550 W per gli alogenuri;

70, 100, 150, 210, 250, 350, 400, 600, 1000, 2000 W per il sodio A.P.;

50, 80, 100, 125, 160, 250, 400, 500 W per il mercurio;

18, 35, 55, 90, 135, 180 W per il sodio B.P.

La tabella 1 mostra delle grandezze fotometriche in funzione del tipo di lampade:

	ALOGENURI	SODIO A.P.	MERCURIO	SODIO B. P.
lm	20.000	33.000	14.000	33.000
lm/W	80	132	56	183
cd/m²	1.350	500	10	10
K	4/5000	< 3300	< 4000	giallo
W	250	250	250	180

Tab. 1. Sono indicati, per vari tipi di lampade, nella prima riga il flusso luminoso, nella seconda l'efficienza luminosa, nella terza la luminanza, nella quarta la temperatura di colore, infine nella quinta la potenza della lampada.

Analizzando con attenzione i dati in tabella, si desume che: l'efficienza luminosa delle lampade al sodio a bassa pressione è la più elevata, addirittura tripla delle lampade al mercurio, cioè a parità di lumen emessi le lampade al sodio a bassa pressione consumano un terzo dell'energia. Le lampade agli alogenuri hanno la più elevata intensità luminosa per unità di superficie emittente. La luce emessa è bianchissima per le lampade agli alogenuri, bianca per quelle al mercurio, rosa/arancione per le lampade al sodio ad alta pressione, gialla per le lampade al sodio a bassa pressione. Una lampada al sodio a bassa pressione, pur di potenza ridotta del 30%, ha un flusso luminoso pari ad una lampada al sodio ad A.P. da 250 W ed addirittura un flusso più che doppio rispetto ad una lampada al mercurio.

Riguardo alla durata di vita delle lampade, facciamo notare che gli alimentatori elettronici (premontati nel corpo illuminante) hanno allungato la durata della vita delle lampade al sodio, minimizzando la differenza con le lampade al mercurio. Inoltre, gli alimentatori permettono di stabilizzare l'efficienza luminosa delle lampade al sodio, cosa che non succede con le lampade al mercurio che con l'invecchiamento riducono la loro già bassa efficienza luminosa.

Il prezzo di una lampada al sodio ad A.P. è maggiore di circa il 30 - 40% rispetto ad una lampada al mercurio ed inoltre, nonostante gli alimentatori, la durata di vita delle lampade al sodio ad A.P. è comunque minore rispetto alle lampade al mercurio. Sembrerebbe che le lampade al sodio, nonostante la loro maggiore efficienza, poi siano antieconomiche a causa del maggiore prezzo di acquisto, ma in effetti quest'ultima voce è controbilanciata da altri costi dovuti alle lampade al mercurio; infatti, queste ultime danno luogo a due spese aggiuntive:

- alti costi di esercizio;
- raccolta, trasporto e successivo smaltimento.

La sostituzione delle lampade al mercurio con lampade al sodio ad alta pressione può essere effettuata tenendo conto che:

- in genere la lampada al sodio richiede un alimentatore, un accenditore (da installare in prossimità della lampada) ed un condensatore di rifasamento, mentre la lampada al mercurio richiede un alimentatore ed un condensatore di rifasamento; comunque alcuni tipi di lampade al sodio possono fare a meno dell'accenditore.

Appendice

1) Il fattore di potenza ed il rifasamento

I circuiti elettrici alimentati con energia elettrica in regime sinusoidale permanente (in gergo corrente alternata) possono essere di tipo resistivo, induttivo, capacitivo o misti; nell'ordine il carico elettrico è costituito da: una resistenza, un induttore, una capacità o da un insieme di questi componenti.

La corrente elettrica presenta un angolo di sfasamento rispetto alla tensione applicata al circuito in funzione del carico (figure 11, 12 e 13):

- carico resistivo, angolo pari a zero;
- carico induttivo: angolo pari a 90° in ritardo;
- carico capacitivo: angolo pari a 90° in anticipo.

Nel caso delle lampade a scarica di gas il carico è misto (resistivo/induttivo) e l'angolo di sfasamento in ritardo è compreso fra 0 e 90.

Il fattore di potenza è il coseno dell'angolo di sfasamento ed assume i seguenti valori:

- 1 carico resistivo
- 0 carico induttivo puro;
- 0 carico capacitivo puro.

Le Società elettriche non tollerano angoli di sfasamento eccessivi a causa dell'impegno eccessivo della potenza installata e quindi costringono gli utenti a diminuire tale angolo a valori tollerabili (coseno pari a circa 0,8 - 0,9).

L'aumento del fattore di potenza o la riduzione dell'angolo di sfasamento si effettuano tramite condensatori elettrici supplementari applicati all'impianto, tale tecnica è chiamata "rifasamento".

2) Energia e potenza

L'energia è data dalla formula:

$$\text{Energia} = \text{potenza} \times \text{tempo}$$

dove l'energia si misura in J (joule,) la potenza è espressa in W (watt) ed il tempo in secondi.

Le società elettriche fatturano l'energia elettrica consumata in chilowattora (una unità di misura maggiore del joule), $1\text{kWh} = 1000 \text{ watt} \times 1 \text{ ora} = 3.600.000 \text{ J}$.

3) L'effetto Joule nelle lampade ad incandescenza

La corrente elettrica circola nel filamento di una lampada ad incandescenza quando ai capi del filamento si applica una tensione elettrica; il filamento di una lampada ad incandescenza è un carico puramente resistivo.

La corrente elettrica è data dalla formula:

$$I = V/R$$

dove I è la corrente in A (ampere), V la tensione in V (volt) e R la resistenza in Ω (ohm).

Una resistenza elettrica percorsa da corrente elettrica da luogo all'effetto Joule, definito dalla formula:

$$P = R \times I^2$$

cioè la potenza della lampada è pari al prodotto della resistenza elettrica del filamento e della corrente elettrica al quadrato che circola nel filamento stesso.

Il filamento percorso dalla corrente si scalda trasformando l'energia elettrica in calore ed energia raggiante.