

ALLEGATO D

L'UTILIZZO DI SORGENTI EFFICIENTI

L'uso di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa costituisce un ulteriore criterio tecnico imposto dalla normativa regionale, affinché gli impianti possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso e a risparmio energetico.

L.r. 17/09, Art. 9, comma 2, lettera b) regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna:

2. Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti che contemporaneamente siano:

b) sono equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a $Ra=65$, ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w esclusivamente per l'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e zone pedonalizzate dei centri storici. I nuovi apparecchi d'illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale, a condizione siano conformi alle disposizioni di cui al comma 2 lettere a) e c) e l'efficienza delle sorgenti sia maggiore di 90 lm/W ;

L' **Efficienza Luminosa** (η) è la grandezza che descrive il rapporto tra il Flusso luminoso emesso nello spazio e la potenza che l'alimenta. Si misura in lumen/Watt. E' la misura del rendimento energetico, quindi maggiore è il rapporto, tanta più luce è prodotta rispetto all'energia consumata.

L' **Indice di Resa cromatica** (IRC) è la grandezza che esprime la capacità di riprodurre in modo naturale i colori degli oggetti illuminati ⁽¹⁾. Si esprime con un numero indicato come $Ra= (1 \square 100)$ dove una $Ra= 50 \square 70$ è considerata "buona", $Ra= 85 \square 100$ considerata "ottima".

Prevedere l'utilizzo di lampade quali quelle al sodio (a bassa o alta pressione) permette di ottenere un buon risparmio energetico (in quanto sono lampade di elevata efficienza luminosa⁽²⁾) e, contemporaneamente, di garantire una resa cromatica accettabile per i vari usi ed una ottima vita media. Inoltre le lampade al sodio sono preferibili perché consentono di avere una migliore visione in quanto alle luminanze tipiche dell'illuminazione tradizionale stradale (cioè da $0,5 \square 2 \text{ cd/m}^2$ ma anche oltre, in caso di errate progettazioni), o nell'illuminazione pedonale sino a 30 lux (e oltre in caso di errate progettazioni), la visione è quasi completamente *fotopica*, con spostamento della sensibilità ⁽³⁾ dell'occhio verso la luce verde-gialla.

⁽¹⁾ Poiché il colore di un oggetto dipende dalla luce che riflette (appare rosso perché assorbe tutte le radiazioni e riflette la luce monocromatica rossa) , la resa cromatica è perfetta solo se sono presenti nella luce artificiale tutte le radiazioni come nella luce solare.

⁽²⁾ La quantità di luce emessa (flusso luminoso) nel campo della luce blu è molto minore di quella emessa nel campo della luce verde. Ad esempio, un watt di luce giallo-verde a 550 nm produce la stessa quantità di lumen di circa 20 W di luce blu a 450 nm . La luce blu (da 420 a 500 nm) è la più efficace nel sopprimere la produzione notturna di melatonina nell'uomo. Ci sono crescenti evidenze che la carenza di melatonina nel sangue possa accelerare la crescita di alcuni tipi di tumore. Le lampade ad ampio spettro vanno quindi usate con estrema attenzione e solo se è indispensabile la loro elevata resa cromatica esattamente come specificato nella legge e direttiva.

⁽³⁾ ciò è dimostrato anche dal fatto che si percepiscono i colori al contrario di quanto succede con la visione *scotopica*

Possono essere utilizzate anche lampade, in funzione degli specifici utilizzi, con $Ra > 65$ ma solo se hanno una efficienza luminosa, a parità di potenza, paragonabile a quella del sodio alta pressione.

In generale è convenzione comune che le lampade con efficienza superiore a 90 lm/W sono delle alternative al sodio valide, ma solo in casi particolari, in quanto il raggiungimento di valori di $Ra > 65$ genera una luce con una forte componente blu (come nel caso degli ioduri metallici), che è però fonte di maggiore inquinamento luminoso in quanto, nella visione notturna (*scotopica*), la sensibilità dell'occhio umano si sposta proprio verso il campo della luce blu - verde.

Solo a scopo di corretto indirizzo si indicano le "migliori" sorgenti luminose da utilizzare in base ai diversi tipi di applicazione e si forniscono, alcuni suggerimenti pratici da poter seguire nella progettazione dell'illuminazione.

Per quanto riguarda le sorgenti a led impiegate in applicazione funzionali (stradale, parcheggio, parchi, pedonali, ciclabili, etc..) proprio per le note di cui ai punti (1), (2) e (3) è fortemente sconsigliato l'impiego di sorgenti con temperatura di colore superiore a 3500 °K, meglio ancora sarebbe per maggiore compatibilità ambientale inferiore a 3000°K.

Illuminazione stradale: Lampade al Sodio alta e bassa pressione con potenze in relazione alla classificazione illuminotecnica della strada.

Illuminazione pedonale: Lampade al Sodio alta pressione ed in specifici e limitati ambiti di valorizzazione, ioduri metallici con Efficienza $>90\text{lm/W}$;

Illuminazione di Impianti sportivi: lampade a ioduri metallici tradizionali;

Illuminazione di parchi, piste ciclabili e di piccole aree residenziali: sodio alta pressione, lampade a fluorescenza e i limitati ambiti, ioduri metallici con efficienza $>90\text{lm/W}$;

Illuminazione di monumenti ed edifici di valore storico, artistico ed architettonico: Lampade al sodio alta pressione nelle sue tipologie (anche White SON), ioduri metallici a bruciatore ceramico nelle sue tipologie in relazione alle tipologie e colori delle superfici da illuminare preferibilmente con efficienza superiore a 90lm/W (principalmente solo per una maggiore qualità della temperatura di colore).

Si sottolinea che, oltre a perseguire sempre al contenimento delle potenze installate per ogni singolo impianto ed applicazione, sono valide le seguenti considerazioni:

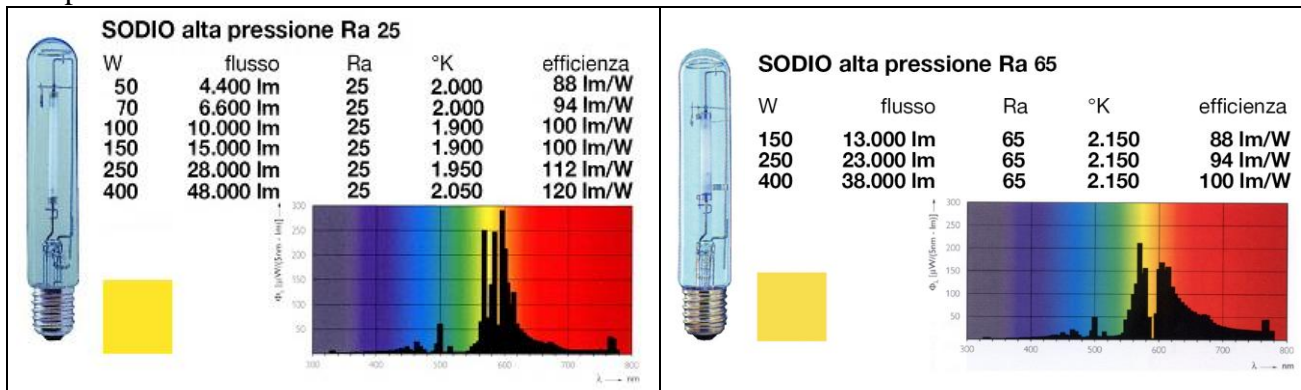
- a parità di applicazione e di punti luce è preferibile l'utilizzo di lampade a minore potenza anche se meno efficienti. Ad esempio se un parco può essere illuminato con le lampade a fluorescenza da 23W è inutile ed illogico installare lampade da 70W. E' evidente comunque che non devono essere raddoppiati i punti luce altrimenti questa scelta non è compatibile con i concetti fondamentali della legge.
- le scelte progettuali devono mirare alla riduzione delle potenze installate ed all'ottimizzazione degli impianti anche dal punto di vista manutentivo. Per esempio, dove possono essere utilizzati sistemi a LED, di segnalazione o di evidenziazione (per esempio nei segnapasso), è consigliabile utilizzarli anche se l'efficienza è inferiore rispetto ad una lampada al sodio alta pressione, in quanto le potenze installate ed i costi manutentivi vengono abbattuti pesantemente (vista l'aspettativa di vita dei LED dalle 4 alle 7 volte superiore a quella di lampade tradizionali);
- la ricerca di una efficienza maggiore per arrivare a valori di efficienza di 90 lm/W non può essere effettuata aumentando la potenza (dato che le due grandezze sono direttamente collegate). E' evidente, per esempio, che a parità di applicazione l'utilizzare sorgenti luminose a ioduri metallici da 400W per poter arrivare al valore di efficienza indicato, quando si potrebbero utilizzare lampade a ioduri metallici di nuova generazione da 20,35 o 70W.

Le sorgenti che più comuni in ambito illuminazione per esterni sono assimilabili a quelle di seguito riportate al fine di descriverne le caratteristiche minime senza alcun carattere di competenza:

- **Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione:**

Potenze: comprese fra 50 a 400W privilegiando sempre le potenze inferiori.

Applicazione: Illuminazione di aree qualsiasi e strade urbane ed extraurbane, pubbliche e private.



- **Lampade fluorescenti compatte a risparmio energetico:**

Durata: oltre 10.000 ore

Temperatura colore T = 3000°K

Resa Cromatica Ra sino a 82

Potenze: Sino a 36W

Applicazione: Illuminazione di aree in cui vi sia presenza di verde. Il loro utilizzo è anche utile in quanto avendo accensione immediata possono essere utilizzati per illuminazione di ciclabili o passaggi pedonali regolati da sensori di movimento.

- **Lampade ad alogenuri metallici a bruciatore ceramico– Tipo 1:**

Durata: oltre 7.000 ore

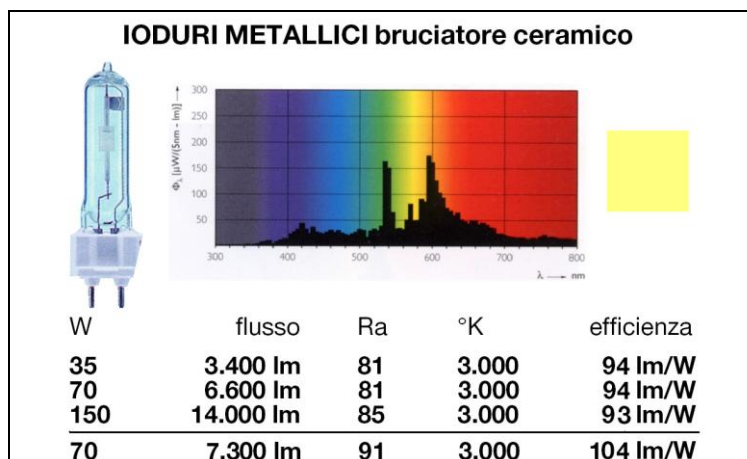
Temperatura colore T = 3000°K

Resa Cromatica: oltre 81

Efficienza: 90 lm/W

Potenze: 20,35,70,150W

Applicazione: Illuminazione di aree limitate per cui è richiesta un elevata resa cromatica (alcuni elementi del centro storico come monumenti o passeggiate pedonali). Il loro impiego è spesso indicato per l'illuminazione decorativa dei manufatti. Data la loro durata limitata ed alto potere inquinamento dello spettro elettromagnetico, limitarne l'uso ove strettamente necessario.



- **Lampade ad alogenuri metallici tradizionali – Tipo 2:**

Durata: oltre 7.000 ore

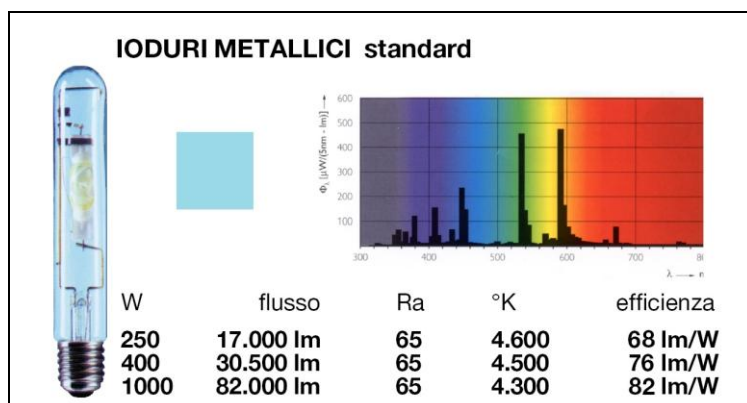
Temperatura colore $T \geq 4300^\circ\text{K}$

Resa Cromatica: oltre 65

Efficienza: 60-80 lm/W

Potenze: da 250 a 1000W

Applicazione: Illuminazione di aree per cui è obbligatoria un elevata resa cromatica come gli impianti sportivi. Data la loro bassa efficienza, durata limitata, l'alto potere inquinamento dello spettro elettromagnetico ed infine le alte potenze impiegate limitarne l'uso ove strettamente necessario.



Sostituzione/Eliminazione sorgenti luminose ai vapori di mercurio

Sostituire le sorgenti ai vapori di mercurio, altamente inefficienti ed inquinanti, in luogo di sorgenti luminose ad elevata efficienza e minore potenza installata.

La tabella di seguito riportata riassume i benefici di tale sostituzione della sorgente.

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON:	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
80W Mercurio	=>	50W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	60% (> se aumenta Interdistanza)
80W Mercurio	=>	70W Sodio AP	+ 80% (da 3600 a 6500 lumen)	14% (> se aumenta Interdistanza)
125W Mercurio	=>	70W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	70%
125W Mercurio	=>	100W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	25% (> se aumenta Interdistanza)
250W Mercurio	=>	150W Sodio AP	+19% (da 12500 a 14700 lumen)	60% (> se aumenta Interdistanza)

Tabella 1 – Confronto e possibili sostituzioni di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione. I risultati conseguibili in termini di migliore illuminazione a terra sono generalmente di gran lunga superiori al mero computo dell'incremento di flusso luminoso in quanto spesso si passa da corpi illuminanti di bassissima efficienza a corpi illuminanti di nuova generazione.

Le migliori sostituzioni quasi sempre possibili (indicativamente nel 85-90% dei casi) sono le seguenti:

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON:	NUOVA LAMPADA
80W Mercurio	=>	50W Sodio AP
125W Mercurio	=>	70W Sodio AP
250W Mercurio	=>	150W Sodio AP

Sostituire le sorgenti ai vapori di mercurio, richiede anche la sostituzione degli apparecchi che spesso sono inefficienti e obsoleti. In base a misure eseguite in campo, questo comporta sempre un incremento maggiore de flusso luminoso a terra (e dove serve) di quello sopra evidenziato.

Non operare in tal senso, mostra numerosi aspetti negativi sicuramente:

- *Non è compatibile*, con questo criterio (ed anche altri) in quanto non va in direzione di ottimizzazione degli impianti e riduzione delle potenze installate,
- *è una perdita di opportunità*, per il comune per ottenere una pesante riduzione delle potenze installate con notevoli risparmi economici,
- *è un pericolo*, in quanto la sostituzione di lampade a bassa efficienza (es. Hg 125W) con lampade ad alta efficienza di analoga potenza installata (es. Sodio alta pressione da 100 o 150W) e di conseguenza di apparecchi obsoleti con analoghi ad alta efficienza, incrementa l'illuminazione in modo devastante per il resto del territorio.

VECCHIA LAMPADA		NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	INCREMENTO FLUSSO A TERRA STIMATO
80W Mercurio	=>	70W Sodio AP	+ 80%	100-110% (+ che raddoppia)
125W Mercurio		100W Sodio AP	+ 61%	90-100% (raddoppia)
125W Mercurio		150W Sodio AP	+ 240%	300% (triplica)
250W Mercurio		250W Sodio AP	+ 225%	280-300% (triplica)

Il risultato di un grande squilibrio fra il prima ed il dopo è evidente in quanto si innesca uno squilibrio ambientale, dei livelli d'illuminazione e di percezione del territorio, che falsa il resto del territorio, ed attiva una spirale incontrollata ed incontrollabile di incremento generalizzato delle potenze installate anche se non necessario. Più il contrasto fra il prima ed il dopo è notevole, maggiore sarà la sensazione di "falsa" sicurezza nella nuova strada e di totale "insicurezza" (indotta) e buio nelle strade limitrofe che appariranno palesemente buie ed insicure.