

LE LAMPADE A INDUZIONE MAGNETICA

il segreto meglio conservato dell'industria

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING



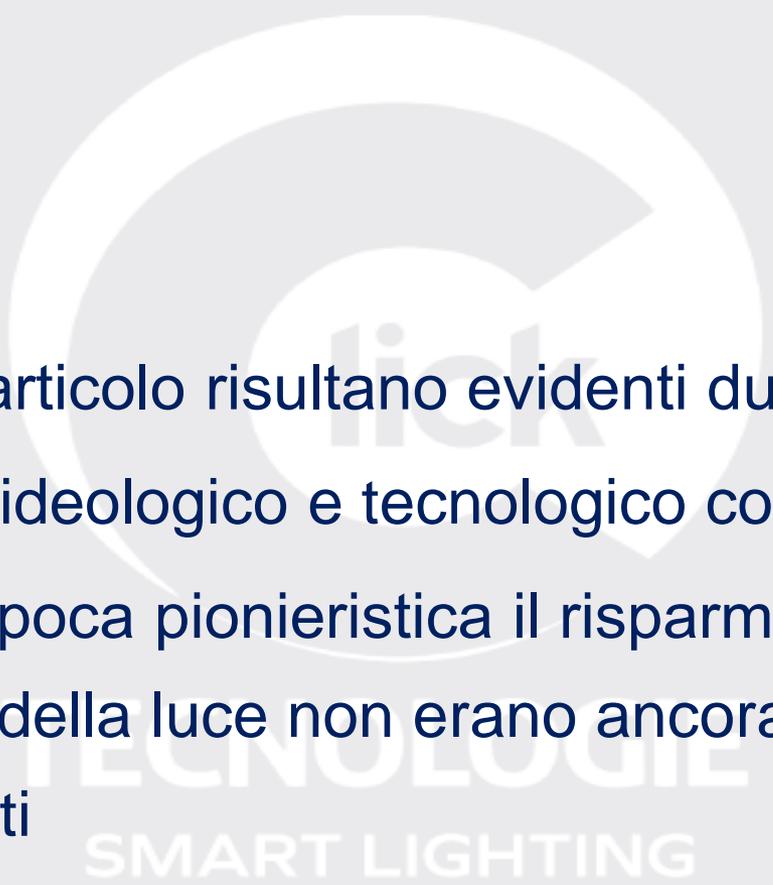
Nel 1890 Nikola Tesla dimostrò la possibilità di generare la ionizzazione dei gas senza l'uso di elettrodi, quindi senza scarica.

Il 23 Giugno 1891 gli venne riconosciuto il brevetto USA 454.622 riferito a questo sistema di trasferimento energetico che deve essere considerato una forma “precoce” di moderna lampada ad induzione.



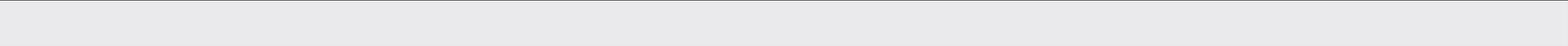
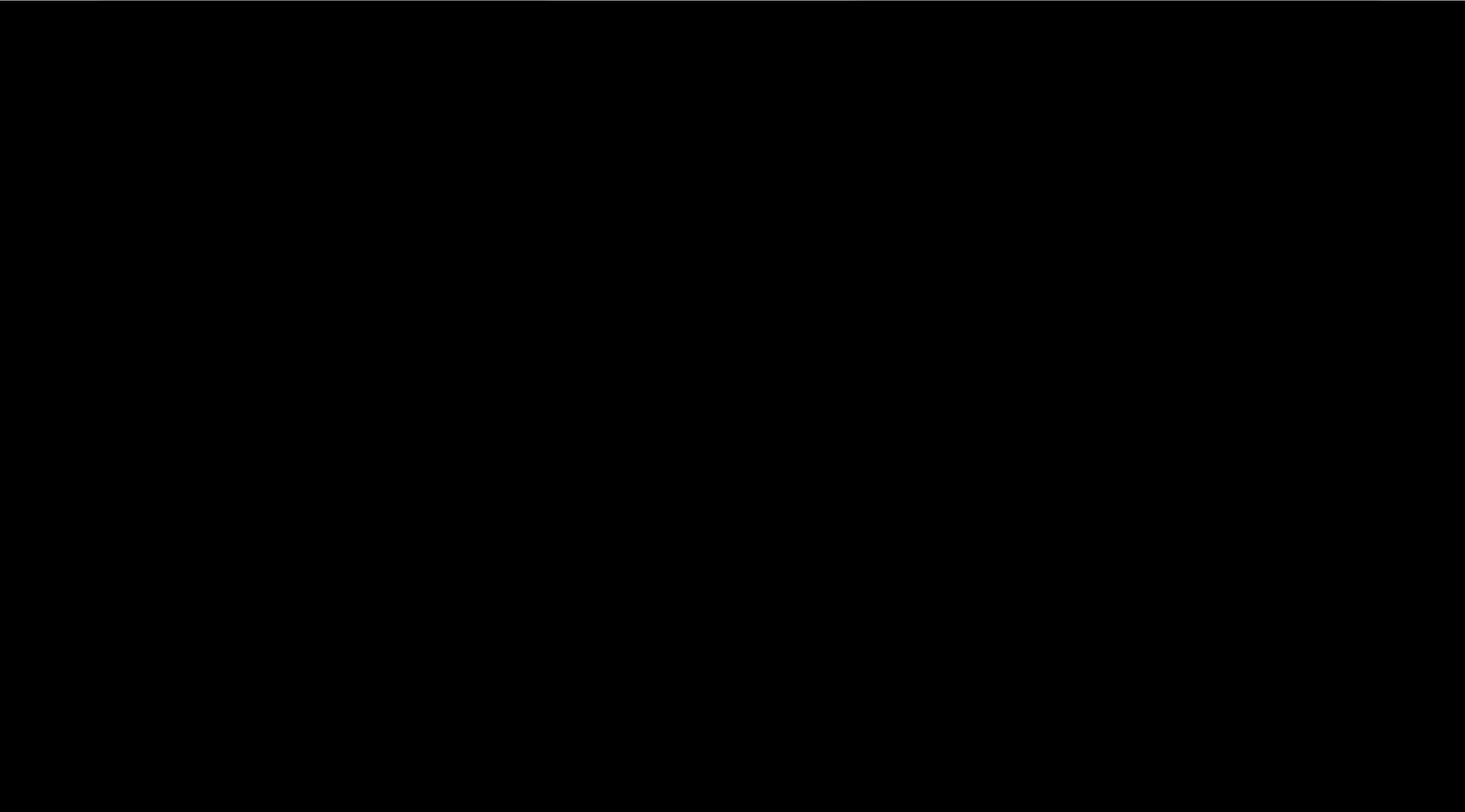
Nel 1929, in un articolo pubblicato dal “The World” Nikola Tesla dichiara:

*“Sicuramente, il mio sistema è più importante della lampada a incandescenza che, anche se è uno dei più conosciuti dispositivi d'illuminazione elettrica, è certamente non il migliore. Anche se notevolmente migliorata attraverso (innovazioni) chimiche e metallurgiche, tuttavia l'abilità degli artigiani è ancora inefficiente e il filamento abbagliante emette raggi offensivi e responsabili di milioni di teste calve, inoltre fa venire gli occhi arrossati. A mio avviso, presto sarà sostituita da un tubo vuoto senza elettrodi che ho fatto uscire 38 anni fa, **una lampada molto più economica che produce una luce di indescrivibile bellezza e morbidezza.**”*



Dall'articolo risultano evidenti due fattori:

- il conflitto ideologico e tecnologico con Edison
- in quest'epoca pionieristica il risparmio energetico e la qualità della luce non erano ancora minimamente considerati



Ing. Pietro Di Trani

La tecnologia fluorescente è la più diffusa al mondo pur avendo limiti dimensionali e di durata.

Le lampade ad INDUZIONE MAGNETICA possono essere considerate come normali lampade fluorescenti, con la differenza importantissima che il “bulbo” illuminante è un corpo di forma circolare sigillato privo di contatti elettrici.

L'innesco di accensione viene dato da una bobina esterna che avvolge il bulbo e che genera un campo magnetico all'interno dello stesso.

L'assenza degli elettrodi nelle lampade ad induzione permette una durata d'esercizio decisamente più lunga.

Un altro vantaggio della tecnologia ad induzione, rispetto alle fluorescenti lineari, è la possibilità di poter raggiungere potenze più elevate con dimensioni comunque contenute.

Le potenze tipiche vanno dai 40 ai 400 W con ballast separato.

Oggi in commercio vi sono anche lampade con ballast incorporato ed attacco Edison con potenze dai 15 ai 80 W che possono essere impiegate, come le fluorescenti compatte, in sostituzione di lampade ad incandescenza, con tutti i vantaggi che ne conseguono.

LA DURATA NEL TEMPO

La durata di una lampada a INDUZIONE MAGNETICA, non avendo elettrodi e altri punti critici, è dell'ordine delle 100.000 ore, corrispondente a oltre 25 anni d'esercizio.

Per evidenziare maggiormente quali siano i valori di cui parliamo, vediamo una tabella comparativa delle durate dei sistemi con lampade normalmente utilizzate in commercio.

LA DURATA NEL TEMPO

TIPO DI LAMPADA	DURATA IN ORE
Induzione	60.000-100.000
Led	35.000-50.000
Sodio Alta Pressione	24.000
Ioduri metallici	6.000-12.000
Tubi al neon	10.000
Vapori di mercurio	8.000
Incandescenza	1.000

IL DECADIMENTO

Per decadimento s'intende la perdita di luminosità di una lampada con il trascorrere del tempo. È un problema che interessa, in forma diversa, qualsiasi sorgente luminosa.

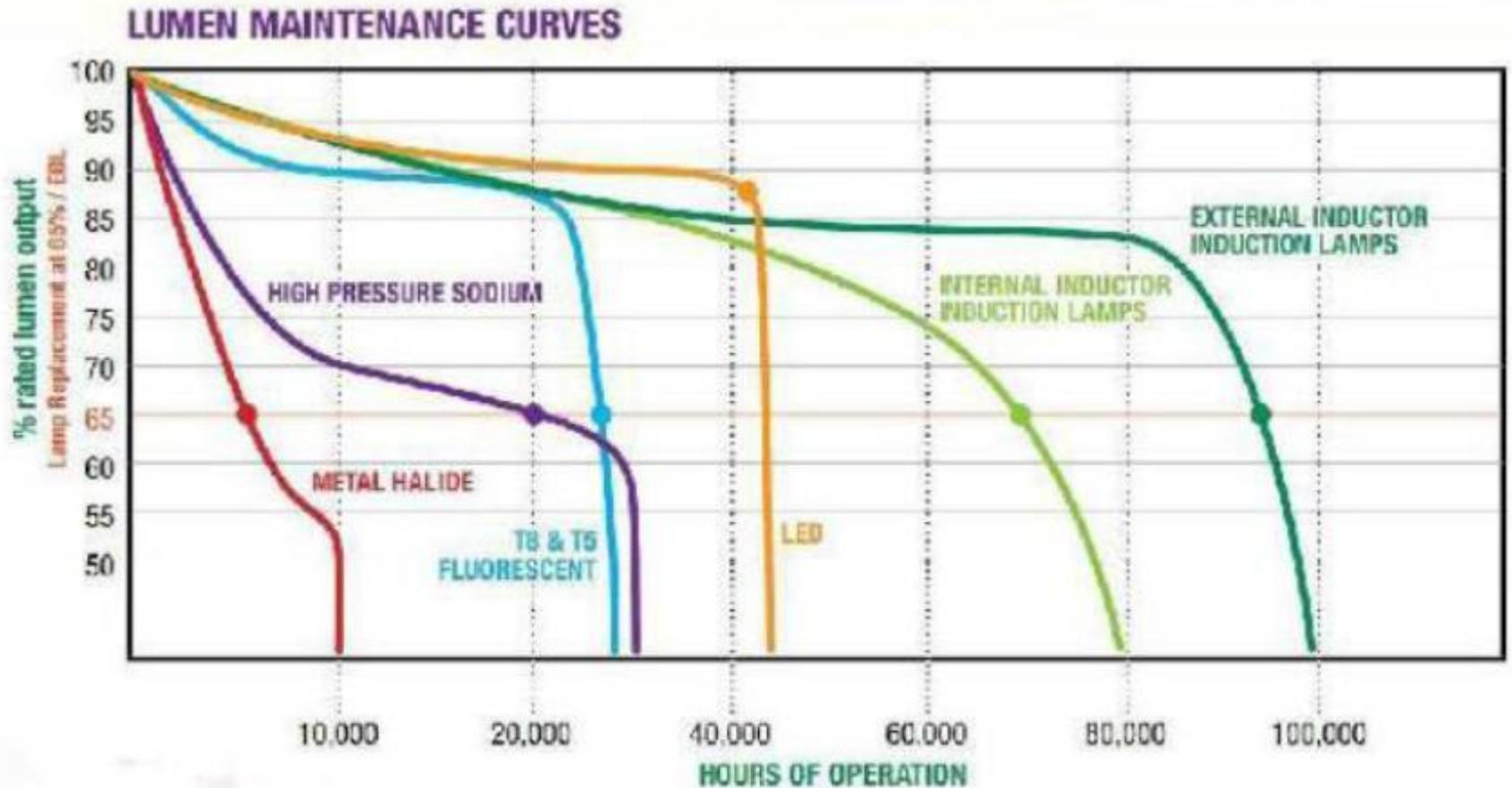
E' un dato che non va confuso con la durata effettiva della lampada; possiamo avere una lampada con una durata discreta ma con una perdita elevata di luminosità, e quindi con un decadimento inaccettabile, già molto tempo prima del suo termine di vita.

IL DECADIMENTO

Il decadimento della resa luminosa di una lampada a
INDUZIONE MAGNETICA è pari al 15÷20 % in 90.000
ore di utilizzo.

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING

Livello di decadimento tra i sistemi di illuminazione più diffusi



Altre caratteristiche delle lampade a induzione

1. Efficienza luminosa elevata
2. Ottima resa cromatica (> 80)
3. Temperatura di colore della radiazione luminosa: da 2700 a 6500 K tipica della tecnologia fluorescente.
4. Resistenza alle vibrazioni (Assenza di contatti elettrici)
5. Accensione e riaccensione immediata
6. Assenza di sfarfallio, effetto stroboscopico e rumore
7. Temperatura di funzionamento: da -30°C a $+60^{\circ}\text{C}$
8. Assenza di abbagliamento
9. Assenza di mercurio liquido (Amalgama di mercurio)
10. Bassissimi costi per la manutenzione (Vita media elevata)
11. Bassa temperatura di esercizio ($<80^{\circ}\text{C}$)

Accensione immediata

Le lampade a INDUZIONE hanno un tempo di accensione immediato erogando da subito circa il 90% della luce e, non richiedendo un tempo di raffreddamento, hanno un tempo di RIACCENSIONE immediato.

Possono quindi facilmente essere collegate a fotocellule o sensori di presenza, per migliorare le possibilità d'impiego sempre con l'obiettivo del massimo risparmio energetico.

Per le lampade ad induzione è possibile anche effettuare il dimmeraggio.

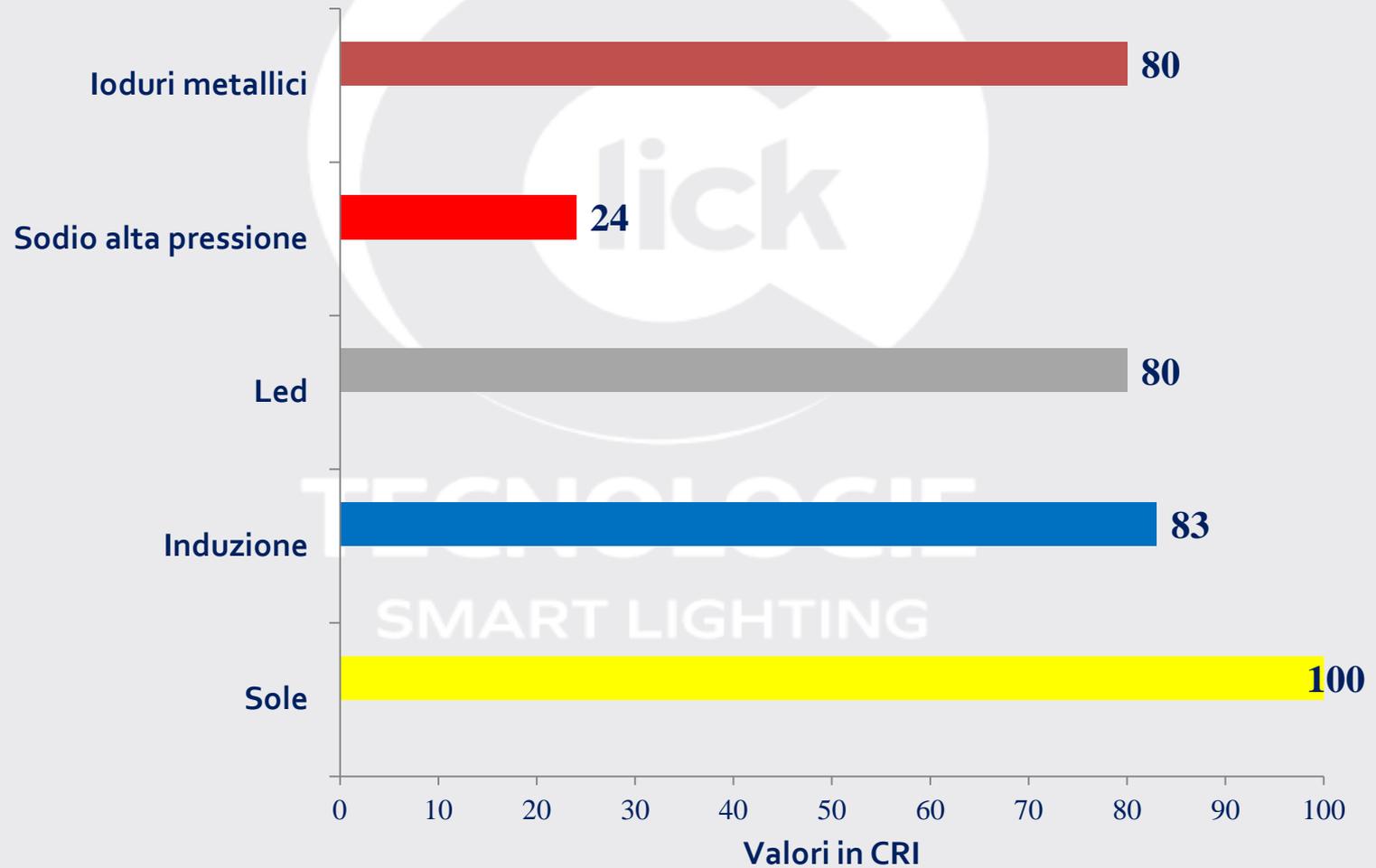
Resa cromatica

Riproduzione fedele dei colori: ≥ 80 CRI

Il valore di Resa Cromatica indica la capacità di una sorgente luminosa di restituire, in maniera corretta, i colori naturali dell'ambiente circostante. L'IRC può variare da 0 a 100, dove 0 è la resa cromatica minima, 100 è la massima. Quest'ultima corrisponde alla luce esterna naturale.

L'elevata resa cromatica delle lampade a induzione, oltre a rappresentare un parametro significativo per la valutazione della qualità della luce e dell'ambiente illuminato, contribuisce, in ambito stradale, a una maggiore sicurezza e diminuzione dei consumi energetici potendo declassare la categoria illuminotecnica di progetto.

Resa cromatica



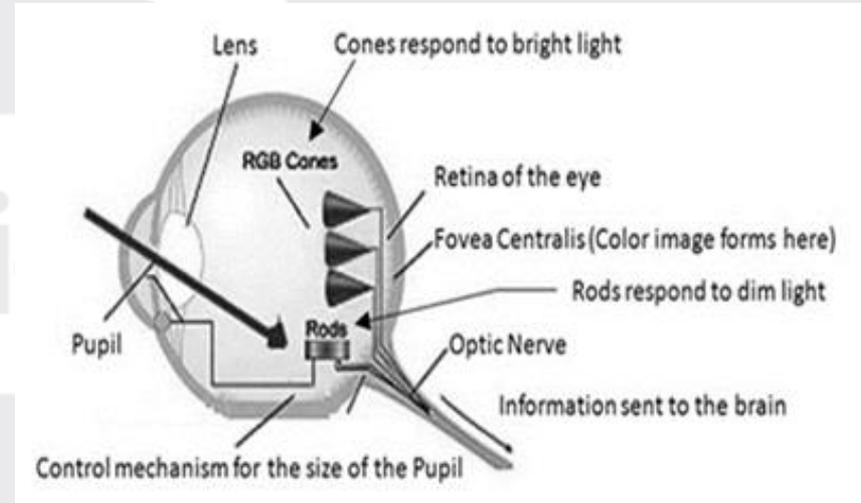
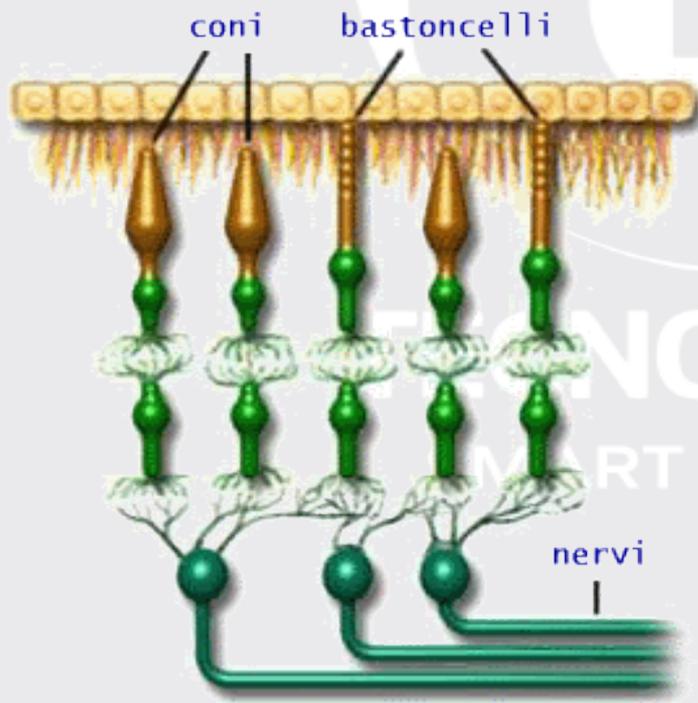
Efficienza luminosa

Uno dei sistemi di rilevamento dell'efficienza di una fonte luminosa è la verifica della quantità di Lumen emessi in funzione dei Watt realmente consumati.

Il nostro occhio, tuttavia, ha una percezione luminosa differente in funzione non solo della lunghezza d'onda della radiazione incidente sulla retina ma anche in funzione della elevata o scarsa luminosità dell'ambiente.

Per tener conto di ciò, al fine di una progettazione più adeguata, è stato introdotto un nuovo concetto di lumen, scientificamente denominato luminosità percepita o **Pupil-lumen (Plm)**.

Visione fotopica e visione scotopica



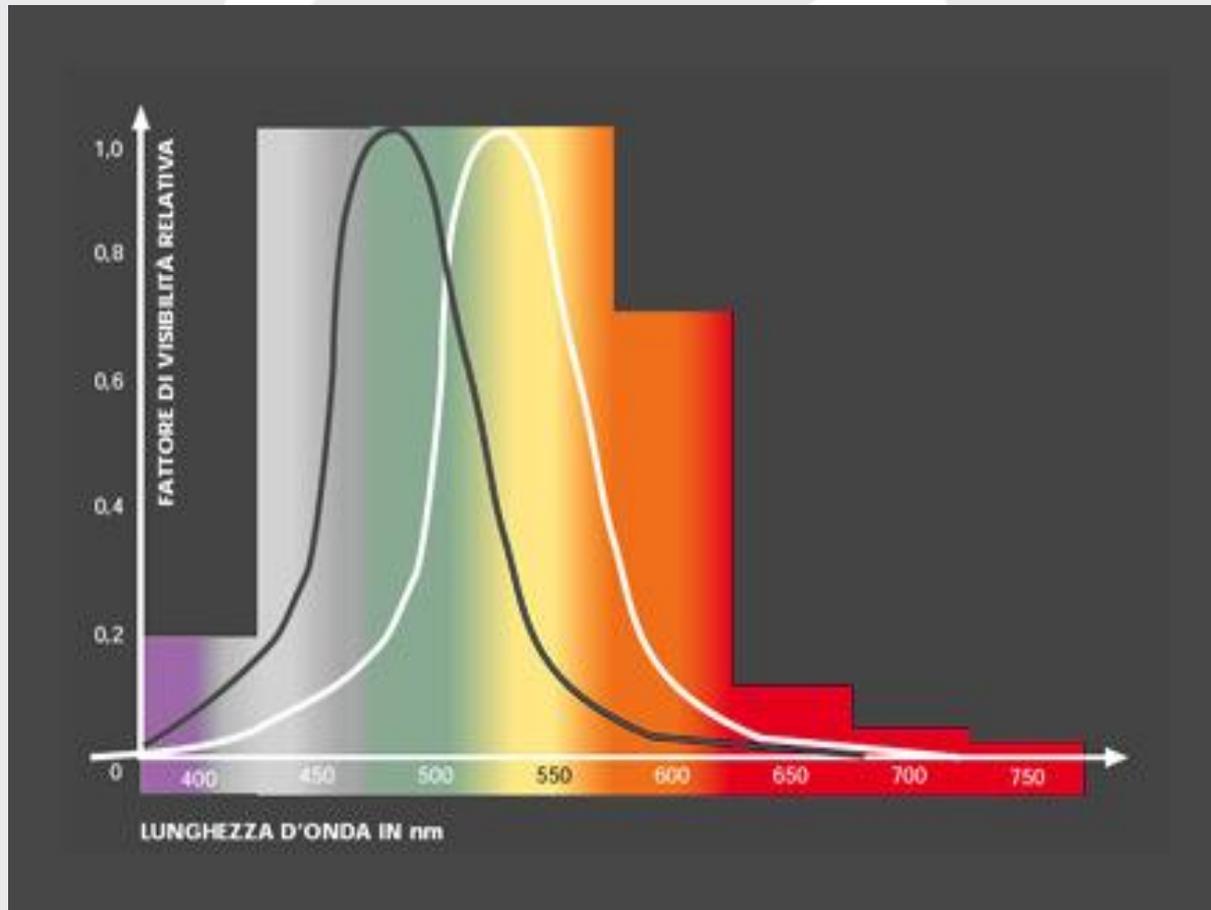
Visione fotopica e visione scotopica

Ogni retina è composta mediamente da circa 7 milioni di coni e 120 milioni di bastoncelli. I coni sono responsabili della visione diurna (**visione fotopica**), hanno la massima concentrazione in una piccola zona della retina, completamente priva di bastoncelli, detta fovea, e presiedono alla percezione del colore e alla nitidezza dei contrasti. Ciascun cono presente nella fovea è collegato ad una cellula nervosa: a questa via privilegiata di comunicazione con il cervello si deve la maggiore capacità di discriminazione dei dettagli che è associata con la stimolazione dei coni.

Visione fotonica e visione scotopica

I bastoncelli, dal canto loro, benché molto più sensibili dei coni alla stimolazione da parte della luce, sono collegati alle cellule nervose solo a gruppi e questo fa sì che l'immagine che essi veicolano sia più confusa. Tuttavia la loro maggiore sensibilità permette all'occhio di vedere anche in condizioni di scarsa luminosità, quando ormai i coni non riescono più a fornire informazioni utili al cervello. La visione resa possibile dai bastoncelli è una visione non cromatica ed assume importanza primaria in condizioni di scarsa luminosità (**visione scotopica**).

Visione fotopica e visione scotopica curve di visibilità



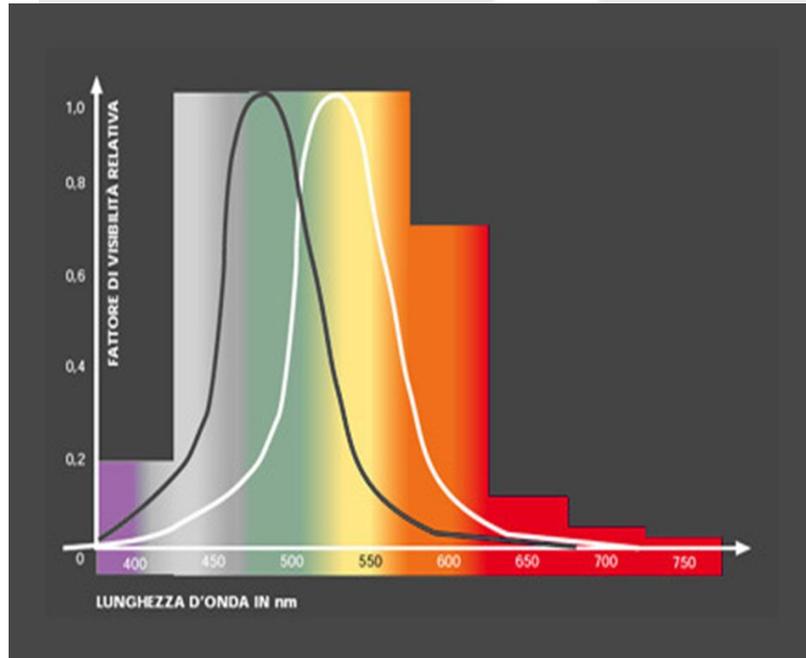
Visione fotopica e visione scotopica

Il diagramma mostra l'efficienza visuale a diverse lunghezze d'onda della luce visibile.

È la curva della sensibilità dell'occhio alla radiazione luminosa.

Questa funzione, basata su un campione rappresentativo della popolazione umana, è stata internazionalmente accettata.

Efficienza luminosa

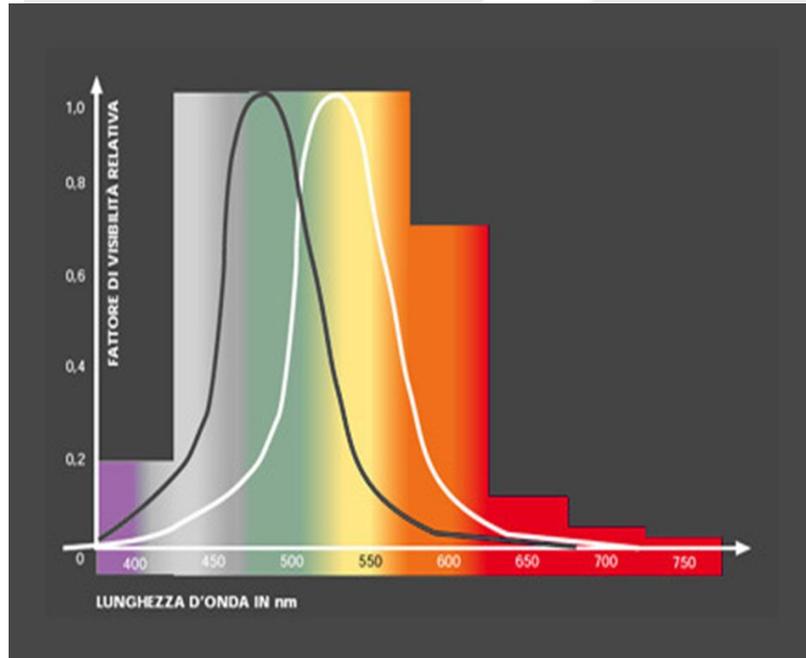


L'occhio umano non è sensibile in maniera identica alle radiazioni comprese all'interno dell'intervallo 380-780 nm.

Nel caso di luminosità diurna, ovvero di elevata luminosità (visione fotopica), i valori di tale sensibilità possono essere rappresentati dalla funzione $V(\lambda)$ (indicata in bianco) che misura l'efficienza visuale a varie lunghezze d'onda.

Per quanto riguarda la visione fotopica, la sensibilità è molto grande nella zona del giallo-verde che corrisponde alla lunghezza d'onda di 555 nm (luce giallo-verde). La curva è normalizzata al valore massimo di sensibilità che si ottiene in corrispondenza di tale lunghezza d'onda.

Efficienza luminosa



Una differente funzione $V'(\lambda)$ (indicata in nero nello schema) misura l'efficienza dell'occhio in caso di un livello di luce inferiore tipico della visione notturna.

In queste condizioni (visione scotopica) il valore di 1 si ha per la lunghezza d'onda di 507 nm.

Visione fotopica e visione scotopica

I bastoncelli che lavorano in condizioni di bassa visibilità, vedono meglio il blu di quello che fanno i coni, i quali possono vedere luce profondamente rossa, luce che per i bastoncelli appare nera.

Se si hanno due pezzi di carta colorata rossa e blu, in condizioni di buona luminosità risulta più luminoso il pezzo rosso, passando all'oscurità l'effetto si inverte.

La visione **mesopica** è la visione dovuta all'attività contemporanea dei bastoncelli e dei coni della retina.

Si tratta del tipo di visione che si ha quando il livello di illuminazione è intermedio.

Flusso luminoso

Potenza radiante emessa da una sorgente pesata con **la curva di visibilità fotopica** per tenere conto della risposta dell'occhio umano e della composizione spettrale della radiazione. Si misura in *lumen* (lm).

▪ *Flusso monocromatico emesso alla generica lunghezza d'onda λ :*

$$\Phi = K \cdot v(\lambda) \cdot W(\lambda) \quad \text{con} \quad K = 683 \text{ lm/W}$$

▪ *Flusso monocromatico emesso per $\lambda = 555 \text{ nm}$* $v(\lambda = 555 \text{ nm}) = 1$

$$\Phi = K \cdot W(\lambda)$$

▪ *Flusso con distribuzione continua della potenza radiante tra λ_1 e λ_2 :*

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K \cdot v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda = K \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda$$

Campo di emissione esteso all'intero campo di visibilità (380 ÷ 780 nm):

$$\Phi = K \cdot \int_{380}^{780} v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda$$

Intensità luminosa

Determina la distribuzione spaziale del flusso luminoso nelle varie direzioni

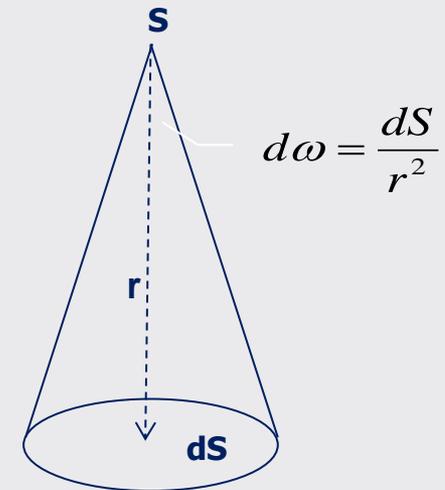
La grandezza fondamentale in fotometria è l'intensità luminosa (I), la cui unità di misura è la candela (cd), definita come il flusso luminoso emesso in una data direzione nell'unità di angolo solido da una sorgente puntiforme monocromatica di lunghezza d'onda 555 nm, la cui intensità energetica in tale direzione vale 1/ 683 W/sr.

L'intensità luminosa è detta anche *densità spaziale angolare* del flusso luminoso.

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Si misura in lm/sr = candele (cd)

E' utile per determinare le **direzioni in cui la sorgente emette in modo prevalente** ed individuare le superfici o porzioni di superfici illuminate in modo più accentuato



Radiante (rad): angolo piano al centro di una circonferenza sotteso da un arco di lunghezza pari al raggio
Steradiano (sr): angolo solido al centro di una sfera di raggio r sotteso da una superficie di area pari a r^2

Calcolo del flusso emesso dalla sorgente **in funzione dell'intensità** luminosa:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \Rightarrow d\Phi = I \cdot d\omega \Rightarrow \Phi = \int_{\Omega} I \cdot d\omega$$

Emissione **nell'intero spazio** che circonda la sorgente:

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I \cdot d\omega$$

Intensità luminosa costante in tutte le direzioni nell'intero spazio intorno alla sorgente:

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I \cdot d\omega = I \cdot \int_0^{4\pi} d\omega = 4\pi \cdot I$$

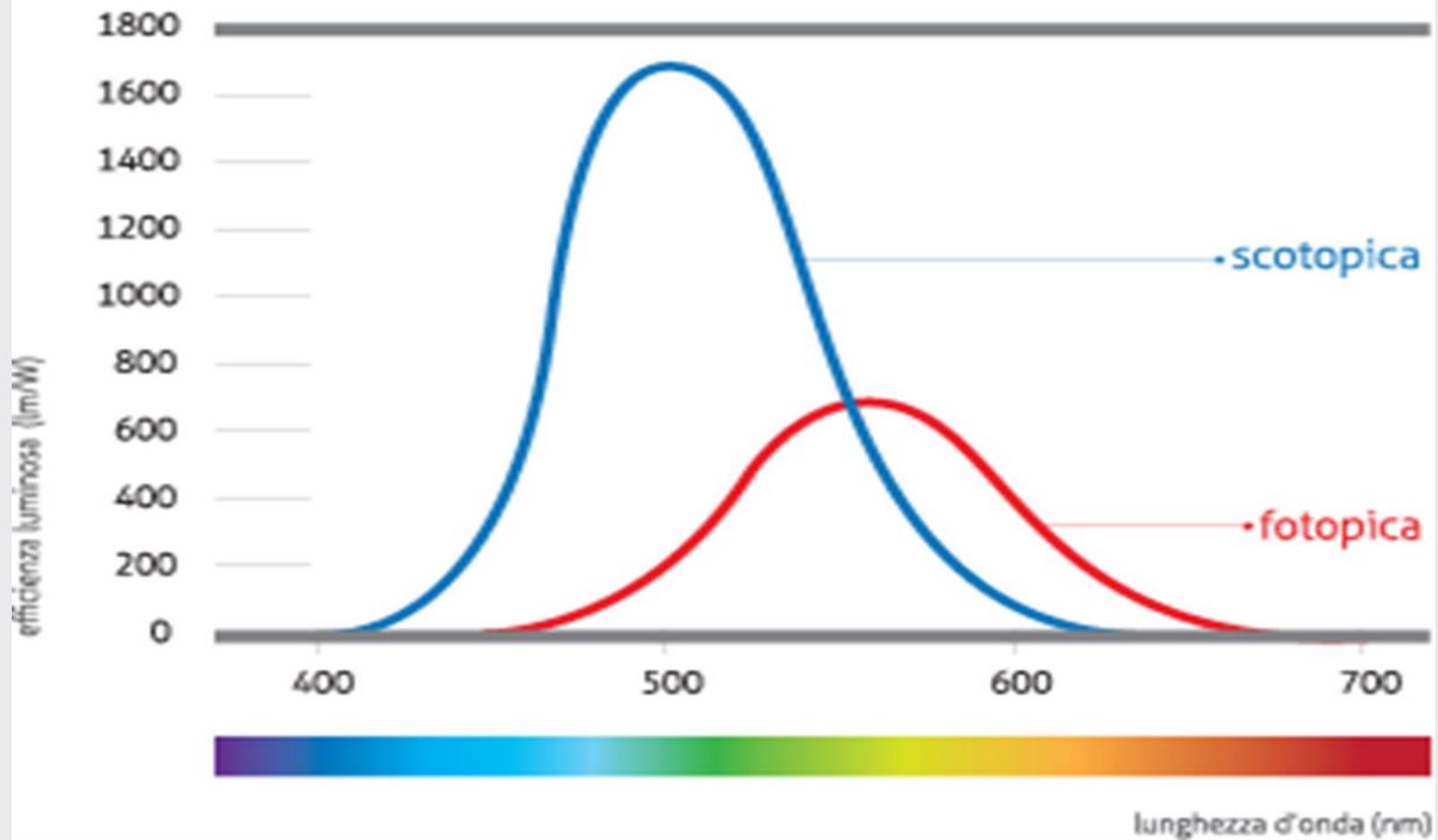
Intensità luminosa costante in tutte le direzioni all'interno dell'angolo solido Ω :

$$\Phi = I \cdot \Omega$$

Da cui:

il *lumen* può essere definito come il *flusso luminoso emesso da una sorgente di intensità luminosa uniforme e unitaria in un angolo solido di 1 sr.*

Curve fotopica e scotopica



Efficienza luminosa

In definitiva la bontà di una sorgente luminosa viene dedotta pesando il suo flusso con quello di una sorgente ideale in condizioni di visione diurna (fotopica).

Gli strumenti ottici di misura sono tarati per la visione diurna ed in pratica rilevano il flusso che interesserebbe i coni.

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING

Fattore di correzione S/P di alcune fonti luminose Luminosità percepita

Sam Berman, già membro del gruppo di ricerca sui sistemi di illuminazione del Lawrence Berkeley Laboratory, è uno dei ricercatori che ha sviluppato un nuovo sistema di misura per l'efficienza luminosa (il suo lavoro è stato supportato dal US Energy Department).

La sua ricerca è alla base del rapporto di conversione (S/P) che è utilizzato per ottenere il coefficiente di correzione che, moltiplicato per il flusso misurato in lumen, porta ad una unità fittizia, denominata lumen di pupilla, allo scopo di ottenere una percezione visiva dell'occhio umano corretta per le diverse sorgenti.

Sorgente	Efficienza convenzionale Lm/W	Fattore di correzione	Flusso luminoso di pupilla Plm/W
Lampada sodio bassa pressione	165	0,38	63
Tubo fluorescente 5000 K T5	104	1,83	190
Tubo fluorescente 4100 K T5	90	1,62	145
Lampada ioduri metallici	85	1,49	126
Lampada a induzione 5000 K	80	1,62	129
Lampada fluorescente tri fosforo 5000 K	70	1,58	111
Lampada fluorescente tri fosforo 3500 K	69	1,24	85
Lampada sodio A. P. 50 W	65	0,76	49
Lampada fluorescente 2900 K	65	0,98	64
Lampada fluorescente 6500 K	55	1,72	95
Lampada sodio A. P. 35 W	55	0,57	31
Lampada a vapori di mercurio A.P.	40	0,86	34
Lampada incandescente	15	1,26	19
Lampada alogena	22	1,32	29

Efficienza luminosa

Dalla tabella si evince che la maggiore percezione luminosa migliora l'efficienza generale, permettendo a parità di percezione visiva di impiegare lampade di potenza minore risparmiando sul consumo.

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING

COMPARE THE SPECS

When compared to other common light sources, Induction's specifications clearly dominate the competition

	INDUCTION	LED	METAL HALIDE	HIGH PRESSURE SODIUM
LAMP LIFE HRS	100k	30k - 50k	10k - 15k	15k - 24k
LIGHTING EFFICIENCY Lm/Wt	65 - 90	90 - 120	60 - 110	60 - 120
CRI	> 80	> 70	> 70	> 20
S/P RATIO	1.46 - 2.25	1.96	1.49	0.62
COLOR TEMPERATURE	Full Range	Full Range	Limited Range	Limited Range
HOT RESTART	INSTANT	INSTANT	DELAY	DELAY
MERCURY	Low	N/A	Low - High	Low - Medium

Perché' le lampade ad induzione non si sono affermate immediatamente ?

1. La lunghissima durata ed efficienza
2. Il basso costo dell'energia
3. Le dimensioni notevoli (almeno originariamente)
4. L'avvento dei led

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING

Perche' non si sono affermate

1. La lunghissima durata ed efficienza (per una armatura stradale, 100.000 ore equivalgono a 24 anni di accensioni notturne senza problemi) può aver “scoraggiato” i produttori delle lampade.
2. Il basso costo dell'energia non dava motivo *d'inventare*, o semplicemente *attuare*, nuovi metodi d'illuminazione.
3. Le dimensioni notevoli, almeno originariamente, non permettevano una facile integrazione con i dispositivi normalmente in uso. Non solo, sempre le eccessive dimensioni del corpo lampada hanno mostrato l'impossibilità dell'utilizzo delle lampade a induzione nel settore “privato” (abitazioni, negozi). Le aziende produttrici avrebbero dovuto investire in un prodotto definibile di non largo consumo!
4. L'avvento dei led con enormi investimenti nel settore da parte di tutte le industrie ha sicuramente favorito la “messa in disparte” delle lampade ad induzione.

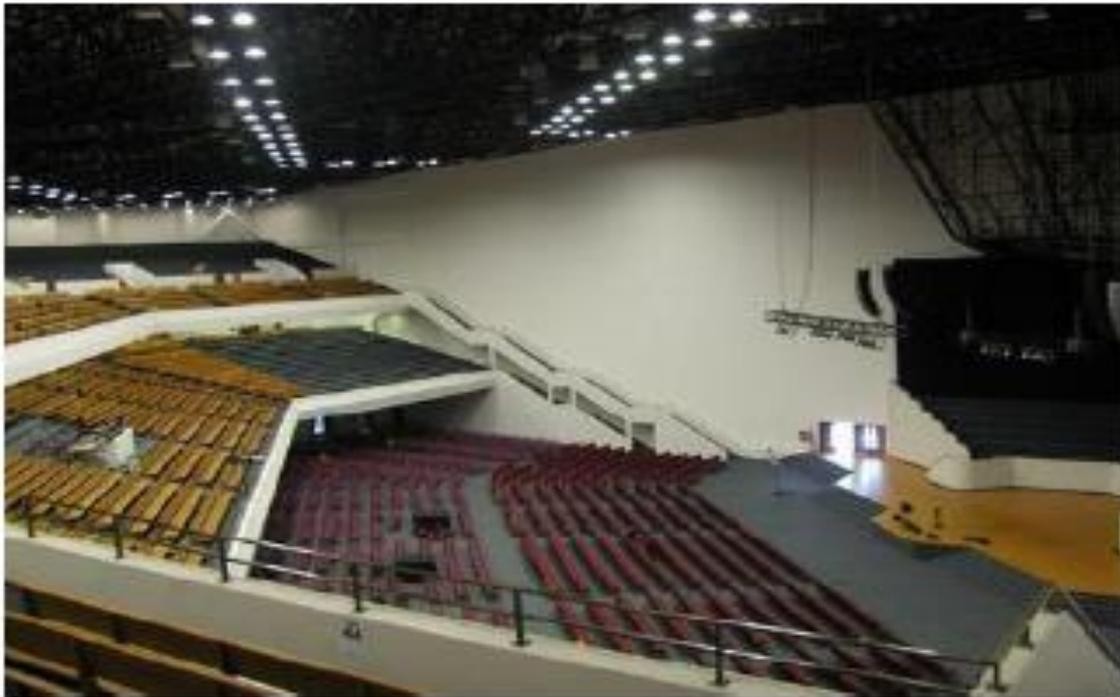
Alcune applicazioni nel mondo

Stazione di Shanghai



Alcune applicazioni nel mondo

Teatro di S. Paolo (Brasile)



Alcune applicazioni nel mondo

Aeroporto di Dusseldorf



Alcune applicazioni nel mondo

Stazione Eurostar Belgio



Armatura stradale ad induzione in una città nordamericana



Stabilimento Birra Peroni Bari



Ing. Pietro Di Trani

Ferrotranviaria Bari Nord



Ing. Pietro Di Trani

Testimonianza ing. Ronchi -Ferrotranviaria



Alcuni marchi che hanno scelto Click Technologie



32 Riflettori industriali
120 Armature stradali

DENSO



288 Riflettori industriali



50 punti luce (svincolo Vicovaro – Mandela)
Illuminazione di 2 caselli autostradali



55 Armature stradali



200 Plafoniere da incasso



Illuminazione svincolo Sesto San Giovanni
(SS12 dell'Abetone e del Brennero)
Certificazione ANAS dello svincolo



Efficientamento di tutta la struttura
con 300 plafoniere diverse



70 Armature stradali
(sito acquedotto di Verona)



Illuminazione campo da Tennis
Certificazione FIT di un campo da tennis
professionistico coperto

Alcuni marchi che hanno scelto Click Technologie



80 Armature stradali
160 Riflettori industriali



Comune di
Prezza
(AQ)

Illuminazione completa del comune
(400 punti luce)



10 Armature stradali

S.S. APULIA BARI

160 Proiettori per campi sportivi



Comune di
Petrella Tifernina
(CB)

Illuminazione stradale
(200 punti luce)



Comune di
Castrignano del Capo
(LE)

Illuminazione stradale
(20 punti luce)



320 Riflettori industriali



Comune di
Monte Giberto (FE)
Illuminazione stradale
(80 punti luce)

Alcuni marchi che stanno testando Click Technologie



Comune di
ANCONA



CRA - CIN

CENTRO DI RICERCA
PER LE COLTURE INDUSTRIALI





Grazie a tutti

TECNOLOGIE

SMART LIGHTING

per l'attenzione