

Emissione di luce

**Radiazione termica
sorgenti termiche**

**Scarica in gas
lampade a scarica**

**Elettroluminescenza
semiconduttori**

**Lampade a
incandescenza**



standard,
riflettore,
forme speciali

**Lampade
alogene**



12 V 230 V
standard,
riflettore,
doppio attacco

**Lampade
a scarica a
bassa pres-
sione**



tubi fluorescenti,
lampade
compatte,
-lampade a
risparmio-

**Lampade a
scarica ad
alta pressione**



lampade a
ioduri metallici,
lampade a
vapori di sodio,
lampade a vapori
di mercurio

Diodi luminosi



lampade LED,
moduli LED,
OLED

In commercio vi sono moltissimi modelli diversi di lampadine e sorgenti luminose elettriche in generale. È molto importante scegliere sempre la migliore soluzione in base all'uso che se ne fa.

Tra i principali tipi di lampadine che tratteremo ci sono:

- Lampade a incandescenza (le normali lampade a bulbo di vetro con il filamento di tungsteno all'interno)
- Lampade a fluorescenza, i cosiddetti "tubi luminosi", spesso erroneamente chiamati "lampade al neon"
- Lampade fluorescenti compatte, le piccole lampadine con lo stesso tipo di connettore usato per le lampade a incandescenza ma che al loro interno comprendono una piccola (ma molto efficiente) lampada a fluorescenza, spesso nella forma di tubo piegato o a spirale.
- Lampade alogene, molto simili a quelle a incandescenza ma con una durata superiore.
- Lampade a scarica, usate per l'illuminazione di grandi spazi, come giardini, palestre, strade, terrazze etc.
- Lampade a led, composte da molti led ad alta luminosità in serie

Tratteremo quindi per ognuno di questi tipi di lampadine pregi e difetti, e quando scegliere un tipo o l'altro.

Qualche concetto generale

Importante prima di passare alla scelta delle lampade è sapere le principali caratteristiche comuni a tutte le lampade:

- **Il consumo effettivo:** si misura in watt (W) e indica quanta energia viene effettivamente usata per farla funzionare
- **L'efficienza luminosa:** ovvero quanta dell'energia consumata viene trasformata in luce. Solitamente si usa come misura il rapporto lumen per watt.
- **Il colore della luce:** la cosiddetta "temperatura di colore", e differenzia ad esempio le lampade a **tonalità calda**, ovvero che emettono luce sul rosso/giallo, con temperatura di colore di 2000-3000 K. A **tonalità bianca**, ovvero quelle che emettono luce di un colore biancastro, con temperatura di colore di 3000-5000 K. A **tonalità fredda**, con temperatura di colore oltre 5000 K.

È molto importante la differenziazione tra le varie tonalità, in quanto ad esempio se viene illuminato un locale a luce "fredda" questo apparirà meno "luminoso" ed "accogliente" che se fosse illuminato da luce "calda"; in quanto non si riuscirebbe ad apprezzare bene le varie sfumature di colori e il tutto apparirebbe come "spento" e poco colorato. Per controllare quanto una lampadina riesce a far apprezzare i vari colori è necessario basarsi sull' **indice di resa cromatica (Ra)**, che è un valore compreso tra 0 e 100; più questo è vicino a 100 e più la lampadina riesce a esaltare i colori e dare all'ambiente un aspetto "caldo" e "accogliente".

- **Il tipo di attacco:** ovvero che tipo di connettore usa la lampadina per collegarsi al portalampada. Solitamente le connessioni più usate in Italia sono l' E27 e l' E14, ovvero quelle a "spirale" tipiche delle lampade a incandescenza, l' E27 è il formato "standard", mentre l' E14 è quello leggermente più piccolo usato nelle lampade di minor potenza.

Inoltre esistono molte altre connessioni, ad esempio quello per i tubi fluorescenti, le lampade a scarica e le lampade alogene; è impossibile elencarli tutti i tipi di attacchi in quanto ne esistono davvero molti, per cui sarà necessario controllare quale tipo di connessione usa il portalampada che si sceglie.

- **La durata:** quanto tempo dura una lampadine prima di dover essere cambiata, solitamente questo valore si misura in ore di funzionamento e può partire da 500-1000 ore a circa 20.000 ore per le lampade fluorescenti fino a oltre 100.000 ore per le lampade a led.

A questo punto, possiamo passare alla rassegna dei principali tipi di lampadine, e i loro vantaggi e svantaggi.

I principali tipi di lampadine

Lampada a incandescenza



Le lampadine a incandescenza sono le lampade più comuni che è possibile trovare in giro. Hanno costi bassissimi (intorno 0,60-1,50 euro) e usano principalmente gli attacchi E27 ed E14, in modo da essere compatibili con moltissimi portalampada.

Si consiglia di usare dove è necessaria una luce per un tempo non molto lungo continuato, o dove sono richiesti frequenti accendi e spegni, ad esempio nei vani delle scale, nei bagni, nei corridoi.

... .

Vantaggi

- Costano davvero poco e sono molto compatibili con moltissimi portalampada.
- Hanno una temperatura di colore intorno ai 2500 K, con una resa cromatica molto buona.
- Hanno un'ampia gamma di potenze (da 25 a circa 250 W) in modo da poter essere adatte a molti usi.
- Possono essere usate con potenziometri (dimmer) per regolarne il flusso luminoso.

Svantaggi

- Hanno un'efficienza luminosa davvero scarsa, solo il 5% dell'energia usata viene trasformata in flusso luminoso, mentre il restante 95% viene dissipato sotto forma di calore, raggiungendo anche temperature considerevoli.
- Hanno una durata molto bassa, solitamente intorno alle 1000 ore. Comunque esistono lampade a incandescenza "a lunga durata", raggiungono le 1500-1700 ore, a fronte però di un ingombro molto più elevato (hanno il bulbo di vetro di dimensioni considerevoli).
- Sono fragili, e una caduta può facilmente provocare la rottura del bulbo.

Lampade a fluorescenza

Sono i tubi luminosi fluorescenti, quelli spesso chiamati, erroneamente, "tubi al neon". Si caratterizzano per la durata molto elevata (anche 20.000 ore) e resa luminosa piuttosto elevata, oltre il 25% di energia viene trasformato in luce. Inoltre scaldano sensibilmente meno delle lampade a incandescenza.

Sfruttano dei vapori di mercurio all'interno del tubo che, riscaldati dal passaggio di corrente all'interno, eccitano la vernice fluorescente di cui è rivestito il tubo che emette quindi il flusso luminoso.

Da usare in locali illuminati per molte ore al giorno, e dove si necessita di una grande durata delle lampade. Negozi, uffici, grandi spazi come palestre, luoghi di passaggio dove la luce è lasciata sempre accesa, etc.

Vantaggi

- Alta efficienza luminosa, ad esempio una tubo luminoso da 58W equivale a una lampadina da 150W circa.
- Scaldano poco.
- Grande durata, tra le 10.000 ore e fino a 22.000-25.000 ore

Svantaggi

- Prezzi più alti rispetto alle lampade a incandescenza, in grandissima parte però ripagati dalla maggior durata e dal minor consumo.
- Richiedono portalampada abbastanza complessi, che possono costare molto di più rispetto a un portalampada normale per lampadine a incandescenza.
- La loro forma a "tubo" non ne consente l'implementazione in molti tipi di lampadari.
- Richiedono alcuni secondi per accendersi.
- La temperatura di colore è abbastanza alta, e possono far apparire gli ambienti "spenti" e poco accoglienti. Comunque esistono lampade particolare che hanno temperature di colore più calde, intorno ai 3000 K, seppur costino di più delle normali a luce fredda.

Lampade fluorescenti compatte



Molto simili come funzionamento alle lampade fluorescenti "standard", se non per la loro forma molto più piccola e per il fatto che hanno lo stesso attacco E27 o E14 delle normali lampadine a incandescenza.

Hanno un piccolissimo reattore elettronico nel blocco bianco nel corpo della lampada, che permette ad essa di accendersi quasi istantaneamente. I tubi luminosi sono molto più piccoli di quelli delle lampade fluorescenti standard, e sono quasi sempre ripiegati su se stessi o a forma di spirale.

Molto utili per dove non si può mettere un portalampada per i tubi fluorescenti ma si vuole comunque usare lampade a risparmio energetico.

Da usare nelle stesse zone dove si userebbe un tubo fluorescente, ovvero spazi da illuminare continuamente e dove si necessita che la luce stia accesa per molto tempo al giorno; ad esempio uffici, negozi, sale da pranzo, etc.

Vantaggi

- Ottima efficienza luminosa, molto vicina a quella dei tubi luminosi.
- Buona durata, intorno alle 8000- 10.000 ore
- Consentono di impiegare lampade a risparmio energetico laddove sarebbe impossibile montare un portalampada per tubi fluorescenti.

Svantaggi

- Non tollerano ritmi troppo frequenti di accendi/spegni. Sono sconsigliati ad esempio in luoghi passaggio come scale etc, nei bagni, nei corridoi, in quanto con il repentino accendi/spegni si diminuisce drasticamente la loro durata.
- Costano molto, intorno agli 8-12 euro
- Sono estremamente delicate, in particolare il tubo fluorescente. È molto facile che si rompano le giunture se non maneggiata con cura.

Lampade alogene



Molto simili alle lampade a incandescenza, queste usano invece di un gas inerte nel bulbo gas come iodio, kripton o xeno, che permette di riscaldare a temperature molto elevate il filamento di tungsteno, e quando questo evapora, reagendo con il gas il tungsteno si rideposita sul filamento (ciclo alogeno).

Hanno quindi una durata superiore alle lampade a incandescenza, arrivando anche a 3000-6000 ore. Inoltre hanno luce più bianca che permette un rendimento luminoso superiore del 40-80% rispetto a una lampadina a incandescenza.

Vanno usate dove si richiede luce calda e con un buon rendimento luminoso, associato a una buona durata. Ad esempio nei faretti per illuminare singoli soggetti, nei bagni, nelle lampade da tavolo, lampade per leggere, fari da giardino e da terrazza, stroboscopi per discoteche etc.

Vantaggi

- Buon rendimento luminoso, superiore del 40-80% rispetto a una a incandescenza.
- Durata tra 3000 e 6000 ore, ben superiore rispetto alle 1000 ore delle lampadine a incandescenza.
- Utili per luce direzionata con alte potenze, anche superiori ai 1000-2000 W come grandi fari per enormi spazi.
- Luce bianca ma molto più calda rispetto alle lampade a fluorescenza.
- Costo leggermente più alto delle lampade a incandescenza, ma inferiore a quello delle lampade a fluorescenza.

Svantaggi

Svantaggi

- Quasi tutte hanno attacchi molto particolari, e perciò richiedono portalampada appositi.
- Molte richiedono alimentazione a 12V, per cui è necessario interporre un trasformatore tra linea e portalampada. Comunque ne esistono moltissime che possono essere alimentate direttamente a 230V, essendo in ogni caso di maggior potenza rispetto a quelle da 12V.
- Emettono raggi ultravioletti in grande quantità, dannosi per l'occhio umano. Utilizzano infatti un vetro al quarzo trasparente ai raggi UV. In ogni caso, per schermarle è sufficiente inserire davanti alla lampada una lastra di vetro (praticamente tutti i portalampada hanno un vetro di questo tipo).
- Emettono moltissimo calore, soprattutto quelle di potenza elevata. Esistono anche le lampade alogene **dicroiche**, formate da una struttura "a parabola" con uno schermo posteriore che smaltisce i raggi infrarossi e riflette solo la luce visibile, in modo da limitare moltissimo l'irraggiamento di calore (utili ad esempio per quegli oggetti che potrebbero venir danneggiati da eccessivo calore).
- Possono essere danneggiate se vengono toccate dalle dita, in quanto viene depositato un velo di grasso che carbonizza all'accensione della lampada, annerendo il vetro e in alcuni casi può portare all'esplosione della lampadina. Per cui, vanno toccate solo con l'apposito panno e nel caso di contatti accidentali vanno pulite con dell'alcol.

Lampade a scarica

Le lampade a scarica si basano sull'emissione di radiazione elettromagnetica da parte di gas ionizzato (plasma). Per generare la radiazione viene fatta passare una scarica elettrica all'interno del gas.

Sono solitamente formate da un ampolla o un tubo di vetro o quarzo (a seconda se si tratta di lampade a bassa pressione o ad alta pressione).

Offrono durata abbastanza elevata, combinata a un ottimo rendimento luminoso (anche del 40%) in rapporto all'energia consumata.

Sono da usarsi per illuminare per molto tempo continuato grandi spazi, come piazze all'aperto, strade o palestre, in quanto richiedono di diversi minuti per scaldarsi, prima di poter fornire luce accettabile.

Ne esistono molti tipi, tra cui alcuni sono vietati nell'unione europea (ad esempio quelle a vapori di mercurio ad alta pressione). Le principali sono quelle a **sodio a bassa pressione** (luce gialla molto forte, elevata efficienza luminosa), **sodio ad alta pressione** (luce biancastra, alto rendimento luminoso, intorno ai 115 lumen per watt, e oltre 16.000 ore di durata), **ioduri metallici** (le classiche lampade che emettono luce molto bianca, usate nelle illuminazioni di strade, piazze, palestre. buon rendimento luminoso, 90 lumen per watt e durata intorno alle 10.000-12.000 ore. richiedono anche 10 minuti prima di scaldarsi e una volta spente richiedono oltre 15 minuti di raffreddamento prima di poter essere riaccese), **vapori di mercurio a bassa pressione** (le lampade fluorescenti che abbiamo visto prima. emettono forti concentrazioni di raggi ultravioletti se non schermate dalla vernice bianca al fosforo e vengono usate per sterilizzare ambienti e oggetti), **vapori di alogenuri metallici** (illuminazione esterni di edifici, parchi, stadi, strade).

Vantaggi

- Forniscono un ottimo rendimento luminoso, e consentono una notevole potenza di illuminazione per grandi spazi.
- Alcune hanno una durata molto elevata, intorno alle 15.000-18.000 ore.
- In base al tipo, hanno un'ampia gamma di temperature di colore, a partire da un giallo molto forte a luce bianca-azzurra.

Svantaggi

- Richiedono diversi minuti prima di riscaldarsi e quindi poter fornire luce accettabile. Inoltre dopo essere spente bisogna attendere 10-15 minuti per farle raffreddare prima di poterle riaccendere. Comune ad esempio nelle lampade a ioduri metallici.
- Alcune richiedono tensioni molto elevate per l'accensione, anche di 5 kV.
- Prezzo medio-alto, in base al tipo di lampada a scarica.

LAMPADE LED



Il led (Light Emitting Diode – Diodo emettitore di luce) è un particolare dispositivo semiconduttore che emette flusso luminoso se attraversato da corrente elettrica. Le lampade a led sono composte da diverse file di led ad alta luminosità, che emettono un'incredibile quantità di luce a fronte di un basso consumo e una altissima durata (anche 100.000 ore).

Di contro, hanno prezzi molto alti, soprattutto quelle molto potenti. Inoltre, hanno un raggio di illuminazione molto stretto, per cui non sono adatte per illuminare grandi spazi.

Ciononostante, si possono trovare lampade a led di moltissimi colori, in quanto i led tricolori rosso-verde-blu permettono di generare qualsiasi colore. In ogni caso, i più usati per l'illuminazione sono quelli bianchi e quelli bianco/blu.

Inoltre esistono led infrarosso che possono essere usati nell'illuminazione notturna, in particolare per le telecamere di sorveglianza.

Vantaggi

- Grande rendimento luminoso, anche di 60 lumen per watt nei modelli professionali.
- Grandissima durata, oltre le 100.000 ore. Inoltre possono essere accesi e spenti senza alcun problema.
- Se ne trovano in moltissimi colori, oltre a quello "standard" bianco.
- Nei modelli normali, la luce è priva di componenti come raggi infrarossi o ultravioletti. (esistono comunque led particolari che emettono solo luce di frequenza particolare; nel caso di esigenze particolari).
- Molto resistenti a vibrazioni e urti, oltre che ad umidità e freddo (l'accensione è possibile anche a temperature molto basse (anche $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$)).

Svantaggi

- Per le lampade a file di led domestiche, il prezzo è molto elevato, anche oltre i 20-25 euro per una lampada di circa 11-13 led. Vengono solitamente fornite di un trasformatore integrato, e solitamente hanno gli stessi attacchi delle lampade alogene.
- I modelli professionali da diversi watt (3-5-10 W) necessitano di impianti di alimentazione molto particolari e affidabili. Inoltre hanno costi altissimi e producono moltissimo calore sotto forma di dissipazione termica (necessitano di grandi dissipatori, come lastre di alluminio, su cui vanno montati per evitare che si brucino).
- Sorgente spesso puntiforme, con un cono di luce molto piccolo; che tende a formare un forte effetto spot e non è adatto per illuminare grandi spazi.
- Se non alimentati correttamente rischiano facilmente di bruciarsi e rendersi inservibili.
- Solitamente hanno costi molto alti, soprattutto quelli multicolore e ad alta luminosità.

INTRODUZIONE

Capire cosa è la luce

Nessuna delle innovazioni tecnologiche dell'ultimo secolo ha cambiato completamente le nostre vite come l'illuminazione elettrica. Giorno e notte, all'esterno o all'interno, a casa sul posto di lavoro, negli stadi, nei parchi, negli ospedali e nelle scuole, sulle autostrade e negli aeroporti, l'illuminazione artificiale è un elemento fondamentale della vita quotidiana.

Fino a non molto tempo fa la tecnologia dell'illuminazione era semplice: la luce elettrica veniva prodotta da lampade ad incandescenza senza porsi tanti problemi per la qualità visiva di quella luce. In effetti la precedenza l'aveva la quantità e l'obiettivo era semplicemente quello di fornire una adeguata quantità di luce propriamente direzionata in modo da consentire lo svolgimento di compiti visivi associati a un determinato ambiente. La disponibilità di una quantità di luce sufficiente continua ad essere il primo requisito di qualunque impianto. Oggi però è anche chiaro che la qualità di quella luce può sia migliorare la capacità di eseguire lavori, sia influenzare lo stato emotivo di chi li esegue.

La tecnologia moderna ha incrementato enormemente il numero di opzioni disponibili per l'illuminazione. La capacità di controllare sia la qualità che la quantità di luce, ha portato alla disponibilità di sorgenti luminose capaci di produrre effetti sottili ma pervasivi sul modo in cui noi percepiamo l'ambiente. I progressi nella comprensione dell'impatto psicologico che la luce ed il colore hanno su una vasta gamma di emozioni ed attività umane, hanno fatto dell'uso intelligente di queste opzioni un elemento sempre più importante per il successo di un impianto di illuminazione.

LA SCIENZA DELLA LUCE

La definizione più semplice di luce è "energia radiante percepita sul piano visivo".

La luce che possiamo vedere è solo una piccola parte dello spettro elettromagnetico, un vasto sistema di energia ondulare che comprende anche i raggi X e ultravioletti, energia infrarossa, microonde e onde radio.

Tutte le forme di energia elettromagnetica, compresa la luce, si propagano, secondo linee rette alla "velocità della luce" (300.000 Km/s) e sono soggette a diminuzioni man mano che ci si allontana dalla sorgente.

Come energia radiante percepita sul piano visivo. La luce attiva il meccanismo della vista. E' infatti la luce, riflessa dagli oggetti e raccolta dai nostri occhi che ci permette di vedere. Di tutti i nostri sensi, la vista è quello dominante: controlla e definisce il modo in cui gli esseri umani percepiscono il mondo. Ma è anche impossibile provare che due persone percepiscano un determinato oggetto esattamente nello

stesso modo. In effetti sembra che la percezione visiva, la risposta individuale alla luce, sia spesso estremamente soggettiva.

Ciò rende difficile definire e misurare gli attributi specifici e della luce. Oltretutto i cambiamenti di luce possono modificare la percezione degli individui.

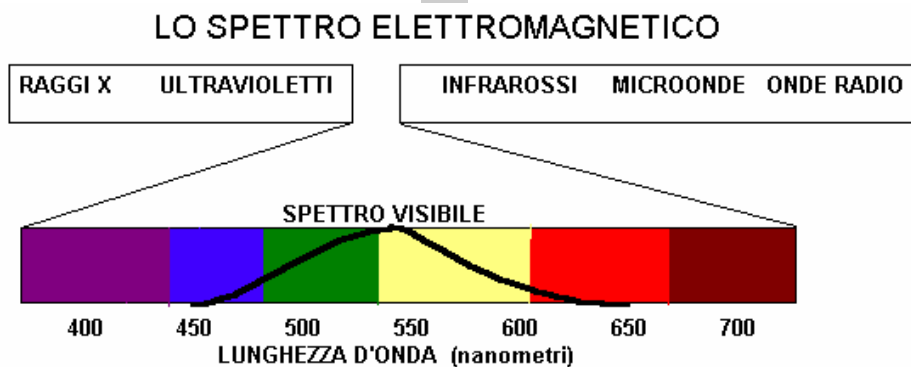
Un vicolo scuro ad esempio, provoca una reazione completamente diversa da quella generata dallo stesso vicolo quando è perfettamente illuminato.

L'illuminazione quindi, può avere un profondo effetto sugli individui, sulle loro emozioni e sulla loro risposta all'ambiente.

Luce e colore

I concetti di luce e colore sono strettamente intrecciati: in un certo senso la luce è colore. Lo spettro visibile dell'energia elettromagnetica è un campo. La luce a una delle sue estremità, in corrispondenza della lunghezza d'onda più corta, viene percepita come violetta. All'altra estremità, la luce ha una lunghezza d'onda maggiore e si presenta rossa.

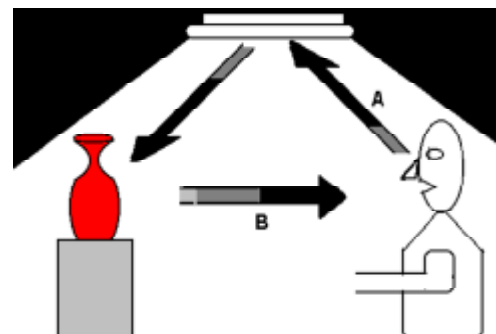
Tutti gli altri colori, blu, verde-blu, verde, giallo e arancio, appaiono nel mezzo. La luce nella quale sono presenti circa le stesse quantità di tutte le lunghezze d'onda visibili ci appare bianca.



Queste uguali quantità, comunque non devono essere precise. Le varie lunghezze d'onda prodotte da una sorgente luminosa, possono variare moltissimo anche se la luce continuerà ad apparire bianca; tali comportamenti determinano il colore cosmetico o tonalità di luce caratteristici di una determinata sorgente luminosa.

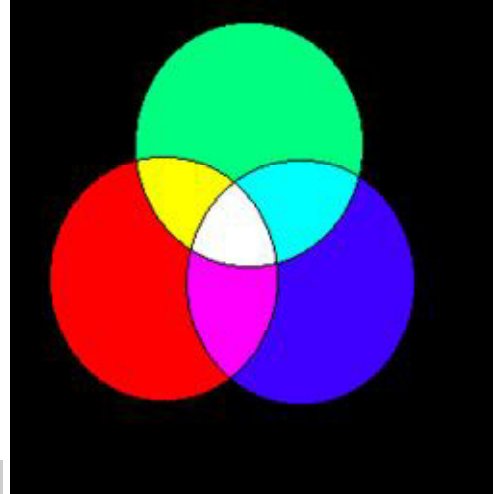
Rapporto tra luce e colore

Due sono gli elementi strettamente interconnessi della risposta dell'occhio umano alla luce: una reazione a come la luce stessa appare (A) e una reazione all'effetto che la luce ha su come appaiono i colori di oggetti e superfici (B)



I colori primari della luce

La combinazione dei tre colori primari della luce (rosso, verde e blu) appare bianca. In parti uguali la combinazione di due colori primari produce i colori "secondari" quali magenta, ciano e giallo. I tre colori primari in quantità differenti e mescolati possono creare praticamente ogni altro colore di luce.



Colore e luce

Noi abbiamo la tendenza a pensare che gli oggetti abbiano colori fissi, ad esempio che una mela sia rossa. In realtà, il modo con cui ci appare un oggetto dipende dal modo con cui riflette la particolare luce che lo sta illuminando. Sotto la luce bianca, la mela sembra rossa perché tende a riflettere la luce nella porzione rossa dello spettro e ad assorbire la luce delle altre lunghezze d'onda.

Se viene utilizzato un filtro per rimuovere il rosso dalla sorgente luminosa, la mela riflette pochissima luce e sembra nera. Il fatto che la tonalità di luce possa cambiare significa quindi che può cambiare l'apparenza cromatica degli oggetti posti sotto quella luce. Entro certi limiti, il cervello provvede a compensare questi cambiamenti e noi vediamo le cose come ci aspettiamo che appaiono. Ma i cambiamenti ci sono e possono influenzare la nostra risposta a oggetti e ambienti.

La luce non è tutta uguale

All'interno del concetto di tonalità di luce esiste tutta una gamma di varianti della luce che sembra bianca. Il sole a mezzogiorno si presenta come una sorgente luminosa ideale: la sua luce diretta è quasi perfettamente bilanciata e contiene tutti i colori in quantità praticamente uguale. Ma anche la luce diurna conosce scostamenti di colore: l'apparenza cromatica degli oggetti muta sensibilmente se li guardiamo al mattino presto o all'ombra. Anche le sorgenti luminose elettriche possono presentare varianti in fatto di tonalità di luce.

Le lampade ad incandescenza tendono a produrre una maggiore quantità di rosso e giallo ed una minore quantità di verde e blu: la loro luce, in termini di colori, appare calda. Ma a causa del modo in cui è prodotta la luce non si può fare molto per manipolare le caratteristiche cromatiche. I più recenti sviluppi della tecnologia fluorescente e della scarica ad alta intensità consentono invece ampie possibilità di manipolazione della tonalità di luce di una determinata sorgente luminosa.

Luce bianca e colori brillanti

In generale, la luce più bianca, composta da uguali quantità di colori, fa apparire i colori più naturali e vibranti. Comunque, alcune porzioni dello spettro sono più importanti di altre dal punto di vista della tonalità di luce. Il rosso, il blu e il verde, i colori primari, possono essere combinati per creare praticamente qualunque altro colore.

Ciò suggerisce che una sorgente luminosa contenente quantità bilanciate di rosso, blu e verde è in grado di assicurare un'eccellente apparenza cromatica anche se dallo spettro di tale sorgente luminosa sono assenti altri colori.

Le caratteristiche cromatiche della luce

Due modi di vedere

Per descrivere le proprietà cromatiche di una sorgente luminosa sono di solito utilizzati due sistemi di misura: la temperatura del colore, che indica l'apparenza cromatica della luce stessa e l'indice di resa cromatica (Ra) che suggerisce come un oggetto illuminato da quella luce apparirà in relazione al modo in cui appare alla luce della sorgente luminosa di riferimento.

Entrambe le caratteristiche possono essere estremamente utili nella valutazione e prescrizione di sorgenti luminose, ma è importante capirne anche i limiti. Temperatura di colore: l'apparenza della luce

La temperatura di colore di una sorgente luminosa è una misura numerica della sua apparenza cromatica. Si basa sul principio che qualunque oggetto, se riscaldato ad una temperatura sufficientemente elevata, emette luce ed il colore di quella luce varierà in modo prevedibile man mano che la temperatura aumenta.

Il sistema si basa sui mutamenti di colore di un corpo nero radiante teorico, riscaldato e portato da una condizione di nero freddo a quella di bianco incandescente. Man mano che aumenta la temperatura, il corpo nero passa gradualmente dal rosso all'arancio, al giallo, al bianco e finalmente al bianco azzurrigno.

La temperatura di colore di una sorgente luminosa è appunto la temperatura espressa in gradi kelvin °K alla quale il colore del corpo nero corrisponde esattamente a quello della sorgente luminosa.

Per molte sorgenti luminose non è possibile ottenere una corrispondenza perfetta. In tali casi, si fa riferimento alla corrispondenza più vicina possibile e il colore viene descritto come temperatura di colore correlata. Ad esempio, un tubo fluorescente LUMIX T8 con una temperatura di colore di 4000 K ha un'apparenza cromatica simile a quella di un corpo nero scaldato a 4000K (3727 °C).

Caldo e freddo: psicologia della luce

Alcuni restano confusi dal fatto che le sorgenti luminose con temperature di colore basse sono chiamate calde, mentre quelle con temperature più elevate sono chiamate fredde. In effetti queste descrizioni non hanno niente a che fare con la temperatura del corpo nero radiante, ma si riferiscono al modo in cui vengono

percepiti i gruppi di colore, ovvero l'impatto psicologico dell'illuminazione.

I colori e le sorgenti luminose nella zona blu dello spettro sono indicati come freddi e quelli verso la zona rossa/ arancio/ gialla sono invece descritti come caldi.

Metodi di comparazioni delle sorgenti luminose

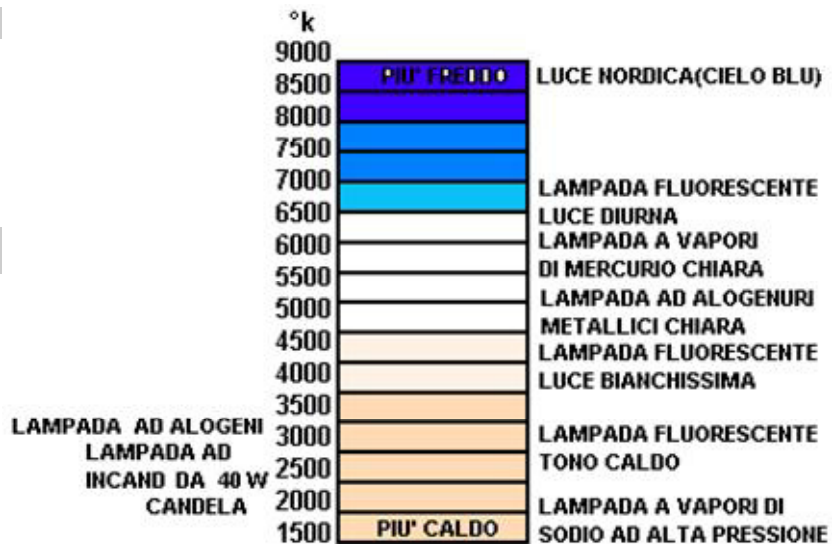
Effetto della luce sul colore degli oggetti

L'indice di resa cromatica (**Ra**) è un sistema derivato da esperimenti sulla visione per valutare l'impatto esercitato da differenti sorgenti luminose sul colore percepito di oggetti e superfici.

Il primo passo è quello di individuare la temperatura di colore della sorgente luminosa in esame.

La fase successiva prevede l'illuminazione di otto colori campioni standard, prima alla luce della sorgente luminosa in esame, poi a quella di un corpo nero portato alla stessa temperatura di colore. Se nessuno dei campioni muta l'apparenza cromatica, alla sorgente luminosa viene assegnato un indice Ra di 100. Ogni altro cambiamento cromatico da luogo ad un punteggio inferiore.

Qualunque indice Ra pari o superiore a 80, viene normalmente considerato alto ed indica che la sorgente ha buone proprietà di resa cromatica.



Temperatura di colore e indice Ra

La temperatura di colore e l'indice Ra offrono valide informazioni sulla qualità cromatica della sorgente luminosa, ma non sono perfetti. La temperatura di colore, ad esempio, non fornisce indicazioni su come una determinata sorgente luminosa renderà i colori, proviamo ad immaginare due sorgenti luminose di tipo freddo con temperature di colore e apparenze cromatiche simili.

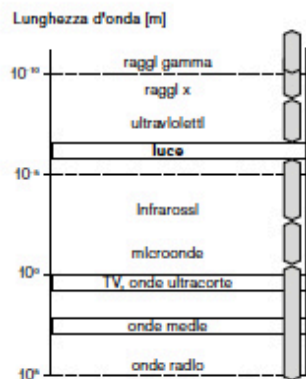
Immaginiamo che la sorgente A produca energia abbastanza uniforme attraverso lo spettro. Immaginiamo che la sorgente B produca uno spettro simile privo però di luce nel campo del rosso. Gli oggetti rossi, che appaiono naturali sotto la

6 Che cos'è la luce?

La luce è quella parte delle radiazioni elettromagnetiche che viene recepita dai nostri occhi.

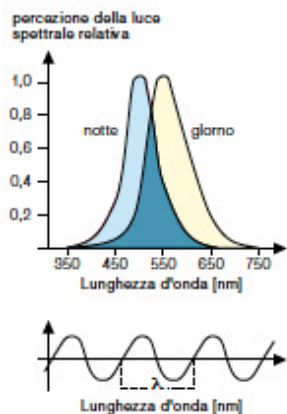
La lunghezza d'onda va dai 380 ai 780 nm.

Che cos'è la luce?



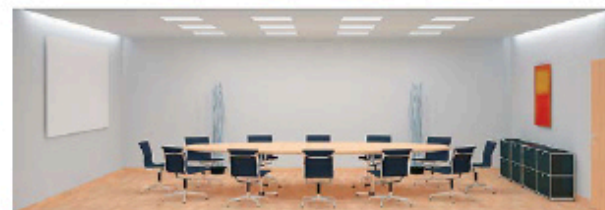
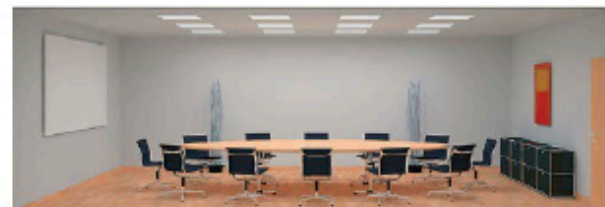
Di giorno vediamo i colori, di notte invece solo toni di grigio.

Che cosa vedono i nostri occhi?



Il triplice effetto della luce

- Luce per le funzioni **visive**
 - illuminazione a norma dei posti di lavoro
 - gradevole e senza abbagliamenti
- Luce con effetto **biologico**
 - sostiene il ritmo circadiano
 - rende attivi o rilassa
- Luce per la percezione **emotiva**
 - illuminazione che sottolinea le architetture
 - che struttura e crea atmosfera



La luce giusta – i requisiti qualitativi classici e quelli nuovi

Requisiti qualitativi classici

- Limitazione dell'abbagliamento
- Buona ombreggiatura
- Giusta colorazione
- Assenza di riflessioni
- Brillanze distribuite armoniosamente
- Sufficiente livello d'illuminazione
- Resa cromatica adeguata

Requisiti qualitativi nuovi

- Cambiamento delle situazioni di luce
- Variazioni individuali
- Efficienza energetica
- Integrazione della luce diurna
- Luce come elemento caratterizzante dell'ambiente

Illuminamento – definizione di concetti

Illuminamento mantenuto \bar{E}_m : è quel livello di luce che nella zona del compito visivo non si deve mai ridurre.

Zona del compito visivo: i livelli di illuminamento sono fissati per i differenti tipi di attività e vanno pertanto progettati di conseguenza.

Se non si conosce l'esatta disposizione delle attività, va progettato il medesimo livello d'illuminamento per l'intero ambiente oppure si fissa un'area determinata dei posti di lavoro.

La zona del compito visivo può essere orizzontale, verticale o anche inclinata.

Zona immediatamente circostante a quella della mansione visiva: qui l'illuminamento potrà essere leggermente abbassato (ad es. 300 lx contro i 500 lx nella zona del compito visivo).

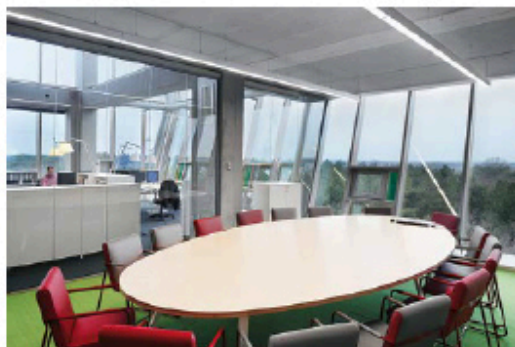
Fattore di manutenzione: moltiplicando il livello di illuminamento ad impianto nuovo per il fattore di manutenzione si ottiene l'illuminamento mantenuto.

Il fattore di manutenzione può essere calcolato individualmente; esso tiene conto del calo di flusso luminoso dovuto all'invecchiamento e all'usura di lampade, apparecchi e superfici perimetrali.

Il programma di manutenzione (vale a dire i cicli di pulizia e di sostituzione delle lampade e dell'impianto) deve essere documentato. Vedi anche capitolo 9 – checklist.

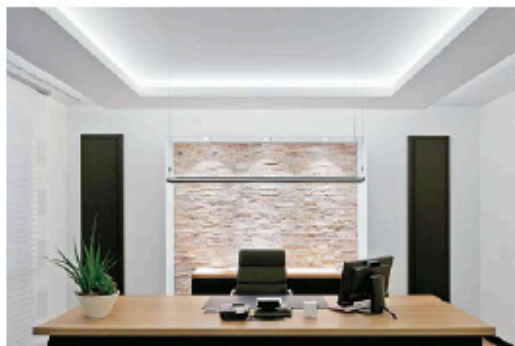
Illuminazione diretta

- Molto direzionata
- Rigida schermatura a determinati angoli
- Soffitto scuro (effetto caverna)
- Rigida disposizione dei posti di lavoro
- Efficienza energetica sul piano di lavoro



Illuminazione indiretta

- Luce di tipo diffuso
- L'ambiente appare più alto
- Assenza di abbagliamenti
- Libera disposizione dei posti di lavoro
- Scarsa efficienza energetica



Illuminazione diretta/indiretta

- Effetto piacevole dell'ambiente
- Molto gradita dagli utenti
- Buoni rapporti di contrasto
- Disposizione flessibile dei posti di lavoro (componente indiretta > 60 %)



Luce Morbida

- Luce diretta/indiretta da apparecchi incassati
- Libera disposizione dei posti di lavoro
- Assenza di abbagliamenti
- Luminanze limitate a tutte le angolature
- Effetto simile a quello della luce diurna



Il fatto che le norme EN 12464 si esprimano in termini di compiti visivi apre nuove prospettive al progetto e alla composizione della luce.

Infatti diventa possibile definire la quantità e la qualità della luce per ogni singola zona di un ambiente di lavoro.

Le concezioni illuminotecniche orientate sui posti di lavoro costituiscono un efficace strumento per variare ulteriormente le possibilità. Non solo, ma permettono anche di destinare parte del budget al miglioramento del comfort e dell'atmosfera.

Funzione visiva

L'illuminazione orientata sui posti di lavoro fornisce una luce nella giusta quantità e nella miglior qualità possibile per ogni esigenza visiva specifica. Uniformità, limitazione di abbagliamento e riflessi, buona resa del contrasto e ombreggiatura sono tutti requisiti da calibrare sul tipo di attività svolta. In altre parole l'illuminazione non si basa sulla geometria di un locale bensì sulle necessità delle persone.

Effetto emotivo e biologico

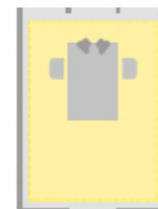
Concentrare l'illuminazione in zone ben delimitate significa risparmiare costi sia d'investimento che d'esercizio. Le finanze risparmiate potranno così essere destinate a migliorare il comfort dell'ambiente, per esempio predisponendo suggestivi accenti di luce, pareti illuminate o scenari dinamici.

Efficienza energetica ideale

I grandi edifici riservano un enorme potenziale di ottimizzazione energetica. Se l'illuminazione si concentra sistematicamente sulle singole mansioni visive (task area), gli illuminamenti medi potranno essere ridotti e con essi il consumo energetico medio. Un sistema di gestione che sfrutti la luce diurna e che segnali le presenze con opportuni sensori aumenta ulteriormente l'effetto di risparmio.



Le concezioni illuminotecniche applicate a un intero ambiente non tengono conto né delle singole zone di lavoro né delle differenti esigenze visive, limitandosi a presupporre la mansione visiva più complessa. La disposizione dei posti di lavoro non è definita e l'intero ambiente dispone di una luce uniforme di qualità invariata.



Concentrando l'illuminazione sulle singole mansioni visive si può comporre la luce in maniera diversificata. Ad esempio con pareti illuminate per rendere il locale otticamente più aperto, oppure predisponendo dinamicismi che migliorano la qualità visiva.



Storia della luce elettrica

A lungo l'uomo ha dovuto dipendere esclusivamente dalla luce naturale del sole. La storia dello sfruttamento della luce inizia 500.000 anni fa, con la scoperta del fuoco. Da quel momento si è cominciato a disporre non solo di calore ma anche di una luce artificiale che allungava la durata del giorno.

Per secoli e secoli la luce artificiale è stata prodotta bruciando legna, sego, grasso e olio. Solo l'industrializzazione ha portato cambiamenti davvero rivoluzionari: prima l'alimentazione a gas e in seguito la corrente elettrica si sono imposte come sistemi per produrre energia e luce.

La luce elettrica fa parte della nostra quotidianità da oltre 130 anni. Senza di essa la nostra vita moderna sarebbe impensabile. La società di oggi vive in tutte le 24 ore, passando la maggior parte di esse in ambienti chiusi. In più illuminiamo anche gli esterni, vuoi per ragioni di traffico o di effetti decorativi.

Insomma, la necessità di luce artificiale è gigantesca ed anche i requisiti che deve possedere non sono da poco: ci serve luce ovunque e in qualsiasi momento, in una qualità determinata, a un costo accettabile, con attenzione per le risorse ambientali.

Le sorgenti moderne sono già molto efficienti e ci danno luce di buona qualità. Ciò nonostante in Europa l'illuminazione assorbe ancora il 14 % di tutta la corrente elettrica (a livello mondiale addirittura il 19 %). Di questa percentuale, l'80 % circa ricade sull'illuminazione professionale e il 20 % su quella delle case private. Le corri-

spondenti emissioni di gas serra, rilevanti per il clima, ammontano a circa 600 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno.

Quindi risparmiare energia nell'illuminazione significa anche ridurre le emissioni di CO₂. Per contenere il surriscaldamento del pianeta a un aumento massimo di 2° rispetto al periodo preindustriale, l'Unione Europea si è posta obiettivi ambiziosi: -20 % entro il 2020 e -40 % entro il 2030 rispetto al livello del 1990.

Da quando Thomas Alva Edison inventò la lampadina (nel 1879) e ne avviò la produzione in serie, l'industria della luce ha messo in circolazione molti altri tipi di lampade. Queste si distinguono per forma e potenza, soprattutto però per il modo in cui emettono luce. I criteri principali delle sorgenti moderne sono la qualità di luce e l'efficienza, il consumo energetico e la durata.

L'emissione di luce

La luce può essere prodotta con diversi sistemi, artificiali o anche naturali. In essenza si distinguono quattro grandi categorie di sorgenti luminose:

- sorgenti termiche
- lampade a scarica a bassa pressione
- lampade a scarica ad alta pressione
- semiconduttori

