

Regione: **LOMBARDIA**

Provincia: MANTOVA

Comune: PORTO MANTOVANO

Committente:

Comune di Porto Mantovano
Strada Statale Cisa, 112
46047 – Porto Mantovano (MN)

Progetto:

Definitivo/Esecutivo Impianti Elettrici

Oggetto commessa:

Lavori di efficientamento energetico della
Scuole Media Monteverdi di Porto Mantovano
Mediante illuminazione a led

Oggetto elab.:

Relazione tecnica di progetto

Il tecnico incaricato:

Per. Ind. Daniele Lanzoni

doc. n° :

03

commessa : **G115**

G115

file : G115-rp.doc

G115-rp.doc

scala :

rev. : 00

00

Pagina 1 di 39

Sono vietate la riproduzione e la divulgazione del presente elaborato senza esplicita autorizzazione dello Studio Tecnico Associato "L&B" (Legge 633 del 22/04/41)

[illegible]



SOMMARIO

SOMMARIO.....	2
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA	3
PREMESSA INTRODUTTIVA	3
OGGETTO DELL'INTERVENTO	4
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
TERMINI E DEFINIZIONI DELLA NORMA.....	5
CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE	6
PROSPETTO DEI REQUISITI DI ILLUMINAZIONE	17
PROCEDURA OPERATIVA DI VERIFICA.....	19
MANUTENZIONE	24
FATTORE DI MANUTENZIONE	24
CONDIZIONI DELL'AMBIENTE E INTERVALLI DI MANUTENZIONE.....	25
PROGRAMMA DI PULIZIA DEGLI APPARECCHI	26
DURATA DI ESERCIZIO DELLE LAMPADE	26
CALCOLO DEL FATTORE DI MANUTENZIONE	27
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	31
EFFICIENZA ENERGETICA.....	34
REQUISITI DI EFFICIENZA ENERGETICA	34
MOTIVAZIONI PER L'IMPEGNO VOLTO AL RISPARMIO DI ENERGIA	34
OBIETTIVO PERSEGUITO DALL'UE CON LE LINEE GUIDA AMBIENTALI.....	35
REGOLAMENTO 244/2009/CE	35
REGOLAMENTO 245/2009/CE	35
REGOLAMENTO 347/2010/CE	36
CONSEGUENZE DEI NUOVI REGOLAMENTI	36
INFORMAZIONI E METODO DI PUBBLICAZIONE DELLE INFORMAZIONI SUI PRODOTTI	36
VARIABILITÀ DELLA LUCE.....	39



RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

PREMESSA INTRODUTTIVA

Il Comune di Porto Mantovano, nell'ottica del risparmio energetico, si è attivato per la progettazione di riqualificazione energetica dell'illuminazione della scuola media "C. Monteverdi", prevedendo la sostituzione integrale di tutti i corpi illuminanti presenti all'interno della scuola (apparati fluorescenti) con nuove lampade a LED.

L'intervento di riqualificazione energetica della scuola è stato realizzato allo scopo di:

- Mantenere un buon comfort visivo.
- Generare sensazione di benessere visivo con una luce "brillante" e "viva".
- Aumentare l'efficienza energetica dell'impianto.
- Riduzione dei costi di esercizio legati alla manutenzione.
- Rendere l'impianto di illuminazione in linea con le normative vigenti.

L'utilizzo delle sorgenti LED permette di ottenere una luminosità maggiormente brillante, rispetto alla tradizionale fluorescente, e fornisce una maggior sensazione di benessere e produttività.

L'apparecchio illuminante prescelto fornisce un ottimo comfort visivo diretto e dell'ambiente grazie alla diffusione controllata della distribuzione luminosa che evita effetti caverna sul soffitto e zone d'ombra sui piani di lavoro ed una superficie dello schermo uniforme che lo rendono confortevole grazie ad una superficie plurienticolare anabbagliante.

L'impianto di illuminazione nelle aule ha permesso, rispetto al precedente impianto, un'ottimizzazione dell'efficienza energetica che ha portato a una riduzione dei consumi energetici sulle casse comunali, ad un aumento degli illuminamenti delle diverse zone ed un risparmio di emissioni gas ad effetto serra di circa 1000Kg di CO₂ annui.

L'impianto di illuminazione è stato realizzato in conformità alle attuali normative nazionali di illuminotecnica UNI e di sicurezza CEI; il nuovo impianto di illuminazione prevederà in futuro una manutenzione praticamente assente i LED hanno la capacità di vivere oltre le 50.000 h senza nessun tipo di mortalità.



OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'intervento ha per oggetto la modifica del sistema di illuminazione presente presso il complesso scolastico "MONTEVERDI", sito nel comune di Porto Mantovano (MN), in ragione della sostituzione delle plafoniere esistenti, equipaggiate con lampade fluorescenti, con altrettante aventi tecnologia a LED.

Nello stato di fatto Il sistema d'illuminazione esistente è composto da corpi illuminati con varie lampade fluorescenti che variano da una potenza minima pari a 1x36W, ad una potenza massima pari a 2x58W. La quasi totalità dei corpi illuminati sarà sostituita con nuovi corpi illuminanti con tecnologia a LED con potenza massima pari a 38W.

Tale attività è volta a valutare che la sostituzione di tali corpi illuminanti possa offrire lo stesso confort visivo presente attualmente in conformità alla normativa vigente.

Il presente documento, è parte integrante del progetto quale relazione tecnica di base per una corretta interpretazione degli elaborati grafici, e dei calcoli progettuali. La Relazione Tecnica, illustra il complesso delle valutazioni relative alla tipologia e consistenza dell'impianto, le scelte progettuali, i criteri di base che sono stati adottati nella progettazione.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Il calcolo dell'illuminamento per gli ambienti interni nei luoghi di lavoro, è soggetto alle prescrizioni della Norma CEI UNI 12464-1 "Illuminazione nei luoghi di lavoro".

Tale Norma indica che per consentire alle persone lo svolgimento efficace ed accurato dei compiti visivi, dovrebbe essere fornita un'illuminazione adeguata ed appropriata. L'illuminazione può essere naturale, artificiale o mista.

Il livello di visibilità e di comfort richiesti nella maggior parte dei posti di lavoro dipendono dal tipo e dalla durata dell'attività.

La norma specifica i requisiti relativi agli impianti di illuminazione in termini di quantità e qualità per la maggior parte dei posti di lavoro in interni e delle zone connesse.

Inoltre sono fornite raccomandazioni di buona pratica di illuminazione.

Sebbene i requisiti specifici sono indicati nel prospetto dei requisiti di illuminazione, è comunque importante attenersi a quanto indicato nei punti della presente norma.



TERMINI E DEFINIZIONI DELLA NORMA

Ai fini del presente documento, di seguito i termini e le definizioni contenute nella norma EN 12665 e successiva applicazione.

Area di attività

area all'interno della quale si svolge una specifica attività

Area di sfondo

area adiacente alla zona immediatamente circostante a quella di attività

Videoterminali DSE

schermo alfanumerico o grafico, a prescindere dal procedimento di visualizzazione utilizzato

Zona immediatamente circostante

fascia che circonda l'area di attività all'interno del campo visivo

Lucernario

apertura nel tetto o in una superficie orizzontale di un edificio che dà luce ad un ambiente

Angolo di schermatura

angolo tra il piano orizzontale e la linea del primo punto visibile in cui le parti luminose delle lampade in apparecchi sono direttamente visibili

Area del compito

area all'interno della quale si svolge il compito visivo

Riferimenti visivi

elementi visivi dell'attività che viene svolta nell'area di riferimento

I principali elementi visivi sono le dimensioni della struttura, la sua luminosità, il contrasto sullo sfondo e la sua durata.

Finestra

apertura di luce su una superficie verticale o quasi verticale di una camera

Posto di lavoro

luogo destinato ad ospitare le postazioni di lavoro nei locali dell'impresa e / o dello stabilimento e di ogni altro posto all'interno dell'area di impresa e / o dello stabilimento al quale il lavoratore ha accesso nel corso della sua attività lavorativa.

Stazione di lavoro

combinazione e disposizione spaziale delle attrezzature di lavoro, è circondata dall'ambiente di lavoro ed è strutturata in base alle condizioni imposte dalle mansioni lavorative richieste.



CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE

Ambiente luminoso

Per la realizzazione di una buona illuminazione, è essenziale, oltre al valore dell'illuminamento richiesto, soddisfare le esigenze qualitative e quantitative.

I requisiti d' illuminazione vengono determinati dalla soddisfazione di tre bisogni umani fondamentali:

- il comfort visivo, dove i lavoratori hanno una sensazione di benessere; contribuisce indirettamente anche ad ottenere alti livelli di produttività ed una migliore qualità del lavoro
- la prestazione visiva, dove i lavoratori sono in grado di svolgere i loro compiti visivi, anche in circostanze difficili e protratti nel tempo
- la sicurezza

Rispetto alla luce artificiale e luce naturale, i parametri principali determinati l'ambiente luminoso sono:

- distribuzione delle luminanze;
- illuminamento;
- direzionalità della luce, l'illuminazione dello spazio interno;
- variabilità della luce (livelli e il colore della luce);
- resa dei colori e l'aspetto del colore della luce
- abbagliamento;
- Sfarfallamento.

I valori dell'illuminamento e le uniformità, abbagliamento molesto e indice di resa dei colori sono riportate nel punto 5; altri parametri sono descritti nel punto 4 della Norma.

In aggiunta alle luci ci sono altri parametri visivi ergonomici che influenzano le prestazioni visive, quali:

- le proprietà intrinseche di ciò che viene illuminato (dimensione, forma, posizione, colore e riflettanza di dettaglio e sfondo),
- la capacità oftalmica della persona (acuità visiva, percezione della profondità, percezione dei colori),
- ambiente luminoso intenzionalmente migliorato e progettato, assenza di riflessi, buona resa dei colori, segnali ad alto contrasto e sistemi di guida ottici e tattili in grado di migliorare la visibilità e il senso di direzione e località.

Per maggiori informazioni, vedere le linee guida per l'accessibilità CIE: "Linee guida visibilità e illuminazione per gli anziani e le persone con Disabilità"



L'attenzione a questi fattori possono migliorare le prestazioni visive, senza la necessità di una maggiore illuminazione.

Distribuzione delle luminanze

La distribuzione delle luminanze nel campo visivo influenza il livello di adattamento degli occhi che a sua volta influenza la visibilità del compito.

Una luminanza di adattamento ben bilanciata è necessaria per aumentare:

- l'acuità visiva (nitidezza della visione);
- la sensibilità al contrasto (discriminazione di piccole differenze di luminanza relativa);
- l'efficienza delle funzioni oculari (quali accomodamento, convergenza, contrazione pupillare, movimenti oculari, ecc).

La distribuzione delle luminanze nel campo visivo influenza anche il comfort visivo.

Conseguentemente si dovrebbe evitare quanto segue:

- luminanze troppo elevate che potrebbero provocare abbagliamento;
- contrasti di luminanza troppo elevati luminosità che causerebbero affaticamento a causa delle costanti
- variazioni di adattamento oculare;
- luminanze troppo basse e contrasti di luminanza troppo bassi che darebbero luogo ad un ambiente di lavoro
- monotono e non stimolante.

Per creare una distribuzione equilibrata della luminanza, devono essere prese in considerazione le luminanze di tutte le superfici e sarà determinato dalla riflessione e l'illuminamento sulle superfici.

Per evitare monotonia e per aumentare i livelli di adattamento e comfort delle persone negli edifici, è altamente desiderabile avere superfici interne luminose particolarmente sulle pareti e soffitto.

Il progettista illuminotecnico esamina e seleziona le riflessioni appropriate ed i valori di illuminamento per le superfici interne in base alle indicazioni di seguito.

Riflessioni delle superfici

Le riflessioni raccomandate per le principali superfici in interni sono:

- soffitto: da 0,7 a 0,9;
- pareti: da 0,5 a 0,8;
- piano: da 0,2 a 0,4.

La riflessione di oggetti importanti (mobili, macchinari, ecc) dovrebbe essere nel range da 0,2 a 0,7.



Illuminamento di superfici

In tutti i luoghi chiusi gli illuminamenti mantenuti sulle principali superfici presentano i seguenti valori:

- $E_m > 50 \text{ lx}$ con $U_o \geq 0,10$ sulle pareti
- $E_m > 30 \text{ lx}$ con $U_o \geq 0,10$ sul soffitto.

Illuminamento

L'illuminamento e la sua ripartizione sulla zona del compito e sulla zona circostante, influenzano notevolmente la percezione del compito visivo e la sua esecuzione in modo rapido, sicuro e confortevole.

Tutti i valori di illuminamento specificati nella presente norma sono illuminamenti medi mantenuti e sono necessari per garantire il comfort e le prestazioni visive richieste.

Tutti i valori di illuminamento mantenuto e uniformità dipendono dalla definizione della griglia.

Scala di illuminamento

Per dare una differenza percettiva le operazioni consigliate di illuminamento (in lux) sono secondo la norma EN 12665:

20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000

illuminamenti nella zona del compito

I valori derivanti dai calcoli illuminotecnici sono illuminamenti medi mantenuti sulla superficie di riferimento della zona del compito, che può essere orizzontale, verticale o inclinata. L'illuminamento medio per ogni compito non deve essere minore del valore indicato nel punto 5.36 (edifici scolastici), qualunque sia l'età e lo stato dell'installazione. I valori sono validi per condizioni visive abituali e tengono conto dei seguenti fattori:

- aspetti psico-fisiologici come il comfort visivo ed il benessere;
- requisiti dei compiti visivi;
- ergonomia della visione;
- esperienza pratica;
- contributo alla sicurezza funzionale;
- economia.

Se le condizioni di visibilità differiscono dalle abituali, il valore dell'illuminamento può essere variato di almeno un gradino della scala degli illuminamenti.

Si dovrebbe aumentare l'illuminamento mantenuto richiesto quando il compito visivo è critico;

- gli errori sono costosi da correggere;
- sono molto importanti accuratezza, una maggiore produttività o la concentrazione maggiore;

- i dettagli del compito sono eccezionalmente piccoli o con basso contrasto;
- il compito deve essere svolto per tempi eccezionalmente lunghi.
- la capacità visiva del lavoratore è inferiore al normale.

L'illuminamento medio mantenuto richiesto può essere diminuito quando:

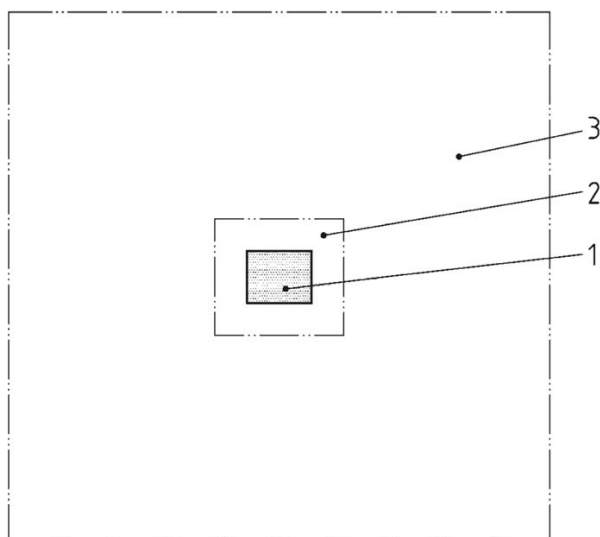
- i dettagli del compito sono eccezionalmente di dimensioni grandi o ad alto contrasto;
- l'attività viene effettuata per un tempo eccezionalmente breve.

Le dimensioni e la posizione dell'area di lavoro devono essere esposti e documentati.

Per le postazioni di lavoro in cui la dimensione e / o la posizione dell'area di attività (s) è / sono sconosciuti, sia:

- tutta la zona viene considerata come la zona di lavoro o
- tutta la zona è uniformemente illuminata ($U_0 \geq 0,40$) ad un livello di illuminamento indicato dal progettista, se l'area di attività diventa nota, il sistema di illuminazione deve essere ri-progettato per fornire l'illuminamento richiesto.

Se il tipo di attività non si conosce, il progettista deve fare delle ipotesi circa i compiti ed i probabili requisiti dell'area del compito.



Dimensioni minime e la zona immediatamente circostante in relazione alla zona del compito

Legenda:

1 zona del compito



2 zona immediatamente circostante (banda con una larghezza di almeno 0,5 m intorno alla zona del compito all'interno del campo visivo)

3 Area di sfondo (almeno 3 m di larghezza adiacenti l'area immediatamente circostante entro i limiti del spazio)

Illuminamenti delle zone immediatamente circostanti

Variazioni troppo elevate dell'illuminamento attorno alla zona del compito, possono provocare affaticamento visivo e disagio.

L'illuminamento delle zone immediatamente circostanti deve essere correlato all'illuminamento della zona del compito e dovrebbe fornire una distribuzione equilibrata delle luminanze nel campo visivo. L'area immediatamente circostante dovrebbe essere una banda con una larghezza di almeno 0,5m intorno alla zona del compito all'interno del campo visivo.

L'illuminamento delle zone immediatamente circostanti può essere più basso di quello del compito ma non deve essere minore dei valori indicati nella tabella 1 riportata più sotto.

Oltre all'illuminamento del compito, l'illuminazione deve fornire una adeguata luminanza di adattamento visivo in conformità al punto 4.2. della norma UNI-EN 12464-01

La dimensione e la posizione della zona immediatamente circostante deve essere dichiarata e documentata.

Tabella 1 – Rapporto tra illuminamenti nelle zone immediatamente circostanti e nelle zone del compito

Illuminamento sulla zona di lavoro Etask lx	Illuminamento nelle zone immediatamente circostanti lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	Etask
100	Etask
≤ 50	Etask



Illuminamento dell'area di sfondo

Nei luoghi di lavoro in interni, in particolare quelli privi di luce naturale, gran parte della zona circostante e l'area di lavoro occupata deve essere illuminata. Questa zona conosciuta come "area di sfondo" dovrebbe essere una banda di almeno 3 m di larghezza adiacenti l'area immediatamente circostante entro i limiti dello spazio e deve essere illuminata con un illuminamento mantenuto di 1 / 3 del valore della zona immediatamente circostante.

Le dimensioni e la posizione dell'area di sfondo deve essere dichiarato e documentato.

Uniformità di illuminamento

Nell'area di lavoro, l'uniformità di illuminamento (U_o) non deve essere inferiore ai valori minimi di uniformità indicati nella tabella nel punto 5.23.4.

Per l'illuminazione da luce artificiale o lucernari l'uniformità di illuminamento:

- nella zona immediatamente circostante deve essere $U_o \geq 0,40$;
- sulla superficie di fondo deve essere $U_o \geq 0,10$.

Per l'illuminazione dalle finestre:

- nelle zone più grandi, aree di attività e aree di sfondo con luce del giorno disponibile decresce rapidamente con la distanza dalla finestra, i benefici aggiuntivi della luce (vedi 4.12 - UNI-EN 12464-01) può compensare la mancanza di uniformità.

Griglia di illuminamento

Deve essere creato un sistema a griglia per il compito, le zone circostanti e l'area di sfondo per indicare i punti nei quali i valori di illuminamento sono calcolati e verificati.

Sono preferibili le griglie che si approssimano a un quadrato, il rapporto tra lunghezza e larghezza di una cella della griglia deve essere mantenuto compreso tra 0,5 e 2 (vedere anche EN 12193 e EN 12464-2).

Le dimensioni massime della griglia devono essere di:

$$p = 0,2 \times 5 \log_{10} (d)$$

dove:

$$p \leq 10 \text{ m}$$

d è la dimensione maggiore della zona di calcolo (m), se il rapporto tra il lato più lungo e quello più corto è minore di 2, altrimenti d è la dimensione minore della zona, e p è la dimensione massima delle celle della griglia (m).

Il numero di punti nella dimensione rilevante è data dal numero intero più vicino di d / p .



La spaziatura risultante tra i punti della griglia viene utilizzata per calcolare il numero intero più vicino ai punti della griglia nell'altra dimensione. Questo darà un rapporto lunghezza-larghezza di una cella della griglia vicino a 1.

Una banda di 0,5m dalle pareti è escluso dal calcolo della superficie tranne quando una zona compito è dentro o si estende in questa zona di confine.

Una dimensione appropriata della griglia dovrebbe essere applicata a pareti e soffitto, anche una banda di 0,5 m può essere applicata.

La spaziatura dei punti della griglia non dovrebbe coincidere con lo spazio degli apparecchi.

La formula (proveniente dal CIE X005-1992) è stata ricavata secondo l'ipotesi che p è proporzionale al $\log(d)$, dove:

$$p = 0,2 \text{ m per } d = 1 \text{ m;}$$

$$p = 1 \text{ m per } d = 10 \text{ m;}$$

$$p = 5 \text{ m per } d = 100 \text{ m.}$$

Valori tipici di spaziatura di punti della griglia sono riportati nella tabella A.1. Numero consigliato di punti della griglia riportata nel capitolo VERIFICHE

Abbagliamento

L'abbagliamento è la sensazione prodotta da aree luminose all'interno del campo visivo, come superfici illuminate, le parti del apparecchio di illuminazione, le finestre e / o lucernari. L'abbagliamento deve essere limitato per evitare errori, la fatica e gli incidenti. L'abbagliamento può essere vissuta sia come abbagliamento molesto o come abbagliamento debilitante. Nei luoghi di lavoro interni l'abbagliamento molesto non è di solito un grave problema se i limiti di abbagliamento molesto sono rispettati.

L'abbagliamento prodotto dalla riflessione di superfici speculari è generalmente noto come riflessione velante o abbagliamento riflesso.

Una particolare cura è necessaria per evitare l'abbagliamento quando la direzione della visione è sopra l'orizzontale.

Abbagliamento molesto

L'indice di abbagliamento molesto causato direttamente dagli apparecchi di un impianto di illuminazione interno deve essere valutato utilizzando il metodo tabellare CIE dell'indice unificato di abbagliamento (Unified Glare Rating UGR), basato sulla formula:



$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_B} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right)$$

dove

L_B è la luminanza di fondo, calcolata con $E_{ind} \pi$, dove E_{ind} è l'illuminamento verticale indiretto al livello dell'occhio dell'osservatore in $cd \cdot m^{-2}$, L è la luminanza delle parti luminose di ogni apparecchio di illuminazione nella direzione dell'occhio dell'osservatore in $cd \cdot m^{-2}$, ω è l'angolo solido, in steradiani, delle parti luminose di ogni apparecchio di illuminazione nella direzione dell'occhio dell'osservatore; p è l'indice di posizione di Guth, che è in funzione dello scostamento angolare rispetto all'asse della visione, per ogni singolo apparecchio di illuminazione.

Tutte le ipotesi necessarie alla determinazione dell'UGR devono essere dichiarate nella documentazione del progetto. Il valore di UGR dell'impianto di illuminazione non deve essere maggiore del valore riportato nel punto 5.23.4 della norma UNI-EN 12464-01

I valori limite raccomandati dalla forma UGR sono una serie i cui passi indicano cambiamenti notevoli nell'abbagliamento. La serie di UGR è: 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28.

Le variazioni di UGR per differenti posizioni dell'osservatore nel locale possono essere calcolate utilizzando la formula, come dettagliato nel CIE 117-1995.

Se il valore UGR massimo in un locale è maggiore del limite di UGR di cui al punto 5, può essere necessario dare indicazioni sulle posizioni appropriate delle postazioni di lavoro.

Se il metodo tabellare non è applicabile e la posizione dell'osservatore e le direzioni di osservazione sono note, il valore UGR può essere determinato utilizzando la formula. Tuttavia la ricerca limitata è stata fatta, per determinare l'applicabilità di attuali valori limite.

Schermatura contro l'abbagliamento

Le sorgenti di elevata luminosità possono causare abbagliamento ed alterare la visione degli oggetti. Questo fenomeno deve essere evitato, per esempio, con un'adeguata schermatura delle lampade o la copertura delle finestre mediante tende con schermi idonei.

Per gli apparecchi illuminanti, l'angolo minimo di schermatura indicato nella tabella 2 deve essere in funzione delle luminanze specifiche delle lampade.

I valori riportati nella tabella 2 non si applicano ad apparecchi per l'illuminazione indiretta o montati al di sotto del livello normale della visione.

Tabella 2 – Angoli di schermatura minimi per le specifiche luminanze delle lampade

Luminanza della lampada kcd · m ⁻²	Angolo minimo di schermatura α
20 to < 50	15°
50 to < 500	20°
≥ 500	30°

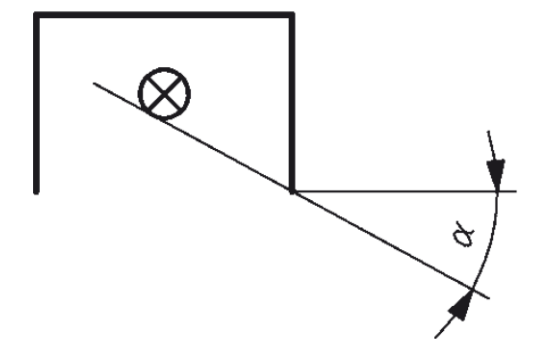


Figura 2 – Angolo di schermatura α

Riflessioni velanti ed abbagliamento riflesso

Riflessioni di elevata luminosità nel compito visivo possono alterare le condizioni di visibilità del compito, in modo generalmente dannoso. Riflessioni che velano l'immagine e luce abbagliante riflessa possono essere eliminate o ridotte con le seguenti misure:

- disposizione delle postazioni di lavoro rispetto alle lampade, finestre e lucernari;
- finitura della superficie (superfici opache);
- Riduzione della luminanza degli apparecchi di illuminazione, finestre e lucernari;
- Soffitto e pareti chiare.

Illuminazione in spazio interno generale

Oltre al compito di illuminazione del volume di spazio occupato da persone che deve essere acceso. Questa luce è necessaria per evidenziare oggetti, rivelano consistenza e migliorare l'aspetto delle persone all'interno dello spazio. I termini "illuminamento medio cilindrico", "modellato" e "illuminazione direzionale" descrivono le condizioni di illuminazione.



Requisito di illuminamento medio cilindrico nello spazio di attività

Buona comunicazione visiva e il riconoscimento di oggetti all'interno di uno spazio richiedono che il volume di spazio nel quale le persone si muovono o di lavoro devono essere illuminati. Ciò è realizzato fornendo un adeguato illuminamento medio cilindrico, E_z , nello spazio.

L'illuminamento medio mantenuto cilindrico (illuminamento medio sul piano verticale) per l'attività e le aree interne non deve essere inferiore a 50 lx con $U_0 \geq 0,10$, su un piano orizzontale ad un'altezza specificata, ad esempio 1,2 m per persone sedute e 1,6m per le persone in piedi sopra il pavimento.

Nelle zone in cui una buona comunicazione visiva è importante, soprattutto in uffici, sale riunioni e aree di insegnamento, E_z non deve essere inferiore ai 150 lx con $U_0 \geq 0,10$.

Modellato

L'aspetto generale di un ambiente interno è esaltato quando le sue caratteristiche strutturali, le persone e gli oggetti al suo interno sono illuminati in modo tale che forme e trame dei tessuti sono rivelati in modo chiaro e piacevole.

L'illuminazione non dovrebbe essere né troppo direzionale, per non produrre ombre troppo dure, né troppo diffusa per non perdere completamente l'effetto del modellato, rendendo l'ambiente luminoso monotono. Ombre multiple causate da illuminazione direzionale da più posizioni dovrebbe essere evitata in quanto questo può portare ad un effetto visivo confuso.

Modellazione descrive l'equilibrio tra luce diffusa e diretta e dovrebbe essere considerata.

Il rapporto cilindrico dell'illuminamento orizzontale in un punto è un indicatore di modellazione. I punti di griglia per illuminamenti cilindrici e orizzontali devono coincidere.

Per disposizione uniforme di apparecchi o lucernari un valore compreso tra 0,30 e 0,60 è un indicatore di buona modellazione.

La luce del giorno è distribuita prevalentemente orizzontalmente dalle finestre. Gli ulteriori vantaggi della luce del giorno può compensare il suo effetto sui valori di modellazione, e valori di modellazione dalla luce del giorno può essere estesa della gamma indicata.

Illuminazione direzionale dei compiti visivi

L'illuminazione da una direzione specifica può rilevare i dettagli di un compito visivo, aumentandone la visibilità e rendendo più facile l'espletamento del compito stesso. Riflessioni velanti e abbagliamento riflesso dovrebbero essere evitati.

Ombre dure che interferiscono con il compito visivo devono essere evitate. Ma alcune ombre contribuiscono ad aumentare la visibilità del compito.



Aspetti del colore

Le qualità di colore di una lampada quasi bianca o della luce naturale trasmessa sono caratterizzate da due attributi:

- l'apparenza del colore della luce;
- la sua capacità di resa del colore, che influenzano l'apparenza del colore di oggetti e persone.

Questi due attributi devono essere considerati separatamente.

Apparenza del colore

L'apparenza del colore di una lampada si riferisce al colore apparente (cromaticità) della luce emessa. E' definita dalla sua temperatura di colore correlata (TCP).

L'apparenza del colore della luce diurna varia nell'arco della giornata.

L'apparenza del colore della luce artificiale può anche essere descritta come nella tabella 3.

Tabella 3 – Gruppi di apparenza di colore delle lampade

Apparenza del colore	Temperatura di colore correlata TCP
CALDA	minore di 3.300 K
INTERMEDIA	da 3.300 a 5.300 K
FREDDA	maggiore di 5.300 K

La scelta dell'apparenza del colore è oggetto della psicologia, dell'estetica e di quello che è visto come naturale.

La scelta dipende dal livello di illuminamento, dai colori dell'ambiente e dei mobili, dal clima circostante e dall'applicazione. Nei climi caldi generalmente si preferisce un aspetto del colore di luce più fredda, mentre nei climi freddi si preferisce un aspetto del colore di luce più calda.

Nel punto 5.23.4, per applicazioni specifiche viene fornita una fascia ristretta di temperature di colore. Questi sono applicabili per l'illuminazione diurna e luce artificiale.

Resa del colore

I colori nell'ambiente, di oggetti e della pelle dovrebbero essere resi nel modo più naturale e corretto ai fini delle prestazioni visive e la sensazione di comfort e di benessere e che facciano apparire le persone con un aspetto gradevole e in buona salute.

Per fornire un'indicazione obiettiva della proprietà di resa del colore di una sorgente luminosa è stato introdotto

l'indice di resa del colore Ra. Il valore massimo di Ra è 100.



Il valore minimo di indice di resa cromatica per diversi tipi di interni (zone), compiti o attività sono indicati nelle tabelle da 5.1 a 5.53.

I colori di sicurezza secondo le norme ISO 3864-1 devono essere sempre riconoscibili come tali.

Le proprietà di resa cromatica della luce di una sorgente luminosa può essere ridotta da ottiche, vetri colorati e superfici.

Per una resa accurata dei colori di oggetti e della pelle umana dovrebbe essere considerato l'indice di colore individuale speciale (Ri)

Sfarfallamento ed effetti stroboscopici

Lo sfarfallamento provoca distrazione e può dar luogo a effetti fisiologici come cefalee.

Gli effetti stroboscopici possono comportare situazioni di pericolo dovute alla modifica della percezione del movimento di macchinari dotati di moto rotatorio o alternativo. I sistemi di illuminazione dovrebbero essere progettati in modo da evitare lo sfarfallamento e gli effetti stroboscopici.

PROSPETTO DEI REQUISITI DI ILLUMINAZIONE

Composizione delle tabelle

Colonna 1	elenca il numero di riferimento per ogni zona interna, compito o attività.
Colonna 2	elenca le aree, i compiti o le attività per i quali vengono fornite indicazioni specifiche. Qualora una specifica area, area di compito o di attività non fosse elencata è opportuno prendere come riferimento i valori di una situazione analoga presente in tabella.
Colonna 3	fornisce l'illuminamento medio medio mantenuto E_m sul piano di riferimento (vedi 4.3) per gli interni (area), compito o l'attività riportate nella colonna 2.
Colonna 4	fornisce i valori limite massimi UGR (Unified Glare Rating limit, UGR) applicabili alle situazioni che figurano nella colonna 2.
Colonna 5	indica i valori minimi di uniformità U_o sul piano di riferimento per illuminazione mantenuta e sono indicati nella colonna 3.
Colonna 6	fornisce gli indici minimi di resa cromatica (Ra) (vedi 4.7.3) per le situazioni elencate nella colonna 2.
Colonna 7	fornisce i requisiti specifici per le situazioni elencate nella colonna 2.



Tabella 5.36 Edifici scolastici

N. riferimento	Tipo di interno, compito o attività	E_m	UGR_L	U_o	R_a	Requisiti specifici
5.36.1	Classi, classi per seminari	300	19	0,60	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile
5.36.2	Classi per lezioni serali e istruzione per adulti	500	19	0,60	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile
5.36.3	Auditorium, sale conferenze	500	19	0,60	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile in modo tale da assecondare le diverse esigenze audio- video
5.36.4	Lavagne verdi nere e bianche	500	19	0,70	80	Evitare le riflessioni speculari. L'insegnante/ conduttore televisivo sarà illuminato con una opportuna illuminazione verticale.
5.36.5	Tavolo per dimostrazioni	500	19	0,70	80	In sale lettura 750 lx
5.36.6	Aule di educazione artistica	500	19	0,60	80	
5.36.7	Aule di educazione artistica in scuole d'arte	750	19	0,70	90	5000 K ≤ T _{CP} ≤ 6500 K
5.36.8	Aule per disegno tecnico	750	16	0,70	80	
5.36.9	Aule per educazione tecnica e laboratori	500	19	0,60	80	
5.36.10	Aule per lavori artigianali	500	19	0,60	80	
5.36.11	Laboratorio di insegnamento	500	19	0,60	80	
5.36.12	Aule di pratica della musica	300	19	0,60	80	
5.36.13	Laboratori di informatica	300	19	0,60	80	Lavoro con videoterminale, vedere 4.9
5.36.14	Laboratori linguistici	300	19	0,60	80	
5.36.15	Aule di preparazione e officine	500	22	0,60	80	
5.36.16	Ingressi	200	22	0,40	80	
5.36.17	Zone di circolazione, corridoi	100	25	0,40	80	
N. riferimento	Tipo di interno, compito o attività	E_m	UGR_L	U_o	R_a	Requisiti specifici
5.36.18	Scale	150	25	0,40	80	
5.36.19	Sale comuni per gli studenti e aula magna	200	22	0,40	80	
5.36.20	Aule insegnanti	300	19	0,60	80	
5.36.21	Biblioteca: scaffali con libri	200	19	0,60	80	
5.36.22	Biblioteca: zone di lettura	500	19	0,60	80	
5.36.23	Magazzini materiale didattico	100	25	0,40	80	
5.36.24	Aule per attività sportive, palestre, piscine, palazzetti	300	22	0,60	80	Per attività più specifiche vedere EN 12193
5.36.25	Mensa	200	22	0,40	80	
5.36.26	Cucina	500	22	0,60	80	



PROCEDURA OPERATIVA DI VERIFICA

I corpi illuminanti esistenti saranno sostituiti con altrettanti a tecnologia a LED.

Di seguito si riporta la scheda tecnica dei corpi illuminati che saranno installati:

19302.01

The panel IP65

The Panel IP65 600x600mm

Ultra-slim

Emissione diretta diffusa.

Alimentatore elettronico incluso.

☐ 01 bianco



Installazioni

Installabile senza accessori ad incasso in appoggio in controsoffitti a pannelli 600x600mm con struttura a vista o plafone con apposito box (da ordinare a parte).

Materiali

Cornice in lega di alluminio verniciata a polvere di colore bianco. Eccellente uniformità e confort visivo e alte performance con un risparmio energetico >50%. Diffusore opale ad altissima trasmittanza, a luminanza uniforme.

Cablaggio

Alimentazione elettronica inclusa (alimentatore esterno al pannello LED da collegare ad esso tramite opportuni connettori rapidi).

Tensione di alimentazione: 220-240V 50/60Hz

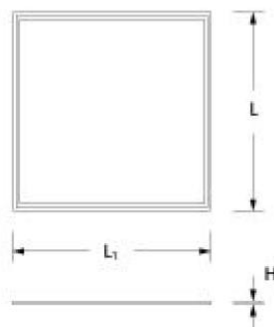
Potenza totale: 41W

Rischio fotobiologico

Apparecchio certificato in GRUPPO ESENTE DA RISCHI, in conformità alla normativa CEI EN 62471:2010.

Conformità

Conforme alle norme: CEI EN 60598-1:2008 + A11:2009, IEC 60598-2-2.



H: 10 mm
L: 595 mm
L1: 595 mm



Sorgenti



Tipologia: PCB LED: Epistar 2016 SMD

Colore: bianco

Potenza: 36W

Temperatura colore: 4000K

MacAdam: 3 SDCM

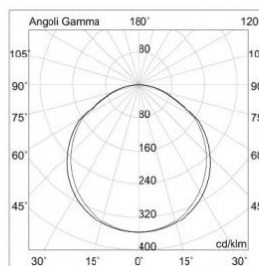
CRI: >80

Flusso nominale (Tc=25°C): 4045 lm

Durata utile (Ta=25°C): 50000h L80 B20

Lampada fornita

Caratteristiche fotometriche



Flusso luminoso apparecchio (Ta=25°C): 3140 lm

Limite di luminanza in ambienti con videotermini

Inferiore alle 3000 cd/mq per angoli >65° (secondo EN 12464-1:2011)

UGR: 19 con interdistanza superiore a 0,5H

H= Altezza dell'apparecchio da terra - 1,2 m



16202.01

The panel

The Panel 600x600

Alimentatore incluso.

Accessori per le installazioni da ordinare a parte.

Kit di alimentazione in emergenza da ordinare a parte.

01 bianco



Installazioni

Installabile senza accessori ad incasso in controsoffitti a pannelli 600x600mm con struttura a vista.

Installabile, con opportuni accessori da ordinare a parte: ad incasso in battuta con molle su controsoffitto; ad incasso in appoggio su apposito profilo in alluminio da rasare; a plafone; a sospensione; a fila continua a configurazione complessa, complanare o su piani inclinati (600x600mm).

Massima temperatura ambiente 35°C.

Materiali

Apparecchio dalle dimensioni contenute, con spessore 10 mm. Cornice in lega di alluminio verniciata a polvere di colore bianco lucido. Diffusore in polycarbonato opale, ad altissima trasmittanza, a luminanza uniforme.

Cablaggio

Alimentazione elettronica inclusa 220-240V 50/60Hz (alimentatore esterno al pannello LED e da collegare ad esso tramite opportuni connettori rapidi). Alimentatore da installare sul controsoffitto a lato del prodotto per installazione ad incasso o in appoggio sull'apparecchio per installazione a sospensione/plafone.

Schede LED posizionate sui lati maggiori, disponibile versione dimmerabile DALI/PUSH o 1-10V.

Disponibile kit di emergenza a servizio continuo 1 ora o 3 ore da ordinare a parte.

Tensione di alimentazione: 220-240V 50/60Hz

Potenza totale: 40W

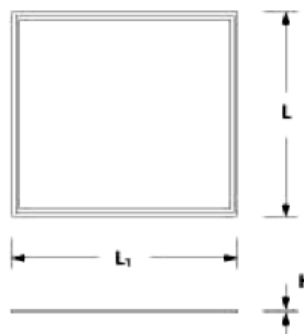
Rischio fotobiologico

Apparecchio certificato in GRUPPO ESENTE DA RISCHI, in conformità alla normativa CEI EN 62471:2010.

Conformità

Conforme alle norme: CEI EN 60598-1:2008 + A11:2009, IEC 60598-2-2.

novalux
ITALIAN LIGHTING STYLE SINCE 1948



H: 10 mm
L: 595 mm
L1: 595 mm



Sorgenti

Tipologia: PCB LED: Epistar 2016 SMD

Colore: bianco

Potenza: 36W

Temperatura colore: 4000K

MacAdam: 3 SDCM

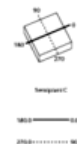
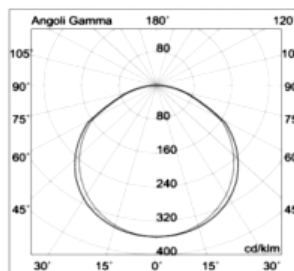
CRI: >80

Flusso nominale (Tc=25°C): 4045 lm

Durata utile (Ta=25°C): 50000h L80 B20

Lampada fornita

Caratteristiche fotometriche



Flusso luminoso apparecchio (Ta=25°C): 3340 lm

Limite di luminanza in ambienti con videoterminali

Inferiore alle 3000 cd/mq per angoli > 65° (secondo EN 12464-1:2011)

UGR: 19 con interdistanza superiore a 0,5H

H= Altezza dell'apparecchio da terra - 1,2 m



12902.01

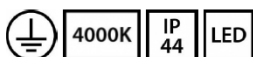
Ufo

Ufo LED luminaire

Emissione diffusa.

Alimentatore elettronico incluso.

01 bianco



Installazioni

Apparecchio LED per installazione a plafone o a parete.

Materiali

Base in acciaio verniciata bianca; diffusore in PMMA opale con montaggio a scatto.

Cablaggio

Alimentazione elettronica per LED integrata.

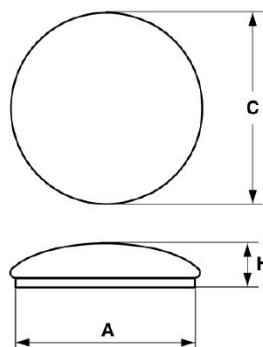
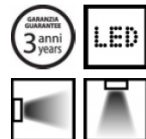
Tensione di alimentazione: 220-240V 50/60 Hz

Potenza totale: 13

Fattore potenza: 0.45

Conformità

Conforme alle norme: CEI EN 60598-1:2008 + A11:2009, IEC 60598-2-1.



A: 220 mm
C: 250 mm
D: 220 mm
H: 95 mm



Sorgenti



Tipologia: PCB LED

Colore: bianco

Potenza: 12W

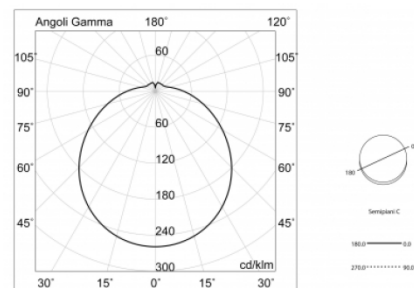
Temperatura colore: 4000K

Tonalità: 35000h L70

Flusso nominale (Tc=25°C): 1200 lm

Lampada fornita

Caratteristiche fotometriche



Flusso luminoso apparecchio (Ta=25°C): 900 lm



18201.01

Extraslim tondo - plafone

Extraslim Tondo LED

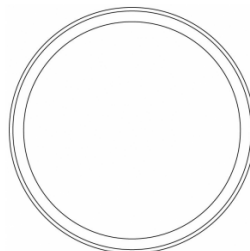
Extrasottile.

Emissione diretta, diffusa.

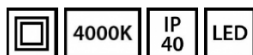
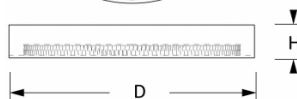
Completo di molle per il fissaggio.

Alimentatore elettronico incluso.

☐ 01 bianco



D: 225 mm
H: 40 mm



Installazioni

Apparecchio per installazione a plafone, completo di staffa di fissaggio.

Materiali

Cornice e dissipatore in lega di alluminio pressofusa verniciata a polvere di colore bianco; diffusore in polistirene opale, ad altissima trasmittanza, a luminanza uniforme.

Cablaggio

Alimentatore elettronico incluso.

Tensione di alimentazione: 220-240V 50/60Hz

Potenza totale: 20W

Fattore potenza: 0.95

Rischio fotobiologico

Apparecchio certificato in GRUPPO ESENTE DA RISCHI, in conformità alla normativa CEI EN 62471:2010.

Conformità

Conforme alle norme: CEI EN 60598-1:2008 + A11:2009, IEC 60598-2-1.

Sorgenti



Tipologia: LED

Colore: Bianco

Potenza: 18W

Temperatura colore: 4000K

CRI: >80

Durata utile (Ta=25°C): 30000h L80

Lampada fornita

Caratteristiche fotometriche

Flusso luminoso apparecchio (Ta=25°C): 2063 lm

Apertura fascio: 100°



I nuovi corpi illuminanti saranno posizionati nella medesima posizione e alla medesima altezza di quelli esistenti ad esclusione di quelli previsti nell'auditorium, dove si provvederà a sospendere le plafoniere

In alcuni locali i punti luce esistenti verranno integrati con altri previsti in nuova posizione e la cui alimentazione sarà garantita da cavi tipo N07G9/K in cornicetta in PVC posta a parete/soffitto.

Tutto ciò al fine di adeguare il livello illuminotecnico del locale oggetto d'intervento, alle prescrizioni indicate nella Norma tecnica di riferimento.

Per poter verificare i valori di resa illuminotecnica delle nuovi corpi illuminanti nei vari locali, si sono effettuati calcoli illuminotecnici posizionando i corpi illuminanti .

Tali calcoli sono individuabili nell'elaborato 04 – FASCICOLO CALCOLI ILLUMINOTECNICI.



MANUTENZIONE

FATTORE DI MANUTENZIONE

Un sistema di illuminazione deve essere progettato con un fattore di manutenzione generale (MF) calcolato per gli apparecchi di illuminazione scelti, l'ambiente il programma di manutenzione programmato.

L'illuminamento consigliato per ciascun compito è dato come illuminamento mantenuto. Il fattore di manutenzione dipende dalle caratteristiche di manutenzione della lampada e dell'alimentatore, dall'apparecchio, dall'ambiente e dal programma di manutenzione.

Il sistema di illuminazione deve essere progettato con il MF generale per la/e lampada/e scelta/e, apparecchio/i, riflessi di superficie, riflessioni, ambiente e programma di manutenzione stabilito.

Per i calcoli della luce del giorno, bisogna tenere in considerazione la riduzione dell'abbagliamento dovuta ai depositi di sporco.

Il progettista deve:

- stabilire il fattore di manutenzione ed elencare tutte le ipotesi richieste per la valutazione di questo valore;
- specificare gli apparecchi di illuminazione idonei all'ambiente e;
- preparare un programma di manutenzione completo che comprenda la frequenza del ricambio delle lampade, gli intervalli di pulizia degli apparecchi di illuminazione, del locale ed il metodo di pulizia più adeguato.

Il fattore di manutenzione ha un grande impatto sull'efficienza energetica. Le ipotesi formulate nella determinazione del fattore di manutenzione deve essere ottimizzato in modo che conduca a un valore elevato. La guida alla determinazione del MF per sistemi di illuminazione artificiale può essere trovato in CIE 97-2005.

Esistono tuttavia una serie di fattori, quali l'invecchiamento e la scoloritura dei materiali, sui quali non si può agire od è antieconomico farlo. Questi fattori determinano le perdite non recuperabili indicate in figura 1, le quali comunque non superano il 3%. Un'altra situazione nella quale la manutenzione non è praticabile è quella dove le particelle di polvere o di olio, in locali particolarmente sporchi, vanno a depositarsi e carbonizzarsi sulla superficie dei riflettori: in casi come questo non si riesce a far tornare il riflettore alle sue condizioni iniziali e conviene perciò la sostituzione dell'apparecchio di illuminazione.

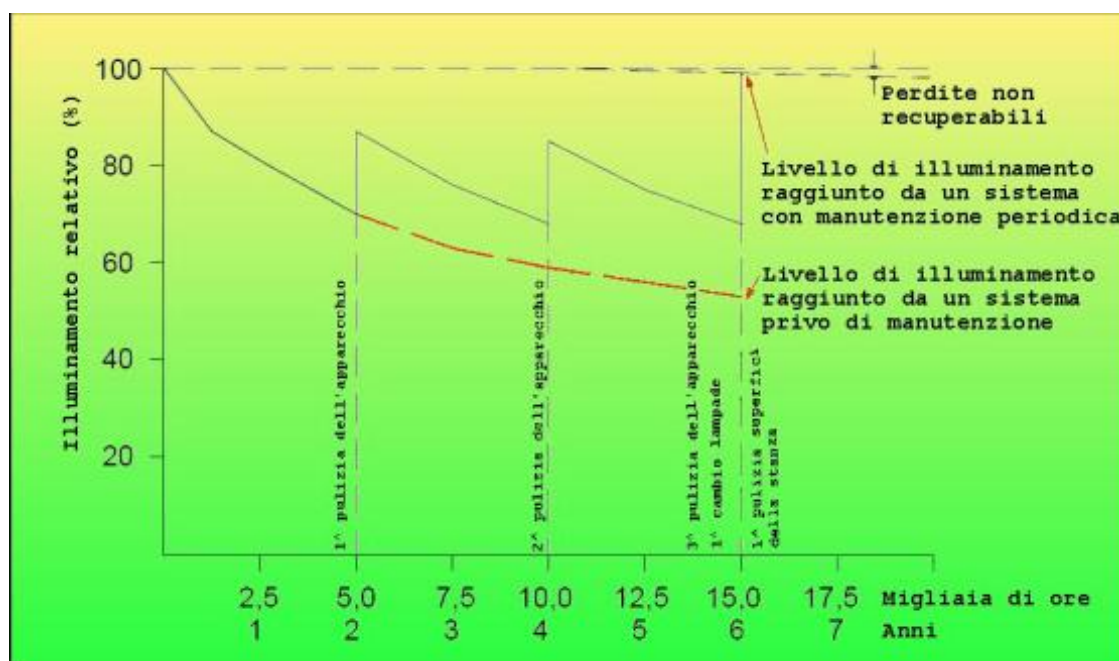


Figura 1 – Variazione dell'illuminamento attraverso la vita di un impianto. In assenza di manutenzione, l'illuminamento dopo 6 anni scende al 50 % di quello iniziale.

Un programma di manutenzione biennale unito alla sostituzione delle lampade ed alla pulizia delle pareti ogni 6 anni, porta ad ottenere un illuminamento dopo 6 anni pari al 98 % di quello iniziale.

(Esempio di lampade fluorescenti lineari montate su apparecchi riflettori in ambito industriale)

CONDIZIONI DELL'AMBIENTE E INTERVALLI DI MANUTENZIONE

La tabella 1 mostra gli intervalli di manutenzione consigliati per gli impianti di illuminazione in alcuni ambienti di lavoro con la loro categorizzazione in base al grado di pulizia.

Condizioni dell'ambiente (grado di sporcizia derivante dall'uso che viene fatto di un locale)	Intervallo massimo di manutenzione	Settori lavorativi
Molto pulito (MP)	3 anni	Ambienti asettici, centri di calcolo, reparti di assemblaggio di componenti elettronici, cliniche ospedaliere (qui per motivi igienici possono essere richiesti intervalli di manutenzione più brevi)
Pulito (P)		Uffici, scuole, reparti ospedaliere
Normale (N)	2 anni	Negozi, laboratori, ristoranti, magazzini, capannoni di montaggio
Sporco (S)	1 anno	Acciaierie, impianti chimici, fonderie, impianti metallurgici, lavorazione del legno

Tabella 1 – Intervalli di manutenzione in base alle condizioni dell'ambiente



PROGRAMMA DI PULIZIA DEGLI APPARECCHI

La tabella 2 fornisce una rapida indicazione degli intervalli di pulizia necessari per i differenti tipi di apparecchi di illuminazione usati nei vari ambienti. In fase di progettazione, la stessa tabella può essere utilizzata per scegliere gli apparecchi da installare nei diversi ambienti. Ad esempio gli apparecchi di categoria C, D ed F non sono raccomandati per gli ambienti sporchi e polverosi.

Intervallo di pulizia degli apparecchi	3 anni			2 anni			1 anno		
	MP	N	S	MP	N	S	MP	N	S
Condizioni dell'ambiente	P			P			P		
Tipo apparecchi									
A - Supporti a fascio libero	X				X				X
B - Riflettori aperti verso l'alto (a ventilazione naturale)	X				X				X
C - Riflettori chiusi verso l'alto (non ventilati)	X			(X)				X	
D - Apparecchi IP2X chiusi	X			(X)				X	
E - Apparecchi IP5X antipolvere	X	X				X			
F - Apparecchi a luce indiretta				X			(X)	X	
G - Apparecchi a ventilazione forzata	X	X				X			

Tabella 2 – Intervallo di pulizia degli apparecchi
La tabella vale per fattori di manutenzione dell'apparecchio (LMF) 0,8

DURATA DI ESERCIZIO DELLE LAMPADE

La luce emessa da tutti i tipi di lampada decresce con le ore di accensione: la durata reale dipende dallo specifico tipo di lampada e, per le lampade fluorescenti, dal sistema di alimentazione.

Attività lavorativa	Durata di accensione		Comando sulla base della luce diurna (le lampade si accendono automaticamente quando la luce diurna è insufficiente) *	Durata di esercizio per lampada (ore di accensione)
	Giorni di accensione all'anno	Ore al giorno		
Industria				
Turni 24 ore su 24. controllo del sistema	365	24	No	8760
	365	24	Si	7300
Doppi turni, 6 giorni alla settimana	310	16	No	4960
	310	16	Si	3720
Turno unico, 6 giorni alla settimana	310	10	No	3100
	310	10	Si	1760
Turno unico, 5 giorni alla settimana	258	10	No	2580
	258	10	Si	1550

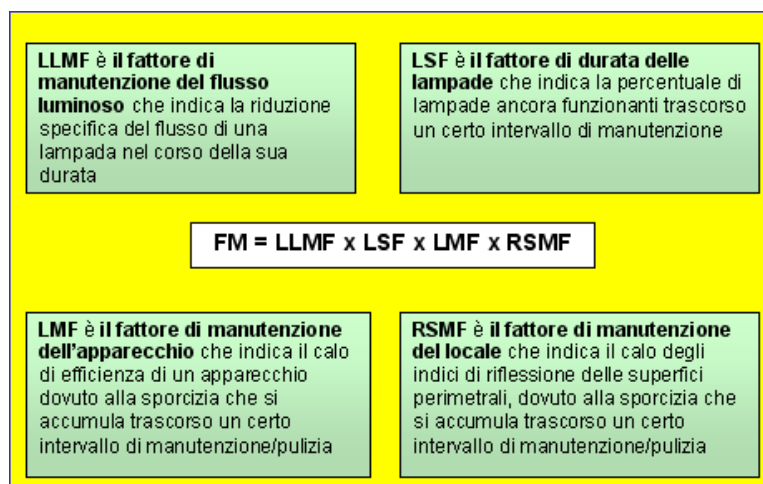
Tabella 3 – Durata di esercizio delle lampade.

* I dati valgono a condizione che per la metà della giornata lavorativa sia disponibile la luce diurna in quantità adeguata.



CALCOLO DEL FATTORE DI MANUTENZIONE

Il fattore di manutenzione può essere calcolato come il prodotto di quattro parametri, il cui valore può essere desunto da apposite tabelle.



I primi due fattori, LLMF e LSF entrambi riferiti alle lampade, vengono indicati in tabella 4, dalla quale risulta evidente l'importanza di avere dati costantemente aggiornati da parte dei costruttori per poter effettuare una stima il più possibile accurata del fattore di manutenzione. Come si nota, per i LED il documento Cie non fornisce valori a causa del fatto che la situazione di queste sorgenti è in troppo rapido mutamento. E' da notare che nel caso delle lampade a scarica, il tasso di sopravvivenza è influenzato pesantemente dalla frequenza di accensioni/spegnimenti e dal sistema di alimentazione. Il fattore LSF, potrebbe essere inoltre usato, congiuntamente al fattore LLMF, per stabilire la durata della vita economica delle lampade, normalmente più breve della vita dichiarata dal costruttore. Nella tabella 4 vanno utilizzati i dati sulla durata di esercizio delle lampade ricavati dalla tabella 3.

Durata di esercizio in 1000 ore		0,1	0,5	1	2	4	6	8	10	12	15	20	30
Tipo lampade	Fattore												
Incandescenza	LLMF	1,00	0,97	0,93									
	LSF	1,00	0,98	0,50									
Alogene	LLMF	1,00	0,99	0,97	0,95								
	LSF	1,00	1,00	0,78	0,50								
Fluorescenti trifosforo	LLMF	1,00	0,99	0,98	0,97	0,93	0,92	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97	0,94	0,50	
Fluorescenti alogosfatti	LLMF	1,00	0,98	0,96	0,95	0,87	0,84	0,81	0,79	0,77	0,75		
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,92	0,50		
Fluorescenti compatte	LLMF	1,00	0,98	0,97	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85				
	LSF	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,94	0,86	0,50				
Vapori di mercurio alta pressione	LLMF	1,00	0,99	0,97	0,93	0,85	0,82	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	
	LSF	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,94	0,90	0,86	0,79	0,69	0,50	
Ioduri metallici	LLMF	1,00	0,98	0,95	0,90	0,87	0,83	0,79	0,65	0,63	0,58	0,50	
	LSF	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,92	0,86	0,80	0,73	0,66	0,50	
Vapori di sodio alta pressione	LLMF	1,00	1,00	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,94	0,90
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,95	0,92	0,50
LED	LLMF	I dati stanno cambiando troppo rapidamente											
	LSF	I dati stanno cambiando troppo rapidamente											

Tabella 4 – Fattori di manutenzione del flusso luminoso (LLMF) di durata delle lampade (LSF). Se è prevista la sostituzione singola delle lampade, il fattore di durata delle lampade LSF sarà pari a 1



Il fattore di manutenzione degli apparecchi dipende dallo sporco che si deposita sulla lampada e/o sull'apparecchio lungo un certo periodo di tempo. Nei locali ad uso industriale è frequente rilevare una perdita di illuminamento dovuta allo sporco del 50 %, se tra due intervalli di pulizia si lascia trascorrere un periodo troppo elevato. La quantità di perdite dipende dalla natura e dalla densità dell'aria contenente le particelle di sporco, dal design e dal materiale dell'apparecchio e dal tipo di lampada. Lo sporco che si accumula sulle superfici riflettenti può essere ridotto attraverso la sigillatura della lampada all'interno di involucri con grado di protezione almeno IP54. Nella tabella 5 che fornisce alcuni valori possibili di LMF per differenti tipologie di apparecchi, vanno utilizzati i dati delle tabelle 1 e 2.

Intervallo di pulizia degli apparecchi (anni)	0	0,5				1,0				1,5			
Condizioni dell'ambiente	Qualsiasi	MP	P	N	S	MP	P	N	S	MP	P	N	S
Tipo apparecchi													
A	1	0,98	0,95	0,92	0,88	0,96	0,93	0,89	0,83	0,95	0,91	0,87	0,80
B	1	0,96	0,95	0,91	0,88	0,95	0,90	0,86	0,83	0,94	0,87	0,83	0,79
C	1	0,95	0,93	0,89	0,85	0,94	0,89	0,81	0,75	0,93	0,84	0,74	0,66
D	1	0,94	0,92	0,87	0,83	0,94	0,88	0,82	0,77	0,93	0,85	0,79	0,73
E	1	0,94	0,96	0,93	0,91	0,96	0,94	0,90	0,86	0,92	0,92	0,88	0,83
F	1	0,94	0,92	0,89	0,85	0,93	0,86	0,81	0,74	0,91	0,81	0,73	0,65
G	1	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	0,99	0,96	0,93	0,99	0,97	0,94	0,89
Intervallo pulizia apparecchi (anni)		2,0				2,5				3,0			
Condizioni ambiente		MP	P	N	S	MP	P	N	S	MP	P	N	S
Tipo app.													
A		0,94	0,89	0,84	0,78	0,93	0,87	0,82	0,75	0,92	0,85	0,79	0,73
B		0,92	0,84	0,80	0,75	0,91	0,82	0,76	0,71	0,89	0,79	0,74	0,68
C		0,91	0,80	0,69	0,59	0,89	0,77	0,64	0,54	0,87	0,74	0,61	0,52
D		0,91	0,83	0,77	0,71	0,90	0,81	0,75	0,68	0,89	0,79	0,73	0,65
E		0,93	0,91	0,86	0,81	0,92	0,90	0,85	0,80	0,92	0,90	0,84	0,79
F		0,88	0,77	0,66	0,57	0,86	0,73	0,60	0,51	0,85	0,70	0,55	0,45
G		0,99	0,96	0,92	0,87	0,98	0,95	0,91	0,86	0,98	0,95	0,90	0,85

Tabella 5 – Fattore di manutenzione dell'apparecchio (LMF)



Il fattore RSMF dipende dalle proporzioni del locale, dai fattori di riflessione delle pareti e dalla distribuzione del flusso luminoso da parte dell'apparecchio di illuminazione. Come per il fattore LMF, anche il fattore RSMF è condizionato dal tipo e dalla quantità di sporco che si deposita, in questo caso sulle pareti. E' naturalmente consigliata una periodica pulizia e ritinteggiatura di pareti e soffitto, soprattutto negli ambienti nei quali viene largamente sfruttata l'illuminazione indiretta. Dalla tabella 6, nella quale vanno utilizzate le informazioni delle tabelle 1 e 2, si possono ricavare dei valori possibili per il fattore RSMF. La tabella 6 è una sintesi di tre tabelle proposte dal documento Cie 97/2005 ognuno per un tipo di illuminazione differente: diretta, diretta/indiretta e indiretta.

Intervallo di pulizia del locale (anni)		0	0,5				1,0				1,5			
Condizioni dell'ambiente		Qualsiasi	MP	P	N	S	MP	P	N	S	MP	P	N	S
Fattori di riflessione	Tipo di illuminazione													
0,8/0,7/0,2	Diretta	1,00	0,97	0,93	0,88	0,81	0,96	0,92	0,86	0,80	0,95	0,91	0,86	0,80
	Diretta/Indiretta	1,00	0,95	0,90	0,81	0,70	0,94	0,88	0,78	0,67	0,93	0,87	0,77	0,67
	Indiretta	1,00	0,93	0,86	0,72	0,54	0,91	0,82	0,67	0,50	0,90	0,81	0,66	0,49
0,7/0,5/0,2	Diretta	1,00	0,98	0,96	0,92	0,87	0,97	0,95	0,91	0,86	0,97	0,94	0,90	0,86
	Diretta/Indiretta	1,00	0,97	0,93	0,87	0,77	0,96	0,91	0,84	0,75	0,95	0,91	0,84	0,75
	Indiretta	1,00	0,95	0,89	0,77	0,60	0,93	0,86	0,73	0,56	0,92	0,85	0,72	0,55
0,5/0,3/0,2	Diretta	1,00	0,99	0,98	0,96	0,93	0,99	0,97	0,95	0,92	0,98	0,97	0,95	0,92
	Diretta/Indiretta	1,00	0,98	0,96	0,92	0,85	0,97	0,95	0,90	0,84	0,97	0,94	0,90	0,84
	Indiretta	1,00	0,96	0,91	0,81	0,66	0,95	0,89	0,78	0,62	0,94	0,88	0,77	0,61
Intervallo di pulizia del locale (anni)			2,0				2,5				3,0			
Condizioni dell'ambiente			MP	P	N	S	MP	P	N	S	MP	P	N	S
Fattori di riflessione di soffitto/ pareti/ pavimento	Tipo di illuminazione													
0,8/0,7/0,2	Diretta		0,95	0,91	0,85	0,80	0,95	0,91	0,85	0,80	0,95	0,91	0,85	0,80
	Diretta/Indiretta		0,93	0,87	0,77	0,67	0,93	0,87	0,77	0,67	0,93	0,87	0,77	0,67
	Indiretta		0,90	0,81	0,66	0,49	0,90	0,81	0,66	0,49	0,90	0,81	0,66	0,49
0,7/0,5/0,2	Diretta		0,97	0,94	0,90	0,86	0,97	0,94	0,90	0,86	0,97	0,94	0,90	0,86
	Diretta/Indiretta		0,95	0,91	0,83	0,75	0,95	0,91	0,83	0,75	0,95	0,91	0,83	0,75
	Indiretta		0,92	0,85	0,72	0,55	0,92	0,84	0,72	0,55	0,92	0,84	0,72	0,55
0,5/0,3/0,2	Diretta		0,98	0,97	0,95	0,92	0,98	0,97	0,95	0,92	0,98	0,97	0,95	0,92
	Diretta/Indiretta		0,97	0,94	0,90	0,84	0,97	0,94	0,90	0,84	0,97	0,94	0,90	0,84
	Indiretta		0,94	0,88	0,77	0,61	0,94	0,88	0,77	0,61	0,94	0,88	0,77	0,61

Tabella 6 – Fattore di manutenzione del locale (RSMF)



Il valore del fattore di manutenzione FM calcolato influisce sul numero di apparecchi di illuminazione necessari per produrre uno specifico illuminamento. Alti fattori di manutenzione possono essere raggiunti attraverso un'attenta scelta dell'equipaggiamento e ad una elevata frequenza della pulizia delle installazioni. Le normative internazionali (Iso 8995) raccomandano che il fattore di manutenzione non scenda al di sotto di 0,7. Valori possibili sono indicati in tabella 7.

Tipo di lampada		Incandescenza alogene				Fluorescenti compatte			
Condizioni dell'ambiente		MP	P	N	S	MP	P	N	S
Tipo apparecchi	Tipo illuminazione								
A	Diretta/indiretta	0,87	0,80	0,70	0,59	0,81	0,75	0,66	0,55
B	Diretta/Indiretta	0,86	0,78	0,73	0,59	0,80	0,73	0,64	0,55
C	Diretta	0,87	0,79	0,69	0,61	0,81	0,74	0,65	0,57
D	Diretta	0,87	0,79	0,70	0,63	0,81	0,74	0,65	0,59
E	Diretta	0,88	0,84	0,77	0,70	0,83	0,79	0,72	0,66
F	Indiretta	0,81	0,69	0,55	0,39	0,76	0,64	0,52	0,36
G	Diretta	0,92	0,88	0,82	0,76	0,86	0,83	0,77	0,71

Tipo di lampada		Fluorescenti lineari trifosforo				Ioduri metallici			
Condizioni dell'ambiente		MP	P	N	S	MP	P	N	S
Tipo apparecchi	Tipo illuminazione								
A	Diretta/indiretta	0,82	0,76	0,66	0,56	0,79	0,74	0,64	0,54
B	Diretta/Indiretta	0,81	0,74	0,64	0,56	0,79	0,71	0,62	0,54
C	Diretta	0,82	0,75	0,66	0,58	0,79	0,73	0,63	0,56
D	Diretta	0,82	0,74	0,66	0,60	0,79	0,72	0,64	0,58
E	Diretta	0,84	0,80	0,73	0,67	0,81	0,77	0,70	0,64
F	Indiretta	0,77	0,65	0,52	0,37	0,74	0,63	0,51	0,35
G	Diretta	0,87	0,84	0,78	0,72	0,84	0,81	0,75	0,70



Tipo di lampada		Sodio alta pressione							
Condizioni dell'ambiente		MP	P	N	S				
Tipo apparecchi	Tipo illuminazione								
A	Diretta/indiretta	0,86	0,80	0,69	0,59				
B	Diretta/Indiretta	0,85	0,77	0,67	0,59				
C	Diretta	0,86	0,79	0,69	0,60				
D	Diretta	0,86	0,78	0,69	0,62				
E	Diretta	0,88	0,83	0,76	0,70				
F	Indiretta	0,80	0,68	0,55	0,38				
G	Diretta	0,91	0,87	0,81	0,75				

Tabella 7 – Valori tipici del fattore di manutenzione nelle seguenti condizioni:
stanza di medie dimensioni (indice del locale $k = 2,5$),
fattori di riflessione di soffitto/pareti/pavimento pari a 70/50/20,
intervallo di pulizia di lampade e apparecchi: 1 anno,
intervallo di pulizia delle superfici perimetrali della stanza: 6 anni.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Dopo aver stabilito il fattore di manutenzione ed aver scelto adeguati apparecchi di illuminazione, è di fondamentale importanza preparare un programma completo di manutenzione. Nell'elaborare un programma di manutenzione vanno affrontati i seguenti punti:

- La modalità di sostituzione lampade , cioè singolarmente in base ai guasti (manutenzione correttiva) oppure a gruppi, pianificata secondo determinate scadenze (manutenzione preventiva);
- La manutenzione degli apparecchi , cioè in sostanza la pulizia degli apparecchi stessi;
- La manutenzione delle superfici riflettenti, cioè la pulizia regolare delle superfici riflettenti che è tanto più importante quanto più sono forti la componente di luce indiretta di un impianto e il livello di sporcizia che si sviluppa nel locale.;
- L'attrezzatura per la manutenzione , ad esempio i vari elevatori e gru (montacarichi, carrelli elevatori, etc.), i meccanismi per apparecchi d'illuminazione che permettono di abbassare gli apparecchi a livello del pavimento, le strutture per effettuare il bagno degli apparecchi mediante detergenti liquidi o ultrasuoni, etc.;
- I criteri per minimizzare il lavoro di manutenzione , che possono consistere in:
 - uso di sorgenti luminose che mantengono costanti le caratteristiche illuminotecniche nel corso di tutta la loro durata;
 - misure contro la penetrazione di oggetti estranei negli apparecchi;

- installazione di lampade resistenti alla polvere;
- scelta accurata dei materiali;
- uso di apparecchi che comportino il minor lavoro possibile nel montare/smontare le parti ottiche;
- scelta dei materiali in funzione delle condizioni dell'ambiente;

Il programma di manutenzione può essere impostato secondo due filosofie di intervento sull'impianto: a intervalli regolari o ad intervalli variabili. Il programma di manutenzione ad intervalli regolari (figura 2) stabilisce una cadenza temporale rigida per gli interventi di pulizia, mentre il programma ad intervalli variabili è impostato su intervalli di pulizia diseguali (figura 3). Quest'ultima impostazione è particolarmente vantaggiosa nell'ottenere fattori di manutenzione più elevati, quando l'impianto di illuminazione ha elevati costi iniziali e di consumo energetico, ma bassi costi di manutenzione.

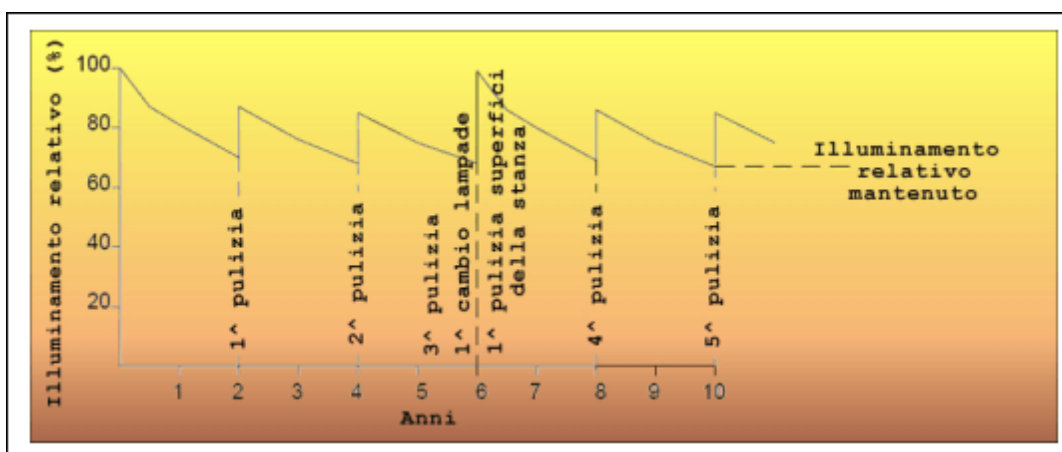


Figura 2 – Programma di manutenzione ad intervalli regolari

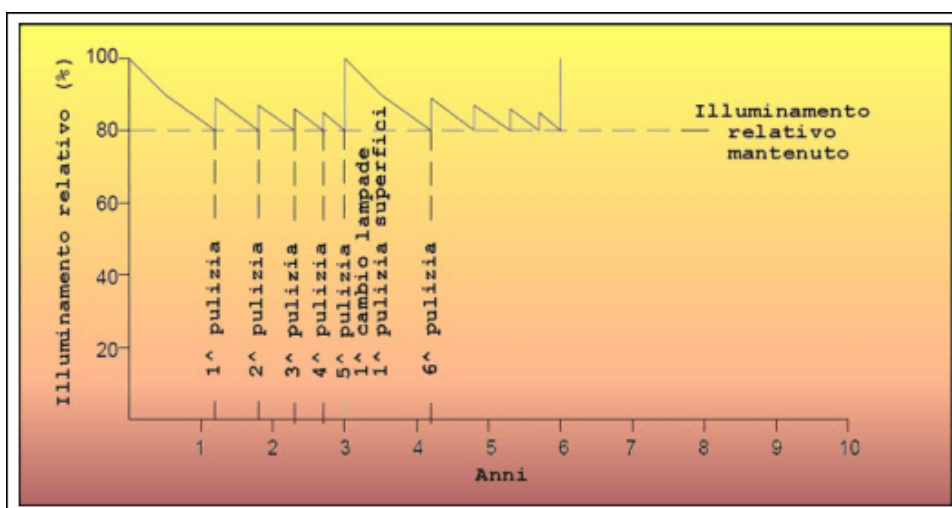
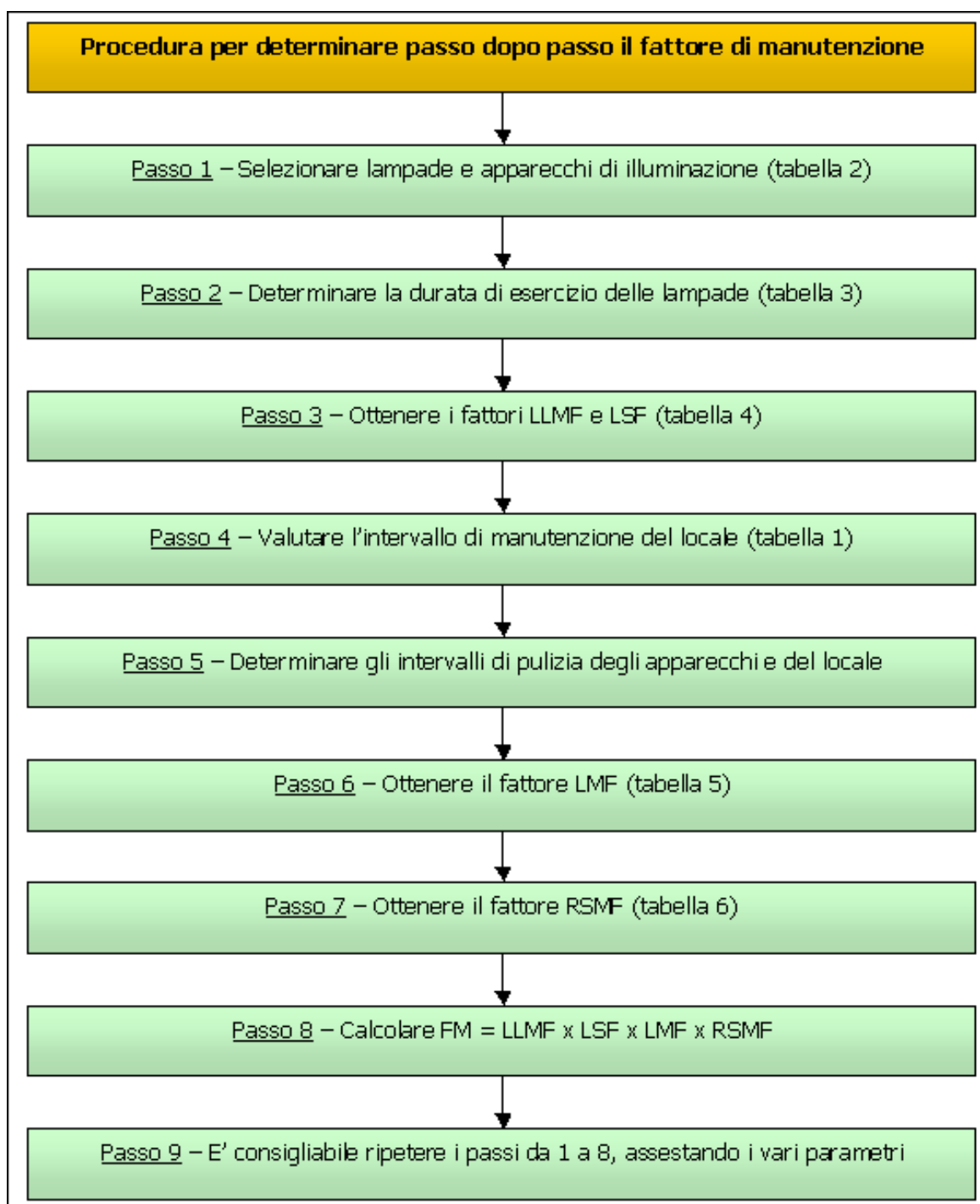


Figura 3 - Programma di manutenzione ad intervalli variabili



Percorso logico per il calcolo di FM



EFFICIENZA ENERGETICA

REQUISITI DI EFFICIENZA ENERGETICA

L'illuminazione deve essere progettata per soddisfare le esigenze di illuminazione di un determinato compito o lo spazio in una maniera energeticamente efficiente. E' importante non compromettere gli aspetti visivi di un impianto di illuminazione semplicemente per ridurre il consumo di energia. Livelli di luce come stabilito nella presente norma europea sono valori minimi illuminamento medio e devono essere mantenuti.

Il risparmio energetico può essere fatto recuperando luce naturale, rispondendo a modelli di occupazione, migliorando le caratteristiche di manutenzione dell'impianto, e facendo pieno uso delle verifiche.

La quantità di luce diurna varia nell'arco della giornata a seconda delle condizioni climatiche. Inoltre, in interni con finestre laterali la luce del giorno disponibile decresce rapidamente con la distanza dalla finestra.

Una illuminazione supplementare può essere necessaria per garantire i livelli di illuminamento richiesti nell'area di lavoro e bilanciare la distribuzione della luce all'interno della stanza. La commutazione automatica o manuale e / o regolazione può essere utilizzata per garantire un' adeguata integrazione tra illuminazione artificiale e luce naturale.

Una procedura per la stima del fabbisogno energetico di un impianto di illuminazione è data nella EN 15193. La norma fornisce una metodologia per il calcolo di un indicatore numerico di energia di illuminazione (LENI), che rappresenta la prestazione energetica di illuminazione degli edifici. Questo indicatore può essere utilizzato per la camera singola su base comparativa solo, come i valori di riferimento riportati nella EN 15193 sono definiti per un intero edificio.

MOTIVATAZIONI PER L'IMPEGNO VOLTO AL RISPARMIO DI ENERGIA

Sulla base degli obiettivi del protocollo di Kyoto del 1997, l'Unione Europea ha definito alcuni provvedimenti per garantire la gestione economica e sostenibile delle risorse. Dopo la messa al bando degli alimentatori convenzionali ai sensi della Direttiva 2000/55/CE (sostituita dalla direttiva 2005/32/CE), la riduzione delle sostanze pericolose per effetto della direttiva 2002/95/CE (RoHS) e della direttiva 2002/96/CE (RAEE) per lo smaltimento dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, l'UE definisce con la direttiva EuP 2005/32/CE (sostituita dalla direttiva ErP 2009/125/CE) la struttura con la quale vengono stabiliti i requisiti di ecodesign per i prodotti che utilizzano energia (ora definiti "prodotti correlati all'energia").



OBIETTIVO PERSEGUITO DALL'UE CON LE LINEE GUIDA AMBIENTALI

L'UE intende ridurre l'impatto ambientale dei prodotti correlati all'energia con l'ausilio del Regolamento 2005/32/CE (sostituito dal Regolamento 2009/125/CE). La domanda relativa all'elettricità è quella in maggiore crescita nel settore dell'utilizzo dell'energia. Per questo motivo il miglioramento dell'efficienza energetica rappresenta un importante contributo al mantenimento delle forniture energetiche. A causa del diretto collegamento tra l'utilizzo dell'energia e l'emissione di gas serra, l'aumento dell'efficienza energetica richiede lo sviluppo di un approccio globale visto come obiettivo ambientale fondamentale per limitare dette emissioni.

Le emissioni di CO₂ aumenterebbero di 158 tonnellate senza i requisiti imposti dai Regolamenti 244/2009/CE e 245/2009/CE. Si prevede che detti Regolamenti contribuiranno a raggiungere l'obiettivo comune dell'UE di ridurre il consumo di energia del 20% entro il 2020, pari ad un consumo annuale di elettricità di 77 TWh o a 30,8 tonnellate di CO₂.

REGOLAMENTO 244/2009/CE

Il Regolamento 244/2009/CE (modificato dal Regolamento 859/2009/CE) rappresenta la misura di attuazione della Direttiva 2005/32/CE per quanto riguarda i requisiti di ecodesign delle lampade domestiche non direzionali. Il concetto di "lampada domestica" si riferisce generalmente ai seguenti tipi di lampada e non implica l'utilizzo esclusivo nel settore privato. Il Regolamento contempla:

- Lampade ad incandescenza
- Lampade alogene
- Lampade fluorescenti compatte con alimentatore integrato
- Lampade LED retrofit con alimentatore integrato

Il Regolamento non contempla le lampade con riflettore, per le quali è in preparazione un apposito Regolamento.

REGOLAMENTO 245/2009/CE

Il Regolamento 245/2009/CE (modificato dal Regolamento 347/2010/CE) rappresenta la misura di attuazione della Direttiva 2005/32/CE per quanto riguarda i requisiti di ecodesign dei prodotti principalmente utilizzati per l'ufficio, l'industria e l'illuminazione stradale. Il Regolamento si occupa inoltre di altri prodotti simili utilizzati negli spazi privati.

Il Regolamento contempla:

- Lampade fluorescenti senza alimentatore integrato



- Lampade a scarica ad alta pressione
- Alimentatori per lampade fluorescenti e lampade a scarica ad alta pressione
- Apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti e lampade a scarica ad alta pressione

REGOLAMENTO 347/2010/CE

Il Regolamento modifica il precedente regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione nella parte riferita alle specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade.

CONSEGUENZE DEI NUOVI REGOLAMENTI

Il Regolamento 244/2009/CE (modificato dal Regolamento 859/2009/CE) impone la graduale eliminazione dei prodotti definendo il massimo consumo di corrente per un certo flusso luminoso e i requisiti minimi di durata, mantenimento dei lumen, numero di cicli di commutazione, tempo di accensione, tempo di riscaldamento, percentuale di guasti, radiazione UV, fattore di potenza e resa del colore. I dati tecnici dei prodotti interessati dal Regolamento devono essere riportati sia sull'imballaggio che su internet.

Il Regolamento 245/2009/CE (modificato dal Regolamento 347/2010/CE) impone la graduale eliminazione dei prodotti definendo i requisiti minimi di efficienza luminosa, mantenimento dei lumen, fattore di sopravvivenza, il livello minimo di efficienza e le conseguenti classi di efficienza energetica degli alimentatori con il graduale aumento dei requisiti. I requisiti degli apparecchi di illuminazione sono definiti dai requisiti dei componenti installati. I dati tecnici definiti dal Regolamento devono essere pubblicati su internet e in un'altra forma ritenuta appropriata dal produttore.

INFORMAZIONI E METODO DI PUBBLICAZIONE DELLE INFORMAZIONI SUI PRODOTTI

Per i prodotti contemplati dal Regolamento 244/2009/CE (modificato dal Regolamento 859/2009/CE), l'Allegato II comma 3 definisce le modalità di pubblicazione delle informazioni sul prodotto sulla confezione e su internet.

L'obbligo di dichiarazione vale anche per l'imballaggio degli apparecchi di illuminazione, se detto imballaggio contiene un prodotto incluso nel Regolamento 244/2009/CE:

- Imballaggio:



- Corrente nominale della lampada
- Flusso luminoso nominale (font di grandezza almeno doppia rispetto al valore nominale di uscita)
- Durata nominale
- Numero di cicli di commutazione prima di un guasto prematuro
- Temperatura di colore (espressa in Kelvin)
- Tempo di riscaldamento al 60% del pieno flusso luminoso
- Avvertimento relativo all'impossibilità di dimmerare la lampada o alla possibilità di dimmerarla solo con specifici variatori
- Informazioni sull'idoneità in condizioni non standard (come ad es. ad una temperatura ambiente $T_a \neq 25^\circ\text{C}$)
- Dimensioni in millimetri (lunghezza e diametro)
- Per quanto riguarda le lampade ad incandescenza: Conformità del valore equivalente prescritto del flusso luminoso
- Se la lampada contiene mercurio:
 - Contenuto di mercurio (X,X mg)
 - Indicazione del sito web per consultazione in caso di rottura accidentale
- Internet:
 - Informazioni sopra riportate +
 - Livello di potenza caratteristico
 - Flusso luminoso caratteristico
 - Durata nominale
 - Fattore di potenza
 - Mantenimento del flusso luminoso al termine della durata nominale
 - Tempo di avvio (X,X secondi)
 - Resa del colore Ra
 - Se la lampada contiene mercurio:
 - Istruzioni di pulizia dei resti della lampada in caso di rottura accidentale
 - Consigli di smaltimento della lampada al termine della durata

Ai sensi dell'Allegato III del Regolamento 245/2009/CE (modificato dal Regolamento 347/2010/CE) è obbligatorio pubblicare le seguenti informazioni di prodotto per i prodotti contemplati su internet e in un'altra forma ritenuta appropriata dal produttore.

- Lampade
- Livello di potenza nominale



- Livello di potenza caratteristico
- Flusso luminoso nominale
- Flusso luminoso caratteristico
- Efficienza caratteristica della lampada
- Mantenimento nominale del flusso luminoso per 2.000 ore, 4.000 ore, 6.000 ore, 8.000 ore, 12.000 ore, 16.000 ore e 20.000 ore (lampade nuove solo fino a 8.000 ore)
- Fattore di sopravvivenza nominale per 2.000 ore, 4.000 ore, 6.000 ore, 8.000 ore, 12.000 ore, 16.000 ore e 20.000 ore (lampade nuove solo fino a 8.000 ore)
- Contenuto di mercurio (X,X mg);
- Indice di resa del colore (Ra) della lampada;
- Temperatura di colore della lampada
- Temperatura ambiente del massimo flusso luminoso
- Alimentatori (su internet e visibile in maniera chiara e permanente sul prodotto stesso)
- Classe di efficienza energetica degli alimentatori per le lampade fluorescenti a partire dal 2010
- Efficienza degli alimentatori per le lampade a scarica ad alta pressione a partire dal 2012
- Apparecchi di illuminazione – Allegato III comma 3.2
- Classe di efficienza energetica o efficienza dell'alimentatore se l'apparecchio di illuminazione comprende un alimentatore
- Efficienza luminosa (lm/W) della lampada se l'apparecchio di illuminazione comprende una lampada
- Alimentatore compatibile se l'apparecchio di illuminazione non comprende un alimentatore
- Lampada compatibile (codice ILCOS) se l'apparecchio di illuminazione non comprende una lampada
- Istruzioni di manutenzione per garantire la qualità originale nel tempo
- Istruzioni di smontaggio



VARIABILITÀ DELLA LUCE

La luce è importante per la salute e il benessere. La luce influenza lo stato d'animo, le emozioni e l'attività mentale delle persone. La luce può altrettanto sostenere e regolare i ritmi circadiani e influenzare lo stato fisiologico e psicologico delle persone. Ad oggi la ricerca suggerisce che tali fenomeni, in aggiunta ai criteri di design d'illuminazione definiti nella norma EN 12464-1 possono essere forniti dalla così chiamata "immagine non formata" e dalla percezione di colore della luce.

Variando nel tempo le condizioni di illuminamento con un illuminamento più elevato, la distribuzione delle luminanze e la gamma delle temperature di colore rispetto a quanto specificato nella norma europea standard insieme con la luce naturale e soluzioni di illuminamento dedicate è possibile stimolare le persone e favorire il loro benessere.

Porto Mantovano (MN), Dicembre 2015

