

Il rischio fotobiologico nell'illuminazione stradale

1.	Introduzione	2
2.	Premessa	2
3.	Considerazioni sulla IEC - TR 62778	3
	3.1. Valutazione con misure di spettro	3
	3.2. Valutazione semplificata	4
4.	Considerazioni sull'illuminazione stradale	5
5.	Conclusioni	8

1

1. Introduzione

L'utilizzo dei LED come sorgente efficiente e di lunga durata, ha sempre maggior impiego nell'illuminazione di aree esterne, strade urbane ed extraurbane, ovvero nell'illuminazione stradale. La direzionalità della luce favorita dalle ridotte dimensioni della sorgente, permettono al progettista degli apparecchi di illuminazione di orientare i fasci luminosi nelle direzioni volute aumentando le efficienze ottiche e riducendo i fattori di dispersione della luce.

L'aspetto legato al rischio fotobiologico da luce Blu è però spesso un freno da parte degli amministratori nell'agevolare e favorire il rinnovamento e l'efficientamento degli impianti. Spesso molti progettisti, installatori o le riviste tecniche di settore, mettono in guardia paventando una pericolosità intrinseca della sorgente per il rischio fotobiologico da luce Blu. La complessità delle misurazioni e delle valutazioni tecniche che permettono di dimostrare il contrario, spesso non sono pienamente disponibili e lasciano irrisolte le questioni.

Scopo di questo documento è di fornire elementi oggettivi affinché si possa comprendere che nelle applicazioni di illuminazione stradale il rischio fotobiologico da luce Blu è trascurabile.

2. Premessa

A seguito della pubblicazione della norma CEI EN 62471 sulla valutazione del rischio fotobiologico, con la conseguente classificazione delle sorgenti di illuminazione (da RG 0 a RG 3), sono state effettuate ulteriori ricerche a livello normativo per individuare quali parametri consentono la trasferibilità del dato relativo al rischio fotobiologico dalla sorgente luminosa (lampada o modulo LED) all'apparecchio di illuminazione finito. A tale scopo è stata pubblicata la IEC/TR 62778: 2012 che definisce le modalità di applicazione della CEI EN 62471 alle sorgenti di luce e agli apparecchi di illuminazione.

Questa pubblicazione individua metodi di valutazione per determinare la soglia tra il RG 1 e RG 2 ⁽¹⁾ in conformità alla CEI EN 62471 per un tempo di esposizione di 100 s.

Sottolineando che fino al gruppo di rischio RG 2 i livelli di esposizione sono associati a rischi bassi, tali da poter anche essere identificati come sicuri e/o non pericolosi (anche per effetto delle reazioni istintive di auto protezione dell'occhio umano), si specifica che:

¹ tenendo in considerazione i limiti di esposizione di 10.000 W·m⁻²·sr⁻¹ per le sorgenti estese o 1 W·m⁻² per le sorgenti piccole

- Il gruppo di Rischio RG 1 è sicuro in quanto:
“Il concetto di base per tale classificazione (rischio basso) è che la lampada non provoca rischio dovuto a normali limitazioni di funzionamento sull’esposizione”.

(CEI EN 61347-1 par. 6.1.2)

Del resto anche la norma IEC 62471-2 non richiede nessuna avvertenza per prodotti classificati RG 1 per rischio da luce Blu;

- Benché la IEC/TR 62778: 2012 si propone di determinare la soglia tra RG 1 e RG 2, il gruppo di rischio RG 2 non è comunque da considerarsi pericoloso ai fini del rischio fotobiologico da luce blu in quanto:

“Il concetto di base per la classificazione del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) è che la lampada non provoca un rischio in seguito ad una reazione istintiva guardando sorgenti di luce molto luminose o in seguito ad una sensazione di disagio termico.”

(CEI EN 61347-1 par. 6.1.3)

3

3. Considerazioni sulla IEC - TR 62778

Il documento normativo IEC/TR 62778 definisce due metodologie per la determinazione della soglia tra RG 1 e RG 2 per il rischio da luce Blu.

3.1. Valutazione con misura di spettro

La prima metodologia prevede una misurazione spettrale della radiazione mediante misure di radianza o irradianza (a seconda della dimensione della sorgente). Sulla base del risultato ottenuto, la sorgente viene classificata come:

- sorgenti con Gruppo di rischio **“RG 0 illimitato”**:
in questo caso, l’apparecchio di illuminazione che incorpora una o più sorgenti di questo tipo avrà la stessa classificazione di rischio da luce blu RG 0, indipendentemente dalla distanza di visione, ottiche o lenti utilizzati nell’apparecchio.
- sorgenti con Gruppo di rischio **“RG 1 illimitato”**:
anche in questo caso, l’apparecchio di illuminazione che incorpora una o più sorgenti di questo tipo, avrà la stessa classificazione di rischio da luce blu RG 1 o inferiore, indipendentemente dalla distanza di visione, ottiche o lenti utilizzati nell’apparecchio.

- sorgenti con un illuminamento di soglia E_{thr} :
se la valutazione in accordo alla Norma IEC/TR 62778 porta a definire un illuminamento di soglia E_{thr} rispetto al rischio da luce blu, ogni apparecchio che incorpora uno o più sorgenti avrà la stessa E_{thr} che costituirà la base per la determinazione della distanza di visione sicura a seconda della curva di distribuzione delle intensità luminose dell'apparecchio.

3.2. Valutazione semplificata

La metodologia semplificata prevede una valutazione basata sulla corrispondenza tra la temperatura di colore della luce emessa ed il valore di illuminamento di soglia E_{thr} (soglia tra RG 1 e RG 2).

Nella IEC/TR 62778 sono fatte considerazioni sulla distribuzione spettrale delle sorgenti luminose a luce bianca (ovvero non monocromatica). In particolare è stata trovata una correlazione tra la temperatura di colore delle sorgenti ed i valori di radiazione relativi al rischio da luce blu (che si esprime nel rapporto $K_{B,v}$)⁽²⁾.

In base all'analisi dello spettro di emissione delle sorgenti e in base alla loro temperatura colore è possibile determinare un livello di soglia (della grandezza fotometrica) corrispondente alla soglia tra RG 1 e RG 2.

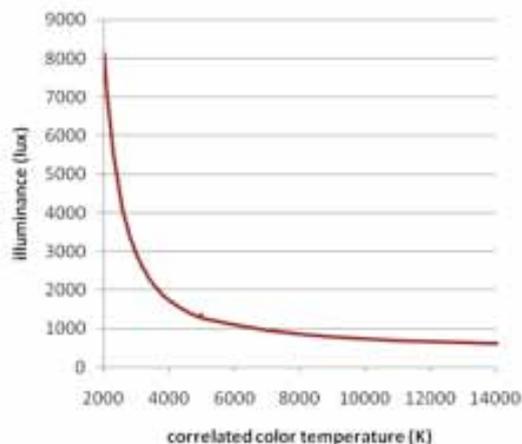


Figura 1: stima del livello di illuminamento dove $EB = 1 \text{ W/m}^2$, confine tra RG1 ($t_{max} > 100s$) e RG2 ($t_{max} < 100s$) in una sorgente estesa, in funzione della CCT.

² $K_{B,v}$ è definito come l'efficacia del rischio da luce blu del flusso luminoso (blue light hazard efficacy of luminous) ed è il rapporto tra la quantità di luce blu rispetto alla corrispondente grandezza fotometrica

Sulla base delle considerazioni fatte e tenendo conto di un margine di sicurezza corrispondente ad un coefficiente $2^{(3)}$, sono stati definiti livelli di illuminamento al di sotto dei quali la sorgente è sicuramente sempre RG 1 o RG 0 (rif. Tabella 1 - Valori di Illuminamento che portano ad un gruppo di rischio non superiore al RG 1). Si precisa, inoltre, che per le considerazioni basate sull'illuminamento deve essere valutato il valore all'altezza degli occhi dell'osservatore.

Valore CCT nominale (K)	Illuminamento E (lx)
$CTT \leq 2.350$	4.000
$2.350 < CTT \leq 2.850$	1.850
$2.850 < CTT \leq 3.250$	1.450
$3.250 < CTT \leq 3.750$	1.100
$3.750 < CTT \leq 4.500$	850
$4.500 < CTT \leq 5.750$	650
$5.750 < CTT \leq 8.000$	500

Tabella 1: Valori di Illuminamento che portano ad un gruppo di rischio non superiore al RG 1

4. Considerazioni sull'illuminazione stradale

L'illuminazione stradale è normalmente realizzata con apparecchi di illuminazione installati al di sopra della sede stradale e sostenuti mediante pali, mensole o funi di tesata. La visione diretta della sorgente è normalmente evitata sopra certi angoli per limitare fenomeni di abbagliamento durante la guida o il camminamento, pertanto è da considerarsi di tipo occasionale. La progettazione illuminotecnica è fatta in accordo alla Norma UNI 11248 e UNI EN 13201 (serie) in base ai valori di luminanza (o illuminamento a seconda dei casi) riferiti al piano della sede stradale. Detti risultati si ottengono con valori di illuminamento al suolo che vanno normalmente da 20 a 50 lx. Considerando i valori di illuminamento utili alla valutazione del rischio fotobiologico da luce blu presi all'altezza degli occhi (che nel caso peggiore di un pedone si può ipotizzare essere a 2m dal suolo), si noterà dall'esempio di seguito riportato che, in ogni caso, tali valori di illuminamento sono ampiamente inferiori ai limiti indicati nella Tabella 1.

³ I valori di illuminamento sono stati dimezzati per tenere conto di tutte le possibili incertezze del sistema

Esempio:

Nella figura 2 è rappresentato un tipico esempio di curva di distribuzione delle intensità di un apparecchio di illuminazione LED utilizzato per illuminazione stradale.

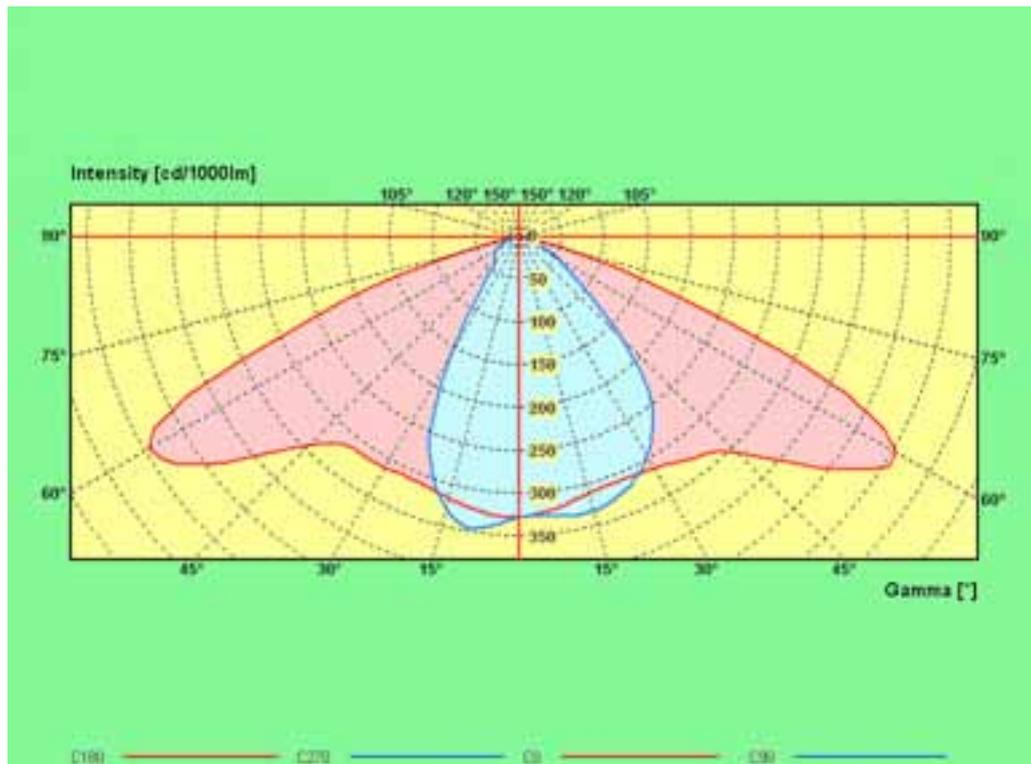


Figura 2: curva di distribuzione tipica di una apparecchio di illuminazione stradale. Nel caso specifico l'apparecchio ha una potenza di 80W e l'intensità massima è misurata all'angolo γ 58° con un valore di 3850 cd, mentre a $C0 - \gamma$ 0 l'intensità risulta di 2450 cd

Normalmente apparecchi con questa distribuzione sono installati ad altezze almeno pari a 7m (distanza che permetterebbe di avere 50 lux al suolo). In questo esempio si ipotizza una installazione a 5m di altezza per considerare una condizione più gravosa rispetto alla condizione normale. In questo caso l'illuminamento al suolo nella verticale sotto l'apparecchio risulterebbe essere:

$$E_{(\gamma 0)} = I / d^2 = 2450 / 5^2 = 98 \text{ lx}^{(4)}$$

⁴ valore molto superiore a quello normalmente utilizzato per i progetti di illuminazione stradale)

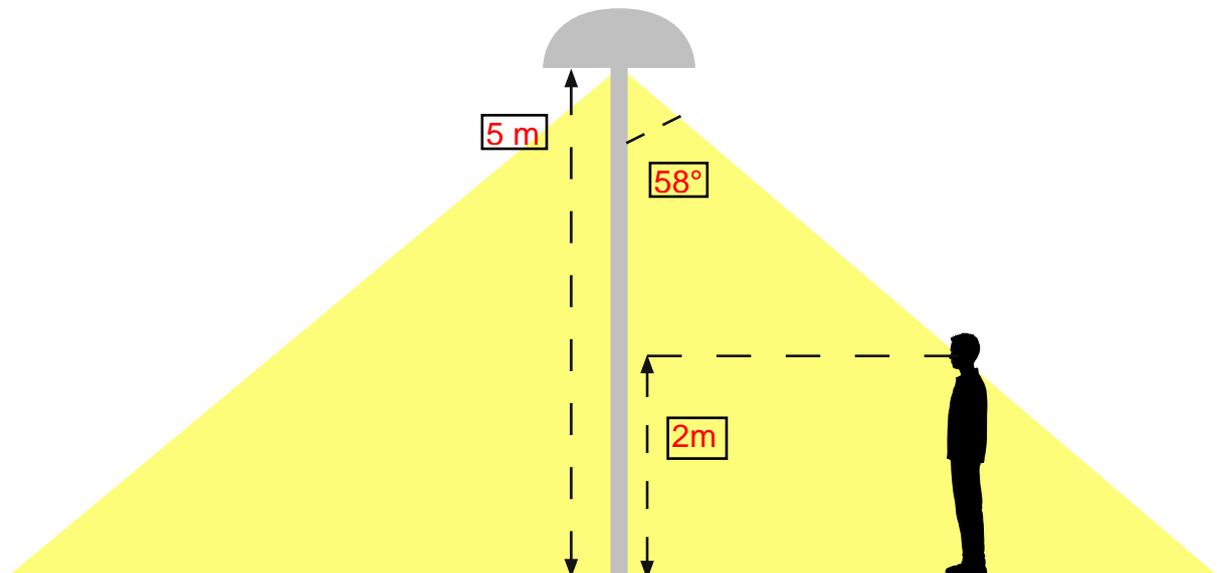
ASSIL Technical Statement

Se si ipotizza che una persona possa trovarsi in piedi nel punto esattamente sotto la verticale dell'apparecchio che guarda verso l'alto, si ottiene che l'illuminamento all'altezza degli occhi (ipotizzando una altezza di 2m) sarà di:

$$E = I / d^2 = 2450 / (5-2)^2 = 272 \text{ lx}$$

Questo valore è molto al di sotto dei valori indicati nella Tabella 1. Infatti, pur ipotizzando una temperatura di colore di 8000 K (estremamente improbabile per una illuminazione stradale dove normalmente sono utilizzate sorgenti luminose aventi temperature di colore comprese tra i 3000 K e 5000 K), il valore calcolato di 272 lx è di molto inferiore al valore di soglia di 500 lx. L'osservatore si trova quindi in una condizione ben lontana dal RG 2.

Anche ipotizzando una posizione di osservazione corrispondente all'angolo di massima intensità ($\gamma = 58^\circ$) il valore di illuminamento all'altezza degli occhi risulterà essere nettamente inferiore ai valori della Tabella 1. Di seguito sono illustrati i calcoli effettuati:



la distanza tra l'occhio dell'osservatore e la sorgente è pari a:

$$d = (5-2) / \cos 58^\circ = 5,6 \text{ m}$$

l'illuminamento sarà quindi:

$$E = I / d^2 = 3850 / 5,6^2 = 123 \text{ lx}$$

(di molto minore rispetto ai 500 lx considerati in precedenza)

5. Conclusioni

E' possibile affermare che nell'illuminazione stradale il raggiungimento di valori di illuminamento di soglia corrispondenti a valori di radiazione ottica per il rischio da luce blu, tali da comportare un reale rischio, è alquanto improbabile. La valutazione fatta sulla base delle considerazioni della norma IEC/TR 62778 portano ad indicare che per gli apparecchi a luce bianca, pur utilizzando il metodo semplificato di determinazione della soglia tra RG 1 e RG 2 (che adotta un margine di sicurezza pari a 2 ovvero dimezza i valori limite), non si raggiungono livelli di radiazione che possano avvicinarsi ai limiti del gruppo di rischio RG 1 e quindi sono normalmente da ritenersi esenti da pericolo.

Disclaimer

Il presente documento è stato elaborato sulla base delle informazioni in possesso dell'Associazione. Benché ASSIL abbia curato la redazione del documento con la massima attenzione, declina ogni responsabilità per possibili errori od omissioni.