

## **Valutazione delle radiazioni ottiche emesse da lampioni a LED per illuminazione stradale**

Autori: Andrea Bogi, Iole Pinto, Nicola Stacchini

### *Apparati e macchinari oggetto dell'indagine*

Si riportano nel seguito i risultati delle valutazioni delle emissioni di radiazioni ottiche artificiali sui seguenti lampioni a LED utilizzati per illuminazione pubblica.

Marca: RUUD Lighting  
modello: LEDway Road  
numero LED: 40  
Classe LED: 1  
Colore : 3500 K

Marca: DETAS  
modello: Twister/54-A-W18  
numero LED: 54  
Colore: 5000-6000K

### *Metodiche di misura e valutazione*

Le emissioni di radiazioni ottiche sono state misurate con una banda passante da 230nm a 1100nm. L'emissione della sorgente viene acquisita con uno spettroradiometro ed in seguito vengono applicate le curve di ponderazione in modo da ottenere le irradianze efficaci per i danni da radiazioni ottiche elencati nell'allegato XXXVII del d.lgvo 81/2008.

### *Strumentazione utilizzata:*

- Spettroradiometro Jeti modello Specobs 1211UV matricola 2010099.
- Software acquisizione JETI LiMeS Version 4.1.0

Le elaborazioni sono state effettuate con programmi opportunamente implementati.

Le metodiche di misura adottate sono conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa, ed in accordo con i criteri dettati dall'ICNIRP.

### *Condizioni di misura*

Le misurazioni sono state effettuate in laboratorio ponendo il sensore a diverse distanze dalla sorgente, nella zona centrale del fascio luminoso.

### *Risultati*

Le misurazioni sono state eseguite a diverse distanze dai lampioni. Gli spettri sono riportati in figura 1.

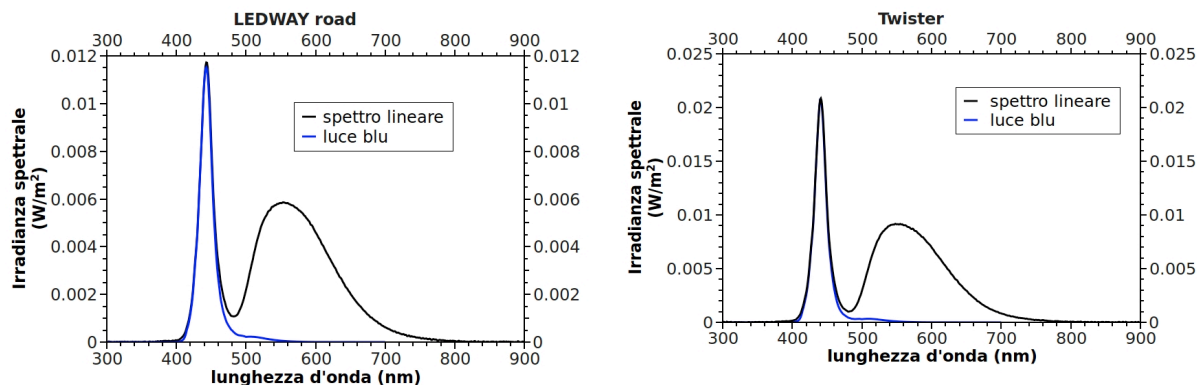


Figura 1: Spettri dei due modelli di lampione misurati alla distanza di 2metri. In nero sono riportati gli spettri lineari, mentre in blu sono riportati gli spettri efficaci per il danno da luce blu

Le curve in nero rappresentano l'irradianza spettrale totale misurata, mentre gli spettri in blu rappresentano l'irradianza spettrale efficace per il danno da luce blu; quest'ultima si ottiene ponderando l'irradianza spettrale con la curva di efficacia per il danno da luce blu. I valori misurati delle grandezze di interesse protezionistico riportate nell'allegato XXXVII del dlgs 81/08 per i due sistemi di illuminazione sono riportati nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 1: Misura delle radiazione emessa dal lampione marca: DETAS a varie distanze

Distanza (m)	Valori rilevati		Valori Limite di esposizione in termini di Radianza o Irradianza costanti [rif.Tab.1.1 AILXXXVII]		Tempo esposizione limite [sec]
	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]		$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]		
2	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]	--	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>30/t</b>	Irrilevante
2	$E_{UV-A}$ [ $W m^{-2}$ ]	0,003	$E_{UV-A}$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>10<sup>4</sup>/t</b>	Irrilevante
2	$E_B$ [ $W m^{-2}$ ]	0,5	$E_B$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>100/t</b>	200
6	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]	--	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>30/t</b>	Irrilevante
6	$E_{UV-A}$ [ $W m^{-2}$ ]	0,001	$E_{UV-A}$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>10<sup>4</sup>/t</b>	Irrilevante
6	$E_B$ [ $W m^{-2}$ ]	0,069	$E_B$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>100/t</b>	1400
8	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]	--	$E_S$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>30/t</b>	Irrilevante
8	$E_{UV-A}$ [ $W m^{-2}$ ]	0,002	$E_{UV-A}$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>10<sup>4</sup>/t</b>	Irrilevante
8	$E_B$ [ $W m^{-2}$ ]	0,053	$E_B$ [ $W m^{-2}$ ]	<b>100/t</b>	1900

Tabella 2: Misura delle radiazione emessa dal lampione marca: RUUD LED a varie distanze

Distanza (m)	Valori rilevati		Valori Limite di esposizione in termini di Radianza o Irradianza costanti <small>[rif.Tab.1.1 All.XXXVII]</small>		Tempo esposizione limite [sec]
			$E_s$ [W m <sup>-2</sup> ]		
2	$E_S$ [W m <sup>-2</sup> ]	--	$E_s$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>30/t</b>	Irrilevante
2	$E_{UV-A}$ [W m <sup>-2</sup> ]	0,002	$E_{UV-A}$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>10<sup>4</sup>/t</b>	Irrilevante
2	$E_B$ [W m <sup>-2</sup> ]	0,3	$E_B$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>100/t</b>	350
6	$E_S$ [W m <sup>-2</sup> ]	--	$E_s$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>30/t</b>	Irrilevante
6	$E_{UV-A}$ [W m <sup>-2</sup> ]	0,0001	$E_{UV-A}$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>10<sup>4</sup>/t</b>	Irrilevante
6	$E_B$ [W m <sup>-2</sup> ]	0,03	$E_B$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>100/t</b>	3000
8	$E_S$ [W m <sup>-2</sup> ]	--	$E_s$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>30/t</b>	Irrilevante
8	$E_{UV-A}$ [W m <sup>-2</sup> ]	0,001	$E_{UV-A}$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>10<sup>4</sup>/t</b>	Irrilevante
8	$E_B$ [W m <sup>-2</sup> ]	0,002	$E_B$ [W m <sup>-2</sup> ]	<b>100/t</b>	4400

Nelle tabelle sono riportati i valori di irradianza efficace ed i relativi tempi di esposizione massimi per il danno da luce ultravioletta ( pesatura S) per quello da UVA ( pesatura UVA) e per il danno da luce blu (pesatura B). I limiti relativi alle altre grandezze considerate nell'allegato sono automaticamente soddisfatti data la forma dello spettro.

Come si vede dalle tabelle entrambi i modelli di lampione presentano un rischio potenziale per il danno oculare da luce blu.

Tuttavia per valutarne l'effettiva pericolosità, bisogna considerare l'ambiente in cui verranno utilizzati. Il danno da luce blu è di tipo fotochimico, simile a quello dovuto alle radiazioni ultraviolette. Questo tipo di danno è stocastico, cioè non esiste una soglia di insorgenza ma la probabilità aumenta con l'aumentare della dose accumulata dall'individuo durante la vita.

I limiti di legge sono calcolati in modo tale che se nell'ambiente lavorativo è presente una sorgente che presenta un rischio da luce blu, ma vengono rispettati i tempi di esposizione, allora la probabilità che il lavoratore sviluppi una patologia in conseguenza di questa esposizione è relativamente bassa. L'esposizione è considerata giornaliera: essendo l'organo bersaglio della luce blu la retina, per avere l'insorgenza del danno la sorgente deve essere fissata.

Dalle tabelle risulta che ad una distanza minima di 6 metri i valori limite di esposizione si supererebbero per tempi di esposizione oculare dell'ordine delle migliaia di secondi, che sono accettabili considerato che l'esposizione delle persone del pubblico che transitano in prossimità dei lampioni è saltuaria ed involontaria (quindi senza fissazione).

Naturalmente gli addetti alla manutenzione dei lampioni si trovano ad operare a distanze minori, in questo caso per non dover utilizzare gli appositi dpi, la sorgente deve essere tenuta spenta e comunque non deve essere fissata se l'operatore si trova a distanze dell'ordine di 2-3 metri.

### *Conclusioni*

Nella presente valutazione sono state misurate le emissioni di radiazioni ottiche di due lampioni a LED: il modello LEDway Road, marca RUUD Lighting ed il modello Twister/54-A-W18, marca DETAS.

In entrambi i casi la luce utile per l'illuminazione è ottenuta convertendo la radiazione di un LED centrato a circa 440nm. Per questo questo tipo di sorgente le emissioni rilevanti da un punto di vista protezionistico sono solo quelle relative al danno da luce blu. Dai risultati delle misure segue che alla distanza di 6 metri il tempo di esposizione massimo nel caso di fissazione risulta 1400 secondi per la marca DETAS e 3000 secondi per la marca RUUD Lighting. Considerando che le persone che passano sotto i lampioni hanno un'esposizione occasionale ed involontaria - quindi senza necessità di fissazione diretta della sorgente - le sorgenti risultano sicure nelle tipiche condizioni di installazione dei lampioni per illuminazione stradale.

Una considerazione a parte va fatta per gli addetti alla manutenzione i quali si possono trovare a distanze alle quali i tempi limite di esposizione sono molto più brevi (anche poche decine di secondi). Pertanto, nelle operazioni lavorative che richiedano permanenza degli operatori a distanze ravvicinate dalla sorgente, la sorgente dovrà essere tenuta spenta. Qualora ciò non sia possibile sarà necessario dotare i lavoratori di idonei DPI oculari ed addestrarli sull'impiego nelle lavorazioni in prossimità della sorgente

Si ricorda infine che l'analisi descritta nella presente relazione si limita a considerare le sorgenti da un punto di vista protezionistico; in particolare non sono stati considerati i livelli di illuminazione che si ottengono con i due modelli.

Come guida alla scelta si ricorda che a parità di illuminazione (lux) prodotta da una sorgente, il rischio da luce blu è tanto maggiore quanto più alta è la temperatura di colore (espressa in °K). Ai fini della prevenzione del rischio da luce blu sono pertanto preferibili sorgenti con temperature di colore minori, compatibilmente con la tipologia di illuminazione richiesta.