

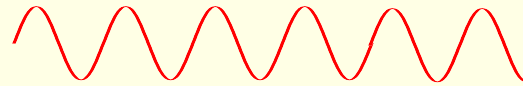
# PREVENZIONE DEL RISCHIO DA RADIAZIONI OTTICHE

Dott.ssa Iole Pinto



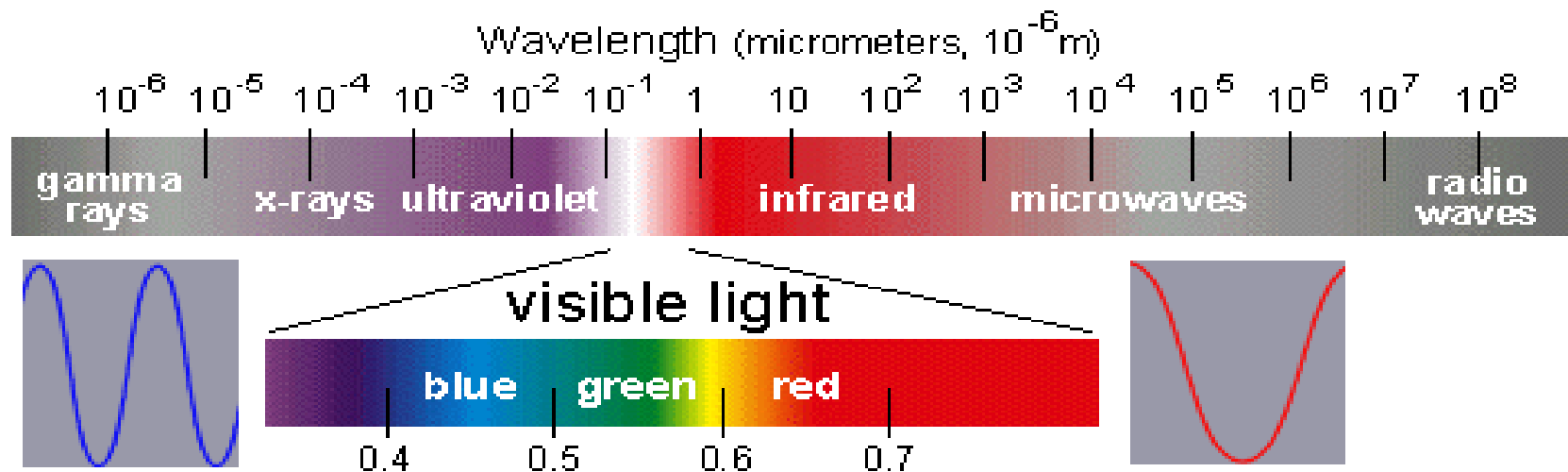
A.U.S.L. 7 di Siena  
Laboratorio di Sanità Pubblica  
Area Vasta Toscana Sud Est  
Laboratorio Agenti Fisici  
Centro LAT Acustica n.164

Strada di Ruffolo,4 - 53100 Siena [i.pinto@usl7.toscana.it](mailto:i.pinto@usl7.toscana.it)



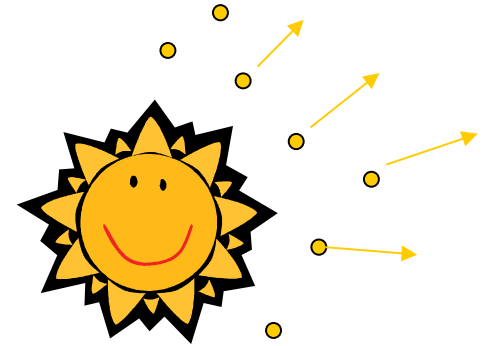
IR - VISIBILE - UV  $\lambda = 1\text{mm} - 10^{-9}\text{m}$   
calore, luce, reazioni chimiche

## Radiazioni ottiche



# Radiazioni Ottiche

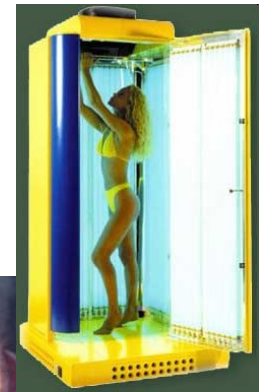
- Naturali



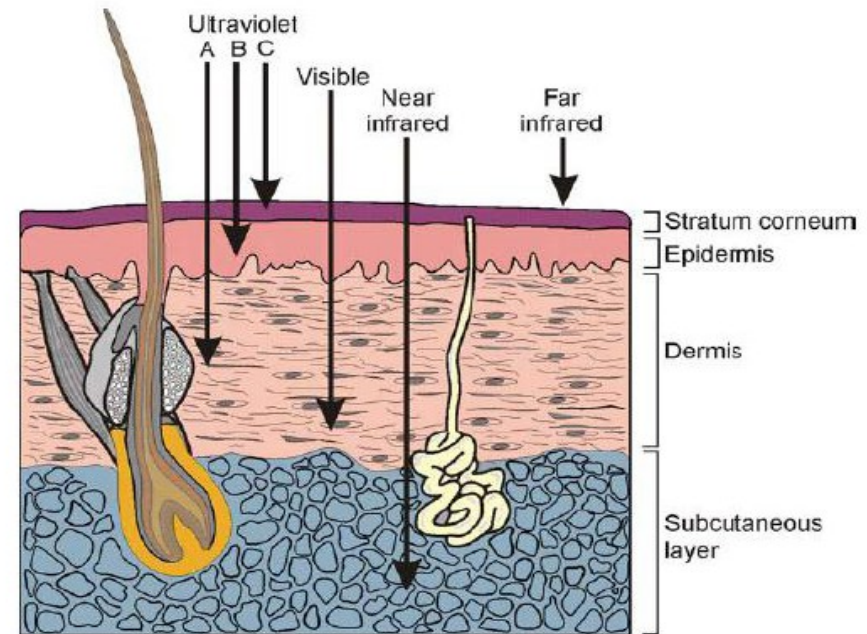
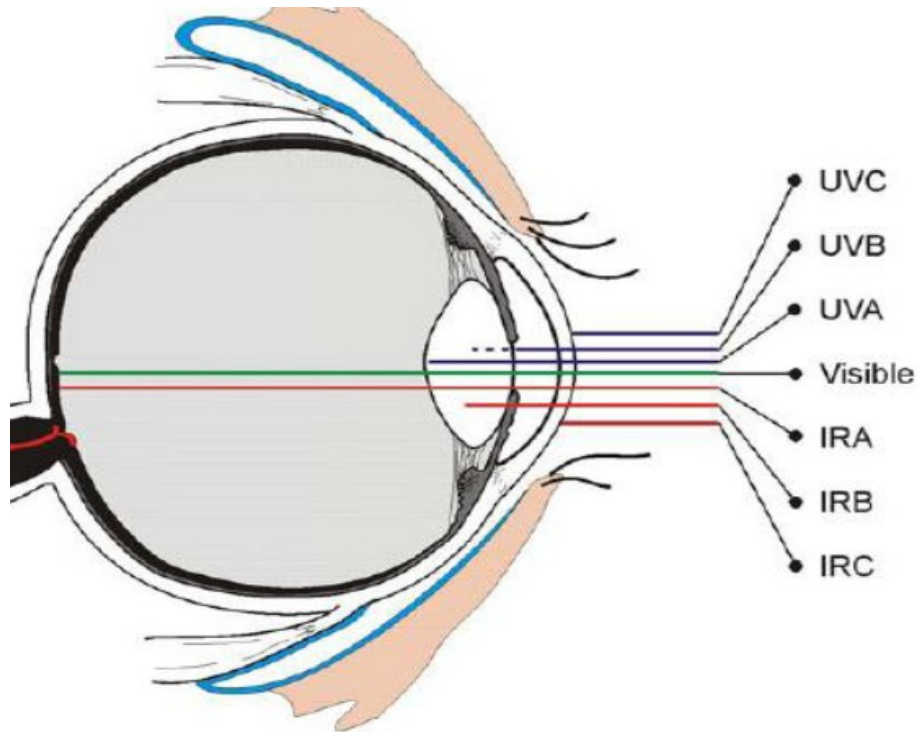
**Artificiali**

**Coerenti  
(LASER)**

**Incoerenti**



# Organi bersaglio Radiazioni Ottiche: occhi e cute



## Principali effetti dannosi della radiazione ottica sull'occhio e la pelle

Lunghezza d'onda (nm)	Tipo	Occhio		Pelle
100 - 280	UV C - Ultravioletto C	fotocheratite Foto congiuntivite	Eritema (scottatura della pelle)	<b>Tumori cutanei</b> Processo accelerato di invecchiamento della pelle
280 - 315	UV B - Ultravioletto B			
315 - 400	UV A - Ultravioletto A	cataratta fotochimica	Reazione di foto sensibilità	
400 - 780	Visibile	lesione fotochimica e termica della retina		<b>Bruciatura della pelle</b>
780 - 1400	IR A - Infrarosso A	cataratta bruciatura della retina		
1400 - 3000	IR B - Infrarosso B	cataratta, bruciatura della cornea		
3000 - 10 <sup>6</sup>	IR C - Infrarosso C	bruciatura della cornea		

**GAZZETTA**  **UFFICIALE**  
**DELLA REPUBBLICA ITALIANA**

## **Riferimenti normativi:**

**Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81**

**“Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro DL 81/2008”.**

**Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106**

**“Modifiche al D.L. 81/2008”**

# Agenti fisici

## T.U. TITOLO VIII

- Rumore (capo II)
- Vibrazioni (capo III)
- **Campi elettromagn.(statico/RF/M.O) (IV)**
- **Radiazioni Ottiche *artificiali* (capo V)**
- Ultrasuoni, Infrasuoni
- Microclima
- Atmosfere iperbariche

## **Articolo 181**

### **Valutazione dei rischi**

**in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi**

### **Comma 3**

**Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali **misure di prevenzione e protezione** devono essere adottate**



# D.M. 9 aprile 2008 n. 81 Titolo VIII

## “Agenti Fisici”

### **Articolo 182**

#### ***Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi***

Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici **sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.**

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.

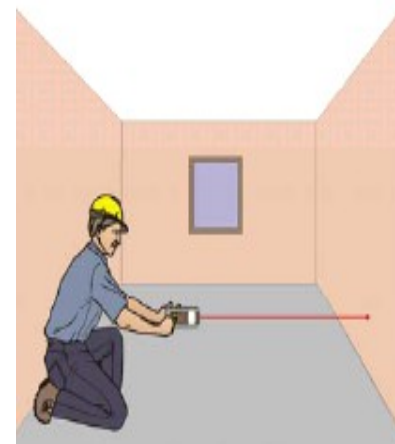
## Art. 213. Campo di applicazione

Il presente capo stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che possono derivare, dall'esposizione alle **radiazioni ottiche artificiali** durante il lavoro con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute.

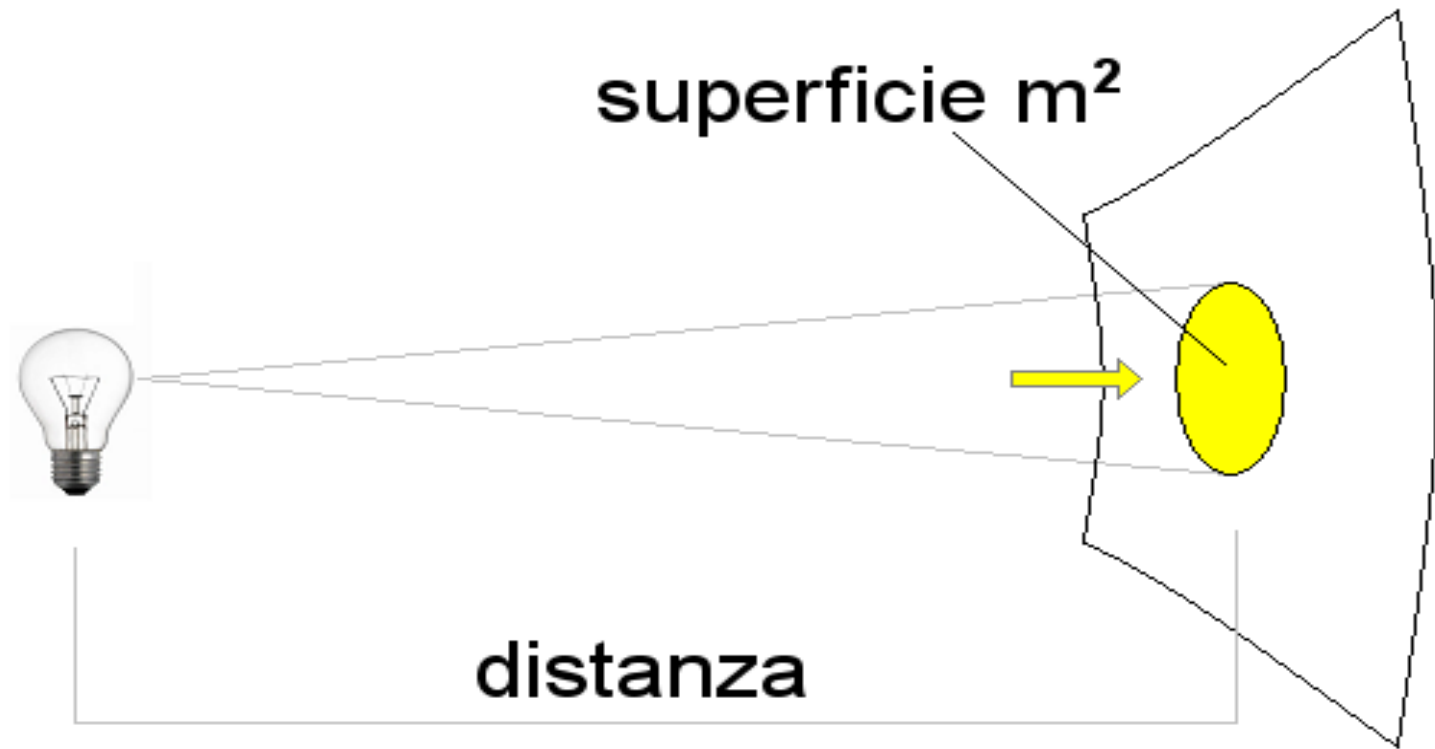
D.Lgvo 81/2008 Titolo VIII Capo V Art. 207.  
**Definizioni**

- e) valori limite di esposizione:** limiti di esposizione alle radiazioni ottiche che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. **Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche siano protetti contro tutti gli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute conosciuti**

# Possiamo ridurre o eliminare il rischio?



# Irradianza (E) ( $\text{w}/\text{m}^2$ )- Esposizione Radiante H ( $\text{J}/\text{m}^2$ )

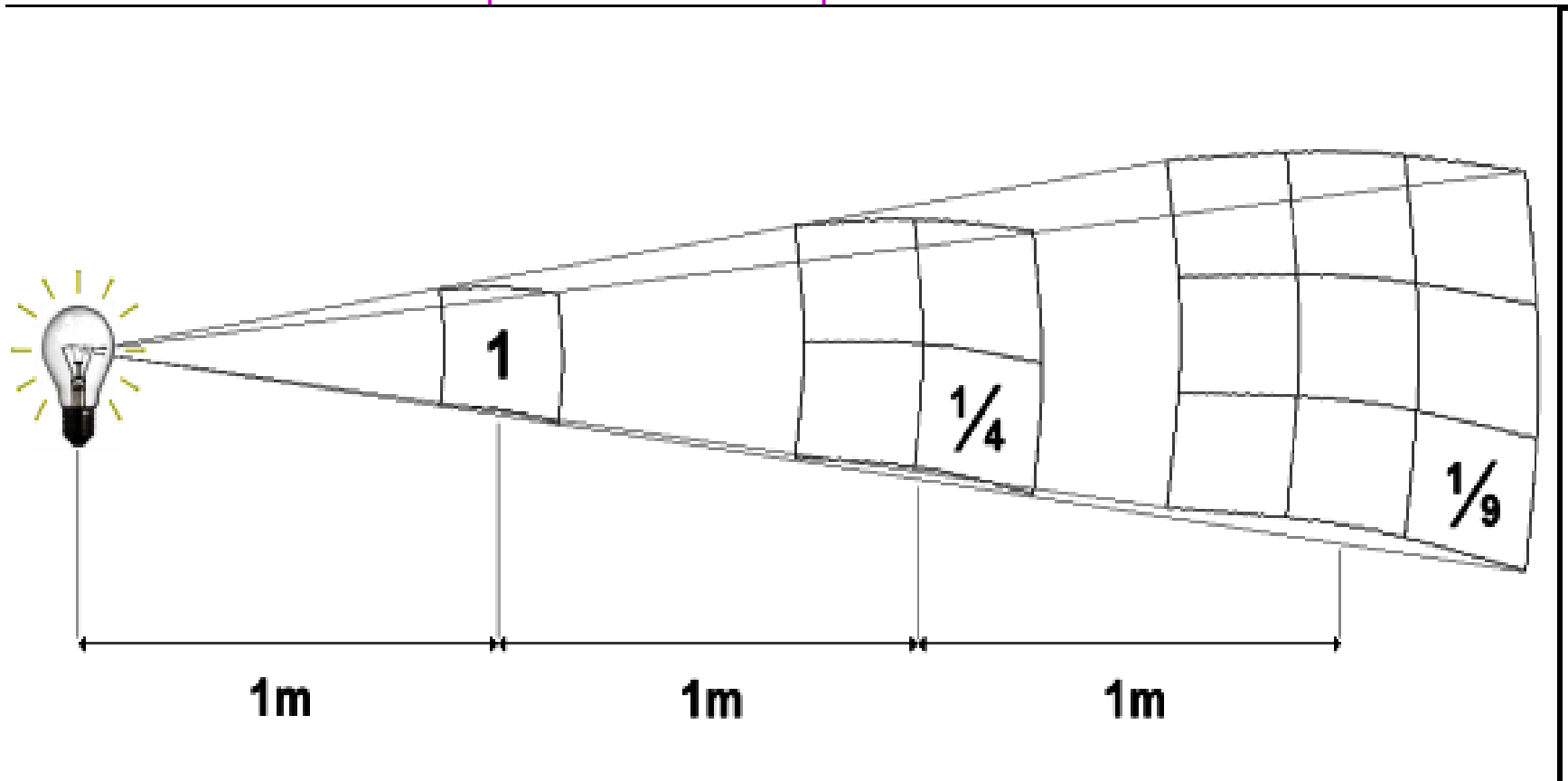


Es: lampadina 100 Watt: ad 1 m circa 8  $\text{watt}/\text{m}^2$

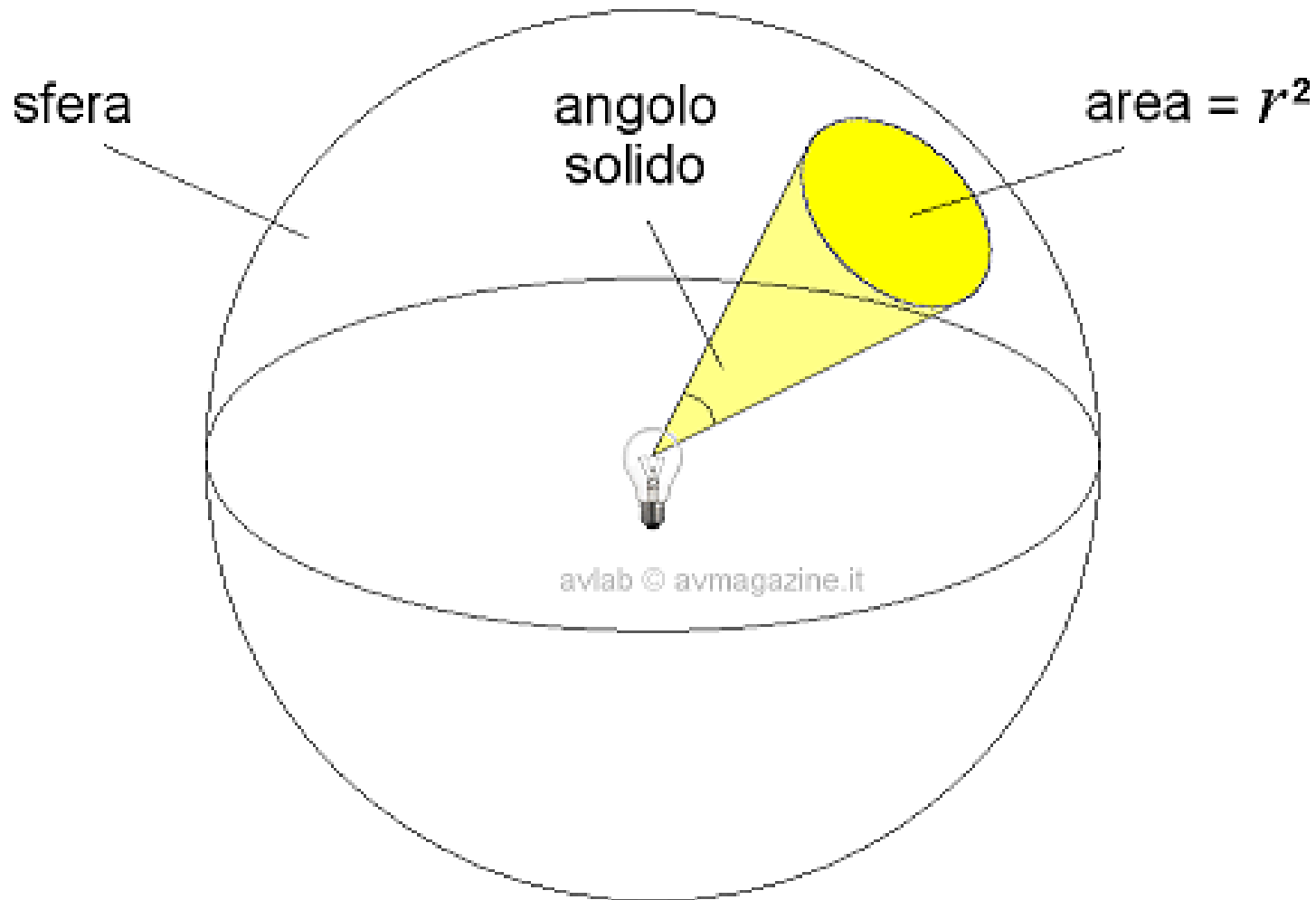
La potenza si distribuisce su superfici sempre più grandi all'aumentare della distanza dalla sorgente.

Se ad una certa distanza  $r$  la superficie della calotta sferica sottesa dall'angolo solido fosse di un metro quadrato, ad una distanza doppia (pari a  $2r$ ) la superficie sarebbe quattro volte più grande, con la stessa potenza distribuita su un'area quattro volte più grande. Per questo motivo, l'irradianza misurata a distanza  $2r$  sarebbe pari ad un quarto di quella misurata al

punto con distanza pari ad  $r$ .



# Radianza (L)(watt/sr/m<sup>2</sup>)



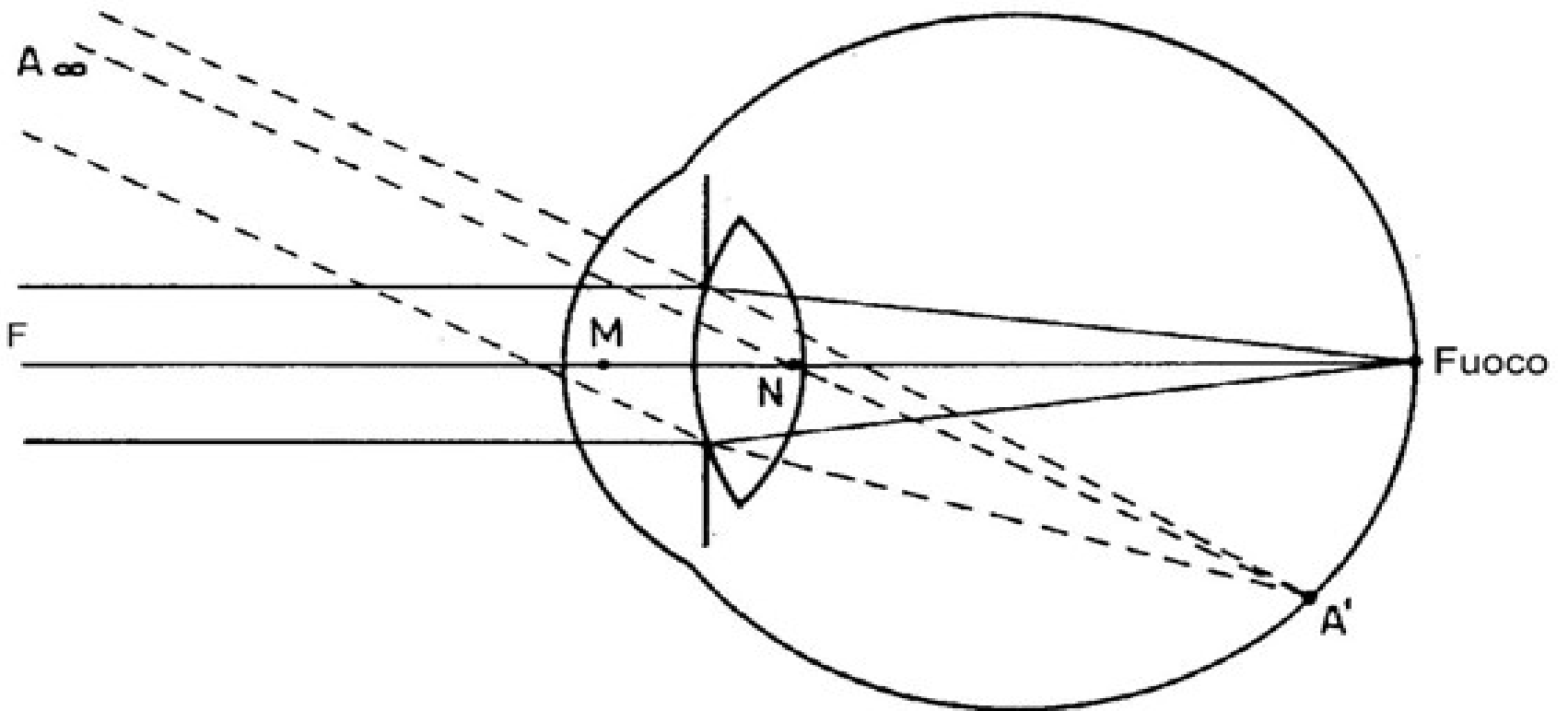
# Radianza (L) (watt/sr/m<sup>2</sup>)

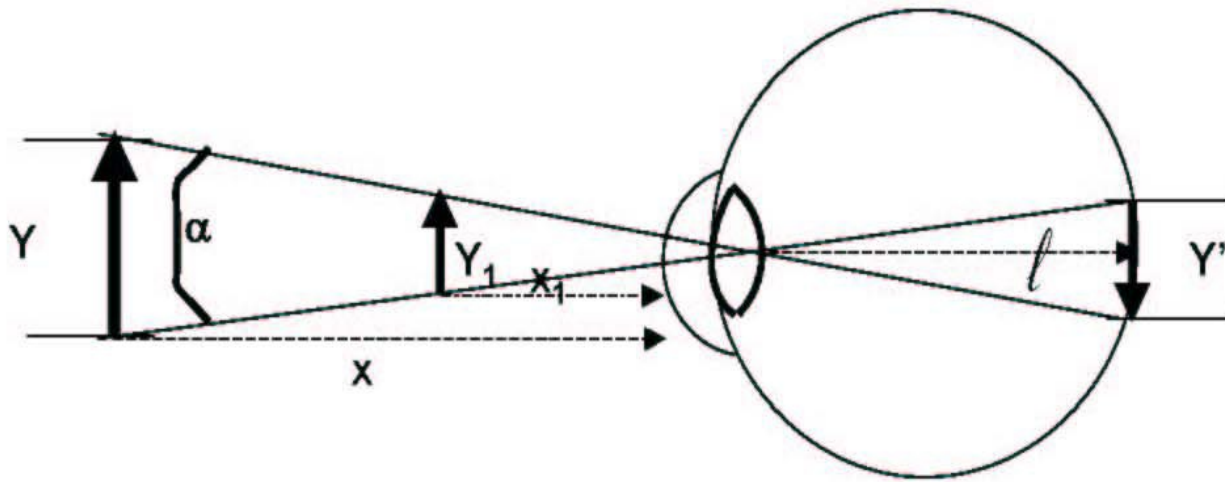
La radianza è la quantità di radiazione riflessa, trasmessa o emessa da una superficie. Viene quantificata in watt per steradiante per m<sup>2</sup> e, in caso di una superficie ideale piana che diffonda in maniera uniforme in tutte le direzioni, la radianza è pari alla irradianza divisa per  $\pi$  (**Pi greco**)

Es.: La quantità di radiazione riflessa da una lampadina da 100 watt su una superficie piana ideale di 1 m<sup>2</sup>, perpendicolarmente alla direzione del flusso radiante e ad una distanza di un metro, sarebbe pari a circa 2,55 watt sr per m<sup>2</sup> (8 / 3,14).



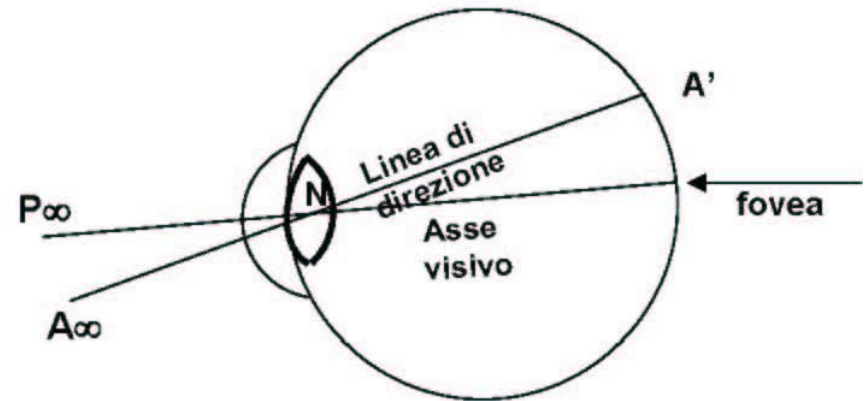
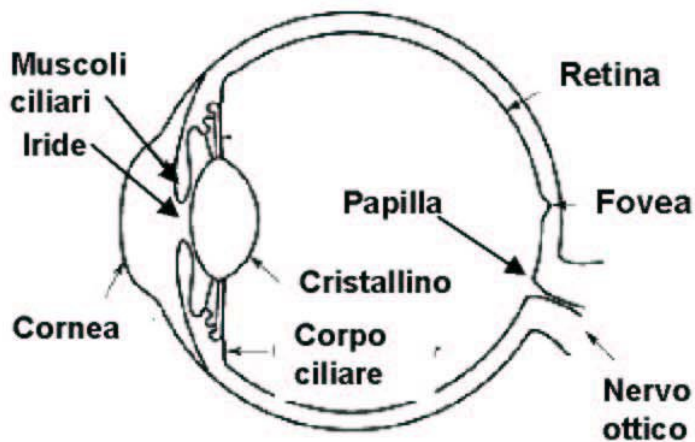
# Occhio: sistema diottrico





Le dimensioni dell'immagine retinica di un oggetto saranno tanto maggiori quanto più grande sarà l'angolo visivo sotto cui è visto l'oggetto. Oggetti che sottendono lo stesso angolo visivo hanno sulla retina immagini di uguale dimensione. Ad un angolo visivo di  $1/60^\circ$  (un primo) corrisponde sulla retina un'immagine di altezza uguale a  $5\mu\text{m}$ , ovvero 5 millesimi di millimetro.

Max risoluzione 4-5 micron (0.1 mm se 2 punti si trovano a 250 mm dall'occhio)



# Valori Efficaci: $H_{eff}$ (J/m<sup>2</sup>)

## 3 curve di ponderazione

S ( $\lambda$ ) Ultravioletto

R ( $\lambda$ ) Visibile – IR (danno retinico)

B ( $\lambda$ ) Luce Blu: danno fotochimico

$S(\lambda)$

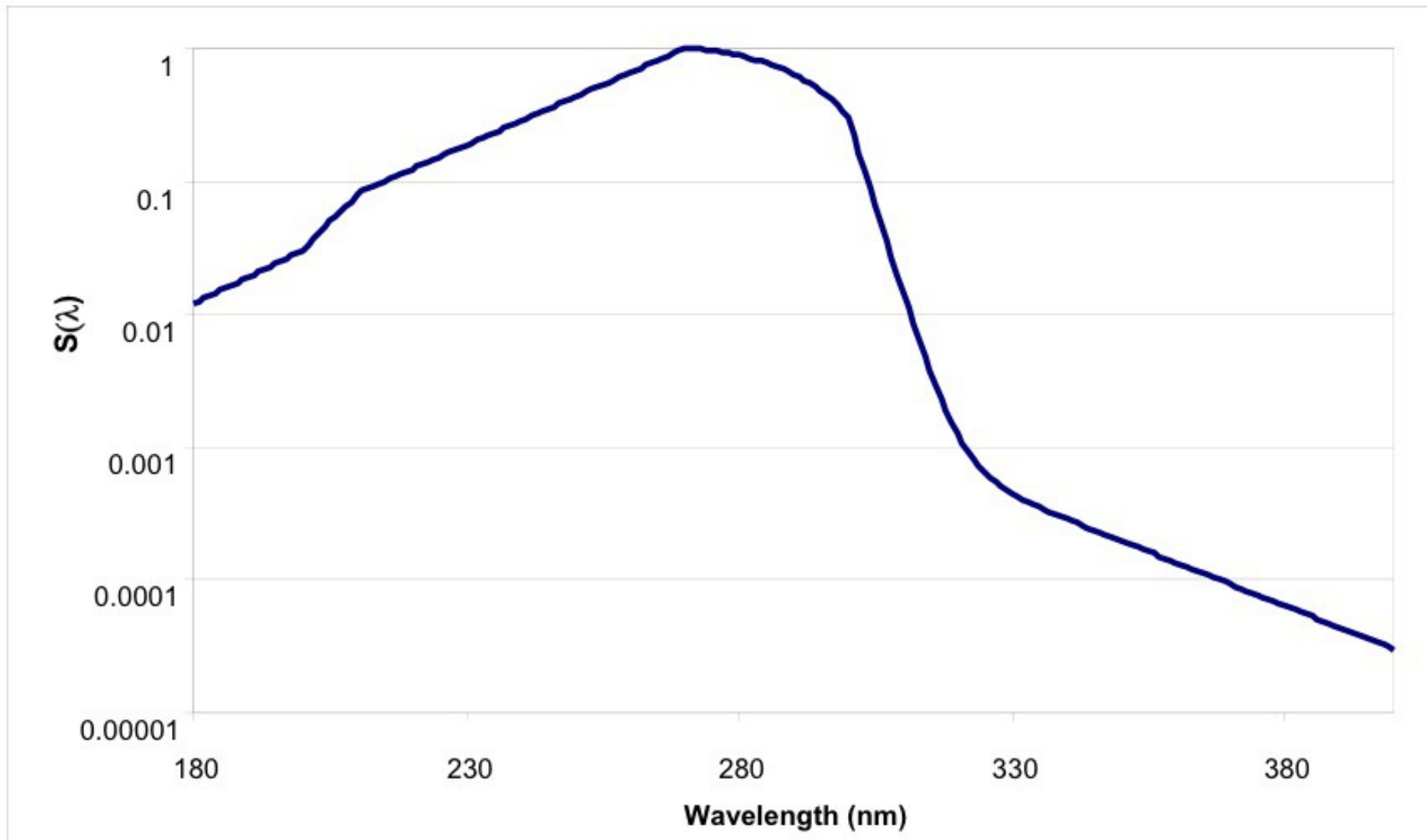


Figure 5.1 – Weighting function  $S(\lambda)$

$B(\lambda)$

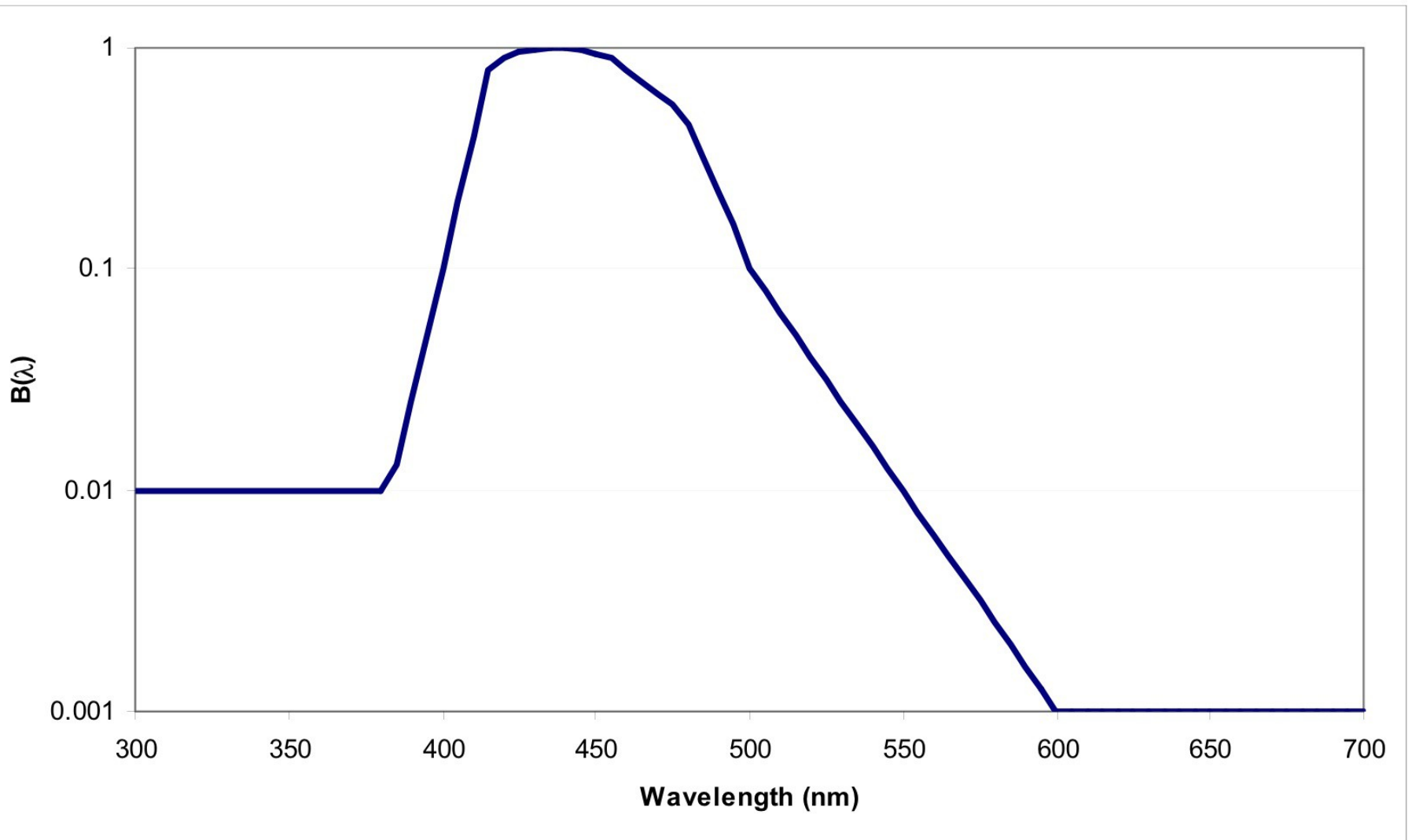


Figure 5.2 – Weighting function  $B(\lambda)$

$R(\lambda)$

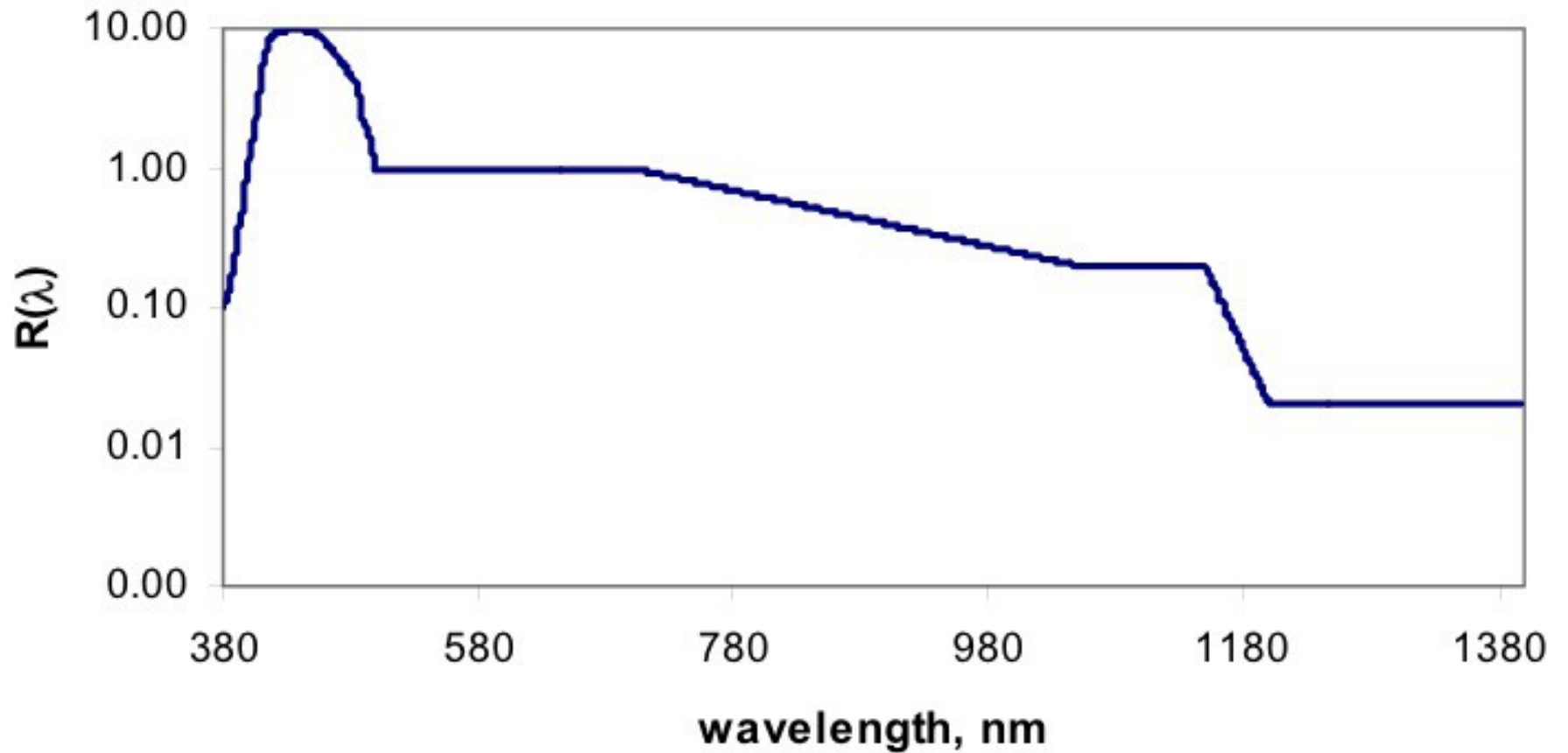


Figure 5.3 – Weighting function  $R(\lambda)$

# Quando i valori limite sono espressi in termini di IRRADIANZA? Quando invece in termini di RADIANZA?

La **radianza** è la grandezza attraverso cui si caratterizza l'esposizione della retina, pertanto verrà misurata per determinare il livello di esposizione delle radiazioni che possono essere focalizzate dal cristallino sulla retina, ovvero quelle di lunghezza d'onda compresa nell'intervallo spettrale VIS-IRA.

**UV  
IRB e IRC**



**PELLE  
CORNEA  
CRISTALLINO**



**IRRADIANZA**

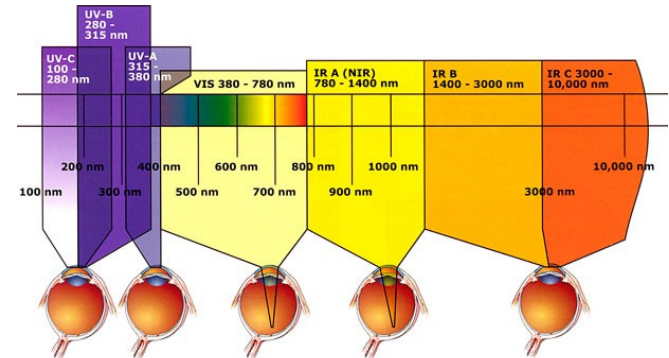


Figure 9. The above table shows the depth of penetration of electromagnetic radiation in the human eye.

**VISIBILE e IRA**



**RETINA**



**RADIANZA**



# ALLEGATO XXXVII del D.Lgs. N.81/08 - Parte I

a) 
$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 ( $H_{\text{eff}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 180 a 400 nm)

b) 
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 ( $H_{\text{UVA}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 315 a 400 nm)

c), d) 
$$L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (è pertinente solo nell'intervallo da 300 a 700 nm)

e), f) 
$$E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (è pertinente solo nell'intervallo da 300 a 700 nm)

g)-l) 
$$L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (vedi tabella 1.1 per i valori appropriati di  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$ )

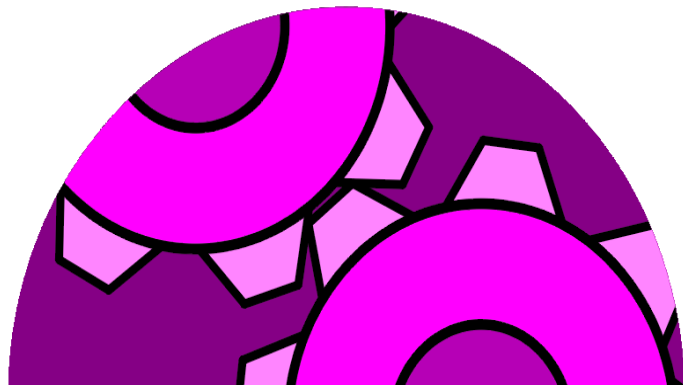
m), n) 
$$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 ( $E_{\text{IR}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 780 a 3 000 nm)

o) 
$$H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 ( $H_{\text{skin}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 380 a 3 000 nm)



## Principali effetti dannosi della radiazione ottica sull'occhio e la pelle

Valore limite	Tipo	Occhio	Pelle	
<b>J/m<sup>2</sup> (a)</b>	<b>UV C - Ultravioletto C</b>	fotocheratite Foto congiuntivite	<b>Eritema (scottatura della pelle)</b>	<b>Tumori cutanei Processo accelerato di invecchiamento della pelle</b>
<b>J/m<sup>2</sup> (a)</b>	<b>UV B - Ultravioletto B</b>			
<b>J/m<sup>2</sup> (a, b)</b>	<b>UV A - Ultravioletto A</b>	cataratta fotochimica	<b>Reazione di foto sensibilità</b>	<b>Bruciatura della pelle</b>
<b>d (W/m<sup>2</sup>/sr) e (W/m<sup>2</sup>) pb f (W/m<sup>2</sup>/) pl G-h-i-(w/m<sup>2</sup>/sr)</b>	<b>Visibile</b>	lesione fotochimica e termica della retina		
<b>J,k,l,m</b>	<b>IR A - Infrarosso A</b>	cataratta bruciatura della retina		
<b>M,n,o (j/m<sup>2</sup>)</b>	<b>IR B - Infrarosso B</b>	cataratta, bruciatura della cornea		
<b>M,n,o (j/m<sup>2</sup>)</b>	<b>IR C - Infrarosso C</b>	bruciatura della cornea		



**C**OORDINAMENTO  
**T**ECNICO  
**I**NTERREGIONALE  
DELLA **P**REVENZIONE  
NEI **L**UOGHI DI **L**AVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro  
delle Regioni e delle Province autonome**

in collaborazione con

Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro



**Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro**

# Linee Guida

**Decreto legislativo 81/2008,  
Indicazioni operative  
sulla prevenzione e protezione dai rischi  
dovuti all'esposizione a radiazioni  
ottiche artificiali  
nei luoghi di lavoro**

## 5.06 - Come si può effettuare la valutazione del rischio di esposizione alle ROA

- ✓ Conoscenza delle sorgenti: è necessario preliminarmente censire le sorgenti ROA. **(incluse informazioni fornite da produttore)**
- ✓ Conoscenza delle modalità espositive: tutte le attività che comportano o possono comportare l'impiego di sorgenti ROA devono essere censite e conosciute a fondo.
- ✓ Esecuzione di misure: nel caso non siano disponibili i dati del fabbricante o non vi siano riferimenti bibliografici o a standard tecnici specifici, è necessario effettuare delle misure strumentali secondo le indicazioni fornite da norme tecniche specifiche. O per valutazione rischio residuo..
- ✓ Esecuzione di calcoli: partendo dai dati forniti dal fabbricante, dai dati di letteratura o dai valori misurati, mediante appositi calcoli si ottengono le grandezze necessarie al confronto con i valori limite.
- ✓ Confronto con i valori limite: Allegato XXXVII.

**Preliminare esclusione di sorgenti “giustificabili”  
(vale a dire “sorgenti innocue” (“*trivial sources*”))**

Non necessitano di valutazione del rischio più dettagliata perché sono sorgenti intrinsecamente sicure:

- ✓ Sorgenti di radiazioni ottiche che, nelle usuali condizioni d'impiego, non danno luogo ad esposizioni tali da presentare rischi per la salute e la sicurezza.
- ✓ Sorgenti che danno luogo a emissioni accessibili insignificanti.

Se l'esposizione determinata da una data sorgente è inferiore al 20% del pertinente limite di esposizione: Se sono presenti 10 sorgenti il contributo di ciascuna dovrà essere inferiore al 2%

# Esempi di Sorgenti “innocue”

- Esempio di sorgenti “innocue” sono l’illuminazione standard per uso domestico e di ufficio, i monitor dei computer, i display, le fotocopiatrici, le lampade e i cartelli di segnalazione luminosa. Sorgenti analoghe nelle corrette condizioni di impiego si possono “giustificare”.

# Sorgenti innocue nel visibile

- In generale non è necessario procedere alla valutazione del rischio da luce visibile per qualsiasi sorgente di luminanza inferiore a  $10^4 \text{ cd/m}^2$

(richiesta solo eventuale verifica con luxmetro calibrato)



**Per alcune sorgenti vanno verificate le appropriate condizioni di uso per poter essere “innocue”**

- Lampade fluorescenti da illuminazione di ambienti: innocue per le normali condizioni di illuminamento negli ambienti di lavoro : ~ 600 lux
- Proiettori da tavolo: innocui se non si fissa il fascio
- Riflettori (alogenuri metallici o a mercurio): se intatto schermo in vetro e non fissati direttamente (fascio non in linea con asse visivo)

## Art. 216. Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi

- f) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- g) la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche;
- h) per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni pubblicate;
- i) sorgenti multiple di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- l) una classificazione dei laser stabilita conformemente alla pertinente norma IEC e, in relazione a tutte le sorgenti artificiali che possono arrecare danni simili a quelli di un laser della classe 3B o 4, tutte le classificazioni analoghe;
- m) le informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie.

# Dati Censimento: Informazioni fornite dal fabbricante

*Tutte le apparecchiature che emettono radiazione ottica non coerente classificate nella categoria 0 secondo lo standard UNI EN 12198:2009 **sono giustificabili** così come le lampade e i sistemi di lampade, anche a LED, classificate nel gruppo “Esente” dalla norma CEI EN 62471:2009*

# Classificazione lampade

Le lampade e i sistemi di lampade sono classificati in 4 gruppi secondo lo standard CEI EN 62471:2009. Questa norma prevede metodi di misura e classificazione ed anche se non definisce vincoli specifici per la marcatura, rappresenta attualmente lo stato dell'arte in termini di informazioni sulla sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampade (compresi i LED).

# Classificazione lampade - standard CEI EN 62471:2009

## Gruppo

## Stima del Rischio

• **Esente**

Nessun rischio fotobiologico

• **Gruppo 1**

Nessun rischio fotobiologico per  
normali condizioni di impiego

• **Gruppo 2**

Non presenta rischio in  
condizioni di riflesso naturale di  
aversione alla luce o effetti  
termici

• **Gruppo 3**

Pericoloso anche per esposizioni  
momentanee

# ESEMPIO: MODULI LED

IEC 62031 (in adeguamento)



**Pericoli legati all'infrarosso**

**Pericoli dovuti alla luce blu**

**Prodotti che hanno un gruppo di rischio superiore a 1 riportano limitazioni di impiego o avvertenze. La normativa imporrà simboli per non fissare direttamente la sorgente o distanze di installazione**

**Pericoli dovuti alla radiazione UV:**

**nessun rischio**

**ESEMPIO:**  
**Lampade a scarica MH chiare**  
**IEC 62035 (in adeguamento)**



**Pericoli dovuti alla luce blu:**

**Prodotti che hanno un gruppo di rischio superiore a 1 riportano limitazioni di impiego o avvertenze. La normativa imporrà simboli per non fissare direttamente la sorgente o distanze di installazione**

**Pericoli dovuti alla radiazione UV ed IR:  
nessun rischio**

# Norme comunitarie

## Radiazione Incoerente

- ✓ Lampade: EN 62471
- ✓ Macchinari alim. Elettrica
- ✓ EN 12198-1

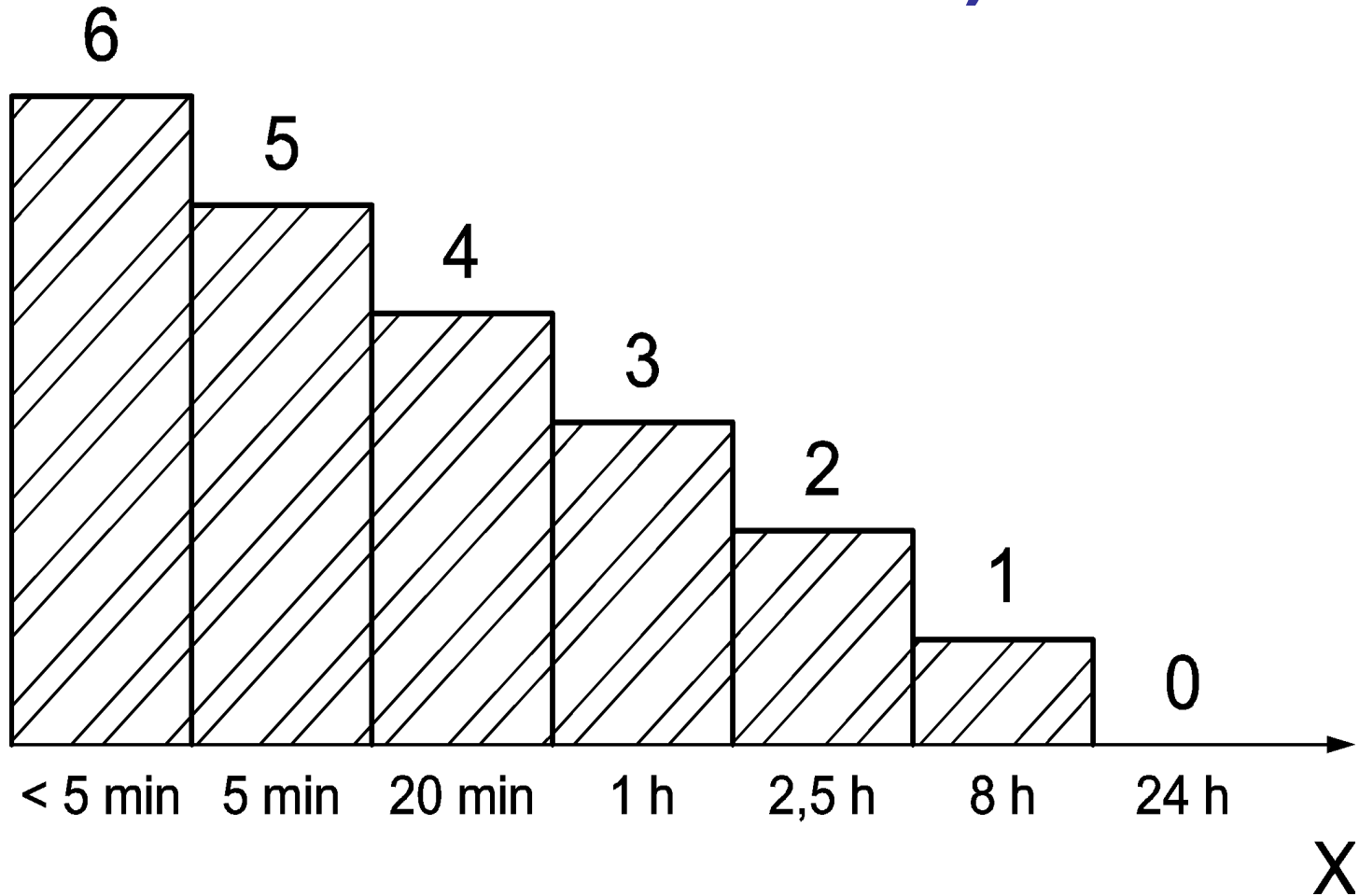


- ✓ Sorgenti non alimentate elettricamente EN 16237 (Gen. 2013)





Classificazione obbligatoria per i produttori  
**Sorgenti non  
alimentate elettricamente**  
**EN 16237 (Gen. 2013)**



## Art. 217. Disposizione miranti ad eliminare o a ridurre i rischi

1. Se la valutazione dei rischi di cui all'articolo 17, comma 1, lettera a), mette in evidenza che i valori limite d'esposizione possono essere superati, il datore di lavoro definisce e attua un programma d'azione che comprende misure tecniche e/o organizzative destinate ad evitare che l'esposizione superi i valori limite, tenendo conto in particolare:

- a) di altri metodi di lavoro che comportano una minore esposizione alle radiazioni ottiche;
- b) della scelta di attrezzature che emettano meno radiazioni ottiche, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso, quando necessario, l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o analoghi meccanismi di protezione della salute;

segue

## Art. 217. Disposizione miranti ad eliminare o a ridurre i rischi

- d) degli opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) della limitazione della durata e del livello dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale;
- h) **delle istruzioni del fabbricante delle attrezzature.**

## Informazioni sui livelli di emissione di Radiazioni fornite dai fabbricanti

Le attrezzature che emettono radiazioni **Non ionizzanti**, devono essere corredate dalle informazioni sulle emissioni in conformità a:

- ✓ la direttiva 98/37/CE (Direttiva macchine) recepita con DPR 459/96 sostituita dal recepimento della Direttiva 2006/42/CE con **D.Lgs 17/2010**.
- ✓ Direttiva 2007/47/CE (Dispositivi Medici) **D. lgs. 25.01.2010, n.37** e la direttiva 98/79/CE (direttiva dispositivi medici diagnostici *in vitro*) recepita con DLgs.332/00 attualmente in vigore.

# D.Lgs 17/2010. Obblighi del costruttore

## Art. 1.7.4 Istruzioni

Prescrive che le istruzioni fornite nel **manuale d'uso del macchinario** contengano le informazioni riguardanti le radiazioni emesse per l'operatore e le persone esposte, *“se la macchina può emettere radiazioni non ionizzanti che potrebbero nuocere alle persone, in particolare se portatrici di dispositivi medici impiantabili attivi o non attivi*



## Art. 1.7.4.2. Contenuto delle istruzioni

- ✓ le istruzioni per la messa in servizio e l'uso della macchina e, se necessario, le istruzioni per la formazione degli operatori;
- ✓ *le istruzioni sulle misure di protezione che devono essere prese dall'utilizzatore, incluse, se del caso, le attrezzature di protezione individuale che devono essere fornite;*
- ✓ *le caratteristiche essenziali degli utensili che possono essere montati sulla macchina;*
- ✓ *la descrizione delle operazioni di regolazione e manutenzione che devono essere effettuate dall'utilizzatore nonché le misure di manutenzione preventiva da rispettare.*

## Art. 1.7.2. Avvertenze in merito ai rischi residui

- Nel caso in cui permangano dei rischi, malgrado siano state adottate le misure di protezione integrate nella progettazione, le protezioni e le misure di protezione complementari, devono essere previste le necessarie avvertenze, compresi i dispositivi di avvertenza.

# D.Lgs 17/2010.

## Obblighi del costruttore

### 1.5.10. Radiazioni

*Le emissioni indesiderabili di radiazioni da parte della macchina devono essere eliminate o essere ridotte a livelli che non producono effetti negativi sulle persone.*

*(...)Ogni emissione di radiazioni non ionizzanti funzionali durante la regolazione, il funzionamento e la pulitura deve essere ridotta a livelli che non producono effetti negativi sulle persone.*



## *ESEMPI DI SORGENTI NON COERENTI\* potenzialmente rischiose: richiedono valutazione specifica*

- IR**
- Riscaldatori radianti
  - Forni di fusione metalli e vetro
  - Lampade per riscaldamento a incandescenza, a scarica, ad arco
  - Dispositivi militari per la visione notturna

- VISIBILE**
- Sorgenti di illuminazione artificiale (lampade ad alogenuri metallici, al mercurio ...)
  - Lampade per uso medico (fototerapia neonatale e dermatologica) / estetico
  - luce pulsata –IPL (Intense Pulsed Light)–
  - Saldatura

- UV**
- Sterilizzazione
  - Essiccazione inchiostri, vernici
  - Fotoincisione
  - Controlli difetti di fabbricazione
  - Lampade per uso medico (es.: fototerapia dermatologica) e/o estetico
  - luce pulsata –IPL–
  - Saldatura ad arco / al laser

\* Alcune delle sorgenti di cui sopra emettono non solo nella banda di riferimento, ma anche in quelle vicine

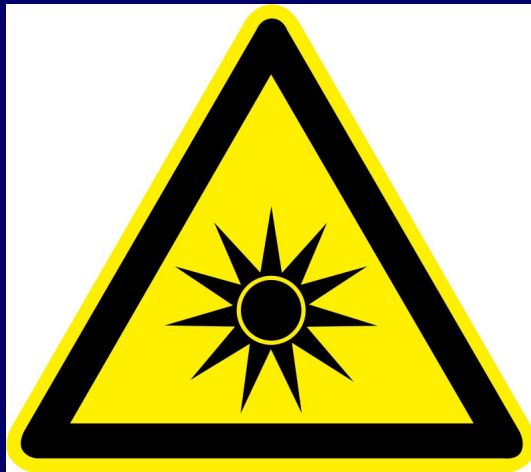
## Art. 217. Disposizione miranti ad eliminare o a ridurre i rischi

**2.** In base alla valutazione dei rischi di cui all'articolo 216, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori potrebbero essere esposti a livelli di radiazioni ottiche che superino i valori di **“limite di esposizione”** devono essere indicati con un'apposita segnaletica. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile.

**3.** Il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori **appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio.**

# DELIMITAZIONE DELLE ZONE

Segnaletica  
di pericolo



Emissione di radiazione ottica  
Categoria 1  
(EN 12198)

Segnaletica  
di  
prescrizione



# DPI oculari per radiazioni ottiche

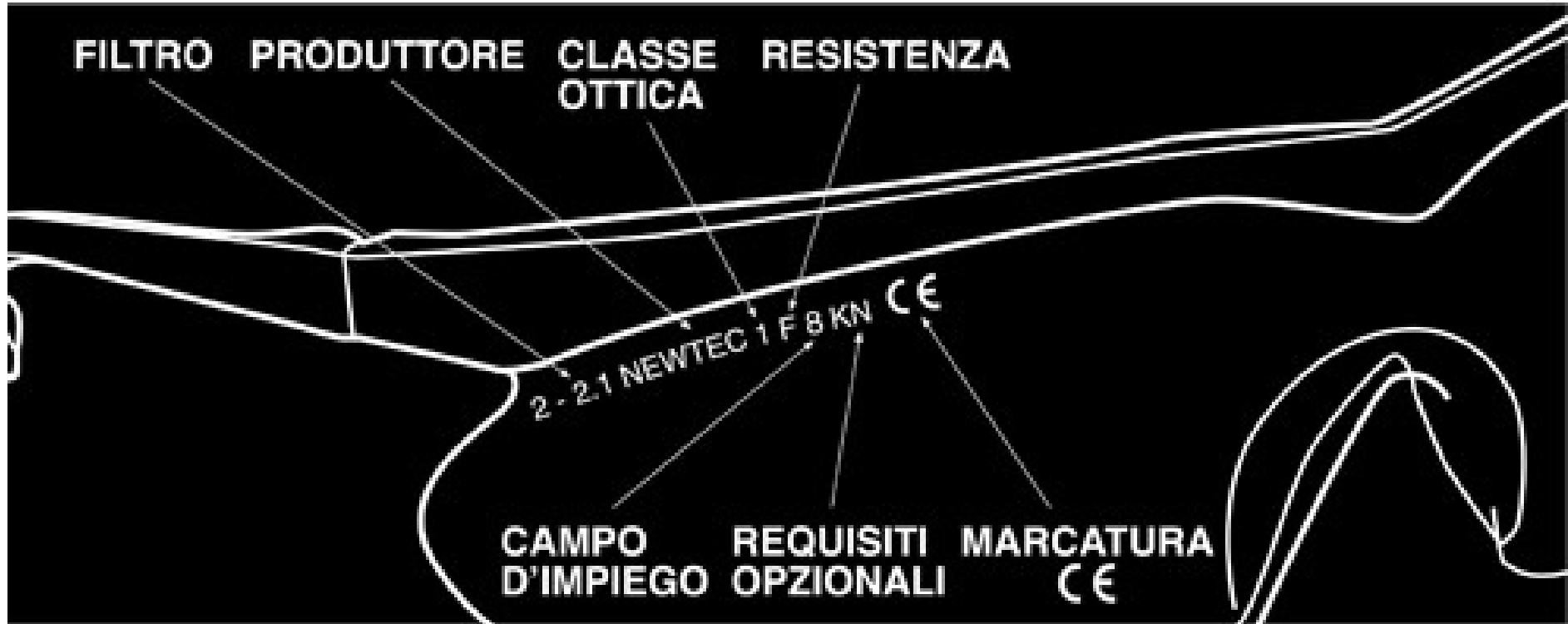
Codice alfanumerico oculare. Primo campo:

**Numero scala** – Numero gradazione

## **Numeri scala**

- 2** filtro per ultravioletti, il riconoscimento dei colori può risultare alterato
- 2 C** filtro per ultravioletti con buon riconoscimento dei colori
- 4** filtro per infrarossi
- 5** filtro **solare** senza requisiti per gli infrarossi
- 6** filtro solare con requisiti per infrarossi

**Montatura e oculare sono marcati separatamente, a meno che formino un'unica unità, in tal caso la marcatura completa è applicata alla montatura**



## Norma UNI EN 170 : numeri scala per filtri radiazioni UV (2)

	Da utilizzare con sorgenti che emettono una forte radiazione contemporaneamente nel campo spettrale UV e nel campo visibile e perciò è richiesta l'attenuazione della radiazione visibile
	Lampade a vapori di mercurio a media pressione, come le lampade fotochimiche .

## Norma UNI EN 170 : numeri scala – gradazione per filtri radiazioni UV (2)

Da utilizzare con sorgenti che emettono prevalentemente radiazione UV a lunghezza d'onda minori di 313 nm e quando l'abbagliamento non è un fattore importante. Questo copre le bande UVC (da 100 nm a 280 nm) e la maggior parte delle bande UVB (da 280 nm a 315 nm)

Lampade a vapori di mercurio a bassa pressione, come le lampade utilizzate per stimolare la fluorescenza o "luci nere", le lampade attiniche e le lampade germicide.

## **Norma UNI EN 170 : numeri scala per filtri radiazioni UV (2)**

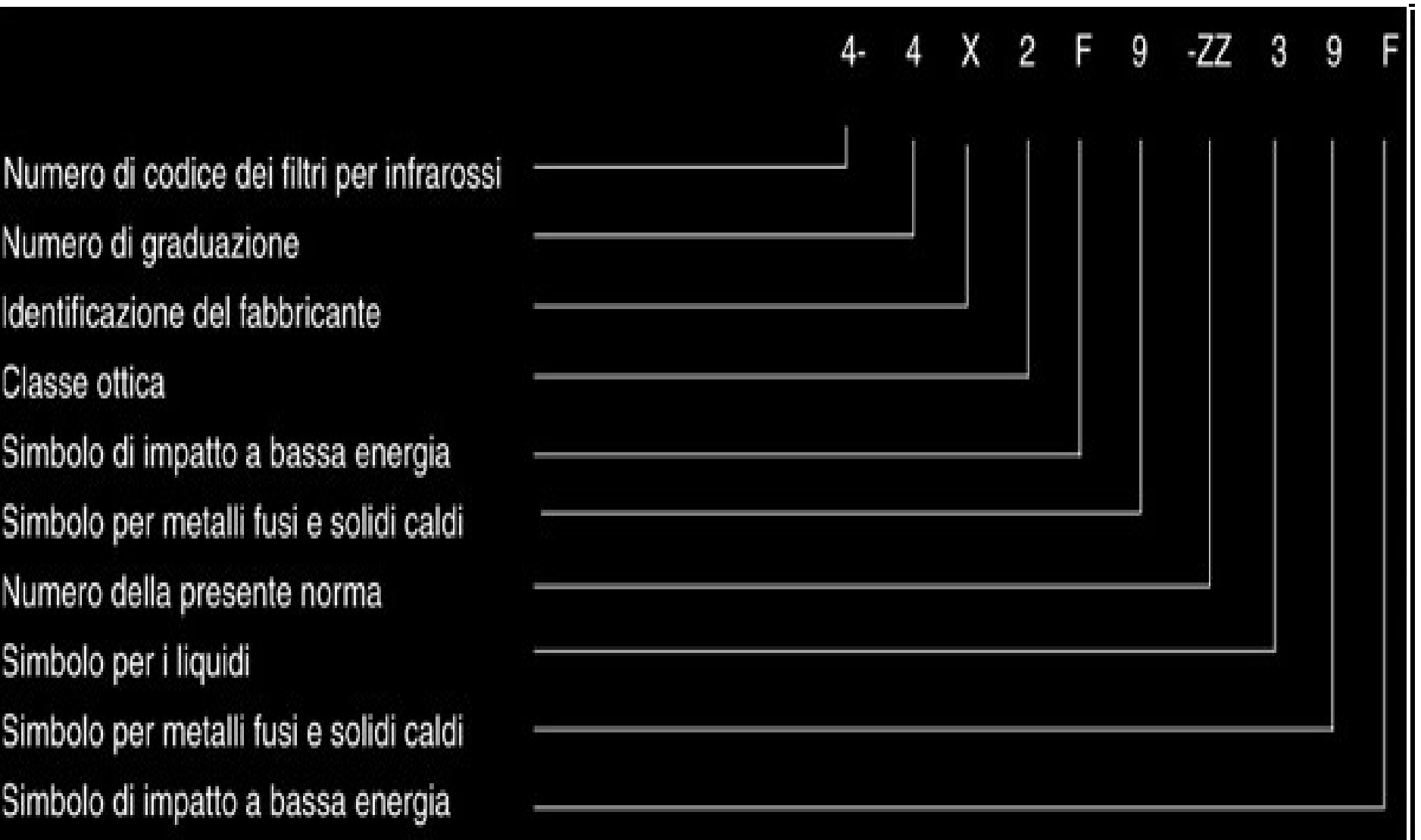
	<p>Da utilizzare con sorgenti che emettono una forte radiazione contemporaneamente nel campo spettrale UV e nel campo visibile e perciò è richiesta l'attenuazione della radiazione visibile</p>
	<p><b>Lampade a vapori di mercurio ad alta ed altissima pressione come le lampade solari per solarium</b></p>



# UNI EN 171 : N. Graduazione IR

N° di graduazione	Fattore di trasmissione luminosa $\tau_V$		Massimo valore medio del fattore spettrale di trasmissione nel campo dell'infrarosso	
	max. %	min. %	$\tau_A$ da 780 nm a 1 400 nm %	$\tau_N$ da 780 nm a 2 000 nm %
4 - 1.2	100	74,4	5,5	52,9
4 - 1.4	74,4	58,1	4,8	47,2
4 - 1.7	58,1	43,2	4,1	42,2
4 - 2	43,2	29,1	3,6	37,9
4 - 2.5	29,1	17,8	2,9	32,3
4 - 3	17,8	8,5	1,9	22,9
4 - 4	8,5	3,2	1,2	15,9
4 - 5	3,2	1,2	0,71	10,6
4 - 6	1,2	0,44	0,43	7,1
4 - 7	0,44	0,16	0,23	4,4
4 - 8	0,16	0,061	0,14	2,9
4 - 9	0,061	0,023	0,075	1,8
4 - 10	0,023	0,008 5	0,050	1,3

# Marcatura- esempio Infrarossi



# Cosa non fare mai

Non fornire mai occhiali di protezione per UV solare a lavoratori esposti ad Infrarossi



Gli schermi di protezione devono essere specifici per IR





# I DPI devono essere integri!!!



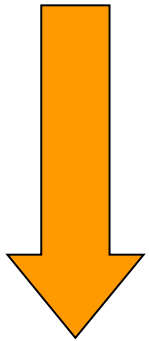
# Indispensabile la formazione sulla manutenzione e sostituzione DPI



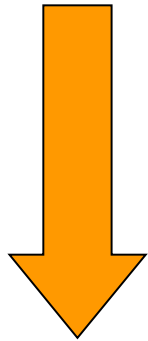
## Norma UNI EN 169 : Filtri per Saldatura

Saldatura a gas, saldobrasatura.ossitagli o	Q (portata gas) (l/h)
per la saldatura ad arco, il taglio ad arco e al plasma jet	I (corrente) (A)
Ulteriori fattori	Distanze, condizioni ambientali etc.

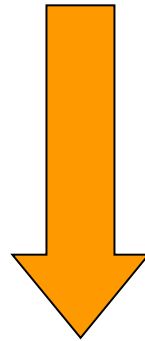
# LASER



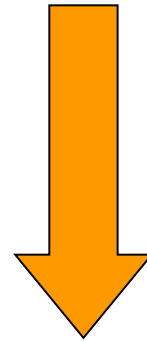
**LIGHT**



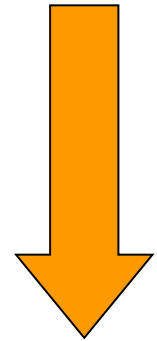
**AMPLIFICATION by**



**STIMULATED**



**EMISSION of**



**RADIATION**

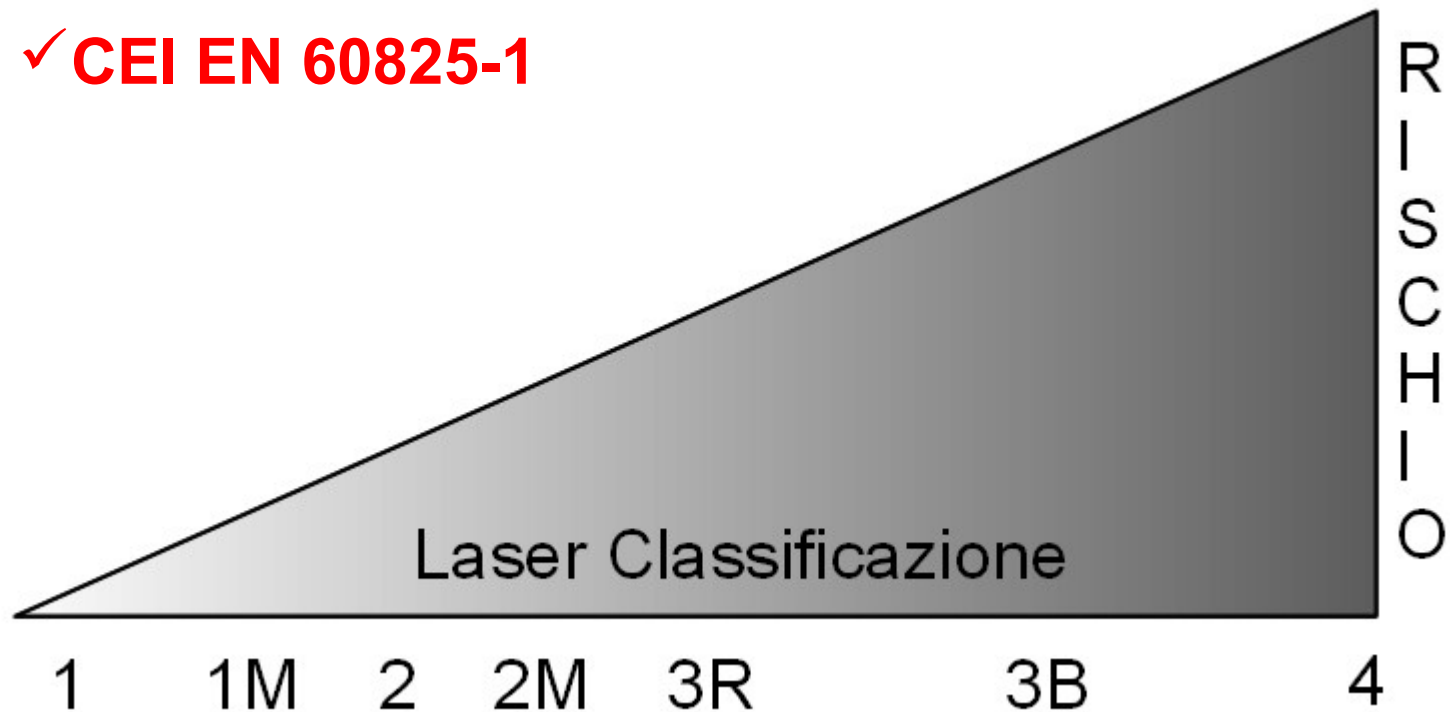


## ***ESEMPI DI SORGENTI LASER***

- Applicazioni mediche e mediche per uso estetico
- Telecomunicazioni, informatica
- Lavorazioni di materiali (taglio, saldatura, marcatura e incisione)
- Metrologia e misure
- Applicazioni nei laboratori di ricerca
- Beni di consumo (lettori CD e bar code ...) e intrattenimento (laser per discoteche e concerti ...)

# Classificazione LASER

✓ CEI EN 60825-1



## Tabella riassuntiva dei requisiti di sicurezza per diverse tipologie di Laser

	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 1M</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2M</b>	<b>Classe 3R</b>	<b>Classe 3B</b>	<b>Classe 4</b>
<b>Descrizione classe</b>	Sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili,	Sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma possono essere pericolosi se l'operatore impiega ottiche	Sicuro per breve esposizioni agli occhi;	Sicuri per breve esposizioni a occhio nudo; possono essere pericolosi se l'utente impiega ottiche	Rischio di lesioni è relativamente bassa, ma può essere pericoloso per uso improprio da parte di personale inesperto	Sono normalmente pericolosi nel caso di esposizione diretta del fascio	Sono pericolosi per l'occhio e la pelle; rischio di incendio
<b>Area controllata</b>	Non richiesta	Localizzata o delimitata (chiusa)	Non richiesta	Localizzata o delimitata (chiusa)	delimitata (chiusa)	Delimitato e protetto da interblocco	Delimitato e protetto da interblocco
<b>Comando a chiave</b>	Non richiesto	Non richiesto	Non richiesto	Non richiesto	Non richiesto	Richiesto	Richiesto

## Tabella riassuntiva dei requisiti di sicurezza per diverse tipologie di Laser

	Classe 1	Classe 1M	Classe 2	Classe 2M	Classe 3R	Classe 3B	Classe 4
Formazione all'utilizzo	Seguire le istruzioni del produttore	Raccomandata	Seguire le istruzioni del produttore	Raccomandata	Richiesta	Richiesta	Richiesta
DPI (occhiali)	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti	Possono essere necessari a seguito di valutazione del rischio	Richiesti (per operatore e paziente eventuale accompagnatore)	Richiesti (per operatore e paziente eventuale accompagnatore)
Misure di prevenzione	Non necessarie per il normale utilizzo	Evitare di modificare la messa a fuoco o la collimazione ottica del fascio	Evitare di fissare il fascio	Evitare di fissare il fascio e evitare di modificare la messa a fuoco o la collimazione ottica del fascio	Evitare l'esposizione e diretta dell'occhio	Evitare l'esposizione e diretta dell'occhio e della pelle. Evitare riflessioni accidentali del fascio	Evitare l'esposizione e diretta e diffusa dell'occhio e della pelle. Evitare riflessioni accidentali del fascio

# Misure di sicurezza classe

## 4

### Definizione e delimitazione zona laser controllata

- Segnali di avvertimento
- Cartelli di avvertimento
- Evitare assolutamente le riflessioni speculari

### Impossibilità che il raggio venga trasmesso fuori dall'area controllata

### Requisiti macchinario/installazione

- Chiave di comando, per un utilizzo dell'apparecchio solo dalle persone autorizzate
- Arresto di fascio automatico in caso di radiazione eccedente i livelli prestabiliti

# PROTEZIONE PERSONALE

- a) Funzionamento solo in zone controllate dagli operatori
- b) Evitare assolutamente riflessioni speculari
- c) Far terminare il fascio su un materiale atto a disperdere calore e riflessione
- d) Indossare le protezioni oculari

# Laser 3B e 4 : Delimitazione ZLC

## ZONA LASER CONTROLLATA

### CEI EN 60825-1

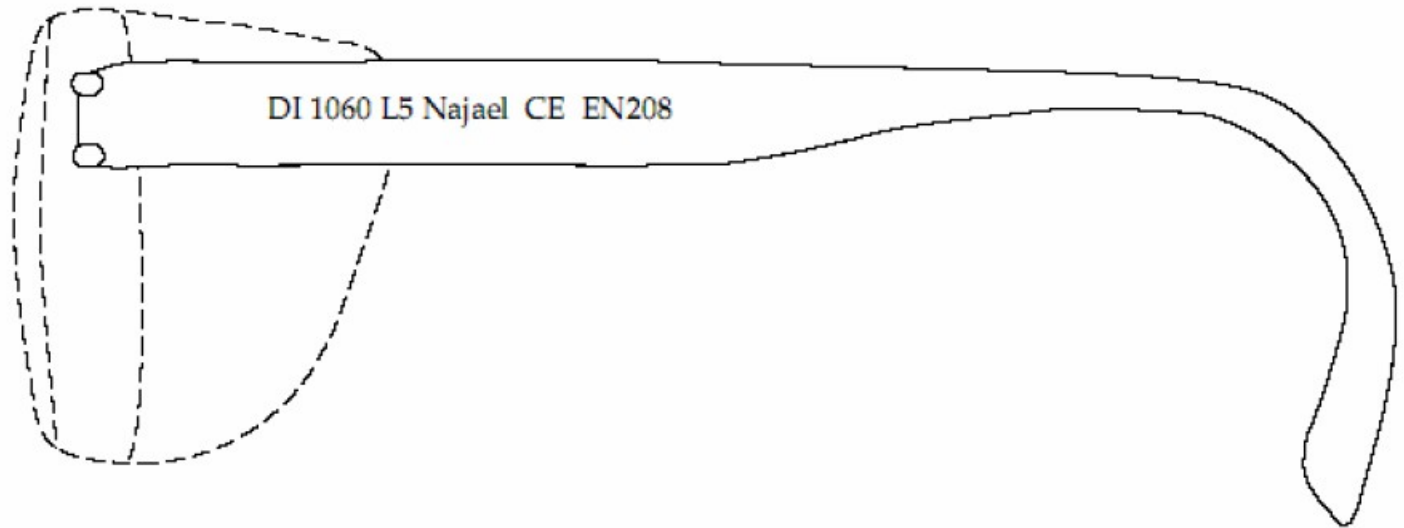


# Controllo funzionamento spia all'accensione dell'apparecchio Laser





# DPI: occhiali di protezione LASER EN 207 – EN 208



## Etichettatura degli occhiali di protezione (cfr. norma EN207)

- D** per laser continui
- I** per laser impulsati ( $\mu\text{s}$ )
- R** per laser ad impulsi «giganti» in regime di «Q switch» (ns)
- M** per laser ad impulsi brevi in regime di «mode locking» (ps, fs)

La lunghezza d'onda (o le lunghezze d'onda) o il dominio spettrale per cui gli occhiali assicurano protezione

Il valore della densità ottica (da 1 a 10) a quella lunghezza d'onda

L'identificazione del produttore

Il marchio di certificazione

Riferimento norma EN 207 (o EN 208 per occhiali di allineamento)

Densità ottica  
(OD)  
e Trasmittanza (T) occhiali Laser

$$T = 10^{-OD}$$

Es.: se OD (densità ottica = 2 )

$$T = (10)^{-2} = 0,01$$

**L'occhiale trasmette l'1% della radiazione emessa dal Laser a quella specifica lunghezza d'onda**

## NORME PER L'USO DEGLI OCCHIALI

- Utilizzare esclusivamente occhiali:
  - conformi alle norme EN 207 (uso) o EN 208 (allineamento)
  - adatti al laser utilizzato
  - in buono stato
- Leggere le note d'uso fornite dal produttore
- Non guardare mai volontariamente il fascio o una delle sue riflessioni, nemmeno con protezione oculare
- Pulire regolarmente gli occhiali
- Dopo l'uso rimettere gli occhiali nei loro contenitori
- Sistemare gli occhiali fuori dalla zona laser
- Eliminare gli occhiali difettosi o rovinati
- Prevedere degli occhiali supplementari per i visitatori

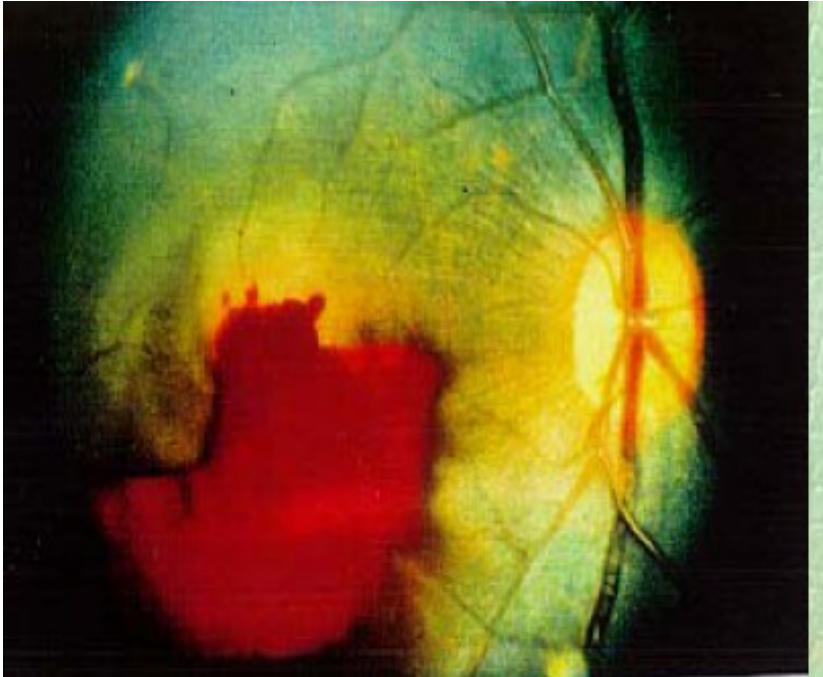
# ZLC: requisiti strutturali

- All'ingresso di ogni via di accesso alla zona controllata deve essere apposto un sistema di segnalazione luminosa che, collegato direttamente ai dispositivi di attivazione del fascio, ne possa segnalare lo stato di funzionamento.

# Laser Classe IV: requisiti

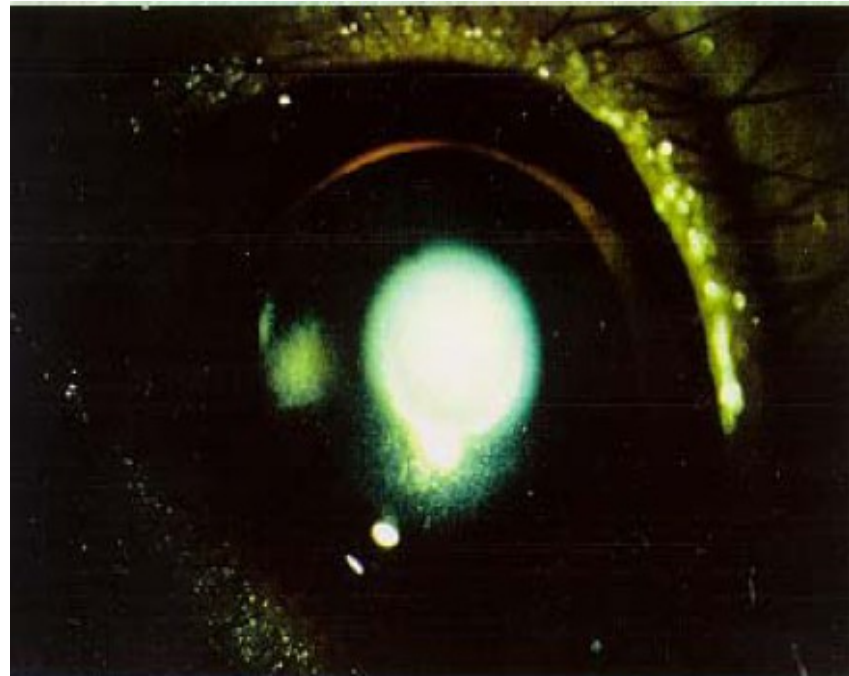
- Arresto del fascio o attenuatore. Gli apparecchi Laser di classe 4 devono essere muniti di un attenuatore o arresto del fascio, facente parte dell'apparecchio in modo permanente, in grado di evitare, quando l'apparecchio è in attesa di funzionare, l'uscita di radiazione che superi livelli di potenziale pericolo per le persone presenti

# Esempi di danni oculari da laser



Profuse hemorrhage into the vitreous

Corneal burns from far-infrared radiation



# Rassegna infortuni con laser

32. Gabel, V.P., et.al. *Clinical Observations Of Six Cases Of Laser Injury To The Eye*, Health Physics, Vol. 56, No.5 (pp 705-710), May, 1989
33. Rockwell, R. James Jr., *Laser Accidents: Are They All Reported and What Can Be Learned From Them?* *Journal of Laser Applications*, Publisher: Laser Institute of America, Toledo, Ohio, pp: 53-57, October, 1989.
34. Tomita Y., et. al., *Mutagenicity of Smoke Condensates Induced by CO<sub>2</sub> Laser Irradiation*, Mutation Research V89:145-149 (1981)
35. American National Standards Institute, *American National Standard for the Safe Use of Lasers: ANSI Z-136.1 (1993)*, Publisher: Laser Institute of America, Orlando, FL, 1993.
36. Rockwell, R. James Jr., *Laser Accidents: Reviewing thirty years of incidents: what are the concerns - old and new?* *Journal of Laser Applications*, Publisher: Laser Institute of America, Orlando, FL, pp: 203-211, V6, 1994.



# Principali cause degli incidenti laser

- Occhiali protettivi (disponibili) non usati
- Scorretta scelta degli occhiali
- Occhiali danneggiati
- Malfunzionamento/scorretto uso strumentario

# Cosa non fare mai

- Non usare mai occhiali di protezione Laser (singola lunghezza d'onda) per sistemi a luce pulsata!!! (occorrono occhiali specifici per lunghezza d'onda multipla)

# d.Lgvo 81/2008

## CONTROLLI SANITARI

...A cura del medico competente

Periodici (annuali)

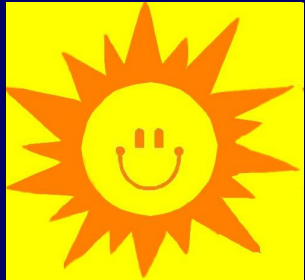
per operatori Laser in classe 4 (ed  
eventualmente 3B in funzione esiti  
valutazione rischio)

Controlli sanitari eccezionali per esposizioni  
accidentali al di sopra dei VLE

d.Lgvo 81/2008  
CONTROLLI SANITARI  
PERIODICI ...

- con particolare riferimento a soggetti particolarmente sensibili...

## Come ci si deve comportare in caso di lavorazioni che espongono al rischio di radiazioni ottiche naturali ?



l'art.28 impone la valutazione di “...tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori...”. In sostanza quindi, in tutti quei casi nei quali il processo lavorativo o la mansione comportino una significativa esposizione del lavoratore alla radiazione solare, **si dovrà effettuare una valutazione dei rischi specifica** (da

tendersi come processo finalizzato ad individuare adeguate misure di prevenzione e a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza) anche perché gli effetti di questo rischio sono ormai scientificamente noti da tempo.



# **LAVORATORI OUTDOOR**

**Decreto del 27 Aprile 2004 Ministero del Lavoro e  
della Previdenza sociale**

**Tumori cutanei sono stati inseriti nella lista delle  
malattie professionali con obbligo di  
denuncia Lista I delle malattie ad elevata  
probabilità di origine  
lavorativa**

**Gruppo 5 -malattie della pelle -**

**Gruppo 6 - tumori cutanei -**

**( cheratosi attiniche ed epitelomi in sedi  
fotoesposte**

**in relazione alla radiazione solare solare)**

***D.M. 9 aprile 2008 - INAIL -Circolare n. 47 del 24  
luglio 2008.***

*nuove tabelle delle malattie professionali  
nell'industria e nell'agricoltura..*

**Industria :N° 84 – Agricoltura N° 19**

**MALATTIE CAUSATE DALLE RADIAZIONI **UV****

**COMPRESI LE RADIAZIONI SOLARI CHERATOSI**

**ATTINICHE, EPITELIOMI CUTANEI DELLE SEDI ATTINICHE,  
EPITELIOMI CUTANEI DELLE SEDI FOTOESPOSTE):**

**Lavorazioni che espongono**

**alle radiazioni solari presso stabilimenti  
balneari, a bordo di navi, in cantieri di edilizia  
stradale, in cave e miniere a cielo aperto,  
lavori all'aperto in agricoltura**

## D. Lgvo 81 9 Aprile 2008 - Titolo III Capo II, art. 74

- **DPI:** qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute rischi suscettibili nonché ogni complemento e accessorio destinato a tale scopo destinato a tale scopo
- **DPI che abbiano la funzione di funzione di salvaguardare dall'azione lesiva dei raggi solari**



# ICNIRP 14/2007

## Protecting Workers from Ultraviolet Radiation

Editors:

Paolo Vecchia, Maila Hietanen, Bruce E. Stuck  
Emilie van Deventer, Shengli Niu



International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

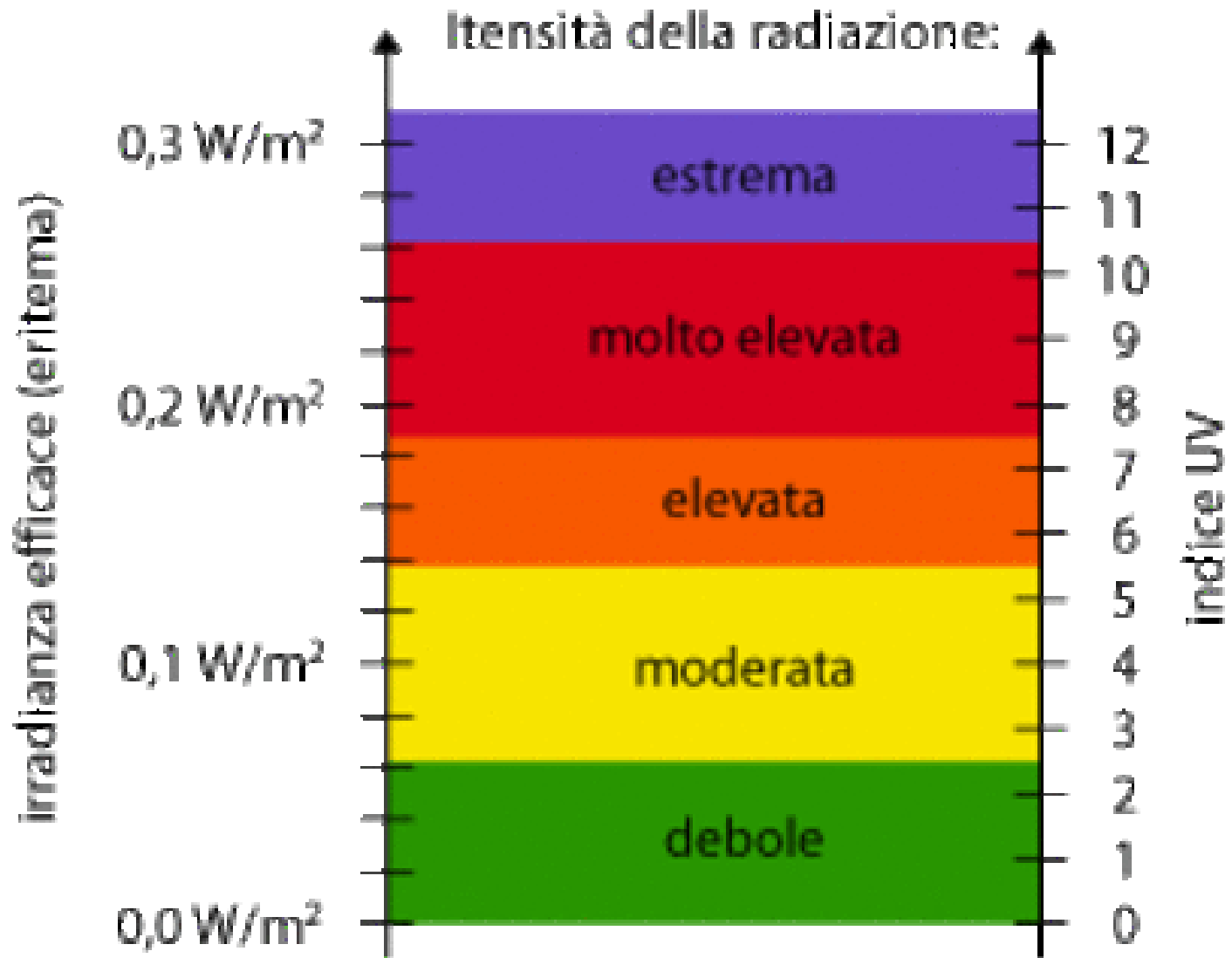
In Collaboration with:

International Labour Organization

World Health Organization

ICNIRP 14/2007

# SCALA INDICE UV



# Modalità espositive



**Superfici  
fotoesposte**

# Valutazione rischio UV solare: pelle

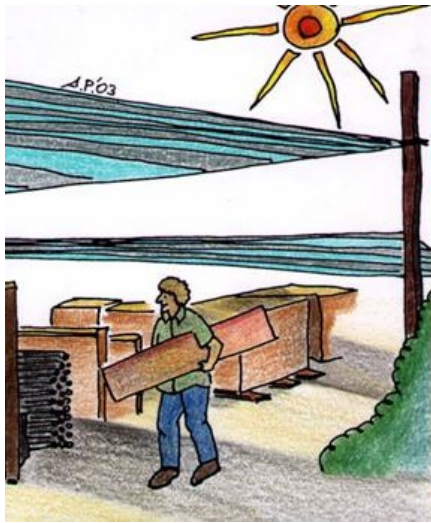
f1	Latitudine – stagione [0,3-9]
f2	Copertura nuvolosa [0,2-1]
f3	Durata esposizione [0,2-1]
f4	Riflettanza suolo [1-1,8]
f5	Vestiario [0,2-1]
f6	Ombra [0,02-1]

$$\text{Skin Exposure Factor} = f_1 f_2 f_3 f_4 f_5 f_6$$

# Valutazione rischio UV solare occhi

f1	Latitudine – stagione [0,3-9]
f2	Copertura nuvolosa [0,2-1]
f3	Durata esposizione [0,2-1]
f4	Riflettanza suolo [1-1,8]
f5	Occhiali protettivi [0,2-1]
f6	Ombra [0,02-1]

# Possiamo ridurre o eliminare il rischio?



**Misure  
organizzative  
e procedurali**



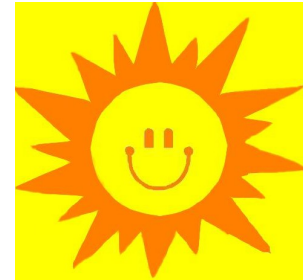
**APPROPRIATA  
FORMAZIONE anche  
in considerazione dei  
fattori individuali di  
rischio**



**[WWW.PORTALEAGENTIFISICI.IT](http://WWW.PORTALEAGENTIFISICI.IT)**



**OTTICHE ARTIFICIALI**



**OTTICHE NATURALI**