

# DECRETO LEGISLATIVO 81/08

## TITOLO VIII

### AGENTI FISICI

#### CAPO V

### PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

( $\lambda$  100 nm – 1mm)

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

Sono onde elettromagnetiche di **energia inferiore a 10 eV** (energia necessaria a spostare un elettrone dall'orbita periferica)

1. Radiazioni ultraviolette
2. Radiazioni del campo visibile
3. Radiazioni infrarosse
4. Radiazioni prodotte dai **LASER**
5. Microonde
6. Radiofrequenze
7. ELF

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

**RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE:** fanno parte dello spettro solare ed hanno una  $\lambda$  compresa tra 200 e 400 nm

## **FONTI NON SOLARI DI RADIAZIONI U.V.**

- 1. Saldatura ad arco**
- 2. Forni ad arco termico**
- 3. Saldatura e taglio di metalli con torce al plasma**
- 4. Impiego di bulbi a fluorescenza**
- 5. Impiego di lampade germicide**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

		nm	
U.V.-A	$\lambda$	315-400	regione luce nera ( <b>retina</b> )
U.V.-B	$\lambda$	280-315	regione eritema ( <b>crystallino</b> )
U.V.-C	$\lambda$	<280	regione germicida ( <b>cornea</b> ) (saldatura ad arco)

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### EFFETTI: ERITEMA E FOTOCHEMATITE

#### TLV

- regione spettrale U.V. (180-400 nm)

Per determinare  $E_{\text{eff}}$  per una sorgente a banda larga pesata contro il picco della curva di efficacia spettrale (270 nm) viene usata la formula:

$$E_{\text{eff}} = \sum_{180}^{400} E_{\lambda} S(\lambda) \Delta\lambda$$

$E_{\text{eff}}$  = irradiazione effettiva relativa ad una sorgente monocromatica a 270 nm in  $\text{W}/\text{cm}^2$

$E_{\lambda}$  = irradianza spettrale in  $\text{W}/(\text{cm}^2 \times \text{nm})$

$S(\lambda)$  = efficacia spettrale relativa (priva di unità di misura)

$\Delta\lambda$  = larghezza della banda in nm

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### TLV

tabella 2 - durata dell'esposizione per una definita irradianza effettiva di radiazione attinica

<b>durata esposizione/die (h)</b>	<b><math>E_{\text{eff}}</math> (<math>\mu\text{W}/\text{cm}^2</math>)</b>
8	0,1
4	0,2
2	0,4
1	0,8
30 min	1,7
15 min	3,3
10 min	5
5 min	10
1 min	50
30 sec	100
10 sec	300
1 sec	3000
0,5 sec	6000
0,1 sec	30000

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

EFFETTI: ERITEMA E FOTOCHERATITE

TLV

$$t_{\max} = \frac{0,003 \text{ (J/cm}^2\text{)}}{E_{\text{eff}} \text{ (W/cm}^2\text{)}}$$

$t_{\max}$  = massimo tempo di esposizione in secondi

$E_{\text{eff}}$  = irradiazione effettiva relativa ad una sorgente monocromatica a 270 nm in W/cm<sup>2</sup>.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### EFFETTI BIOLOGICI

**Cute:** lesioni di tipo **eritematoso** a carico delle parti scoperte. Una amplificazione della risposta cutanea è causata da **agenti fotosensibilizzanti** presenti in essenze vegetali e da **agenti fotoallergizzanti**. Tra queste piante e antibiotici (tetracicline, sulfamidici), antidepressivi (imipramina), diuretici, cosmetici, distillati del catrame, coloranti, etc. Gli effetti cronici sono causati da aumento delle fibre elastiche con diminuzione del collagene e atrofia dell'epidermide, cui si associano metaplasia cellulare con possibili esiti in neoplasia.

## MED: minimal erythemal dose

E' la dose di radiazione che causa un arrossamento cutaneo nei soggetti con fototipo II e corrisponde a

$$1 \text{ MED} = 250 \text{ J/m}^2/\text{h} \text{ o } 69,4 \text{ mW/m}^2$$

## UVI: ultraviolet index

Esprime l'irradiazione effettiva e corrisponde a

$$1 \text{ UVI} = 25 \text{ mW/m}^2$$

## SED: standard erythema dose

È equivalente ad una esposizione radiante  
effettiva eritematogena di:

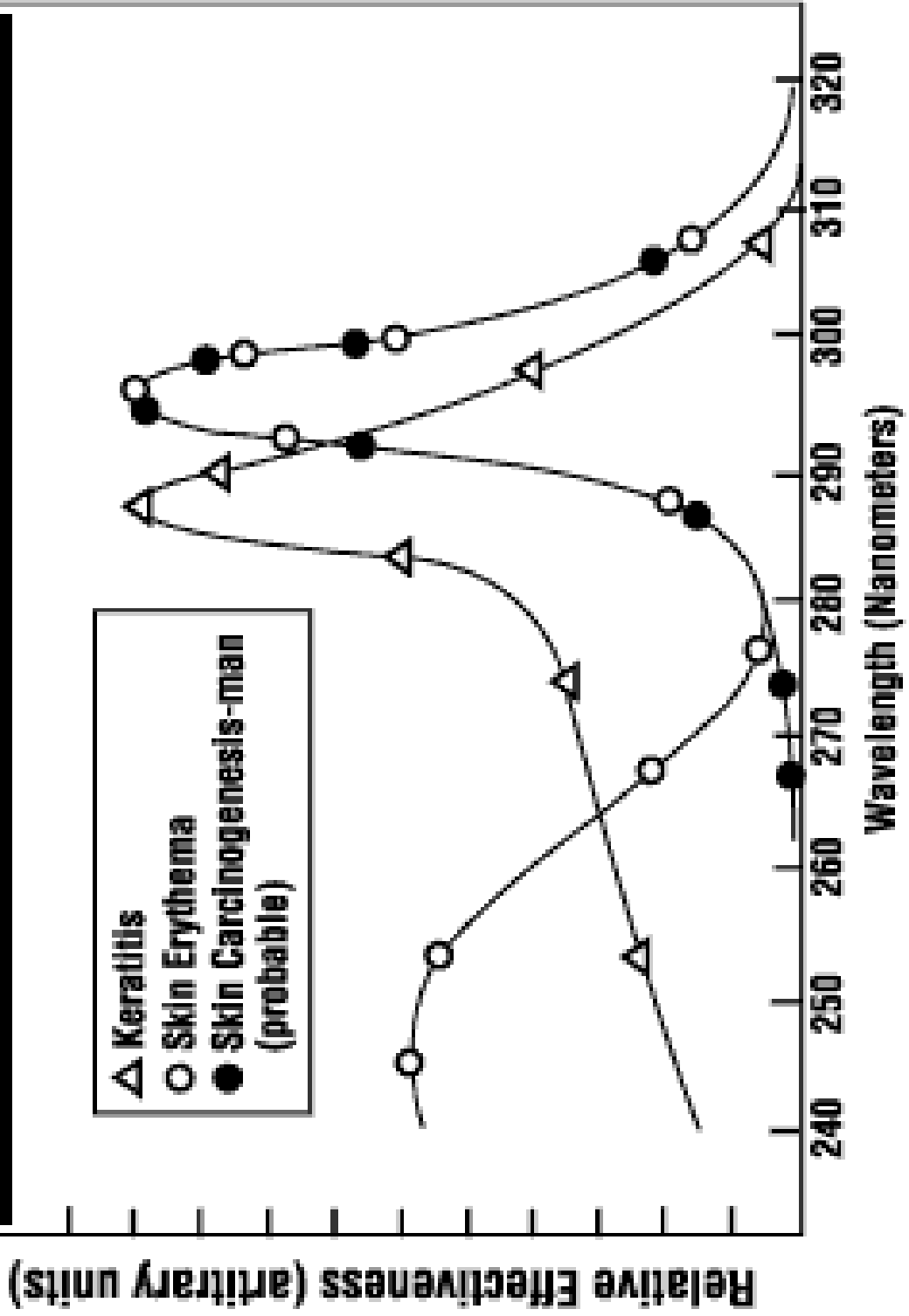
$$100 \text{ J/m}^2$$

---

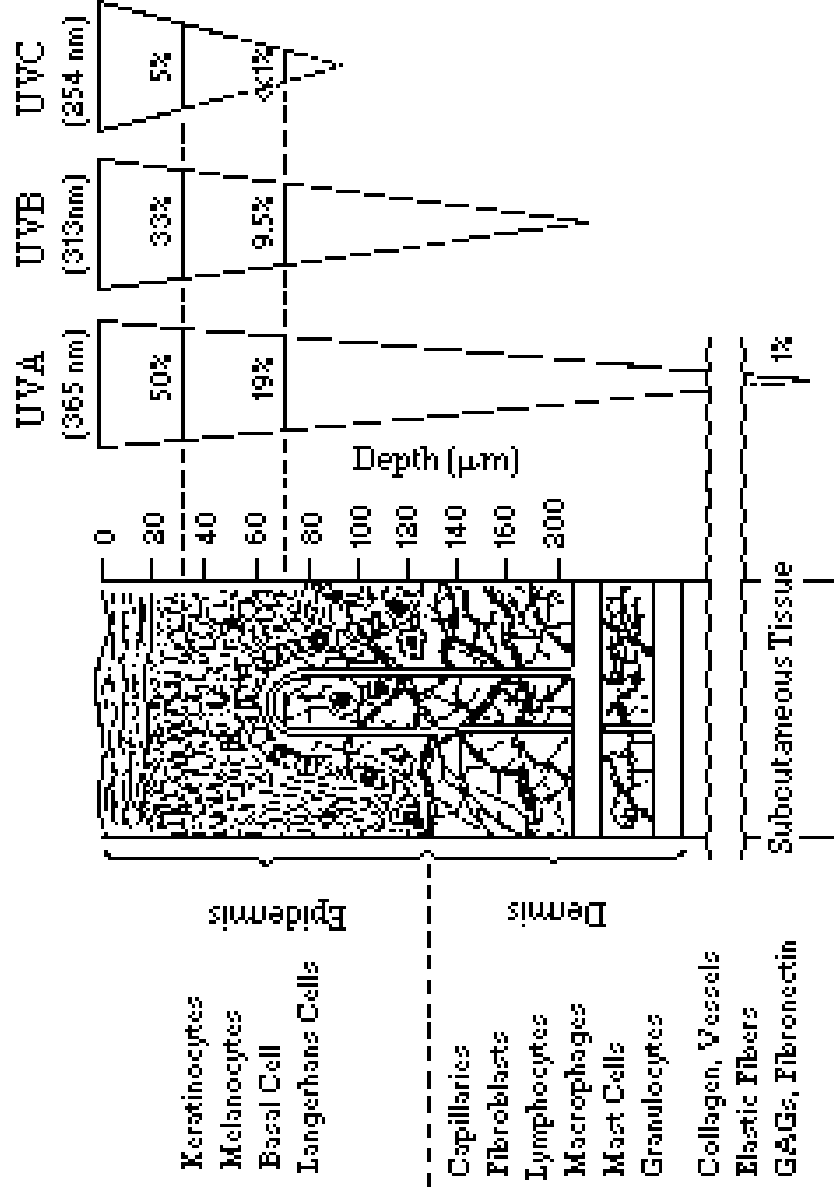
fototipo	abbronzatura al sole	bruciatura al sole	colore capelli	colore occhi	MED J/m <sup>2</sup> /h
I	raramente	sempre	rosso	blu	200
II	talvolta	comunemente	biondo	blu/verde	250
III	solitamente	talora	castano	grigio/castano	350
IV	sempre	raramente	nero	castano	450
V	cute naturalmente marrone	mai			
VI	cute naturalmente nera	mai			

---

# EFFECTS OF UV ON THE SKIN



**Figure 4.1 Schematic of human skin depicting the layers, cell types, structural components and percent transmittance of UVA, UVB and UVC radiation at different depths (Bruls et al., 1984).**



**Figure 10.2 Schematic of absorption of UV in the ocular media. Values represent the percent of UV incident upon the corneal surface that are absorbed by various layers. From Sliney & Wolbarscht (1980), based on data from Boettner & Wolter (1962)**

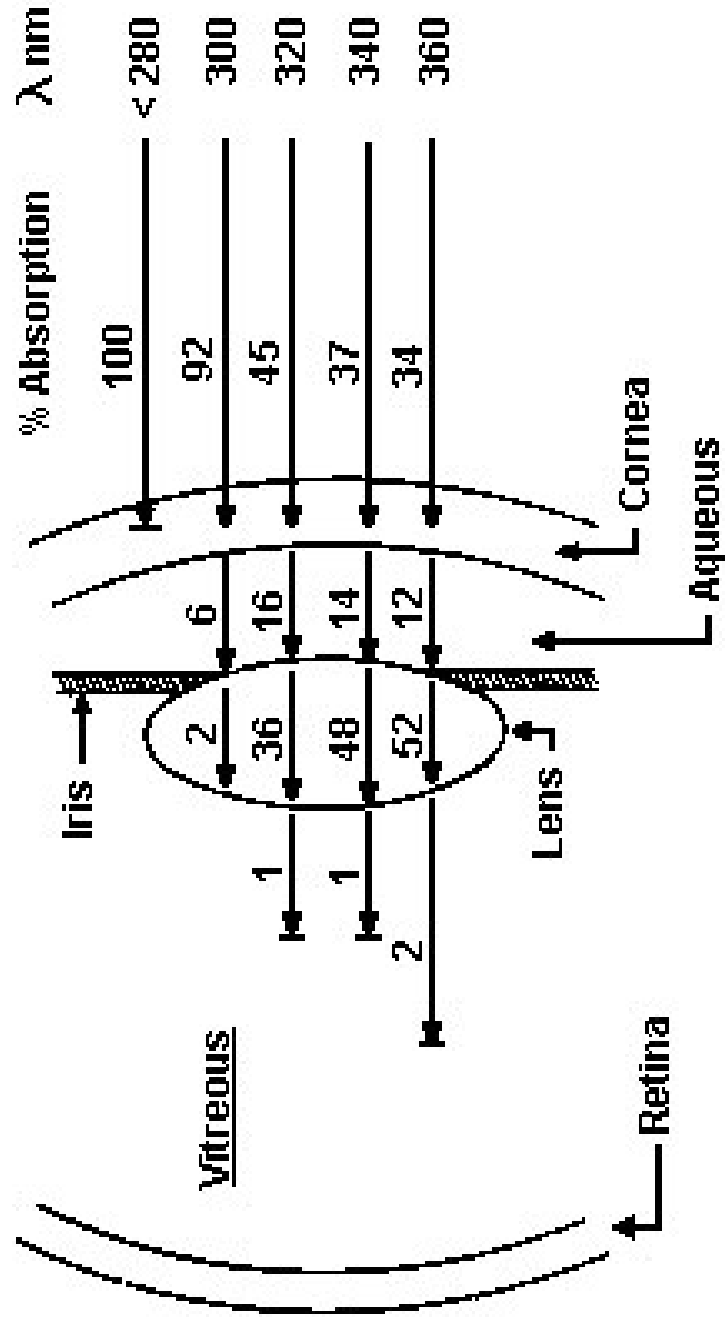
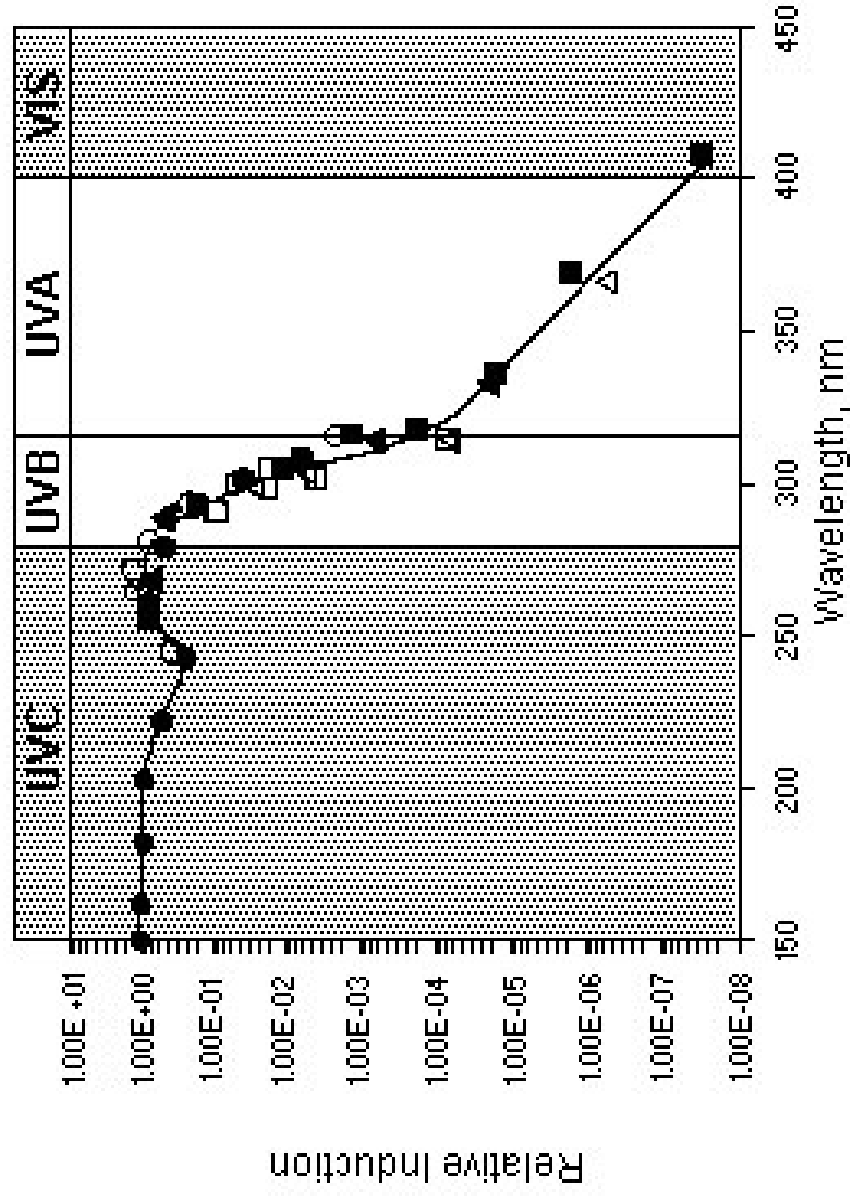
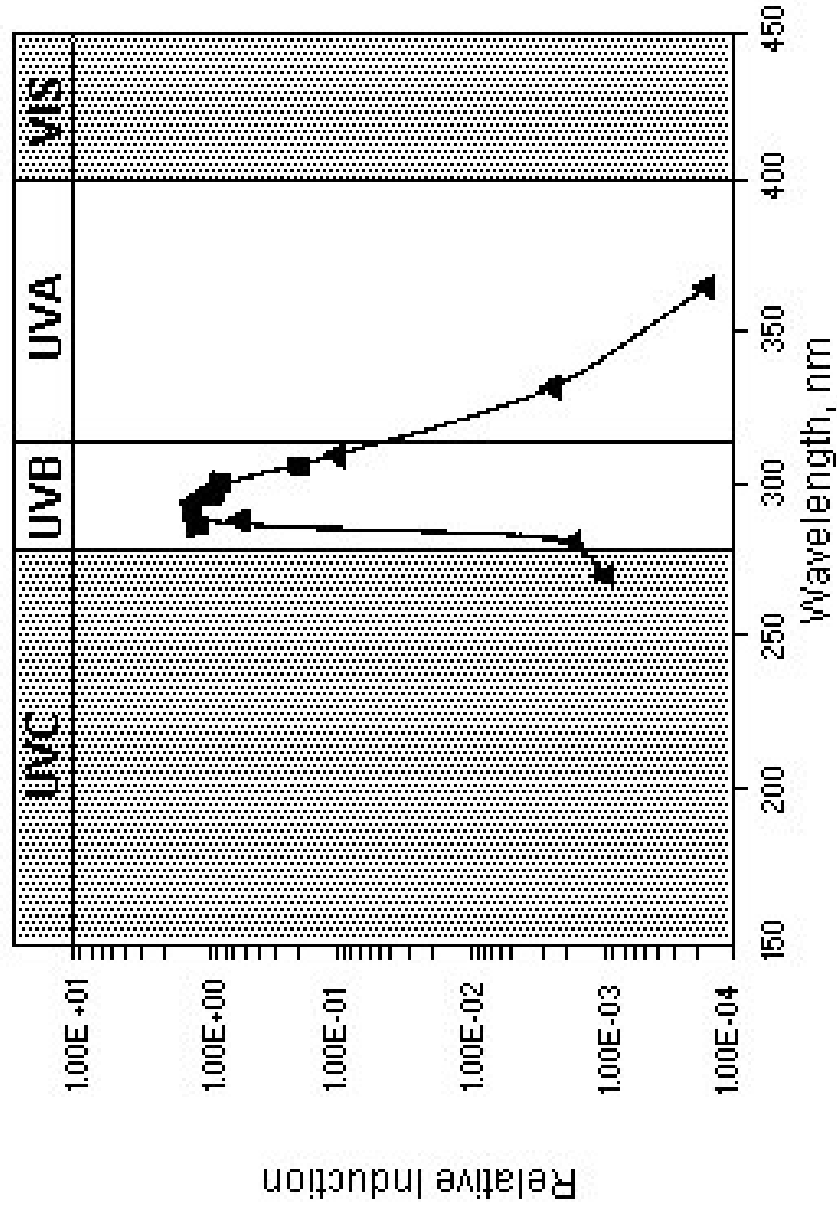


Figure 6.2 Action spectra for cyclobutane pyrimidine dimer formation in naked DNA and cultured cells. ■ Peak et al., 1984; ▲ Chan et al., 1986; ● Matsunaga et al., 1991; □ Enninga et al., 1986; ○ Doniger et al., 1981 (courtesy of National Radiological Protection Board, UK).



**Figure 6.3 Action spectra for cyclobutane pyrimidine dimer formation in epidermal DNA. ■ Ley et al., 1983; ▲ Freeman et al., 1989 (courtesy of National Radiological Protection Board, UK)**



Photochemistry and Photobiology, 2006, 82: 1077-1079

**Unusual High Exposure to Ultraviolet-C Radiation**

**Andrea Trevisan, Stefano Piovesan, Andrea Leonardi, Matteo Bertocco, Piergiorgio Nicolosi, Maria Guglielmina Pelizzo and Annalisa Angelini**



## APPROCCIO MATEMATICO

distanza dalla fonte (mt)	1,5
potenza (W)	40
efficacia spettrale relativa	0,5
$\lambda$	253,7
esposizione (tempo in minuti)	90
superficie corporea (m <sup>2</sup> )	1,7

## RISULTATO

energia assorbita (mJ cm <sup>-2</sup> )	700
irradiazione (mW cm <sup>-2</sup> )	0,14

## MISURA TECNICA

irradiazione (mW cm <sup>-2</sup> )	0,05-0,25
-------------------------------------	-----------

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### EFFETTI BIOLOGICI

**Occhio:** gli effetti oculari possono essere **transitori** (si sviluppano entro 6-12 ore con congiuntivite e cheratite e scompaiono entro 24-48 ore) e **permanenti**.

Per  $\lambda$  comprese tra 295 e 325 nm (regione spettrale U.V.-B) vi è il rischio di insorgenza della **cataratta**.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### NOTE

1. La probabilità di sviluppare un cancro cutaneo dipende da vari fattori quali: 1) **pigmentazione della cute**, 2) **una storia di bolle da scottature solari** e 3) dalla dose di UV accumulata

2. Lavoratori all'aperto entro 40° di latitudine dall'equatore, possono essere esposti a livelli attorno al TLV per non più di cinque minuti a mezzogiorno durante l'estate

3. L'ozono è prodotto da sorgenti che emettono radiazioni UV con  $\lambda$  al di sotto di 250 nm

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **RADIAZIONI DEL CAMPO VISIBILE**

**Sono radiazioni con una  $\lambda$  compresa tra 400 e 750 nm.**

**Possono essere elettivamente assorbite dall'epitelio pigmentato retinico ove possono causare ustioni alla corioide e alla retina.**

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **RADIAZIONI INFRAROSSE**

**Sono radiazioni con una  $\lambda$  compresa tra 750 nm e 1 mm**

**Fonti di radiazioni IR sono:**

- 1. Fusione e soffiatura del vetro**
- 2. Fusione dei metalli**
- 3. Conduzione di forni**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI INFRAROSSE

Gli effetti biologici sono a carico dell'**occhio** e dipendono dalla  $\lambda$ .

$\lambda > 1,4 \mu\text{m}$ : assorbimento a livello dell'**epitelio corneale**

$\lambda < 1,4 \mu\text{m}$ : attraversano la pupilla e vengono assorbite dal **cristallino**, riscaldandolo e alterandone la composizione.

I raggi IR sono causa di un **effetto termico** che si apprezza sulle palpebre, sulla congiuntiva e sul **cristallino**.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI INFRAROSSE

A carico dell'occhio possono causare **congiuntivite cronica**. Altra patologia caratteristica è la **cataratta** (causata dall'effetto termico) a lenta evoluzione.

**E' frequente nell'industria del vetro.**

Una temperatura di **46°C** è sufficiente per la comparsa di iniziale opacità del cristallino.