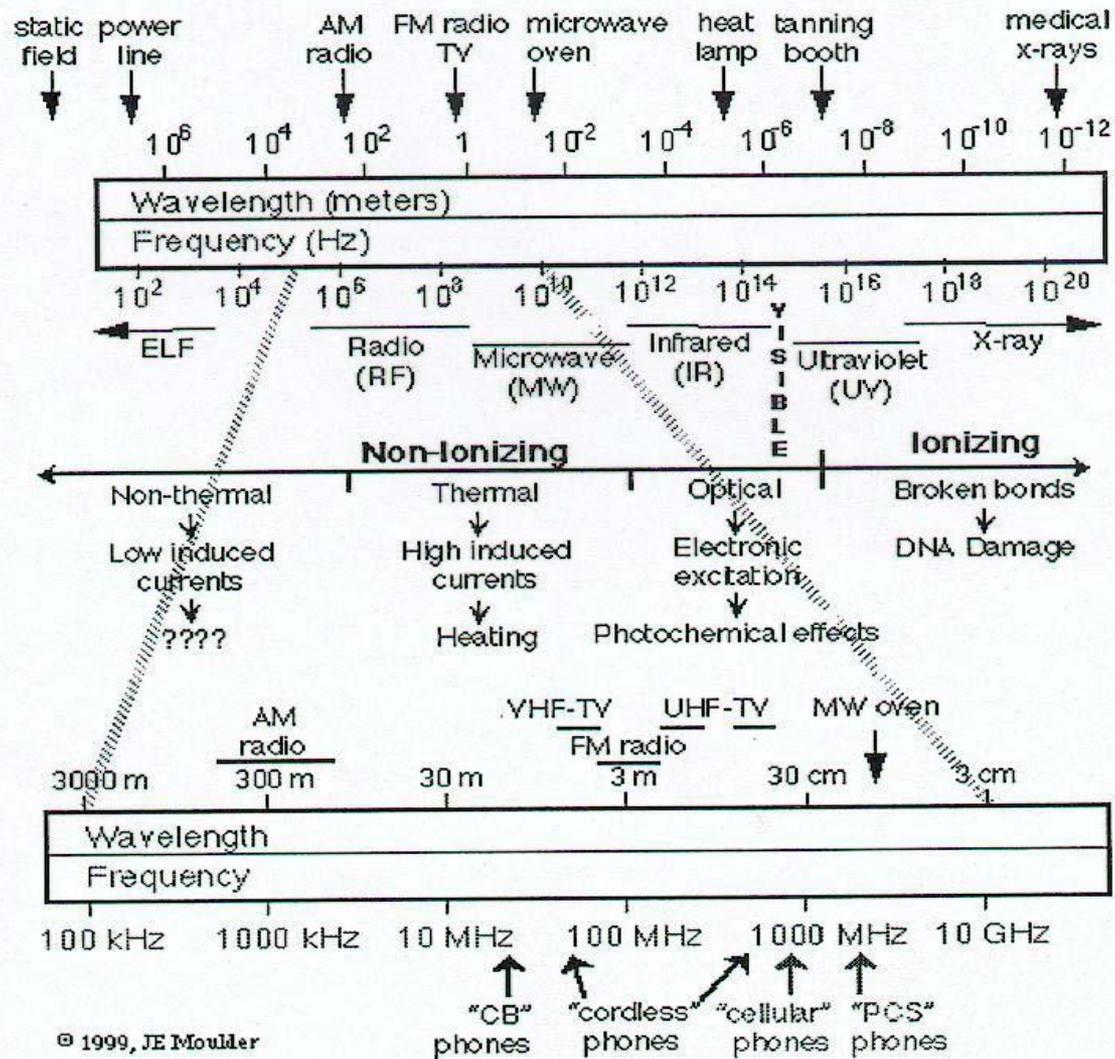


# The Electromagnetic Spectrum



# ***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. Microonde*
- 5. Radiofrequenze*
- 6. ELF*
- 7. Radiazioni prodotte dai **LASER***

# ***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*

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

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE***

### ***EFFETTI: ERITEMA E FOTOCHEMATITE***

#### ***TLV***

- *regione spettrale U.V.-A (315-400 nm)*
  1. *L'esposizione di occhi non protetti non dovrebbe eccedere*
    - a. *esposizione radiante di  $1 \text{ J/cm}^2$  per periodi  $< 1000 \text{ sec}$ .*
    - b. *una irradiazione di  $1 \text{ mW/cm}^2$  per periodi  $\geq 1000 \text{ sec}$ .*

*( $1 \text{ W} = 1 \text{ J sec}^{-1}$ )*
  2. *L'esposizione di occhi e cute non protetti non dovrebbe eccedere i valori della tabella dei TLV (tabella 1)*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE***

### ***EFFETTI: ERITEMA E FOTOCHEMATITE***

#### ***TLV***

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

*1. L'esposizione di occhi o cute non protetti non dovrebbe eccedere i valori del TLV in un periodo di 8 ore. I valori sono espressi in  $J/m^2$  e in  $mJ/cm^2$  ( $1mJ/cm^2=10 J/m^2$ )*

*2. Il tempo di esposizione ( $t_{max}$ ) in secondi per raggiungere il TLV delle radiazioni U.V. incidenti su cute o occhi non protetti può essere calcolato dividendo  $0,003 J/cm^2$  per l'irradiazione effettiva ( $E_{eff}$ ) espressa in  $W/cm^2$ :*

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE**

### **EFFETTI: ERITEMA E FOTOCHERATITE**

#### **TLV**

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

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

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

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

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

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

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

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE***

### ***EFFETTI: ERITEMA E FOTOCHERATITE***

#### ***TLV***

*$E_{eff}$  può anche essere direttamente misurata con un radiometro UV che abbia una risposta spettrale che mimii i valori di efficacia spettrale relativa della tabella dei TLV (tabella 1).*

*In ogni caso, i valori possono essere combinati con quelli presenti nella successiva tabella 2.*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE***

### ***TLV***

*tabella 1*

<i><math>\lambda</math> (nm)</i>	<i>TLV (J/m<sup>2</sup>)</i>	<i>TLV (mJ/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>S(<math>\lambda</math>)</i>
<i>180</i>	<i>2500</i>	<i>250</i>	<i>0,012</i>
<i>....</i>			
<i>240</i>	<i>100</i>	<i>10</i>	<i>0,300</i>
<i>....</i>			
<i>270</i>	<i>30</i>	<i>3,0</i>	<i>1,000</i>
<i>....</i>			
<i>350</i>	<i>1,5x10<sup>5</sup></i>	<i>1,5x10<sup>4</sup></i>	<i>0,00020</i>
<i>....</i>			
<i>400</i>	<i>1,0x10<sup>6</sup></i>	<i>1,0x10<sup>5</sup></i>	<i>0,000030</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE***

### ***TLV***

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

<i>durata esposizione/die (h)</i>	<i><math>E_{eff}</math> (<math>\mu\text{W}/\text{cm}^2</math>)</i>
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 FOTOCHEMATITE***

#### ***TLV***

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

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

*$E_{eff}$  = 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. 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.*

# *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 a  $\lambda$  al di sotto di 250 nm*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE*

### *NOTE*

*4. L'esposizione a UV associata all'esposizione sistemica o topica a sostanze chimiche (inclusi farmaci) può causare eritema cutaneo per valori inferiori al TLV. L'ipersuscettibilità dovrebbe essere sospettata se il lavoratore presenta reazioni cutanee quando esposto a valori inferiori al TLV o quando esposto a livelli che non hanno causato eritema significativo negli stessi soggetti nel passato. Tra le numerose sostanze che possono causare ipersensibilità agli UV, vi sono piante e antibiotici (tetracicline, sulfamidici), antidepressivi (imipramina), diuretici, cosmetici, distillati del catrame, coloranti, etc.*

# ***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.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*Sistema di amplificazione straordinaria della luce che sfrutta il fenomeno dell'emissione stimolata di radiazioni nella regione dall'IR all'UV.*

*La radiazione emessa è un'onda monocromatica **collimata** (tutte le componenti sono parallele) e **coerente**, con la caratteristica di concentrare su di una superficie puntiforme una enorme energia ( $> 100 \text{ MW/cm}^2$ ).*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*L'apparecchiatura LASER è composta da tre elementi:*

- 1. Materiale attivo, medium, che può essere **solido** (YAG: yttrio, alluminio e quarzo per radiazioni che emettono nell'IR-1064 nm), **liquido** o **gassoso** (argon, krypton, CO<sub>2</sub> per radiazioni nella zona blu-verde e rossa dello spettro);*
- 2. Un sistema che fornisce l'energia necessaria al materiale attivo per iniziare il processo di emissione di radiazioni forzate;*
- 3. Una camera di risonanza che assicuri il perpetrarsi dell'emissione radiante amplificata per ripetuti passaggi attraverso il materiale attivo.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*E' normalmente una sorgente molto piccola, praticamente puntiforme.*

*Qualsiasi fonte che sottende un angolo  $\alpha$ , più grande di un angolo  $\alpha_{min}$  è considerata come una fonte **intermedia** ( $\alpha_{min} < \alpha \leq 100$  mrad) o **larga** ( $\alpha > 100$  mrad). L'angolo  $\alpha_{min}$  è definito (in funzione di  $t$ ) come:*

$$\alpha_{min} = 1,5 \text{ mrad} \quad t \leq 0,7 \text{ sec}$$

$$\alpha_{min} = 2 \times t^{3/4} \text{ mrad} \quad 0,7 < t \leq 10 \text{ sec}$$

$$\alpha_{min} = 11 \text{ mrad} \quad t > 10 \text{ sec}$$

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*Se la fonte è oblunga,  $\alpha$  è determinato dalla media aritmetica delle dimensioni più lunghe e più corte.*

*Per fonti intermedie e larghe (400-1400 nm), i TLVs sono modificati dalla correzione per il fattore  $C_E$ :*

<i>angolo</i>	<i>fonte</i>	$C_E$
$\alpha \leq \alpha_{min}$	<i>piccola</i>	1
$\alpha_{min} < \alpha \leq 100 \text{ mrad}$	<i>intermedia</i>	$\alpha / \alpha_{min}$
$\alpha_{min} > 100 \text{ mrad}$	<i>larga</i>	$\alpha^2 / (\alpha_{min} \times 100 \text{ mrad})$

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*Rad* viene definito come l'angolo piano che, come l'angolo centrale di un cerchio di raggio = 1 m, taglia un arco di 1 m fuori dalla circonferenza.

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

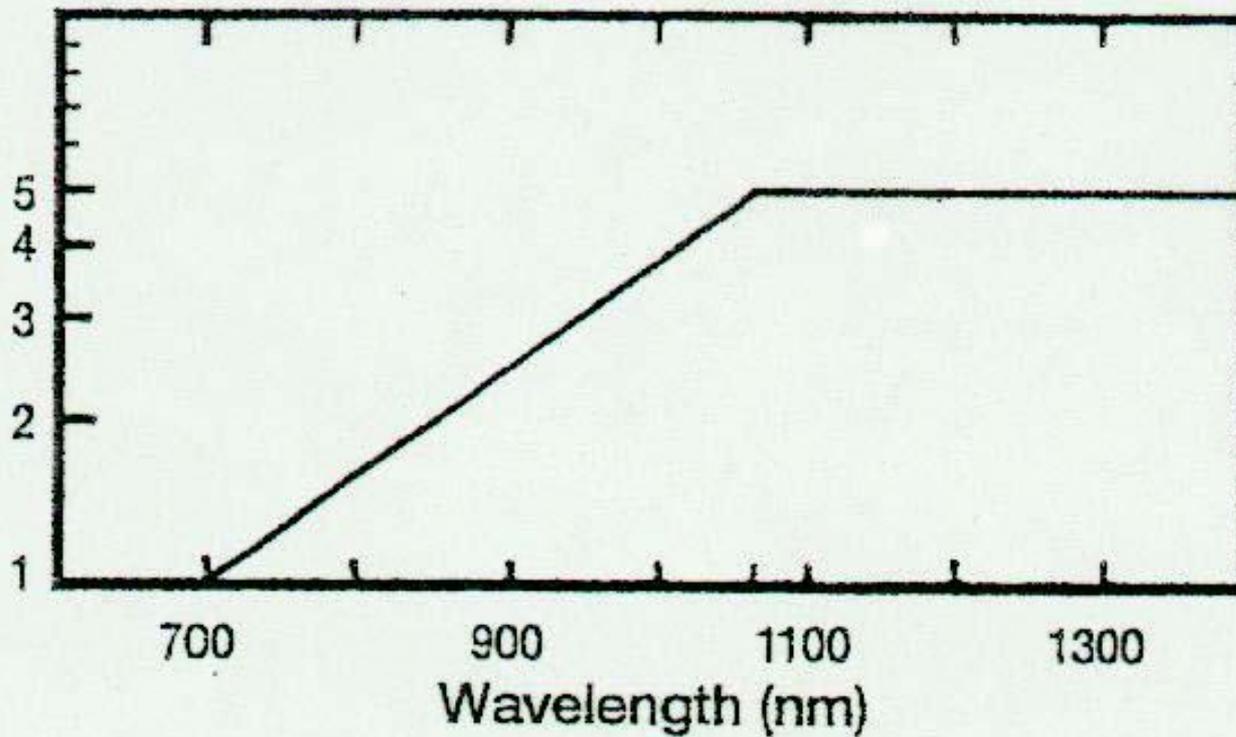
*Fattori ulteriori di correzione:*

*$C_A = 1-5$  per  $\lambda$  comprese tra 700 e 1400 nm; tiene conto del ridotto assorbimento della melanina.*

*$C_B = 1$  per  $\lambda$  comprese tra 400 e 549 nm*

*$C_B = 10^{[0,015(\lambda-550)]}$  per  $\lambda$  comprese tra 550 e 700 nm: tiene conto della ridotta sensibilità fotochimica per i danni retinici.*

Correction Factor A ( $C_A$ )



# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*Fattori ulteriori di correzione:*

*$C_C = 1$  per  $\lambda$  comprese tra 700 e 1150 nm*

*$C_C = 10^{[0,0181(\lambda-1150)]}$  per  $\lambda > 1150$  e  $< 1200$  nm;*

*$C_C = 8$  per  $\lambda$  comprese tra 1200 e 1400 nm.*

*$C_C$  tra 1150 e 1400 nm tiene conto dell'assorbimento pre-retinico del medium oculare.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*Fattori ulteriori di correzione:*

*$T_1 = 10$  sec per  $\lambda$  comprese tra 400 e 549 nm*

*$T_1 = 10 \times 10^{[0,02(\lambda-550)]}$  per  $\lambda$  comprese tra 550 e 700 nm*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

### *TLVs*

*Apertura limitante: l'irradiazione del laser o l'esposizione radiante è mediata sull'apertura limitante appropriata alla regione spettrale e alla durata dell'esposizione. Se il  $\varnothing$  del raggio laser è inferiore a quello dell'apertura limitante, l'effettiva irradiazione o l'esposizione radiante può essere calcolata dividendo la potenza o l'energia del raggio laser per l'area dell'apertura limitante.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

### *TLVs*

<i>regione spettrale</i>	<i>durata</i>	<i>occhi</i>	<i>cute</i>
<i>180-400 nm</i>	<i>1 ns-0,25 s</i>	<i>1 mm</i>	<i>3,5 mm</i>
<i>180-400 nm</i>	<i>0,25 s-30 ks</i>	<i>3,5 mm</i>	<i>3,5 mm</i>
<i>400-1400 nm</i>	<i>10<sup>-4</sup> ns-0,25 s</i>	<i>7 mm</i>	<i>3,5 mm</i>
<i>400-1400 nm</i>	<i>0,25 s-30 ks</i>	<i>7 mm</i>	<i>3,5 mm</i>
<i>1400 nm-0,1 mm</i>	<i>10<sup>-5</sup> ns-0,25 s</i>	<i>1 mm</i>	<i>3,5 mm</i>
<i>1400 nm-0,1 mm</i>	<i>0,25 s-30 ks</i>	<i>3,5 mm</i>	<i>3,5 mm</i>
<i>0,1-1,0 mm</i>	<i>10<sup>-5</sup> ns-30 ks</i>	<i>11 mm</i>	<i>11 mm</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***LASER***

*light amplification by stimulated emission of radiation*

### *TLVs per diretta esposizione oculare*

<i>regione spettrale</i>	<i><math>\lambda</math></i>	<i>esposizione (t, sec)</i>	<i>TLV</i>
<i>UVC*</i>	<i>180-280 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>3 mJ/cm<sup>2</sup></i>
<i>UVB*</i>	<i>280-302 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>3 mJ/cm<sup>2</sup></i>
	<i>303 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>4 mJ/cm<sup>2</sup></i>
	<i>.....</i>	<i>.....</i>	<i>.....</i>
	<i>314 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>630 mJ/cm<sup>2</sup></i>
<i>UVA</i>	<i>315-400 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-10</i>	<i><math>0,56t^{1/4}</math> J/cm<sup>2</sup></i>
	<i>315-400 nm</i>	<i><math>10</math>-<math>10^3</math></i>	<i>1 J/cm<sup>2</sup></i>
	<i>315-400 nm</i>	<i><math>10^3</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>1 mW/cm<sup>2</sup></i>

*\*non deve eccedere  $0,56t^{1/4}$  J/cm<sup>2</sup> per  $t \leq 10$  s*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***LASER***

*light amplification by stimulated emission of radiation*

### *TLVs per diretta esposizione oculare*

<i>regione spettrale</i>	<i><math>\lambda</math></i>	<i>esposizione (t, sec)</i>	<i>TLV</i>
<i>visibile</i>	<i>400-700 nm</i>	<i><math>10^{-13}</math>-<math>10^{-11}</math></i>	<i><math>1,5 \times 10^{-8} \text{ J/cm}^2</math></i>
	<i>.....</i>	<i>.....</i>	<i>.....</i>
	<i>400-549 nm</i>	<i><math>10</math>-<math>10^4</math></i>	<i><math>10 \text{ mJ/cm}^2</math></i>
	<i>550-700 nm</i>	<i><math>10</math>-<math>T_1</math></i>	<i><math>1,8 (t/\sqrt[4]{t}) \text{ mJ/cm}^2</math></i>
	<i>.....</i>	<i>.....</i>	<i>.....</i>
	<i>400-700 nm</i>	<i><math>10^4</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i><math>C_B \mu\text{W/cm}^2</math></i>

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *LASER*

*light amplification by stimulated emission of radiation*

### *TLVs per diretta esposizione oculare*

<i>regione spettrale</i>	<i><math>\lambda</math></i>	<i>esposizione (t, sec)</i>	<i>TLV</i>
<i>IR A</i>	<i>700-1049 nm</i>	<i><math>10^{-13}</math>-<math>10^{-11}</math></i>	<i><math>1,5 C_A \times 10^{-8} \text{ J/cm}^2</math></i>
	<i>.....</i>	<i>.....</i>	<i>.....</i>
	<i>1050-1400 nm</i>	<i><math>10^{-13}</math>-<math>10^{-11}</math></i>	<i><math>1,5 C_C \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2</math></i>
	<i>.....</i>	<i>.....</i>	<i>.....</i>
	<i>700-1400 nm</i>	<i><math>10^3</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i><math>320 C_A \times C_C \mu\text{W/cm}^2</math></i>
<i>IR B &amp; C</i>	<i>1,401-1,5 <math>\mu\text{m}</math></i>	<i><math>10^{-14}</math>-<math>10^{-3}</math></i>	<i><math>0,1 \text{ J/cm}^2</math></i>
	<i>1,501-1,8 <math>\mu\text{m}</math></i>	<i><math>10^{-14}</math>-10</i>	<i><math>1 \text{ J/cm}^2</math></i>
	<i>1,801-2,6 <math>\mu\text{m}</math></i>	<i><math>10^{-3}</math>-10</i>	<i><math>0,56t^{1/4} \text{ J/cm}^2</math></i>
	<i>1,400-<math>10^3 \mu\text{m}</math></i>	<i><math>10</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i><math>100 \text{ mW/cm}^2</math></i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***LASER***

*light amplification by stimulated emission of radiation*

*TLVs per diretta esposizione cutanea*

<i>regione spettrale</i>	<i><math>\lambda</math></i>	<i>esposizione (s)</i>	<i>TLV</i>
<i>UV</i>	<i>180-400 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>vedi precedenti</i>
<i>visibile e IR A</i>	<i>400-1400 nm</i>	<i><math>10^{-9}</math>-<math>10^{-7}</math></i>	<i><math>2 C_A \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2</math></i>
<i>IR B &amp; C</i>	<i><math>1,401</math>-<math>10^3 \mu\text{m}</math></i>	<i><math>10^{-14}</math>-<math>3 \times 10^4</math></i>	<i>vedi precedenti</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***LASER***

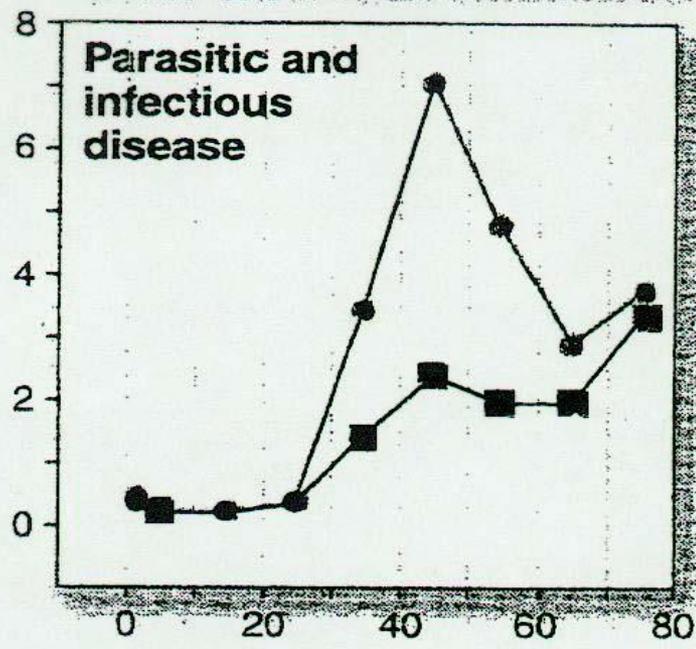
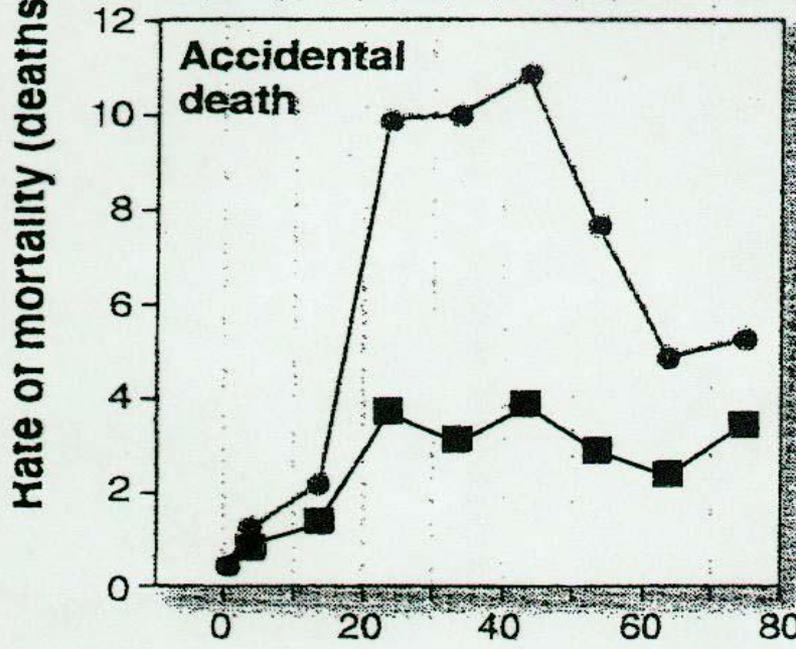
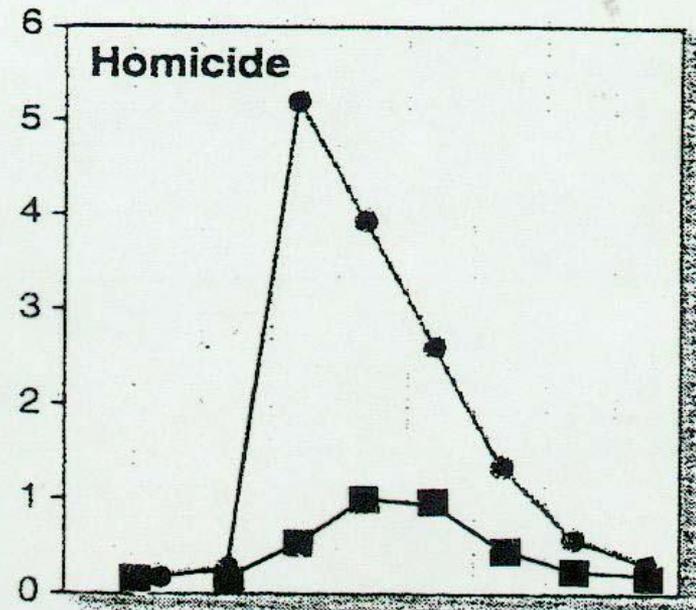
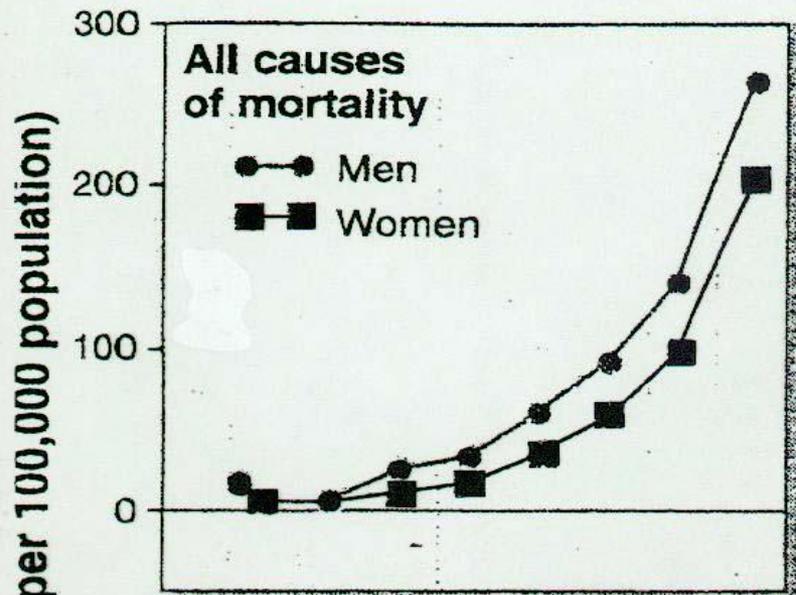
*light amplification by stimulated emission of radiation*

*Applicazione industriale dei LASER:*

- 1. Taglio e saldatura metalli*
- 2. Microelettronica*
- 3. Campo sanitario*

*I rischi dipendono dalla  $\lambda$  della radiazione emessa:*

- 1. Le radiazioni emesse nello spettro visibile sono elettivamente assorbite dall'epitelio pigmentato retinico*
- 2. Le radiazioni emesse nell'UV o nell'IR sono assorbite dagli annessi, dalla cornea, dal cristallino e dal corpo vitreo.*



Age (years)

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *MICROONDE*

*Sono onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 300 MHz e 300 GHz e una  $\lambda$  compresa tra 1 mm e 1 m.*

*Trovano impiego in campo sanitario (radarterapia) e industriale (saldatura di materiali plastici, incollaggio del legno, preriscaldamento di resine termoindurenti) oltre che nel settore domestico (forni a microonde)*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *RADIOFREQUENZE*

*Sono onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 300 kHz e 300 MHz e una  $\lambda$  compresa tra 1 m e 10 km.*

*Trovano impiego nel settore delle telecomunicazioni e in campo militare.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *MICROONDE E RADIOFREQUENZE*

*I fattori che condizionano gli effetti biologici sono l'estensione e la distribuzione dell'energia assorbita. L'assorbimento dipende dalla **frequenza** (massimo nel range tra 60 e 600 MHz), dalla **forma**, dalle **dimensioni** e dalle **caratteristiche dielettriche del corpo irradiato**.*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

*Le microonde vengono assorbite superficialmente, mentre le radiofrequenze vengono assorbite dagli strati profondi.*

*Vi è un aumento della temperatura a livello subcellulare cui possono conseguire fenomeni degenerativi a carico di macromolecole proteiche. Potrebbero essere coinvolti effetti non termici.*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

*E' possibile l'insorgenza di cataratta per microonde o radiofrequenze di intensità  $> 100$  mW/cm<sup>2</sup> (il limite è 10).*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

*Altri possibili effetti sono:*

- 1. Sul sistema endocrino (effetti su tiroide, ipofisi e surrene)*
- 2. Sul SNC (cefalea, affaticamento, irritabilità, insonnia per valori  $< 1 \text{ mW/cm}^2$ )*
- 3. Su stimolatori cardiaci*
- 4. Sul sistema emopoietico (su differenziazione e maturazione di GR, GB e piastrine per valori  $< 1 \text{ mW/cm}^2$ )*
- 5. Effetti mutageni, teratogeni e oncogeni*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

*I TLV, in termini di rms (root-mean-square), della forza del campo elettrico (E) e magnetico (H), della densità di potenza dell'onda piana equivalente (S) e delle correnti indotte (I) nell'organismo che possono essere associate con l'esposizione al campo, sono forniti in funzione della frequenza (f) in MHz*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

#### ***Considerazioni:***

***1. Senza contatto con oggetti metallici, la corrente indotta dalle RF nel corpo, misurata attraverso ciascun piede, non dovrebbe eccedere i seguenti valori:***

***$I = 1000f$  mA per  $f$  compresa tra 0,03 e 0,1 MHz per periodi di 1 secondo***

***$I = 100$  mA per  $f$  compresa tra 0,1 e 100 MHz per periodi di 6 minuti, sottoposti ad un valore limite Ceiling di 500 mA***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

#### ***Considerazioni:***

***2. Per condizioni di possibile contatto con corpi metallici, la corrente massima (RF) attraverso un'impedenza equivalente a quella del corpo umano non dovrebbe superare i valori:***

***$I = 1000f$  mA per  $f$  compresa tra 0,03 e 0,1 MHz per periodi di 1 secondo***

***$I = 100$  mA per  $f$  compresa tra 0,1 e 100 MHz per periodi di 6 minuti, sottoposti ad un valore limite Ceiling di 500 mA***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

***TLVs***

***Considerazioni:***

***3. L'uso di guanti protettivi, la proibizione di indossare oggetti metallici e la formazione del personale dovrebbero essere sufficienti per una ideale corrispondenza coi TLVs***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

***parte A***

***Campi elettromagnetici***

<b><i>f</i></b>	<b><i>S</i></b> <b><i>mW/cm<sup>2</sup></i></b>	<b><i>E</i></b> <b><i>V/m</i></b>	<b><i>H</i></b> <b><i>A/m</i></b>	<b><i>tempo medio</i></b> <b><i>E<sup>2</sup>, H<sup>2</sup> o S (minuti)</i></b>
<b>30-100 kHz</b>		<b>614</b>	<b>163</b>	<b>6</b>
<b>100kHz-3 MHz</b>		<b>614</b>	<b>16,3/f</b>	<b>6</b>
<b>3-30 MHz</b>		<b>1842/f</b>	<b>16,3/f</b>	<b>6</b>
<b>30-100 MHz</b>		<b>61,4</b>	<b>16,3/f</b>	<b>6</b>
<b>100-300 MHz</b>	<b>1</b>	<b>61,4</b>	<b>0,163</b>	<b>6</b>
<b>300 MHz-3 GHz</b>	<b>f/300</b>			<b>6</b>
<b>3-15 GHz</b>	<b>10</b>			<b>6</b>
<b>15-300 GHz</b>	<b>10</b>			<b>616,000/f<sup>1,2</sup></b>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

<i><b>parte B</b></i>	<i><b>Correnti indotte-corrente massima (mA)</b></i>			
<i><b>f</b></i>	<i><b>attraverso i piedi (entrambi)</b></i>	<i><b>attraverso ciascun piede</b></i>	<i><b>contatto</b></i>	<i><b>tempo medio</b></i>
<i><b>30-100 kHz</b></i>	<i><b>2000f</b></i>	<i><b>1000f</b></i>	<i><b>1000f</b></i>	<i><b>1 sec.*</b></i>
<i><b>100 kHz-100 MHz</b></i>	<i><b>200</b></i>	<i><b>100</b></i>	<i><b>100</b></i>	<i><b>6 min.**</b></i>

*\* I è mediato su ciascun periodo di 1 secondo*

*\*\* I<sup>2</sup> è mediato su un periodo di 6 minuti(e.g. per entrambi i piedi o mani a contatto, I<sup>2</sup> t ≤ 60,000 mA<sup>2</sup>-minuti, soggetto ad un valore Ceiling di 500 mA)*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

*Per esposizioni a  $f < 300$  MHz, il TLV è espresso in termini di forza del campo elettrico (**E**) e magnetico (**H**), calcolato come rms.*

*La densità di potenza (**S**) in mW/cm<sup>2</sup> può essere calcolata dalla misura della forza del campo:*

$$S = \frac{E^2}{3770}$$

*ove  $E^2$  è espresso in V<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e  $S = 37,7 H^2$  (ove  $H^2$  è espresso in A<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

### ***TLVs***

*Per esposizioni a campi pulsati con durata < 100 msec e f nel range 100 kHz-300 GHz, il TLV in termini di picco di densità di potenza per un singolo impulso è dato dal TLV moltiplicato per il tempo medio in secondi e diviso per la larghezza dell'impulso in secondi:*

$$*TLV\ picco = \frac{TLV\ x\ tempo\ medio\ (s)}{5\ x\ larghezza\ impulso\ (s)}*$$

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

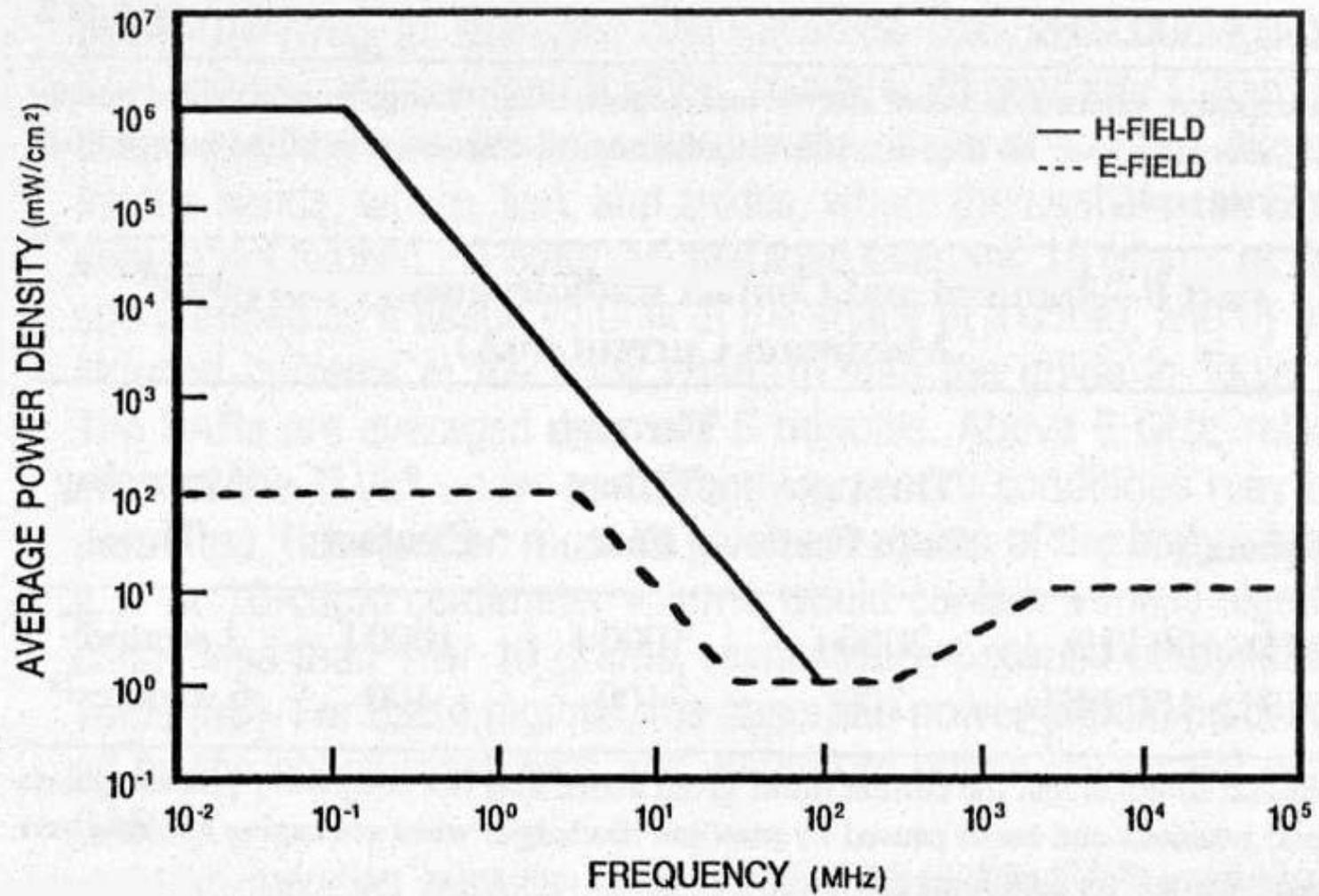
## ***MICROONDE E RADIOFREQUENZE***

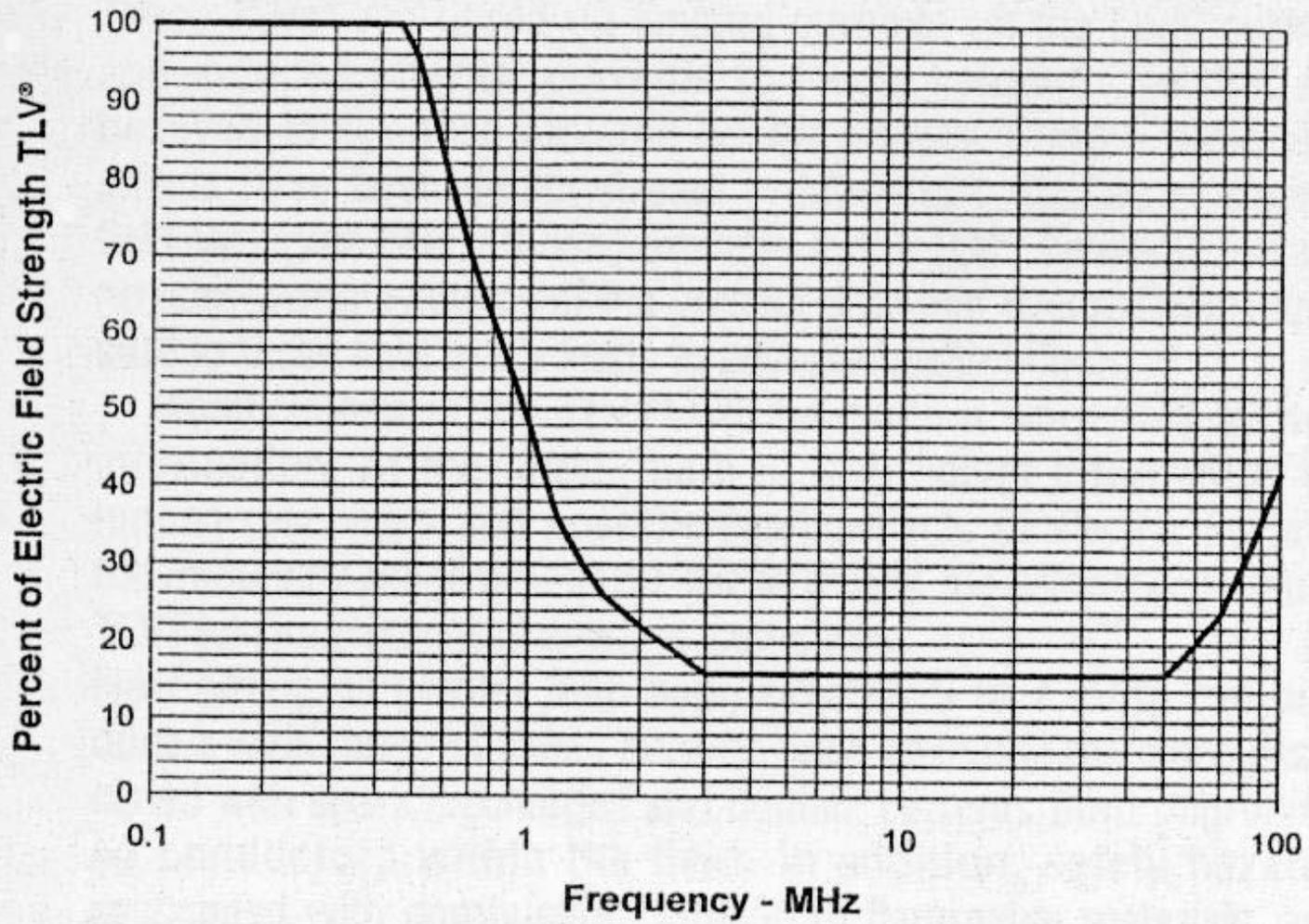
### ***TLVs***

***Un massimo di 5 di tali impulsi possono essere presenti in ogni periodo uguale al tempo medio.***

***Se ci sono  $> 5$  impulsi, il TLV di picco è limitato dal normale processo di tempo-medio.***

***Per durate  $> 100$  msec, viene applicato il normale calcolo del tempo medio.***





# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI MAGNETICI STATICI (SUBRADIOFREQUENZE)***

*Sono radiazioni elettromagnetiche con:*

*$\lambda$  compresa tra 10 e 1000 km*

*$f$  compresa tra 300 Hz e 30 kHz*

***Radiazioni ELF (extremely low frequency):***

*$\lambda > 1000$  km*

*$f < 300$  Hz (circa 30 Hz)*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI MAGNETICI STATICI (SUBRADIOFREQUENZE)***

### ***TLVs***

*L'esposizione lavorativa non dovrebbe eccedere i 60 millitesla (60 mT), equivalenti a 600 Gauss (G),*

$$*1 T = 10^4 G*$$

*per tutto il corpo o 600 mT (6000 G) per gli arti al giorno, inteso come TWA.*

*Il valore Ceiling raccomandato è 2 T per tutto il corpo e 5 T per gli arti.*

*Portatori di pacemaker e simili non dovrebbero essere esposti a valori di campo magnetico  $> 0,5$  mT (5 G).*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI MAGNETICI STATICI (SUBRADIOFREQUENZE)***

### ***TLVs***

#### ***TLV-TWA***

#### ***TLV-C***

*tutto il corpo*

*60 mT*

*2 T*

*arti*

*600 mT*

*5 T*

*portatori pacemaker*

*0,5 mT*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI MAGNETICI STATICI (SUBRADIOFREQUENZE)*

*Il TLV tiene conto dell'entità della densità del flusso magnetico (**B**).*

*Le forze di campo sono espresse come rms.*

*L'esposizione professionale a ELF non dovrebbe eccedere il valore di Ceiling:*

$$B_{TLV} = \frac{60}{f}$$

*ove  $f$  è la frequenza in Hz e  $B_{TLV}$  è la densità di flusso magnetico in mT.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI MAGNETICI STATICI (SUBRADIOFREQUENZE)*

*Per  $f$  nel range 300 Hz-30 kHz (che includono la banda della voce [VF] da 300 Hz a 3 kHz e la banda delle very low frequency [VLF] da 3 a 30 kHz), l'esposizione professionale non dovrebbe eccedere il valore di Ceiling di 0,2 mT. Tale valore è inteso sia per tutto il corpo che per parte del corpo.*

*A  $f < 300$  Hz, il TLV per esposizione delle estremità può essere aumentato di un **fattore 10 per mani e piedi** e di un **fattore 5 per braccia e gambe**.*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI MAGNETICI STATICI (SUBRADIOFREQUENZE)***

*La densità di flusso magnetico ( $B$ ) di  $60 \text{ mT}/f$ , a  $60 \text{ Hz}$  corrisponde al TLV di  $1 \text{ mT}$ , a  $30 \text{ Hz}$  di  $0,2 \text{ mT}$ , valore che corrisponde ad una intensità di campo magnetico di  $160 \text{ A/m}$*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *SUBRADIOFREQUENZE (< 30 kHz) E*

### *CAMPI ELETTRICI STATICI*

*I TLV sono, come sempre espressi in termini di rms.*

*La forza dei campi elettrici fa riferimento ai livelli di campo presenti in aria, emessi dalla superficie dei conduttori. L'esposizione professionale non dovrebbe eccedere una forza di campo di 25 kV/m da 0 a 100 Hz.*

*Per frequenze nel range 100 Hz-4 kHz, il valore Ceiling è:*

$$E_{TLV} = \frac{2,5 \times 10^6}{f}$$

*ove  $f$  è la frequenza in Hz e  $E_{TLV}$  è la forza del campo elettrico in V/m*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

***SUBRADIOFREQUENZE (< 30 kHz)***

***E CAMPI ELETTRICI STATICI***

*Un valore di 625 V/m è il valore Ceiling per frequenze da 4 a 30 kHz.*

*Tale valore di Ceiling tra 0 e 30 kHz è inteso sia per il corpo in toto, sia per parti di esso.*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

*Decreto 381/98*

*prevede che nei luoghi residenziali (con permanenza superiore a 4 ore) l'esposizione ai campi elettromagnetici dovuti alle RF e MO non sia superiore ad un campo elettrico di 6 V/m, ad un campo magnetico di 0,016 A/m e ad una densità di potenza dell'onda piana equivalente di 0,1 W/m<sup>2</sup>. Nelle altre situazioni non deve superare i 20 V/m.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI ELETTROMAGNETICI*

### *Decreto 381/98*

*I valori indicati dal decreto si basano solo sull'effetto termico: se il corpo assorbe una quantità di energia  $> 4$  W/kg, si produce un aumento di temperatura pari a  $1^{\circ}\text{C}$ . A tale valore è stato applicato un fattore di sicurezza 10 ottenendo il **limite di riferimento per i lavoratori di  $0,4$  W/kg**. Dividendo per un ulteriore fattore 5, si è ottenuto **il valore per la popolazione generale di  $0,08$  W/kg**.*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI ELETTROMAGNETICI*

*Per i telefoni cellulari (testa e collo), la UE pone il limite di 10 W/kg per i lavoratori e di 2 W/kg per la popolazione generale.*

*I telefoni cellulari causano un assorbimento di energia < 2 W/kg.*

*Le antenne radiobase espongono gli abitanti più vicini a 2 V/m.*

*Il campo decade in rapporto alla distanza per un fattore  $1/d^2$ ,  $1/d^3$ .*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI ELETTROMAGNETICI*

*Per la posizione dell'antenna e le proprietà dielettriche dei tessuti e delle ossa, la potenza che la testa assorbe è pari al 30-50% di quella totale (0,6 W).*

*La maggior parte delle RF viene assorbita dalla **pelle** (30%) e dai **muscoli** (20%).*

*Al cervello arrivano rispettivamente il 10% (**sostanza grigia**) e il 6% (**sostanza bianca**).*

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI ELETTROMAGNETICI*

### *1. Misure dosimetriche*

*gli effetti biologici sono legati alla quantità di energia depositata all'interno di un sistema biologico durante l'esposizione. Le grandezze fisiche correlate a tale effetto sono:*

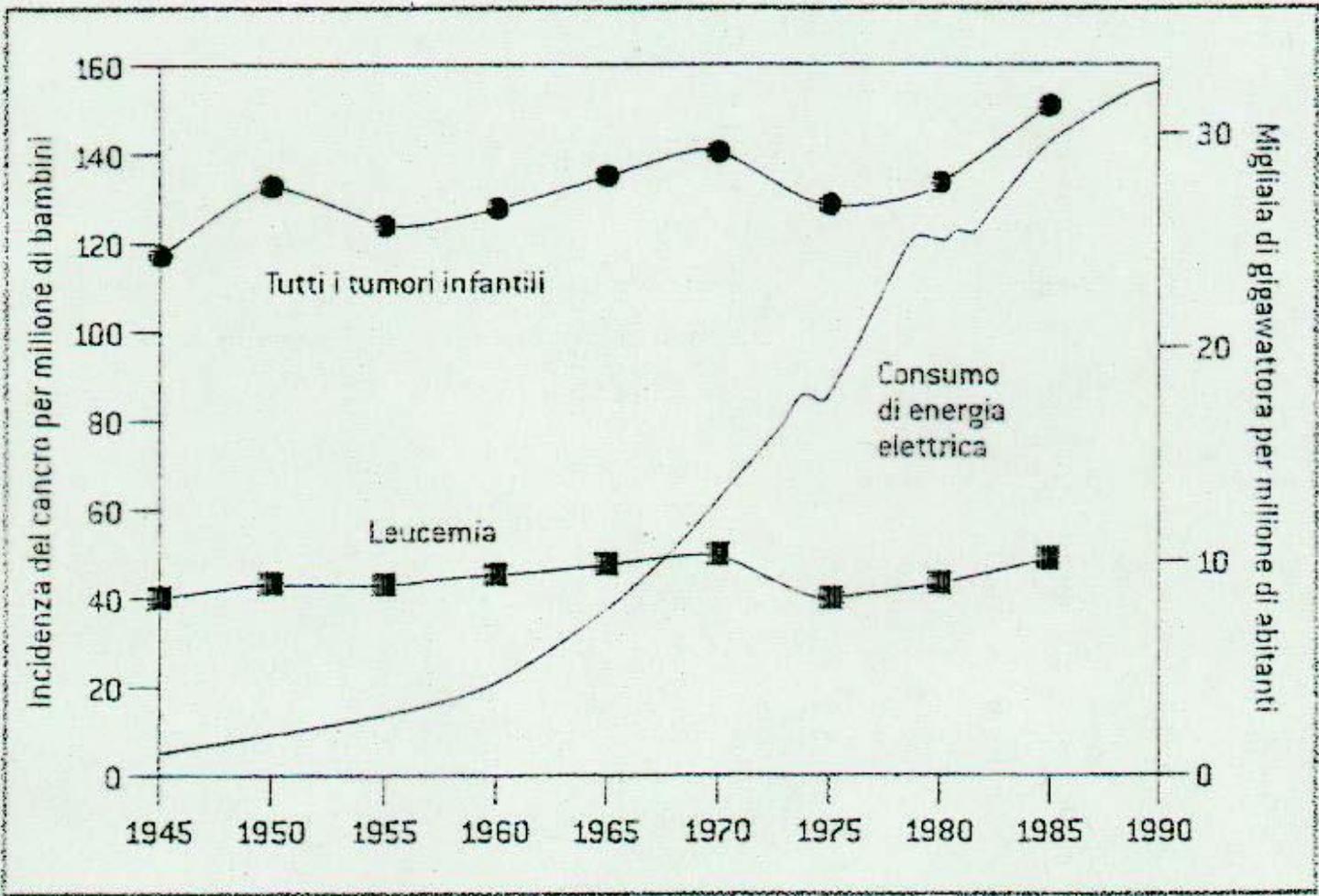
- Specific absorption rate (SAR), utilizzato per  $f > 10$  MHz*
- Densità di corrente indotta all'interno dell'organismo, utilizzato per  $f$  inferiori*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI ELF***

*Possono essere generati da fonti quali:*

- 1. Trasporto e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti e sottostazioni elettriche),*
- 2. Utilizzo di apparecchiature elettriche*



# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI ELF***

*induzione magnetica ( $\mu T$ ) in prossimità di alcuni elettrodomestici ( $SAE = 0,2 \mu T$ )*

<b><i>fonte</i></b>	<b><i>vicino</i></b>	<b><i>30 cm</i></b>
<i>apriscatole</i>	<i>2000</i>	<i>16</i>
<i>asciugacapelli</i>	<i>2500</i>	<i>7</i>
<i>aspirapolvere</i>	<i>800</i>	<i>20</i>
<i>coperta elettrica</i>	<i>30</i>	<i>-</i>
<i>ferro da stiro</i>	<i>30</i>	<i>0,4</i>
<i>forno elettrico</i>	<i>1000</i>	<i>20</i>
<i>frullatore</i>	<i>700</i>	<i>10</i>
<i>HiFi</i>	<i>5</i>	<i>5</i>
<i>lampada 325 W</i>	<i>2500</i>	<i>-</i>
<i>lampada alogena</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>monitor computer</i>	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>
<i>rasoio elettrico</i>	<i>1500</i>	<i>9</i>
<i>TV colori</i>	<i>500</i>	<i>4</i>
<i>ventilatore</i>	<i>180</i>	<i>40</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

*Associazione tra esposizione e insorgenza di tumori*

<i><b>CEM</b></i>	<i><b>tumori</b></i>	<i><b>O.R. (C.I.)</b></i>	<i><b>Ass.</b></i>
<i><b>ELF</b></i>	<i>cervello</i>	<i>0,95 (0,54-1,69)</i>	<i>-</i>
	<i>testicolo</i>	<i>1,7 (1,3-3,2)</i>	<i>+</i>
	<i>corpo uterino</i>	<i>1,2 (1,1-1,39)</i>	<i>+</i>
	<i>mammella donne</i>	<i>1,0 (0,6-1,7)</i>	<i>-</i>
	<i>mammella donne</i>	<i>1,5 (1,1-2,0)</i>	<i>+</i>
	<i>cervello</i>	<i>1,8 (0,7-4,7)</i>	<i>+</i>
	<i>linfoma non Hodgkin</i>	<i>3,05 (1,07-8,80)</i>	<i>+</i>
	<i>leucemia</i>		<i>-</i>
	<i>leucemia</i>	<i>2,4 (1,0-6,1)</i>	<i>+</i>
	<i>mammella uomini</i>		<i>-</i>
<i><b>RF</b></i>	<i>tutti i tipi</i>	<i>+</i>	

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

### *Associazione tra esposizione e altre patologie*

<i><b>CEM</b></i>	<i><b>patologia</b></i>	<i><b>O.R. (C.I.)</b></i>	<i><b>Ass.</b></i>
<i><b>ELF</b></i>	<i>Alzheimer</i>	<i>0,74 (0,29-1,92)</i>	<i>-</i>
	<i>riduzione fertilità</i>	<i>0,3 (0,1-1,0)</i>	<i>-</i>
		<i>0,7 (0,2-2,1)</i>	<i>-</i>
	<i>alt. par. bioch.</i>		<i>+</i>
	<i>alt. freq. card.</i>		<i>+</i>
	<i>alt. par. imm.</i>		<i>-</i>
	<i>suicidio</i>		<i>2,18 (1,25-3,80)</i>
<i><b>RF</b></i>	<i>alt. seme e liv. orm.</i>		<i>+</i>
<i><b>MO</b></i>	<i>effetti oculari</i>		<i>-</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

*Associazione tra esposizione dei genitori e tumori nei bambini*

<i><b>CEM</b></i>	<i><b>tumori</b></i>	<i><b>O.R. (C.I.)</b></i>	<i><b>Ass.</b></i>
<i>uso di elettrodomestici durante la gravidanza</i>	<i>LLA</i>	<i>1,59 (1,11-2,29)</i>	<i>+</i>
<i>operatori telefonici</i>	<i>neuroblastoma</i>	<i>6,1 (0,7-50,9)</i>	<i>+</i>
<i>elettricisti</i>	<i>neuroblastoma</i>	<i>1,1 (0,6-2,0)</i>	<i>-</i>
<i>ELF <math>\geq 30 \mu T</math></i>	<i>LLA</i>	<i>2,0 (1,1-3,5)</i>	<i>+</i>
	<i>tutti i tipi</i>	<i>0,72 (0,42-1,25)</i>	<i>-</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

### *Associazione ELF e tumori*

<i><b>CEM</b></i>	<i><b>tumori</b></i>	<i><b>O.R. (C.I.)</b></i>	<i><b>Ass.</b></i>
	<i><b>LLA</b></i>	<i><b>2,28(1,34-3,91)</b></i>	<i><b>+</b></i>
<i><b>0,2 <math>\mu T</math></b></i>		<i><b>2,7 (1,0-6,3)</b></i>	<i><b>+</b></i>
<i><b>0,3 <math>\mu T</math></b></i>		<i><b>3,8 (1,4-9,3)</b></i>	<i><b>+</b></i>
		<i><b>2,5 (1,08-4,28)</b></i>	<i><b>+</b></i>
		<i><b>1,8 (0,7-4,2)</b></i>	<i><b>-</b></i>
		<i><b>1,49 (1,11-2,00)</b></i>	<i><b>-</b></i>
		<i><b>2,15 (1,08-4,28)</b></i>	<i><b>+</b></i>
		<i><b>1,49 (1,11-2,0)</b></i>	<i><b>-</b></i>
		<i><b>1,24 (0,86-1,79)</b></i>	<i><b>-</b></i>
		<i><b>3,2 (0,7-14,9)</b></i>	<i><b>+</b></i>
<i><b><math>\geq 0,2 \mu T</math></b></i>		<i><b>1,4 (0,3-6,3)</b></i>	<i><b>-</b></i>
		<i><b>0,92 (0,47-1,79)</b></i>	<i><b>-</b></i>
		<i><b>1,3 (0,8-2,21)</b></i>	<i><b>-</b></i>
<i><b><math>\geq 0,2 \mu T</math></b></i>	<i><b>totale</b></i>	<i><b>1,55 (0,65-3,67)</b></i>	<i><b>-</b></i>
	<i><b>notturno</b></i>	<i><b>3,21 (1,33-7,80)</b></i>	<i><b>+</b></i>

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI ELETTROMAGNETICI*

### *Associazione ELF e tumori*

<i>CEM</i>	<i>tumori</i>	<i>O.R. (C.I.)</i>	<i>Ass.</i>
<i>&lt; 100 m</i>	<i>leucemia</i>	<i>1,45 (0,54-3,88)</i>	<i>+</i>
<i>&lt; 50 m</i>		<i>2,0 (0,4-9,0)</i>	<i>+</i>
		<i>1,3 (1,0-1,7)</i>	<i>+</i>
		<i>0,90 (0,49-1,63)</i>	<i>-</i>
	<i>linfomi</i>	<i>1,58 (0,91-2,76)</i>	<i>-</i>
	<i>linfomi</i>		<i>-</i>
	<i>cervello</i>	<i>1,0 (0,2-3,9)</i>	<i>-</i>
	<i>cervello</i>	<i>2,5 (1,0-6,3)</i>	<i>+</i>
	<i>SNC</i>	<i>1,89 (1,34-2,67)</i>	<i>+</i>
	<i>SNC</i>		<i>-</i>
	<i>SNC</i>	<i>0,5 (0,11-1,86)</i>	<i>-</i>
<i>≥ 0,2 μT</i>	<i>mammella femmine</i>	<i>1,0 (0,7-1,5)</i>	<i>-</i>
<i>≥ 0,2 μT</i>	<i>mammella maschi</i>	<i>2,1 (0,3-14,1)</i>	<i>+</i>
	<i>varie forme</i>	<i>1,4 (0,6-2,9)</i>	<i>dubbio</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

### *Associazione telefonia cellulare e patologie*

<i>patologie</i>	<i>O.R. (C.I.)</i>	<i>Ass.</i>
<i>ridotta produzione e rilascio melatonina</i>		-
<i>alterazione potenziali lenti cerebrali</i>		+
<i>alterazione funzioni cognitive e tempi di reazione</i>		+
<i>alterazioni processi cognitivi cerebrali</i>		+
<i>cefalea</i>	<i>1,31 (1,0-1,7)</i>	+
<i>aumento calore orecchio</i>		<i>97%</i>
<i>aumento sensazione di bruciore al volto</i>		<i>62%</i>
<i>cefalea</i>		<i>40%</i>
<i>interferenza con la pompa dell'insulina</i>		-
<i>leucemia</i>	<i>0,97 (0,78-2,21)</i>	-
<i>tumori cerebrali</i>	<i>0,85 (0,6-1,2)</i>	-
<i>tumori SNC: gliomi</i>	<i>0,9 (0,5-1,6)</i>	-
<i>meningiomi</i>	<i>0,7 (0,3-1,7)</i>	-
<i>neurinoma acustico</i>	<i>1,4 (0,6-3,5)</i>	-
<i>tutti</i>	<i>1,0 (0,6-1,5)</i>	-
<i>tumori cerebrali e SNC</i>	<i>0,95 (0,81-1,12)</i>	-
<i>tumori ghiandole salivari</i>	<i>0,72 (0,29-1,49)</i>	-

# *RADIAZIONI NON IONIZZANTI*

## *CAMPI ELETTROMAGNETICI*

### *Studi sperimentali*

#### *CEM*

#### *alterazioni*

#### *Ass.*

<i>ELF</i>	<i>topi</i>	<i>tumore cerebrale</i>	<i>-</i>
<i>5 Hz-500kHz</i>	<i>volontari</i>	<i>ipersensibilità</i>	<i>-</i>
<i>50-60Hz 100 <math>\mu</math>T</i>	<i>ratti</i>	<i>tumori mammari</i>	<i>&gt;</i>
<i>50 Hz 14 mT</i>	<i>batteri</i>	<i>non mutageni o co-mutageni</i>	
<i>900 MHz</i>	<i>topi</i>	<i>linfomi</i>	<i>+</i>
<i>RF</i>	<i>ratti</i>	<i>rotture DNA cerebrale</i>	<i>+</i>
<i>RF</i>	<i>topi</i>	<i>danni DNA cerebrale</i>	<i>-</i>

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

***Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari***

***(giugno 2000)***

*Nessuna ricerca ha portato a conclusioni significative sul fatto che le RF provenienti dai telefoni cellulari o dalle stazioni radiobase causino effetti avversi per la salute. D'altro canto sono necessarie ulteriori ricerche per una migliore valutazione del rischio e sono richiesti almeno 3-4 anni perché queste ricerche vengano completate.*

*Si raccomanda quanto segue:*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

***Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari***

***(giugno 2000)***

- 1. Stretta osservanza delle linee guida sviluppate per proteggere la salute della popolazione;***
- 2. Misure di precauzione. Per i governi: non dovrebbero introdurre arbitrari fattori di sicurezza oltre a quelli prodotti dalle linee guida. Per la popolazione: le attuali conoscenze scientifiche non indicano la necessità di particolari precauzioni per gli utilizzatori. Si suggerisce di limitare la lunghezza delle telefonate o l'uso di accorgimenti atti a tenere il telefono lontano dalla testa e dal corpo;***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

*Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari*

*(giugno 2000)*

*3. I telefoni cellulari possono interferire con supporti elettromedicali (pace-makers e protesi acustiche) e quindi in reparti di terapia intensiva possono essere pericolosi per i pazienti. Non dovrebbero inoltre essere usati in aereo poiché potrebbero interferire coi sistemi di navigazione;*

*4. Non debbono essere utilizzati durante la guida di autoveicoli;*

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

### ***Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari***

***(giugno 2000)***

***5. Barriere protettive sono necessarie per le stazioni radiobase (soprattutto per quelle posizionate sul tetto delle abitazioni) onde limitare l'accesso a zone in cui i limiti di esposizione possono essere superati;***

***6. Non ci sono evidenze scientifiche che accorgimenti per ridurre l'emissione di RF siano efficaci;***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

### ***Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari***

***(giugno 2000)***

***7. Le stazioni radiobase debbono offrire una buona copertura del segnale ed essere accessibili per la manutenzione. Anche se le RF attorno alle stazioni non sono considerate un rischio per la salute, il loro posizionamento dovrebbe tenere conto dell'estetica e della sensibilità pubblica. Stazioni radiobase da posizionare vicino a giardini d'infanzia, scuole o patronati debbono essere considerate con attenzione. E' richiesta una pubblica comunicazione e la discussione con tutte le parti in causa;***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

## ***CAMPI ELETTROMAGNETICI***

### ***Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari***

***(giugno 2000)***

***8. E' necessario un sistema di informazione sulla salute per raggiungere un livello generale di comprensione per ridurre ogni diffidenza e paura, sia reale che percettiva. L'informazione deve essere accurata, appropriata e comprensibile.***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

***IARC VOL. 80, 2002***

## ***NON-IONIZING RADIATION, PART 1: STATIC AND EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS***

### ***VALUTAZIONE:***

- 1. Ci sono limitate evidenze nell'uomo per la cancerogenicità dei campi magnetici a frequenze estremamente basse (ELF) in relazione alla leucemia infantile***
- 2. Ci sono inadeguate evidenze nell'uomo per la cancerogenicità dei campi magnetici ELF in relazione a tutti gli altri tipi di cancro***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

***IARC VOL. 80, 2002***

## ***NON-IONIZING RADIATION, PART 1: STATIC AND EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS***

### ***VALUTAZIONE:***

***3. Ci sono inadeguate evidenze nell'uomo per la cancerogenicità dei campi elettrici e magnetici statici e per i campi elettrici ELF***

***4. Ci sono inadeguate evidenze nell'animale da esperimento per la cancerogenicità dei campi magnetici ELF***

# ***RADIAZIONI NON IONIZZANTI***

***IARC VOL. 80, 2002***

## ***NON-IONIZING RADIATION, PART 1: STATIC AND EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS***

### ***VALUTAZIONE:***

***5. Non sono disponibili dati rilevanti sulla cancerogenicità dei campi elettrici e magnetici statici e dei campi elettrici ELF nell'animale da esperimento***

### ***VALUTAZIONE GLOBALE:***

***1. I campi magnetici ELF sono possibili cancerogeni per l'uomo (gruppo 2b)***

***2. I campi elettrici e magnetici statici e i campi elettrici ELF non sono classificabili come cancerogeni per l'uomo (gruppo 3)***