

Sistema Socio Sanitario



Regione
Lombardia

ATS Brescia

Prevenzione del rischio cancerogeno

Piano mirato di prevenzione

“Applicazione del vademecum per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle attività di saldatura di acciai inox”

Rischi da Campi Elettromagnetici e Radiazioni Ottiche Artificiali

Brescia 7 dicembre 2016

Dr. Roberto Girelli

Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro



Agenti fisici

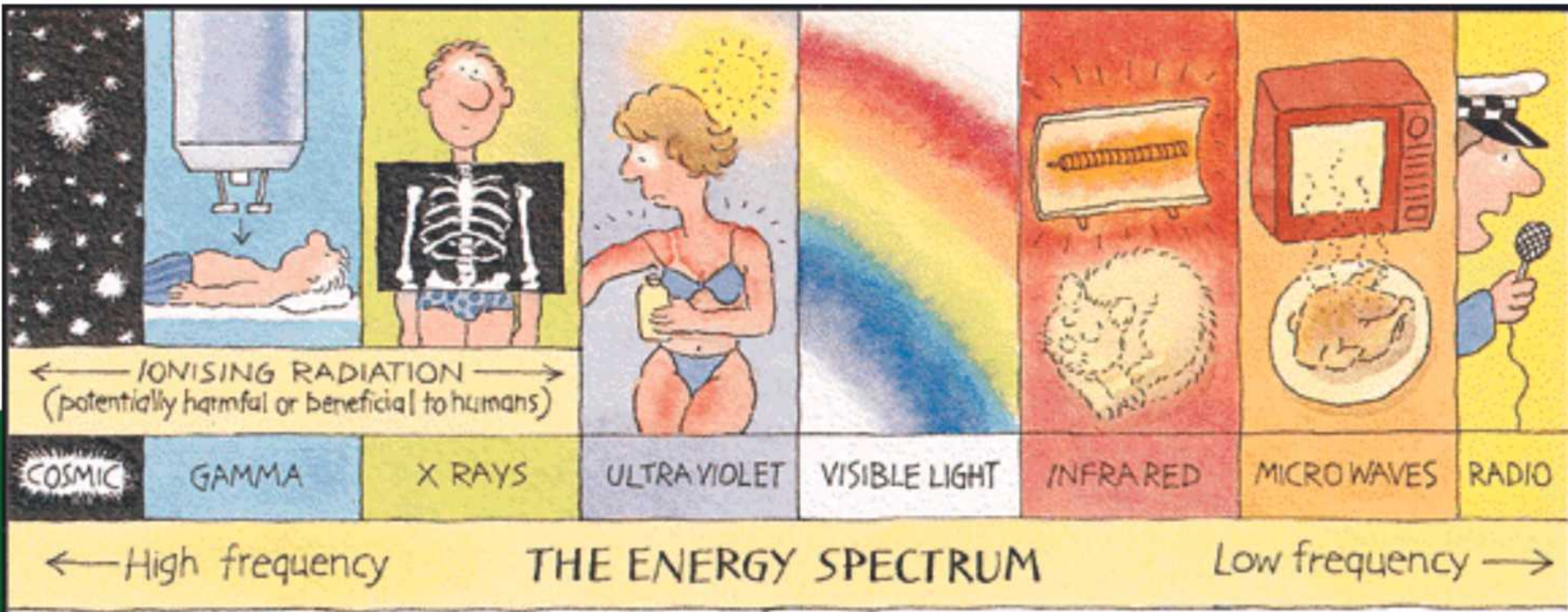
T.U. TITOLO VIII

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

Per ionizzare un atomo in aria occorrono
in media **34 eV**

$$E = h \times \nu$$

cem: 0 Hz -300 Ghz (NIR)



Si usa classificare la **radiazione elettromagnetica** in base alla sua energia (anche se si può usare la frequenza o la lunghezza d'onda): infatti, per radiazione si intende proprio trasmissione di energia alla velocità della luce.

radioonde è compresa in un intervallo tra 10^{-11} eV e 10^{-3} eV, variando tra le **onde lunghe** fino alle **microonde** (quelle usate per cuocere i cibi);

infrarosso tra circa 10^{-2} e 1 eV l'energia trasmessa in questa banda non è altro che calore;

luce visibile ha un'energia di pochi elettronvolt;

ultravioletto (quello che fa abbronzare) da circa 10 a 100 eV;

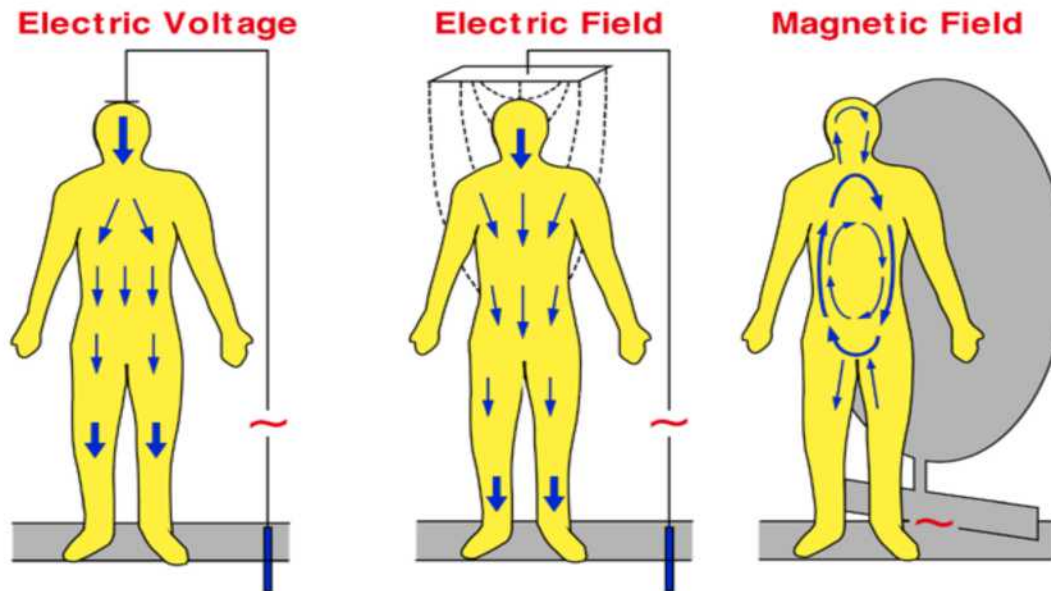
raggi X (quelli che vengono usati in ospedale per fare le radiografie) oltre 0,1 keV e fino a circa 100 keV;

raggi gamma oltre 100 KeV, che sono il tipo di radiazione più energetica che si conosca.

ELF: 0 Hz – 100 kHz meccanismi di interazione

fino alla frequenza di circa 1 Mhz prevale l'induzione di correnti elettriche nei tessuti elettricamente stimolabili (nervi e muscoli)

THE PHYSICAL MECHANISM: INDUCTION OF ELECTRIC CURRENTS



THE HEALTH CRITERION:
TO KEEP INDUCED CURRENT DENSITIES BELOW 10 mA/m²

Principali effetti biologici in relazione all'induzione di corrente nell'intervallo di frequenza 1- 300 Hz

Densità di corrente

(mA/m²)
> 1000

100 – 1000

10 – 100

1 – 10

EFFETTI

Extrasistole e fibrillazione ventricolare:

Rischi per la salute ben determinati

Stimolazione dei tessuti eccitabili:

possibili rischi per la salute

Possibili effetti sul sistema

nervoso

Effetti biologici

minori

Meccanismi di interazione

- con l'aumentare della frequenza diventa prevalente l'assorbimento di energia nei tessuti attraverso il rapido movimento oscillatorio di ioni e molecole di acqua:

SAR (W/kg)



- a frequenze superiori a circa 10 MHz questo effetto è l'unico a permanere
- al di sopra di 10 GHz l'assorbimento è esclusivamente superficiale

Grandezze dosimetriche per la valutazione dell'esposizione

Basse frequenze:

- Valore istantaneo densità di corrente (J, A/m²) indotta nella testa e nel tronco.

Alte frequenze:

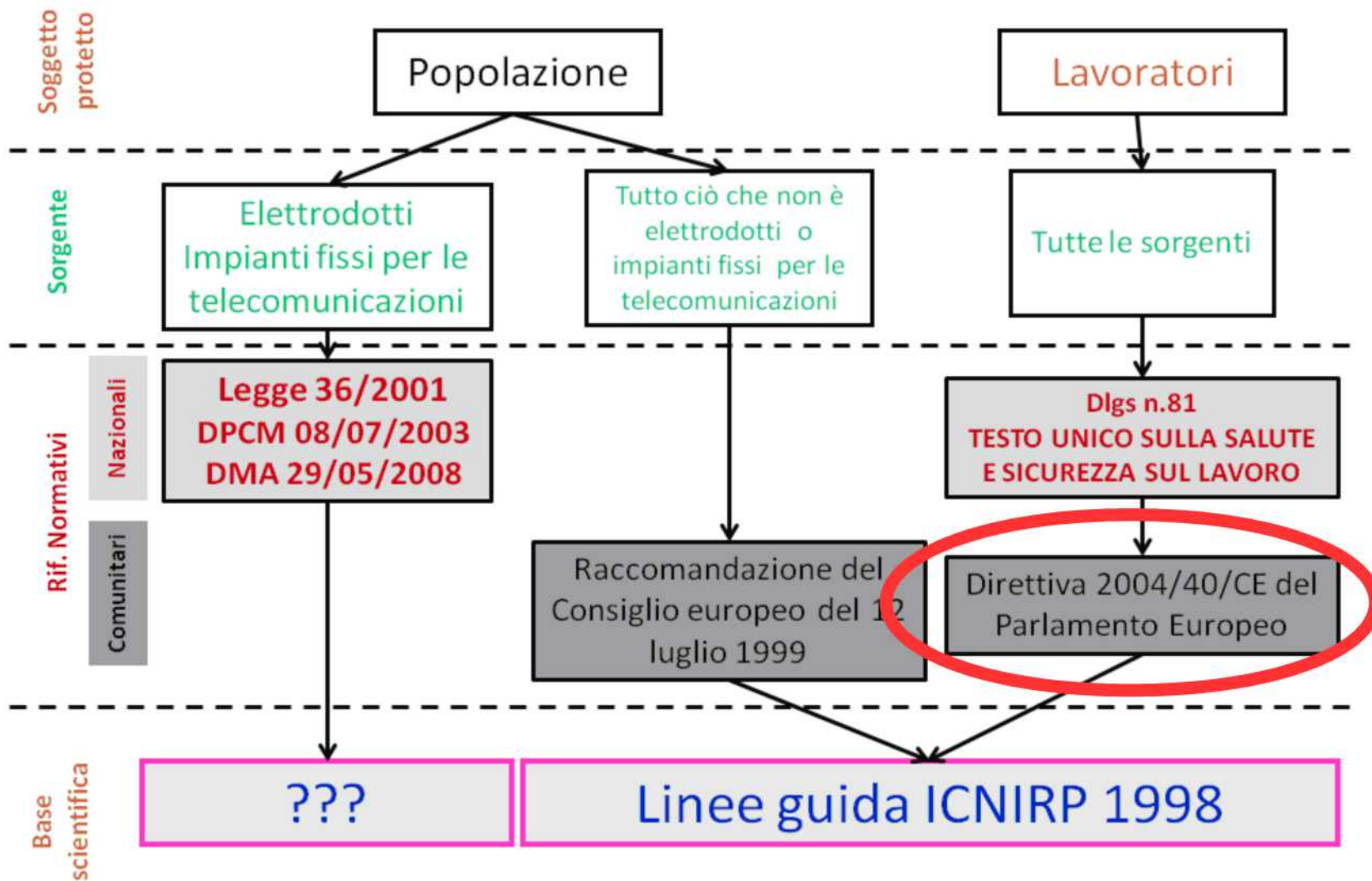
- SAR (W/kg) mediato (6 minuti) su tutto il corpo
e SAR (W/kg) localizzato.

Livelli di riferimento – Valori di Azione

Insieme di restrizioni sulle grandezze monitorabili nell'ambiente

- **campo elettrico (V/m)**
 - **campo magnetico (A/m)**
 - **induzione magnetica (μT)**
 - **densità di potenza (W/m^2)**
- dipendono dalla frequenza
- Sono espressi in termini di valori efficaci (rms) imperturbati
- - il valore efficace si deve intendere riferito alle sinusoidi dello spettro
- garantiscono il rispetto delle restrizioni di base**

Quadro normativo quasi attuale



Nuova Direttiva 2013/35/CE

Da recepire entro 1 luglio 2016

nuovo e più articolato insieme di prescrizioni, in larga misura riconducibili alle linee guida ICNIRP del 1998 per la protezione dagli effetti termici e alle linee guida del 2010 per la protezione dagli effetti non termici

Linee guida da emanare **6 mesi** prima dell'entrata in vigore negli stati membri.

DECRETO LEGISLATIVO 1° agosto 2016 , n. 159 .
Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.

Articolo 206 - Campo di applicazione.

- Requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il lavoro.

- Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori

dovuti **agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla** circolazione di correnti indotte e **all'assorbimento di energia, e da correnti** di contatto.

2. Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Art. 209

Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi

Nell'ambito della valutazione del rischio di cui all'articolo 181, il datore di lavoro presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

- a) il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;
- b) **Valori azione e valori limite (art.208 – all. XXXVI)**
- c) Soggetti particolarmente sensibili
- d) **Qualsiasi effetto indiretto quali interferenze dispositivi elettronici impiantati etc.**
- e) **l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;**
- f) **la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;**

5. Il datore di lavoro nel documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 28 precisa le misure adottate, previste dall'articolo 210.

valutazione effetti indiretti (nuova direttiva)

eventuali effetti sulla salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a rischi particolari, segnatamente coloro che recano **dispositivi medici impiantati attivi o passivi (quali**

stimolatori cardiaci) o dispositivi medici portati sul corpo (quali le pompe insuliniche) e le lavoratrici incinte

effetti indiretti (rischio propulsivo oggetti, innesco dispositivi elettro esplosivi, correnti contatto, incendi esplosioni)

FASE 1:

**Censimento degli apparati –
Manuali Istruzioni**

**Aree confinanti accessibili al
personale e visitatori**



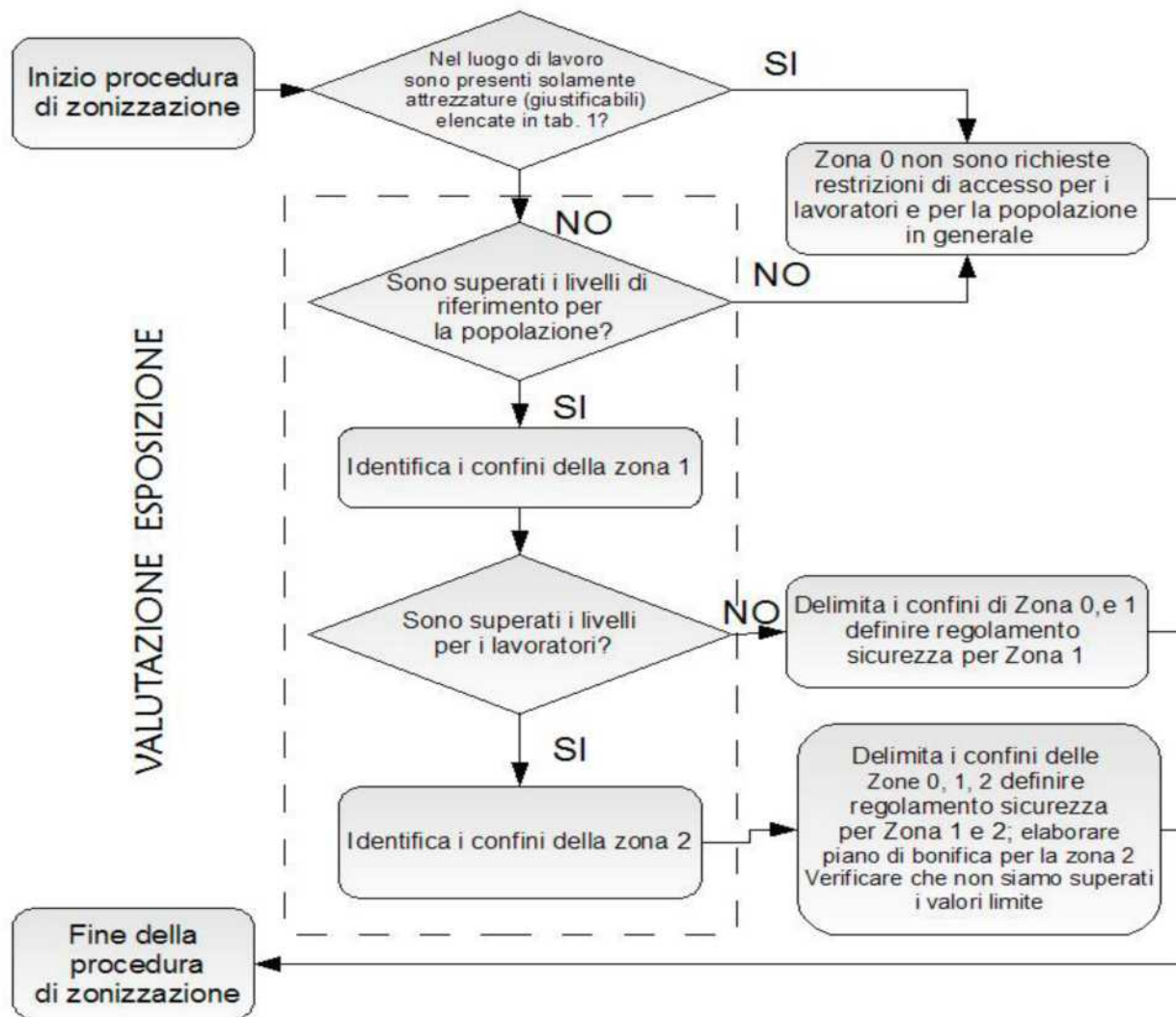
Attrezzature giustificabili “white list”

con esposizioni inferiori ai livelli di riferimento per la popolazione di cui alla raccomandazione europea 1999/519/CE: **apparati che garantiscono il rispetto dei valori limite per la popolazione e contemplano eventuali misure di tutela per i soggetti con controindicazioni all'esposizione:**

- **Portatori di protesi o corpi estranei metallici anche non ferromagnetici**
- **Portatori di protesi munite di dispositivi elettronici**

Uso di attrezzature marcate CE, valutate secondo gli standard armonizzati per la protezione dai CEM

- **EN 50360: telefoni cellulari;**
- **EN 50364: sistemi di allarme e antitaccheggio;**
- **EN 50366: elettrodomestici;**
- **EN 50371: norma generica per gli apparecchi elettrici ed elettronici di bassa potenza;**
- **EN 50385: stazioni radio base e stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili;**
- **EN 50401: apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili;**
- **EN 60335-2-25: forni a microonde e forni combinati per uso domestico e similare;**

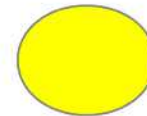


Zona 0	Non sono superati i valori di riferimento nazionali per la popolazione o tutte le apparecchiature sono incluse in tabella 1 - Attrezzature e situazioni giustificabili. Lista non esaustiva. (Documento CTIPLL - ISPESL).
Zona 1	L'esposizione può essere maggiore dei valori di riferimento nazionali per la popolazione ma non superiori livelli d'azione per i lavoratori previsti dall'allegato XXXVI Tabella 2 Valori di Azione (D.L. 9/04/08 n. 81).
Zona 2	Sono superati i livelli d'azione per i lavoratori previsti dall'allegato XXXVI Tabella 2 Valori di Azione (D.L. 9/04/08 n. 81).

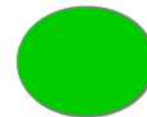
Classificazione delle Aree di lavoro: DELIMITAZIONE e DESTINAZIONE D'USO



accesso consentito
solo a
personale autorizzato



Zona ad accesso
interdetto
per soggetti con
controindicazioni



nessuna
restrizione

A seguito zonizzazione: se zona 1

Segnaletica di pericolo



ATTENZIONE
CAMPO AD ALTA
FREQUENZA



CAMPO MAGNETICO



VIETATO ENTRARE
CON OGGETTI METALLICI




DIVIETO DI ACCESSO
AI PORTATORI DI
PROTESI METALLICHE

Segnaletica di divieto



DIVIETO DI ACCESSO
AI PORTATORI DI
STIMOLATORI ELETTRICI
(PACE-MAKER)

Azioni immediate conseguenti alla valutazione

- Controllo accessi per soggetti con controindicazioni (es. pacemaker etc.)
 - Modalità corrette di lavoro ai fini riduzione del rischio
 - Idoneità esposizione per lavoratori
- 


Misure di tutela conseguenti la valutazione

- Formazione ed addestramento delle differenti categorie di lavoratori che hanno accesso alle sorgenti di rischio CEM (cfr. 210 bis)

- Pacchetti formativi differenziati

- Gestione DUVRI
- Requisiti minimi da inserire nelle istruttorie per l'acquisto nuovi macchinari
 - Procedure di collaudo nuovi macchinari / impianti

ROA: Programma

- • Cosa sono le radiazioni ottiche artificiali?
 - • Quali rischi?
 - • Valutazione del rischio
 - • Sorgenti giustificabili e non giustificabili
 - • Indicazione per la compilazione della lista sorgenti per la VdR
- 

Cosa sono le radiazioni ottiche artificiali?



Le radiazioni ottiche sono...

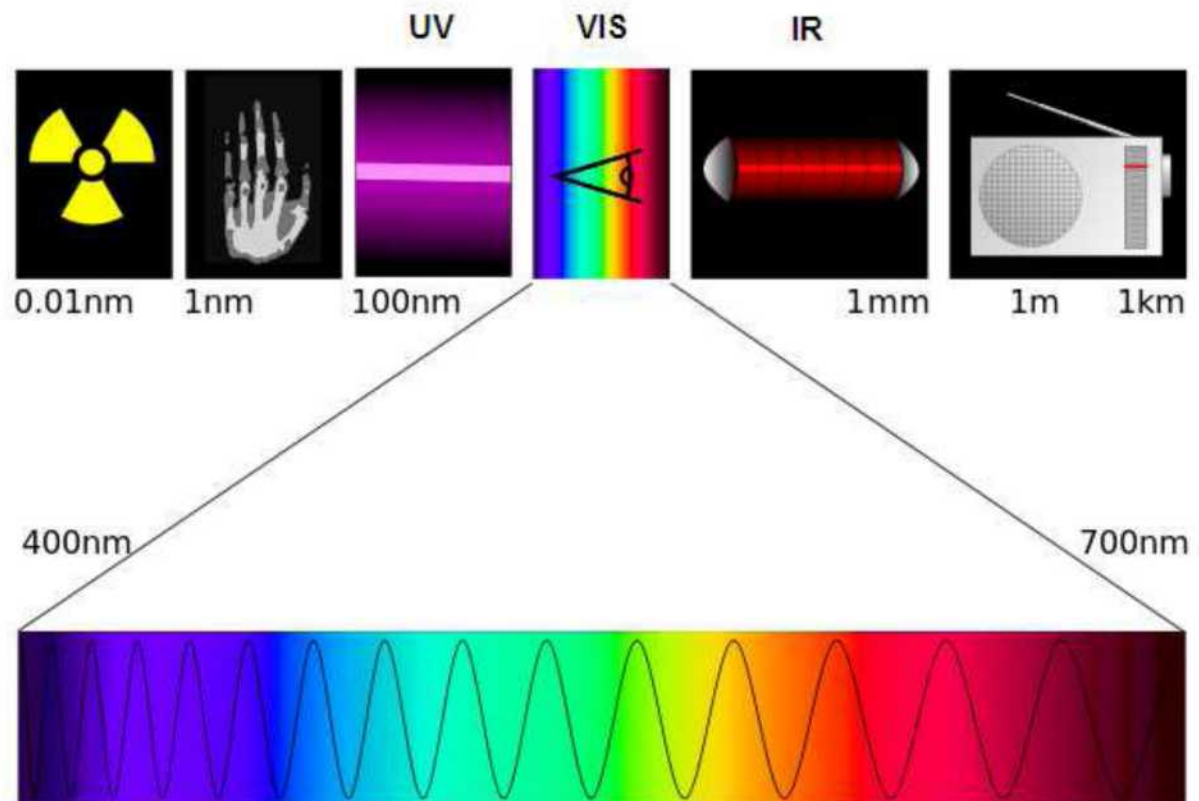
- ...onde elettromagnetiche con lunghezze d'onda tra 100nm e 1mm.

ottiche \neq visibili

ultravioletto

- visibile

- infrarosso



Le radiazioni ottiche sono...

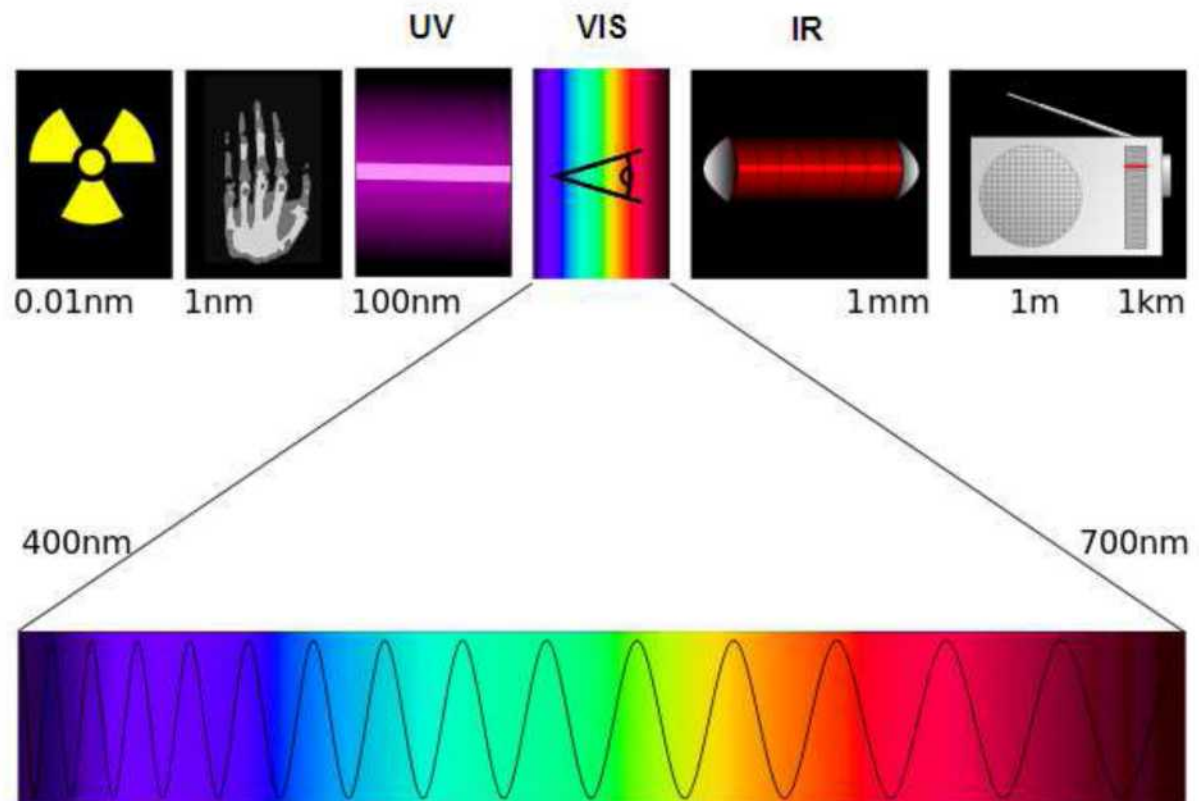
- ...onde elettromagnetiche con lunghezze d'onda tra 100nm e 1mm.

ottiche \neq visibili

ultravioletto

- visibile

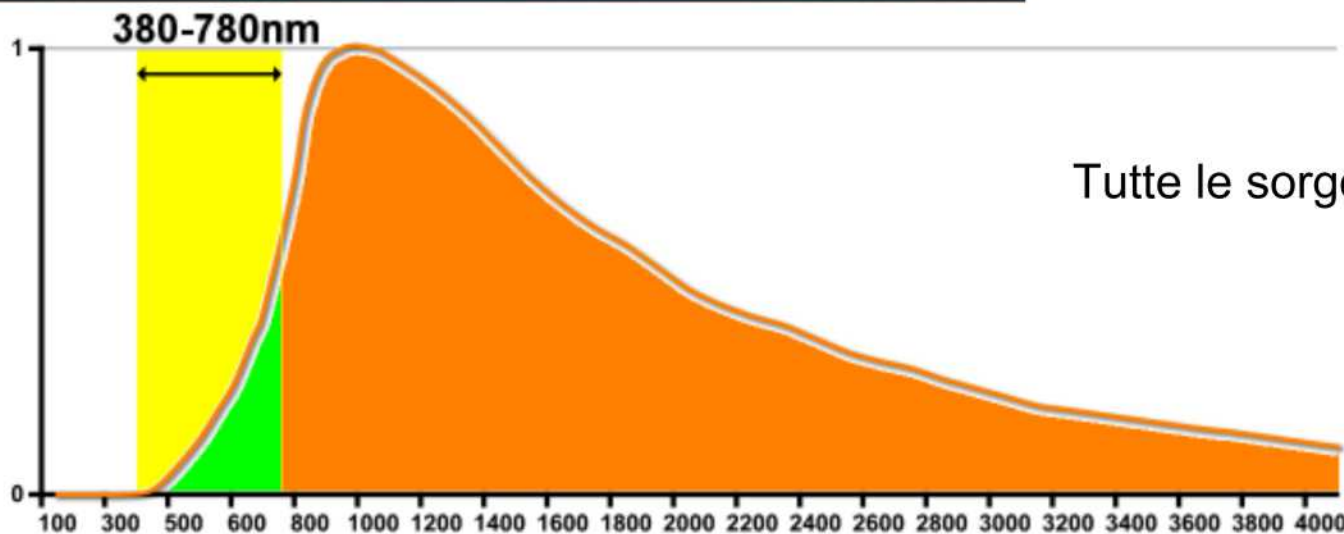
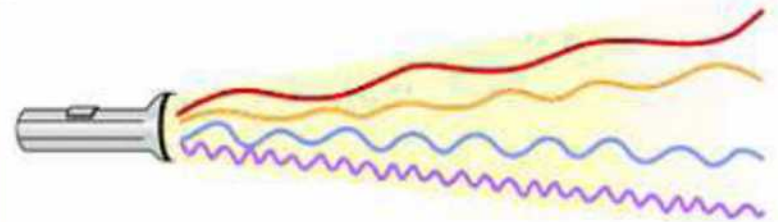
- infrarosso



Caratteristiche delle sorgenti di rad. ottica/1

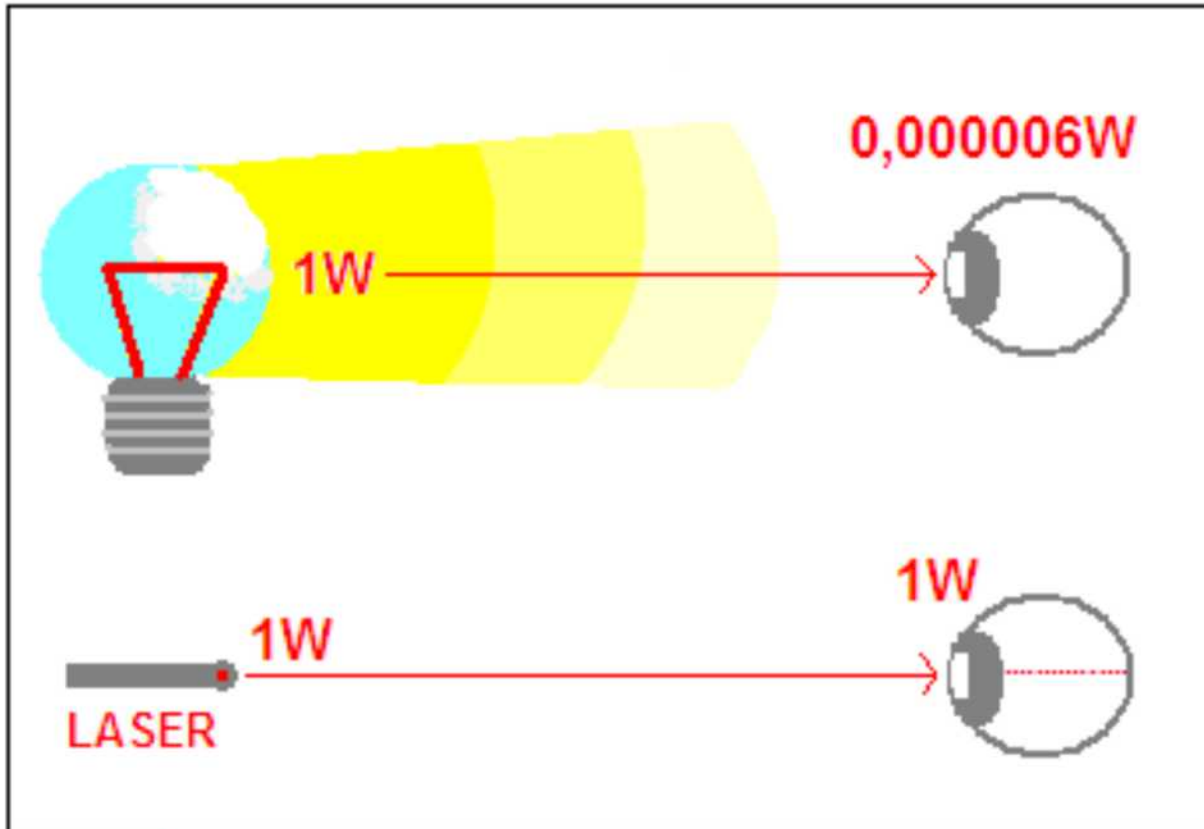


Radiazione con diverse lunghezze d'onda per es. diversi intervalli di frequenza (UV + VIS+ IR)
= radiazioni **INCOERENTE**



Tutte le sorgenti esclusi i LASER

radiazione incoerente
Intensità diminuisce con distanza $1/r^2$



radiazione coerente (LASER)

Valori limite diversi!!!

Processo di saldatura

Arco elettrico

- Saldatura metalli, leghe
- Esposizione elevata ad UV e visibile
- Organi a rischio: occhi e cute
- Spettri difficilmente acquisibili con spettroradiometri da campo, meglio radiometri?

Saldatura a gas

- Saldatura metalli, dielettrici
- Normalmente esposizione a visibile inferiore ai limiti
- Esposizione ad UV da valutare in base alle mansioni
- Organi a rischio: occhi
- Spettri facilmente acquisibili

La saldatura è una delle attività più pericolose per l'occhio umano in quanto origina una elevata intensità di radiazioni.

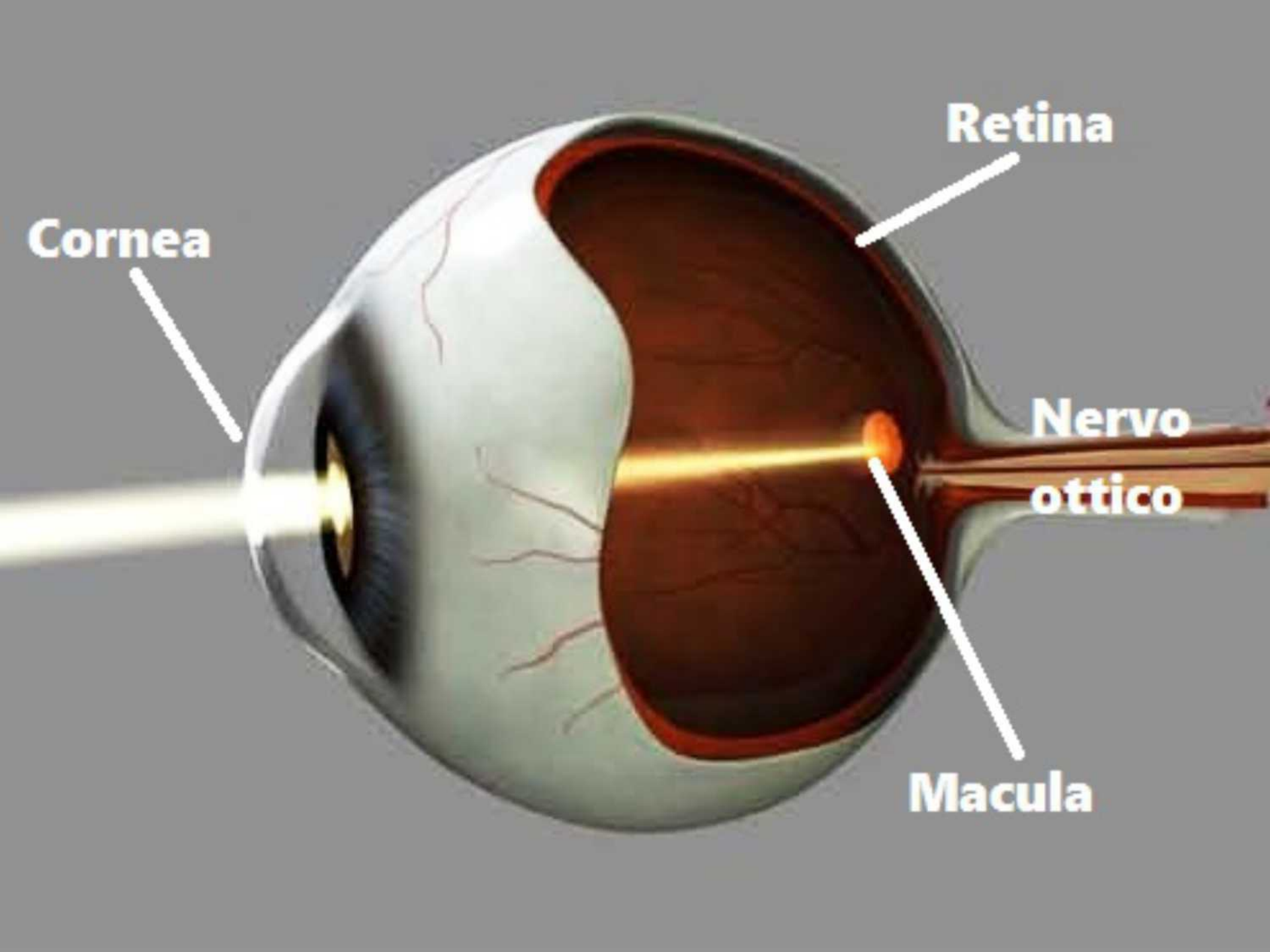
Le operazioni di saldatura costituiscono una sorgente molto intensa di radiazioni UV, IR così come di luce abbagliante.

Un'adeguata protezione per la vista richiede, oltre ad una protezione fisica, una protezione contro le radiazioni. Gli effetti che i diversi tipi di radiazione provocano, dipendono in modo significativo dalla lunghezza d'onda delle radiazioni.

Rischi da radiazioni ottiche

Organi bersaglio: OCCHI e CUTE; danni acuti e a lungo termine

regione spettrale	Occhi	Pelle	
FOTOCHIMICO	Ultravioletto C (100 - 280nm)	Eritema (scottatura della pelle)	Tumori cutanei Processo accelerato di invecchiamento della pelle
	Ultravioletto B (280 - 315nm)		
	Ultravioletto A (315 - 400nm)	Cataratta fotochimica	
TERMICO	Visibile (380 - 780nm)	Lesione fotochimica e termica della retina	Bruciatura della pelle
	Infrarosso A (780 - 1400nm)	Cataratta Bruciatura della retina	
	Infrarosso B (1400 - 3000nm)	Cataratta Bruciatura della cornea	
	Infrarosso C (3000nm - 1mm)	Bruciatura della cornea	

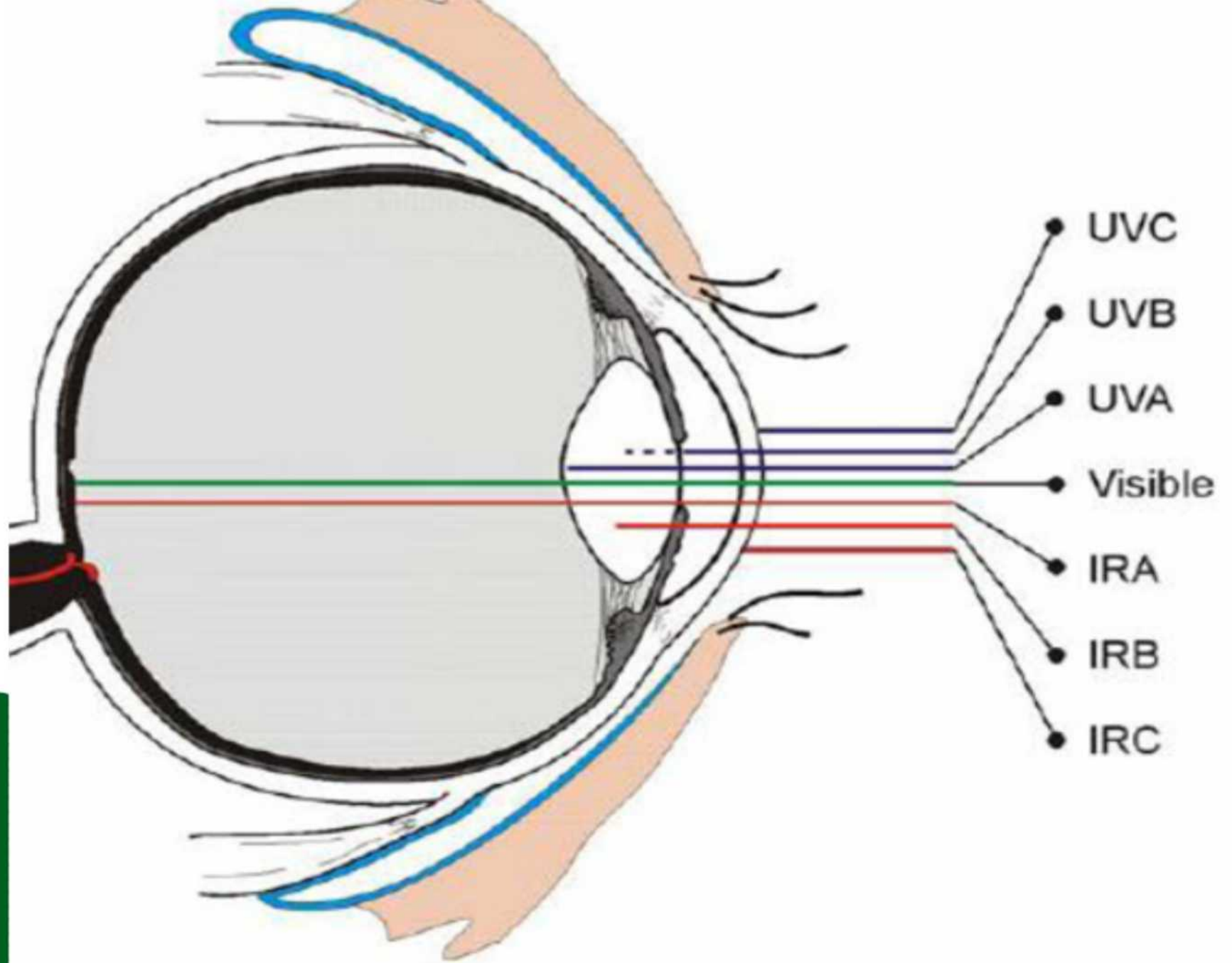


Cornea

Retina

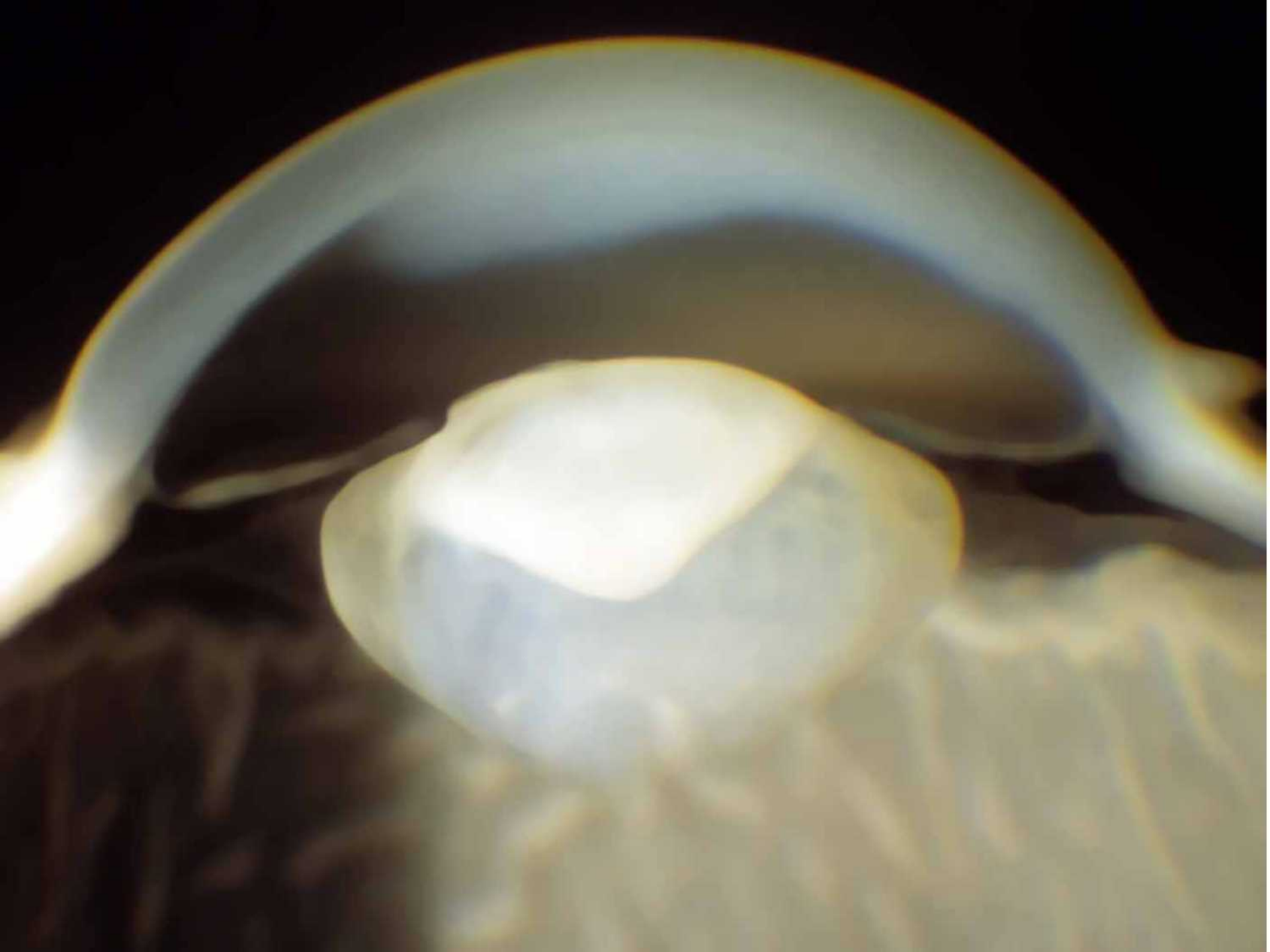
**Nervo
ottico**

Macula



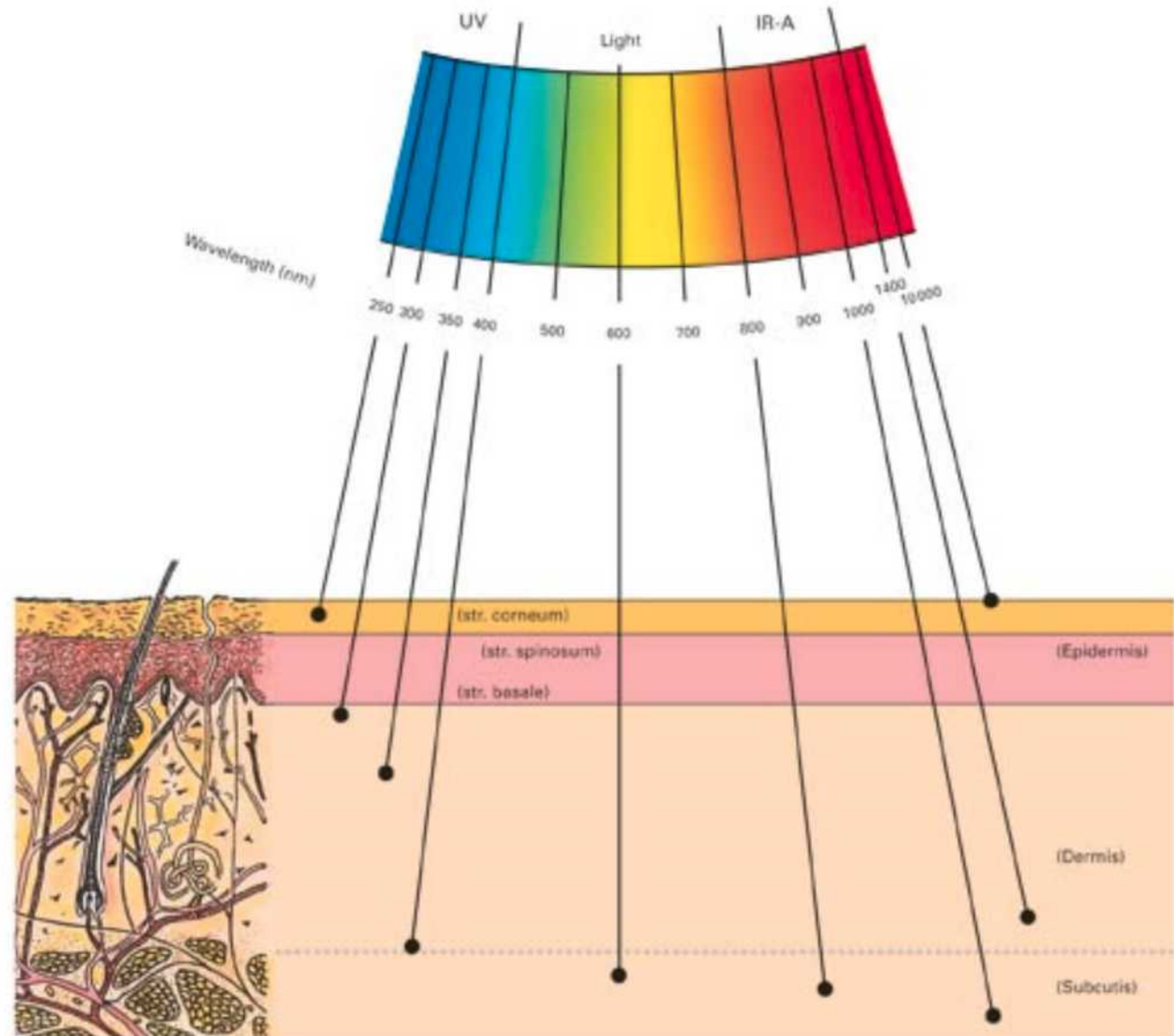
Rischi per gli OCCHI






Localizzazione dell'interazione delle radiazioni con i tessuti:

- la cute



CATEGORIE DI SOGGETTI DA RITENERSI PARTICOLARMENTE SENSIBILI AL RISCHIO DA ESPOSIZIONE A RADIAZIONI OTTICHE

- Donne gravide (particolare attenzione alla possibile azione sinergica di condizioni microclimatiche e radiazioni infrarosse);
 - Minorenni;
 - Albini e individui del fototipo 1;
 - Portatori di malattie del collagene;
 - Soggetti in trattamento cronico o ciclico con farmaci fotosensibilizzanti;
 - Soggetti affetti da alterazioni dell'iride e della pupilla;
 - Soggetti portatori di drusen (per esposizione alla luce blu);
 - Soggetti con lesioni cutanee maligne o premaligne;
 - Lavoratori affetti da patologie cutanee fotoindotte o foto aggravate (esposizione a radiazione ultravioletta e infrarossa);
 - Soggetti affetti da Xeroderma pigmentoso;
 - Soggetti epilettici per esposti a luce visibile di tipo intermittente (15/25 flash/sec);
 - Soggetti con impianto IOL (cristallino artificiale) per esposizione a radiazione ottica tra 300 e 550 nm (UV e visibile sino al verde).
- 

Schema Vdr

Censimento delle sorgenti

Sono presenti sorgenti che possono esporre i lavoratori a ROA ovvero sorgenti non giustificabili ai sensi dell'art 181 ?

Giustificazione che l'entità e la natura dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata

Presenza di sorgenti coerenti (LASER)

Valutazione del rischio in base alle informazioni sulle classi di emissione indicate dal fabbricante

Confronto con i limiti di esposizione D. lgs. 81/08 allegato XXXVII- parte II
Misure di prevenzione e protezione

Presenza di sorgenti non-coerenti

Sorgenti che non hanno necessità di misurazioni (superamento certo dei VLE)

Valutazione del rischio senza misurazione o calcoli - Misure di prevenzione e protezione

Sorgenti che devono essere valutate mediante misurazioni/calcoli a partire dai dati forniti dal fabbricante

Valutazione mediante misurazioni delle sorgenti che emettono nel VIS e IR vicino

Valutazioni mediante calcoli a partire dai dati del costruttore

Confronto con i limiti di esposizione D. lgs. 81/08 allegato XXXVII- parte I
Misure di prevenzione e protezione

Tutte le sorgenti ROA sono pericolose?



≠



UV più pericolosa della radiazione visibile o infrarossa?!?

Sì e No: UV è più energetica, ad intensità più basse possono portare a danni

- una sorgente molto intensa di IR può essere più dannosa di una sorgente debole di UV
- Pericolosità dipende dall'intervallo di **frequenza e dalla intensità** della sorgente.

Sorgenti non pericolose

“Quando un luogo di lavoro contiene solo le sorgenti elencate in queste tabelle e quando queste sono usate solo nelle circostanze descritte, si può ritenere che non sia necessaria alcuna ulteriore valutazione dei rischi .”

(Fonte: EU (2011) Guida non vincolante radiazioni ottiche artificiali)



Sorgenti trascurabili o giustificabili
devono

essere elencate/censite ma non valutate!

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.

RADIANZA - IRRADIANZA

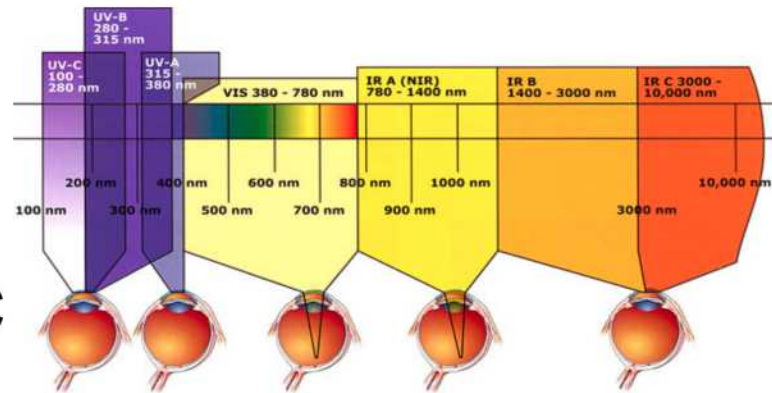


Figure 9. The above table shows the depth of penetration of electromagnetic radiation in the human eye.

**UV
IRB e IRC**



**PELLE VISIBILE e IRA
CORNEA
CRISTALLINO**



IRRADIANZA

VISIBILE e IRA



RETINA



RADIANZA

Saldatura ad arco grado protezione radiazioni ottiche

	29-39			5-19		9
	40-79	80-99	80-99	20-39	40-79	10
50-149	80-174	100-174	100-174	40-99	80-124	11
150-249	175-299	175-299	175-249	100-174	125-174	12
250-400	300-499	300-499	250-349	175-249	175-299	13
	> 500	500-550	350-400	250-400	300-449	14

(*) U.M. Ampere

L.A.S.E.R.

sorgente di luce coerente

- **Ligh**
- **Amplification**
- **by**
- **Stimulated**
- **Emission**
- **of**
- **Radiation**



Confronto tra Luce solare e Laser

Intensità massima luce solare a terra = 1 kW/m^2 or 1 mW/mm^2

Assumendo un diametro pupillare di 2 mm l'area è circa 3 mm^2

Quindi la potenza raccolta dall'occhio = 3 mW

Il sole forma un'immagine $\approx 100 \mu\text{m}$ di raggio sulla retina (area = 0.03 mm^2)

L'intensità sulla retina (Potenza/Area) =

$$3 \text{ mW}/0.03 \text{ mm}^2 = \mathbf{100 \text{ mW/mm}^2}.$$

Tipico laser He Ne da 1 mW (o laser pointer):

Potenza (P) = 1 mW, raggio del fascio = 1 mm

Forma un'immagine con raggio di $10 \mu\text{m}$

(area dello spot = $3 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$)

L'intensità dell'He-Ne sulla retina è

$$1 \text{ mW}/(3 \times 10^{-4} \text{ mm}^2)$$

$$= \mathbf{3100 \text{ mW/mm}^2}$$

31 volte l'intensità del sole!!

Classificazione L.A.S.E.R.

