

I RISCHI LEGATI ALLE RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI E NATURALI NEI CANTIERI: MISURE DI PREVENZIONE DA PARTE DEL COORDINATORE



SICUREZZA E IGIENE DEL LAVORO

PREVENZIONE INCENDI

AMBIENTE

SISTEMI DI GESTIONE AZIENDALE

PROGETTAZIONE

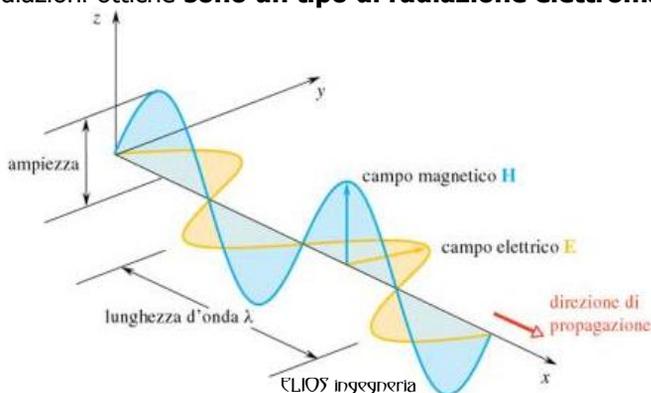
Dott. Ing. Paolo Fichera

Certificato competenze COORDSPP – ICPREV S.r.l. – n° 184/00 ICPREV

ELIOS Ingegneria Studio associato – www.eliosingegneria.it

Radiazioni ottiche... cosa sono ?

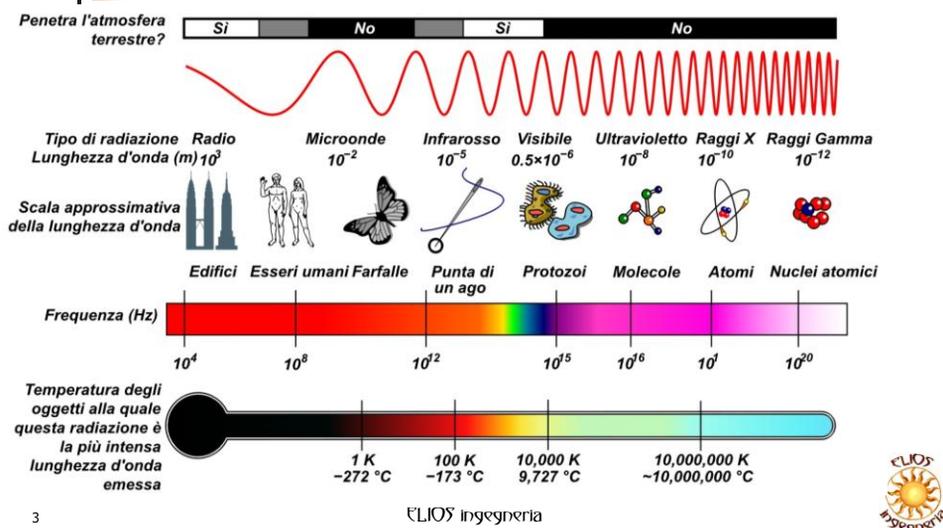
- Non è un corso di fisica, ma alcune cose è necessario saperle...
- Le radiazioni ottiche **non sono semplicemente la luce che vediamo.**
- Le radiazioni ottiche **sono un tipo di radiazione elettromagnetica.**



2



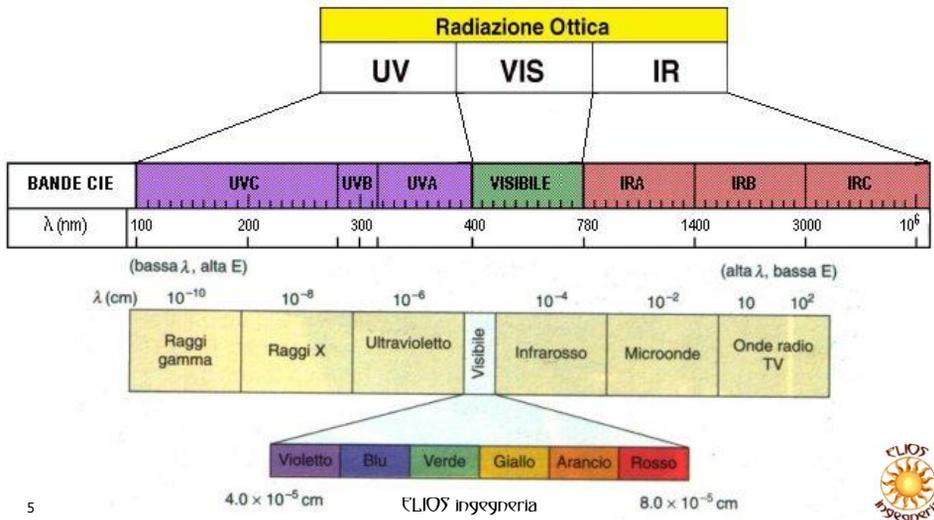
Lo spettro elettromagnetico



I tipi di radiazione elettromagnetica

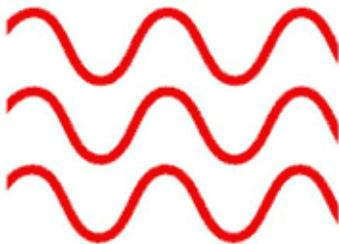
Tipo	Frequenza	Lunghezza d'onda
Onde radio	≤ 3 GHz	≥ 10 cm
Microonde	3 GHz – 300 GHz	10 cm – 1 mm
Infrarossi (IR)	300 GHz – 428 THz	1 mm – 700 nm
Luce visibile (VIS)	428 THz – 749 THz	700 nm – 400 nm
Ultravioletti (UV)	749 THz – 30 PHz	400 nm – 100 nm
Raggi X	30 PHz – 300 EHz	100 nm – 1 pm
Raggi gamma	≥ 300 EHz	≤ 1 pm

D.Lgs. 81/2008 – Le radiazioni ottiche

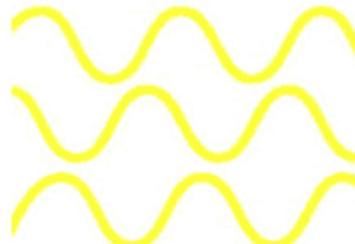


Radiazioni ottiche coerenti ed incoerenti

Radiazione coerente



Radiazione incoerente



- Art. 214 D.Lgs. 81/2008

- radiazione laser:** radiazione ottica prodotta da un laser;
- radiazione non coerente:** qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser;

6

ELIOS Ingegneria



Radiazioni ottiche coerenti – LASER

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

- **Direzionalità**
 - Radiazione in un'unica direzione.
 - Più precisamente, l'angolo solido sotteso da un fascio laser è estremamente piccolo.
- **Monocromaticità**
 - Radiazione che cade quasi totalmente in un unico valore di lunghezza d'onda.
- **Brillanza**
 - Nei laser la quantità di energia emessa per unità di angolo solido è incomparabilmente più elevata rispetto alle sorgenti tradizionali. In particolare è elevato il numero di fotoni per unità di frequenza.
 - Questa caratteristica è diretta conseguenza delle due precedentemente citate.
- **Coerenza**
 - Ogni fotone ha la stessa fase del fotone che ha indotto l'emissione.
 - La fase viene mantenuta nel tempo e nello spazio.
- **Varie modalità di emissione**
 - Possibile l'emissione di "pacchetti" di onde estremamente vicini nel tempo.

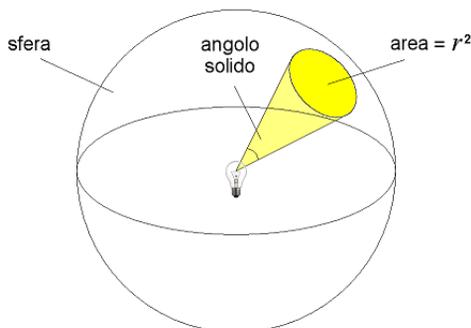
7

ELIOS Ingegneria



Il flusso radiante e l'intensità radiante

- Il **flusso radiante** è la potenza totale (in tutte le direzioni) prodotta nello spettro elettromagnetico da una sorgente.
- L'**intensità radiante** è quella porzione di flusso radiante compresa nell'unità di angolo solido.
- L'unità di misura dell'angolo solido è lo steradiano (1 sr), quindi l'intensità radiante viene misurata in watt per steradiano.



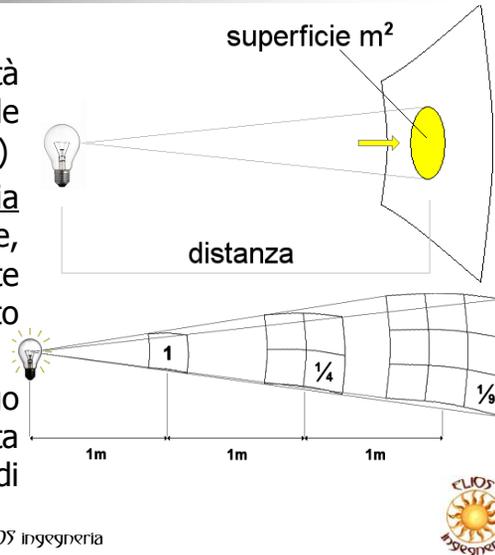
8

ELIOS Ingegneria



L'irradianza

- L'**irradianza** è la quantità di radiazione che cade sull'unità di area (in W/m^2)
- Nell'ipotesi di simmetria sferica della sorgente, l'irradianza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza.
- L'illuminanza è l'omologo dell'irradianza, pesata secondo la curva di sensibilità fotopica.



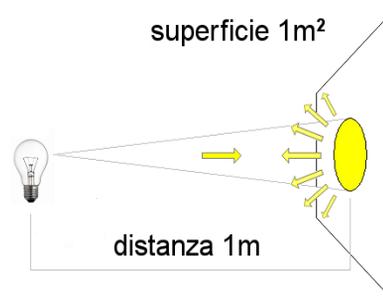
9

ELIOS Ingegneria



La radianza

- La **radianza** è la quantità di radiazione riflessa, trasmessa o emessa da una superficie (in $W/m^2 sr$)
- In caso di una superficie ideale piana che diffonda in maniera uniforme in tutte le direzioni, la radianza è pari alla irradianza divisa per π (pi greco).
- La luminanza è l'omologo della radianza pesata secondo la curva di sensibilità fotopica.

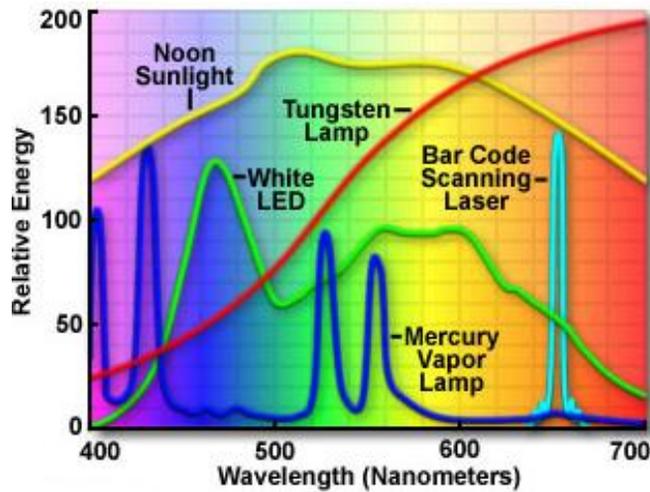


10

ELIOS Ingegneria



Alcuni spettri nel VIS di varie sorgenti comuni

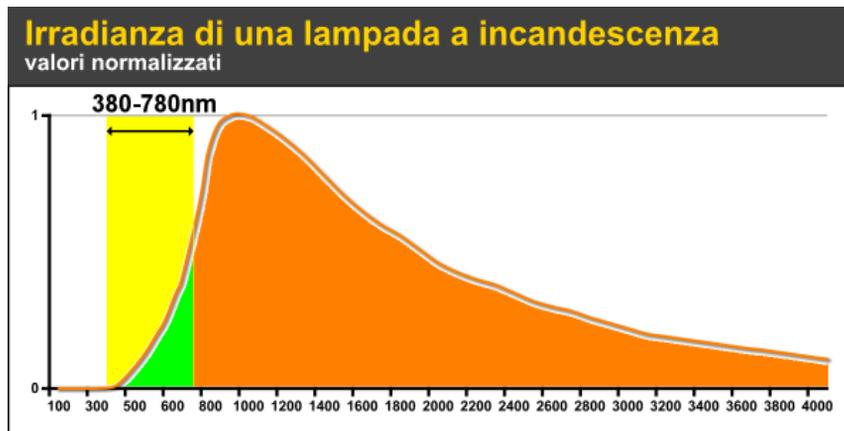


11

ELIOS Ingegneria



La lampadina

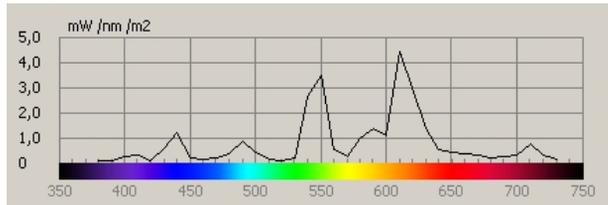


12

ELIOS Ingegneria

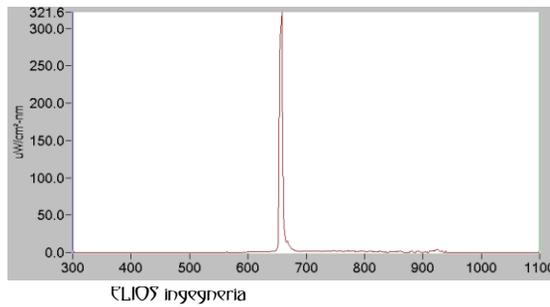


Alcuni esempi di spettri



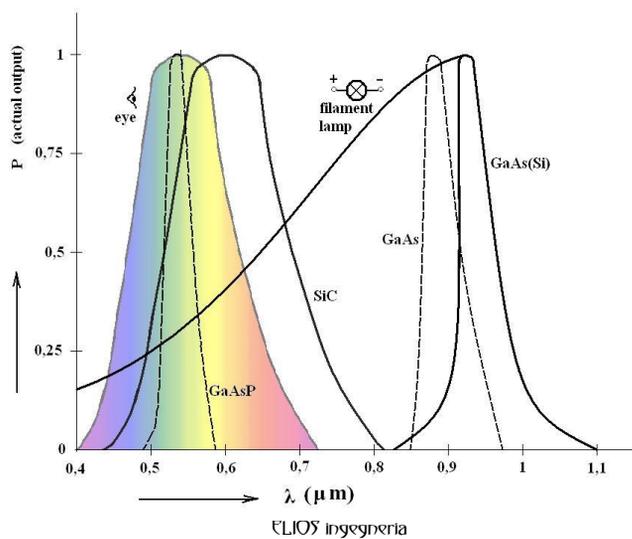
Lampada a basso consumo

LASER



13

Illuminazione a LED ed ad incandescenza a confronto



14

Il D.Lgs. 81/2008 – Titolo VIII – Capi I e V – Cosa fare

- **Valutare il rischio** avvalendosi di personale qualificato (ERO e TSL) (artt. 181 e 216);
- **Eliminare e/o ridurre i rischi** (artt. 182 e 217);
- Svolgere **sorveglianza sanitaria** nei casi previsti (artt. 185 e 218);
- **Informare, formare ed addestrare i lavoratori** (artt. 36, 37, 73, 184).

15

ELIOS Ingegneria



D.Lgs. 81/2008 - Possibili danni

TIPO	SOTTOTIPO	PARTE DEL CORPO A RISCHIO	DANNI POSSIBILI
ULTRAVIOLETTO	UVA, UVB, UVC	Occhio (cornea, congiuntiva, cristallino) Cute	Fotocheratite Congiuntivite Cataratte (cristallino opaco) Eritema Elastosi Precoce invecchiamento e tumori della pelle
	UVA	Occhio (cristallino)	Cataratte (cristallino opaco)
LUCE VISIBILE	Luce BLU	Occhio (retina)	Fotoretinite
	Luce intensa	Occhio (retina) Cute	Ustione retina Ustione cute
INFRAROSSO	IRA	Occhio (retina)	Ustione retina
	IRA e IRB	Occhio (cornea e cristallino) Cute	Ustione cornea Ustione cute

**Non solo malattie,
ma anche infortuni !**

16

ELIOS Ingegneria



I principali effetti sull'uomo

RADIAZIONE OTTICA	OCCHIO	CUTE
ULTRAVIOLETTO	fotocheratoconjuntivite (UVB-UVC), cataratta fotochimica (UVB)	eritema (UVB-UVC), sensibilizzazione (UVA-UVB), fotoinvecchiamento (UVC-UVB-UVA), cancerogenesi (UVB-UVA)
VISIBILE	fotoretinite (in particolare da luce blu , 380-550 nm)	fotodermatosi
INFRAROSSO	ustioni corneali (IRC-IRB), cataratta termica (IRB-IRA), danno termico retinico (IRA)	vasodilatazione, eritema, ustioni

17

ELIOS Ingegneria



Alcuni esempi di sorgenti di radiazioni IR o processi

- Sole
- Cabine di riscaldamento infrarosso
- Forni di fusione, di asciugatura o essiccazione
- Saldatrici
- Lampade per illuminazione di aree videosorvegliate
- Trasmettitore dati
- LASER
- Scanner 2D o 3D LASER
- Riscaldamento di corpi solidi generici
- Termoformatura o fusione materie plastiche
- Taglio LASER
- Riscaldamento di cibi
- Termoformatura polipropilene
- Catalisi o asciugatura di vernici
- Illuminazione

18

ELIOS Ingegneria



Alcuni esempi di sorgenti di radiazioni VIS o processi

- Sole
- Forni di fusione
- Saldatrici
- Lampade per illuminazione
- Schermi video
- LASER
- Segnali luminosi
- Lampade flash
- Lettori di codici a barre
- Scanner 2D o 3D LASER
- Illuminazione
- Fotolitografia
- Fototerapia
- Proiezione immagini
- Fotografia
- Misurazioni topografiche
- Taglio LASER

19

ELIOS Ingegneria



Alcuni esempi di sorgenti di radiazioni UV o processi

- Saldatrici
- Lampade per illuminazione
- Apparecchiature abbronzanti
- Lampade germicide
- Schermi video
- LASER
- Trappole per insetti
- Lampade flash
- Scanner 2D o 3D LASER
- Illuminazione
- Fluorescenza
- Fotopolimerizzazione
- Fotolitografia
- Fototerapia
- Proiezione
- Controlli non distruttivi
- Effetti luminosi scenici
- Fotografia
- Trattamenti dentali

20

ELIOS Ingegneria



Alcune sorgenti di radiazioni ottiche presenti in cantiere

Incoerenti

- Sole (UV, VIS, IR)
- Saldatura (UV, VIS, IR)
- Illuminazione artificiale (UV, VIS, IR)
- Sistemi di riscaldamento ad irraggiamento (VIS, IR)



21

Coerenti (LASER)

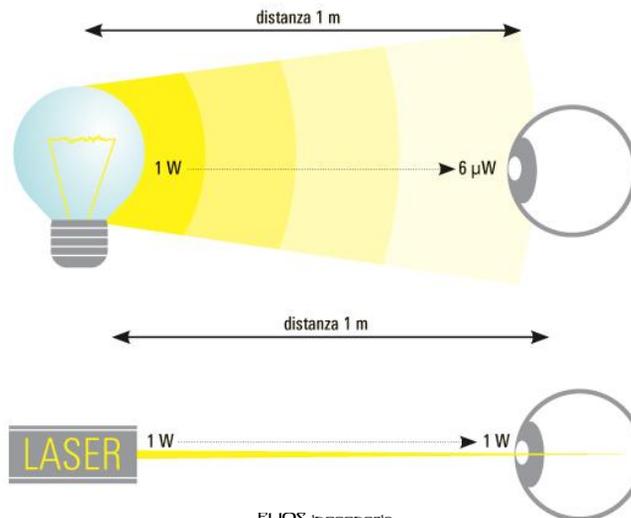
- Puntatori (VIS)
- Distanziometri (VIS)
- Livelle (VIS)
- Teodoliti (VIS)
- Scanner 3D (VIS)



ELIOS Ingegneria



La pericolosità intrinseca di un LASER



22

ELIOS Ingegneria



La classificazione dei LASER

La pericolosità degli apparecchi LASER è definita attraverso delle "classi" crescenti in funzione dei rischi

Prima del 1° luglio 2005

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3A
- Classe 3B *
- Classe 4 *

Dal 1° luglio 2005

- Classe 1
- Classe 1M
- Classe 2
- Classe 2M
- Classe 3R *
- Classe 3B *
- Classe 4 *

Conoscere la data di fabbricazione dell'apparecchio è essenziale per comprendere la pericolosità del LASER

* : casi con obbligo di nomina del TSL (tecnico di sicurezza LASER), negli altri occorre valutare le modalità di impiego

23

ELIOS Ingegneria



La classificazione dei LASER

- In realtà la classificazione LASER è un po' più complessa e tiene conto di vari aspetti:
 - Lunghezza d'onda
 - Potenza di emissione
 - Livello massimo di emissione accessibile
 - Modalità di emissione
 - Diametro apparente della sorgente

24

ELIOS Ingegneria



Ordinanza 16 luglio 1998 (G.U. 167 del 20 luglio 1998)

- **Dal 21 luglio 1998 è vietata** su tutto il territorio nazionale, **la commercializzazione di puntatori LASER o di oggetti con funzione di puntatori LASER di classe pari o superiore a 3** (>1mW), secondo la norma CEI EN 60825;
- Lo stesso provvedimento è emanato nell'Unione Europea e negli Stati Uniti d'America.



25

ELIOS Ingegneria

Come comportarsi con i LASER: alcune regole base

Classe 1	innocuo in esercizio normale	nessuna misura necessaria
Classe 1M	innocuo senza strumenti ottici	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 2	innocuo se l'esposizione è momentanea	non osservare direttamente il raggio laser; non direzionare il laser sul volto
Classe 2M	senza strumenti ottici: come classe 2	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 3A	eliminata	trattare come la classe 1M o 2M
Classe 3R	limitatamente pericoloso	lasciar utilizzare solo da personale qualificato
Classe 3B	raggio diretto pericoloso per gli occhi; radiazione diffusa non pericolosa	designare l'addetto alla sicurezza laser; delimitare la zona di utilizzazione con misure architettoniche; controllare gli accessi; dichiarare la presenza di laser all'entrata; lasciar utilizzare solo da personale qualificato; indossare eventualmente occhiali di protezione
Classe 4	raggio pericoloso per occhi e pelle; radiazione diffusa ev. pericolosa per gli occhi; pericolo di incendio	stesse precauzioni che per la classe 3B; utilizzare i DPI (dispositivi di protezione individuali) necessari

26

ELIOS Ingegneria



I rilievi topografici



Tipicamente sono LASER in

- Classe 2
- oppure
- Classe 3R



27

ELIOS Ingegneria

I rilievi topografici



Tipicamente sono LASER in

- Classe 2
- oppure
- Classe 3R



28

ELIOS Ingegneria

Scanner 3D



Tipicamente sono LASER in

- Classe 2
- oppure
- Classe 3R

29

ELIOS Ingegneria



La saldatura



30

ELIOS Ingegneria



La saldatura



31

ELIOS Ingegneria



La saldatura



32

ELIOS Ingegneria



Le barriere filtranti – EN 1598



VANTAGGI:

- Facile collocazione e trasporto in piano
- Riducono la propagazione delle radiazioni ma anche di lapilli
- Immediata segregazione dell'area pericolosa e relativa riconoscibilità
- Impiego pressoché universale.

33

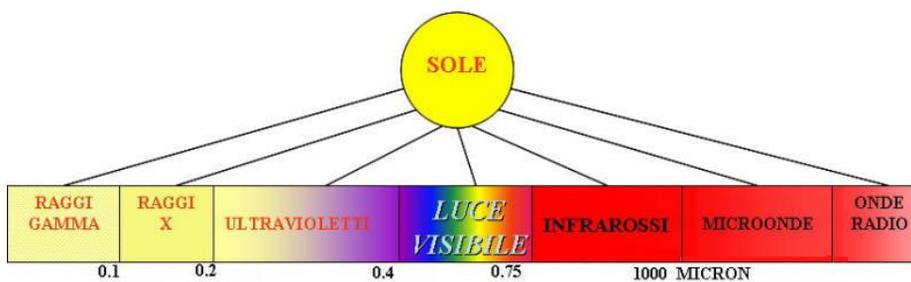
ELIOS Ingegneria

SVANTAGGI:

- Richiedono spazio per essere impiegate.
- Difficile/impossibile impiego su ponteggi
- Non idonee per i LASER
- Costo.



Le radiazioni emesse dal Sole



34

ELIOS Ingegneria



La radiazione UV del Sole



- Sulla superficie terrestre **arriva solo una parte dell'energia** emessa dal Sole; l'atmosfera svolge una funzione di filtro.
- **Il Sole emette luce ultravioletta in tutte e tre le bande UV-A, UV-B e UV-C**, ma a causa dell'assorbimento da parte dell'atmosfera terrestre, **circa il 99% degli ultravioletti che arrivano sulla superficie terrestre sono UV-A**.
- Praticamente il 100% degli UV-C e il 95% degli UV-B viene assorbito dall'atmosfera.
- **Secondo lo IARC** la radiazione UV solare che giunge sulla superficie terrestre **è cancerogena per l'uomo (gruppo 1)**.

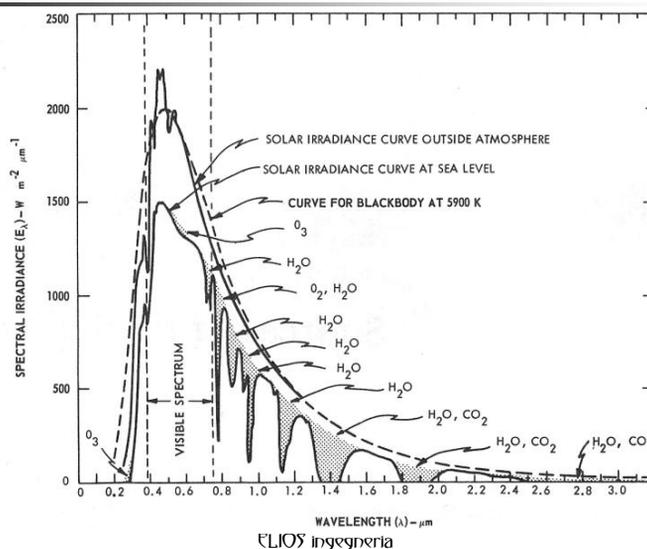
**Esiste un reale
pericolo di salute!**

35

ELIOS Ingegneria



L'irradianza spettrale del Sole



36

ELIOS Ingegneria



La valutazione del rischio da radiazioni solari

È una **valutazione del rischio necessaria**, laddove vi è esposizione, perché:

- Dal punto di vista fisico, a parità di spettro, **non vi è alcuna differenza tra una radiazione ottica di origine naturale ed una artificiale**;
- **Art. 28 D.Lgs. 81/2008**: si devono valutare tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori;
- IARC classifica le **radiazioni ottiche solari UV come sicuramente cancerogene** per l'uomo;
- **Esiste già la metodologia** codificata per svolgere tale valutazione del rischio a livello europeo.

37

ELIOS Ingegneria



La radiazione solare UV in relazione ad aspetti ambientali

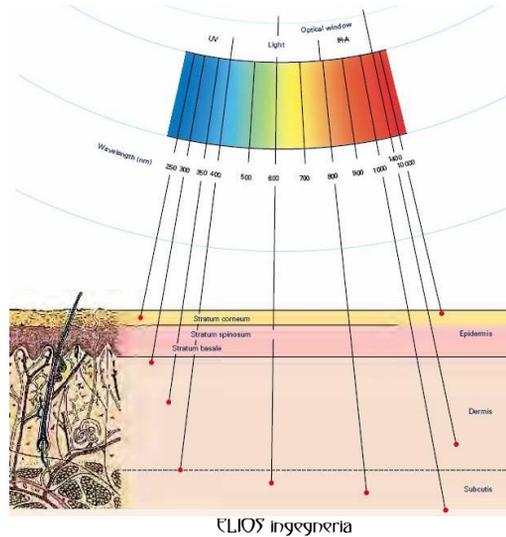
- **L'irraggiamento diretto** dipende dai seguenti fattori:
 - **La latitudine**: L'irraggiamento UV sulla terra, dipende dall'angolo d'incidenza dei raggi UV nell'atmosfera. Nella fascia tropicale l'irraggiamento UV è più intenso.
 - **La stagione**: secondo la latitudine si possono definire i periodi d'irraggiamento UV. Nell'emisfero nord, i mesi di giugno e luglio sono i più pericolosi. Nell'emisfero sud, i mesi più pericolosi sono invece dicembre e gennaio.
 - **L'orario**: durante questi periodi più pericolosi una protezione è raccomandata soprattutto tra le ore 10 e 14.
 - **L'altitudine**: l'intensità dei raggi UV aumenta con l'aumentare dell'altitudine. L'atmosfera, che assorbe una parte dei raggi UV, è meno densa in alta quota. Gli UV aumentano del 4% ad intervalli di 300 m di altezza.
- All'ombra la percentuale degli UV solari si riduce fortemente (50% e oltre).
- **L'irraggiamento indiretto** dato dalla riflessione al suolo: gli UV aumentano solo leggermente oppure molto secondo la superficie.

38

ELIOS Ingegneria



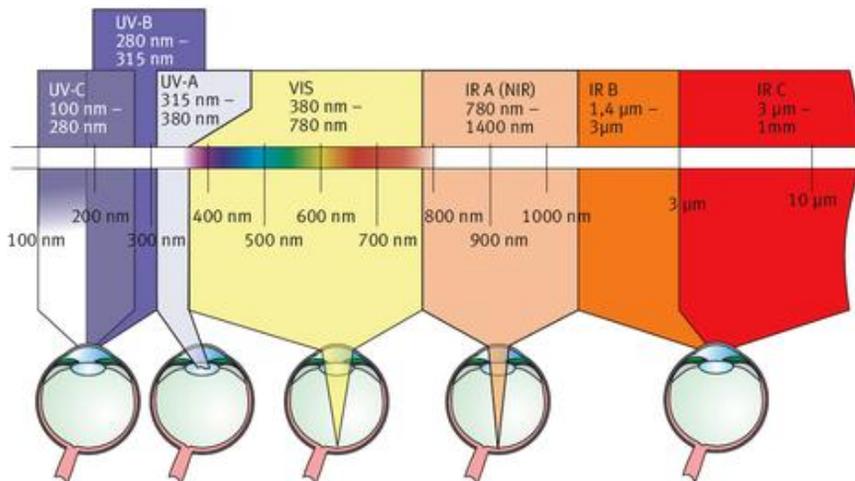
La penetrazione della radiazione nella pelle umana



39



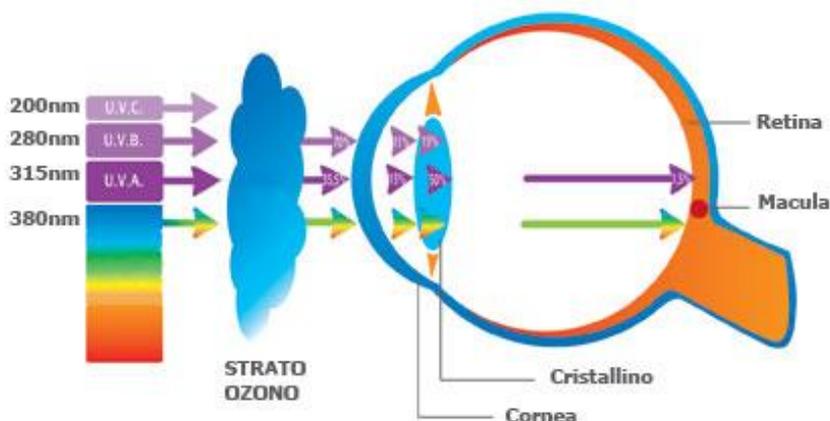
La penetrazione della radiazione nell'occhio umano



40



La penetrazione della radiazione solare nell'occhio umano



41

ELIOS Ingegneria



I rischi per l'occhio



- **Anche se ben protetto** dall'esposizione alla radiazione ultravioletta **dalla sua posizione naturale all'interno del cranio, l'occhio è comunque esposto alla luce proveniente frontalmente dal campo visivo e soprattutto**, anche se appare meno intuitivo, **a quella proveniente dai lati.**
- In particolare **la conformazione del bulbo oculare può focalizzare**, per effetto della rifrazione nel tessuto corneale, **la radiazione UV sui bordi della pupilla e sul tessuto germinativo dell'iride** (effetto Coroneo).
- Questo tipo di esposizione può provocare, su tempi lunghi, la cataratta di origine fotochimica.

42

ELIOS Ingegneria





Attenzione alle nuvole !



- In condizione di cielo limpido le radiazioni UV sono alla loro massima intensità.
- In condizione di forte nuvolosità il passaggio si riduce, ma il 90% dei raggi UV non vengono filtrati, giungendo quindi al suolo.
- La sensazione di calore dovuta al Sole (irraggiamento infrarosso) non ha nulla a che vedere con quello UV.

43

ELIOS Ingegneria



Danni agli occhi provocati dall'esposizione al Sole

- **L'esposizione solare per una o due ore senza protezione, può determinare arrossamento e/o bruciore** (cheratite).
- I raggi UV possono originare la formazione precoce di **cataratta**, ovvero un'opacizzazione del cristallino.
 - Prima dei 18/20 anni, il cristallino non ha ancora completamente formato la sua funzione di filtro fisiologico dell'occhio. Per questo motivo, i giovani devono essere i primi ad essere interessati alla protezione.
- I raggi UV e HEV (**luce blu**) possono colpire la retina provocando **reazioni fototossiche**, causa potenziale di degenerazione maculare senile.

44

ELIOS Ingegneria



Danni agli occhi provocati dall'esposizione al Sole

- **Gli UV che raggiungono gli occhi sono dovuti solo alla componente diffusa dall'atmosfera e riflessa dal suolo e dalle strutture circostanti** (piante, edifici, ecc...).
- **Un suolo particolarmente chiaro e riflettente** può essere in grado di riflettere una frazione considerevole di UV al punto da originare una fotocheratite in poche ore, se l'esposizione avviene nelle ore centrali di una giornata estiva con occhio non protetto
- **La radiazione UV è più intensa in montagna**, inoltre d'inverno viene può essere diffusa maggiormente per la riflessione della neve.

45

ELIOS Ingegneria



Prima del cantiere...



- I coordinatori in fase di progettazione devono:
 - **Identificare le lavorazioni in cui sono/possono essere impiegate le sorgenti di radiazione ottica** (LASER e non);
 - **Esaminare i fattori ambientali del cantiere** che possono comportare localmente un aumento dell'esposizione a radiazioni ottiche (per es. montagna o presenza di superfici riflettenti);
 - **Valutare le possibili interferenze** delle lavorazioni con sorgenti ottiche nel cantiere con le altre lavorazioni in corso;
 - Stabilire nel PSC quali **informazioni tecniche ciascun POS** debba contenere in relazione alle radiazioni ottiche;
 - **Individuare le misure di prevenzione e protezione collettive** relative alle radiazioni ottiche (per es. barriere per saldatura, turni e orari di lavoro) e/o gestionali;

46

ELIOS Ingegneria



Durante il cantiere...



- I coordinatori in fase di esecuzione devono:
 - Verificare la **rispondenza dei POS e delle attrezzature previste a quanto effettivamente presente in cantiere;**
 - **Monitorare la presenza delle attrezzature, individuando eventuali sorgenti di emissione non già considerate;**
 - Disporre la **segregazione e segnalazione delle aree** con presenza di radiazioni ottiche pericolose;
 - Coordinare le lavorazioni affinché **siano evitate/limitate le esposizioni a radiazioni ottiche;**
 - Monitorare il cantiere in relazione alla presenza di **superfici riflettenti**, in particolare nel caso di impiego di LASER;
 - **Acquisire tramite i POS i dati tecnici di tali sorgenti** (in particolare relativamente ai LASER, tra cui classificazione e data di fabbricazione).

47

ELIOS Ingegneria



... noi per ora abbiamo terminato !

**RINGRAZIAMO TUTTI PER LA
CORTESE ATTENZIONE**

Arrivederci !



ELIOS Ingegneria

