

# SICUREZZA LASER



## PREMESSA

Il laser può essere incluso fra le sorgenti di radiazione non ionizzante, tuttavia per il suo impiego massiccio e diffuso ormai a tutti i livelli della sperimentazione scientifica, merita senz'altro una considerazione particolare.

Laser è il noto acronimo per *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, il processo fisico che sta dietro alla radiazione elettromagnetica intensa, coerente e direzionale che può essere ultravioletta (200-400nm), visibile (400-700nm), o infrarossa (700nm-1mm). I rischi connessi all'uso dei laser sono sia quelli relativi alle caratteristiche intrinseche del fascio, sia quelli derivanti dalle apparecchiature che permettono di creare e mantenere questo tipo di radiazione. L'interazione **diretta** con il fascio interessa in modo particolare **occhi** e **pelle**.

Le misure di sicurezza e i mezzi di controllo da adottare nella messa a punto e nella modifica di laser e/o apparati laser sono specificati nella norma **CEI fascicolo 1381G** denominata "**Guida per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca**". Tale norma si affianca alla Norma **CEI 76-2** riguardante la sicurezza delle radiazioni di apparati laser.

## DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE

La grande varietà di lunghezze d'onda, applicazioni, energie e caratteristiche d'impulso dei laser e sistemi che includono laser rendono indispensabile, ai fini della sicurezza, il loro raggruppamento in categorie, o classi, di pericolosità. E' risultato molto utile pertanto l'introduzione di un nuovo parametro chiamato **Limite di Emissione Accettabile (LEA)**, che descrive i livelli di radiazione emergente da un sistema laser, la cui valutazione permette la collocazione dell'apparecchio nell'opportuna categoria di rischio. La determinazione del LEA deve essere effettuata nelle condizioni più sfavorevoli ai fini della sicurezza.

Si sono individuate 5 classi: 1, 2, 3A, 3B e 4, con indice di pericolosità crescente con il numero di classe.

- **Classe 1:** laser che sono sempre sicuri in quanto le radiazioni emesse sono al di sotto degli standard massimi consentiti;
- **Classe 2:** laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm. La protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa, compreso il riflesso palpebrale. Sono compresi in questa classe i laser a luce visibile ad emissione continua con potenza  $\leq 1\text{mW}$ ;
- **Classe 3A:** laser con emissione nel visibile e una potenza in uscita fino a 5mW per i laser in continua, o 5 volte il limite di classe 2 per i laser ad impulsi ripetuti o scanning. Possono emettere radiazioni sia nel campo del visibile che non e i loro fasci non sono pericolosi se osservati direttamente in maniera non continua, mentre lo possono diventare se si utilizzano strumenti che ne amplificano e concentrano il fascio ottico;

- **Classe 3B:** laser con potenze medie comprese tra la classe 3A e 500mW. Sono laser pericolosi per gli occhi se non protetti e possono essere pericolosi per la pelle. Anche le riflessioni diffuse da questi sistemi possono essere pericolose;
- **Classe 4:** laser molto pericolosi ad alta potenza in grado di produrre seri danni ad occhi e pelle anche se il fascio è diffuso. Sono potenziale rischio d'incendio. Possono causare la fuoriuscita di materiale tossico e spesso il voltaggio e l'ampereaggio di alimentazione sono pericolosamente elevati. **Il loro uso richiede un'estrema cautela.**

## REQUISITI DI SICUREZZA

Da quanto detto sopra, è evidente la necessità di misure di sicurezza adeguate al tipo di apparecchiatura. In generale distingueremo i requisiti di sicurezza che devono essere previsti per i laser di Classe 2 e i requisiti necessari per quelli delle Classi 3A, 3B e 4:

### Classe 2

Devono essere prese precauzioni per evitare lo stazionamento nella direzione del fascio o del fascio riflesso da una superficie. Un'esposizione temporanea (0.25 s), che potrebbe verificarsi durante un'ispezione, non è da ritenersi pericolosa. Per i laser di classe 2 occorre rispettare le seguenti richieste:

- 1) Il laser non dovrà mai essere diretto verso gli occhi di una persona;
- 2) Un cartello di pericolo con la scritta "ATTENZIONE - NON STAZIONARE IN PROSSIMITÀ DEL FASCIO LASER" dovrà essere posizionato in un punto evidente sul laser;
- 3) Tutti gli ingressi di osservazione e gli schermi di osservazione intesi come parti del laser, nonché l'ottica collegata (lenti, microscopi etc) utilizzata come punto di osservazione, dovranno incorporare connessioni, filtri, attenuatori od altri dispositivi atti a mantenere la radiazione ai livelli di sicurezza durante tutte le situazioni di utilizzo e di manutenzione. Le nuove installazioni di laser di classe 3A se osservati con ottiche di raccolta (microscopi, binocoli, ecc), e di classe 3B o 4 devono essere approvate preventivamente da un tecnico responsabile che possiede le conoscenze necessarie per valutare e controllare i rischi causati dai laser e ha la responsabilità di supervisione sul controllo di questi rischi. Pertanto è bene, prima di procedere con una nuova installazione di un laser valutare attentamente le condizioni ambientali in relazione allo strumento e alla sua potenziale pericolosità.

### Classe 3

Questi laser sono potenzialmente pericolosi se il fascio, diretto o riflesso da una superficie (orologi, anelli penne,...), è intercettato da un occhio non protetto. Si devono seguire queste prescrizioni, in aggiunta a quelle già citate per la classe 2:

- 1) Il fascio deve essere bloccato alla fine del suo percorso utile da un materiale di un colore tale da permettere il posizionamento del fascio con una riflessione minima;
- 2) I laser dovrebbero essere utilizzati in luoghi ad accesso controllato;
- 3) Sono necessarie protezioni per gli occhi se è possibile che l'occhio possa intercettare accidentalmente il fascio;
- 4) E' richiesta la sorveglianza medica per prevenire od evidenziare possibili danni agli occhi;
- 5) Tutte le parti dell'alloggiamento che, durante le operazioni di manutenzione, vengono rimosse, consentendo così l'accesso alla radiazione, devono essere fornite di connessioni di sicurezza (per impedire l'accesso all'interno durante il funzionamento).

## Classe 4

Per questa classe bisogna prevenire danni all'occhio derivanti da qualsiasi riflessione del fascio, così come i possibili rischi di incendio e danni alla pelle. Le precauzioni da adottare dovranno includere un progetto che controlli l'intero percorso del fascio.

Le misure di sicurezza da adottarsi, sempre in aggiunta a quelle precedentemente enunciate, sono:

- 1) Il laser deve essere utilizzato in un'area ad accesso controllato: chiusure di sicurezza devono essere previste per evitare ingressi non autorizzati nell'area di funzionamento, e l'accesso deve essere limitato a persone che indossino DPI per la protezione degli occhi quando il laser è in funzione;
- 2) Per assicurare la massima protezione nell'area controllata, l'intero percorso del fascio, inclusa l'area di irraggiamento, dovrà essere chiuso. Devono essere installate intorno al sistema opportune strutture che impediscano l'eccessivo avvicinamento al fascio, e con connessioni tali che il laser senza di esse non possa operare;
- 3) Per sistemi pulsati queste connessioni devono essere progettate in modo tale da prevenire che il laser vada a fuoco, scaricando l'energia immagazzinata. Per laser ad onda continua, le sicurezze dovranno spegnere l'alimentazione del fascio o interrompere il fascio per mezzo di chiusure;
- 4) I laser devono essere forniti di una chiave di sicurezza o dispositivo di accensione e spegnimento. La chiave deve essere custodita da persona autorizzata;
- 5) I laser saranno forniti di sistema di bloccaggio o attenuazione del fascio;
- 6) Durante l'attivazione o la procedura di avviamento devono essere utilizzati: sistema di allarme, luce di segnalazione, comando di conto alla rovescia. Questo sistema di segnalazione sarà attivato prima dell'emissione, in modo da consentire di prendere le misure appropriate per evitare l'esposizione al laser;
- 7) Devono essere disponibili procedure scritte per l'allineamento del fascio, il suo utilizzo e la manutenzione;
- 8) Il personale addetto deve essere sottoposto a sorveglianza medica per prevenire od evidenziare possibili danni agli occhi.

## ALTRE MISURE DI PREVENZIONE

Ogniqualevolta si effettuano operazioni al laser devono essere indossati occhiali di protezione a norma (la cosa più efficace è lasciarne almeno un paio nella zona di funzionamento). Prestare attenzione al fatto che **lunghezze d'onda diverse presuppongono occhiali di protezione diversi**.

Su questo tipo di DPI è indicato l'intervallo di frequenze per il quale è adatto, verificare che sia compatibile con l'attrezzatura in questione.

Segnalazioni visive: cartelli di segnalazione appropriati devono essere posti in evidenza sul sistema laser. Apposite segnalazioni devono essere poste al di fuori dell'area operativa. La segnalazione di "ATTENZIONE" deve essere utilizzata in tutti i cartelli associati ai laser di classe 2 e la segnalazione di "PERICOLO" deve essere utilizzata in tutti i cartelli associati ai laser di classe 3 e 4 .

CLASSE	INDICAZIONE
<b>3A</b>	RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL FASCIO AD OCCHIO NUDO NÈ GUARDARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3A
<b>3B</b>	RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3B
<b>4</b>	RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE DELL'OCCHIO O DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA APPARECCHIO LASER DI CLASSE 4

## **PERICOLI ASSOCIATI**

**Contaminazione dell'atmosfera** - gas o vapori provenienti dai sistemi laser a circolazione di gas, o dai prodotti intermedi delle reazioni laser, gas o vapori provenienti da agenti criogenici.

**Radiazione ultravioletta, visibile o infrarossa** - dovute a lampade a flash, ai tubi di scarica, sorgenti di pompaggio o radiazione di ritorno.

**Pericoli Elettrici** - derivati dall'utilizzo di alta tensione ed energia immagazzinata nei banchi condensatori dei laser pulsati.

**Agenti criogenici** - rischi connessi all'utilizzo e alla manipolazione di liquidi criogenici.

**Pericoli di incendio o combustione** - tale rischio potrebbe permanere anche a grande distanza dall'apparato laser per l'interazione del fascio con sostanze infiammabili.

**Esplosioni** - esiste la possibilità di esplosioni nel banco dei condensatori o nei sistemi di pompaggio ottico così come di reazioni esplosive di reagenti nei laser chimici o di altri laser usati nel laboratorio.