



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Gestione della sicurezza laser in Ateneo: misure tecniche, organizzative e procedurali

a cura di Alessandra Savarese

Gli SPP delle Università a confronto
Il Incontro-II giornata

RADIAZIONI OTTICHE COERENTI
E INCOERENTI

Pavia-11 Aprile

Definizione degli obiettivi

- Mostrare il percorso di valutazione e definire compiti del Tecnico/Addetto Sicurezza Laser in Ateneo
- Analizzare: il percorso di valutazione e le figure coinvolte
- Evidenziare: le misure tecniche, organizzative e procedurali
- Azioni di miglioramento



Tecnico/Addetto Sicurezza Laser di Ateneo

Compiti e obiettivi

- Definizione degli obiettivi triennali
- Valutazioni preliminari di attività
- Impostazione del percorso di valutazione
- Collaborazione con Dipartimenti, Rspp, Medici Competenti, Addetti locali sicurezza
- Supporto stesura procedure operative di sicurezza
- Formazione sui rischi da esposizione a Roa coerenti
- Programmazione degli interventi migliorativi
- Monitoraggio continuo dei risultati



Valutazione del Rischio e Figure coinvolte

- Step 1: Censimento fonti con invio delle schede di raccolta dati al Dipartimento (TSL)
- Step 2: raccolta dati tecnici (ALS)
- Step 3: analisi dei dati ricevuti (TSL)
- Step 4: sopralluogo e valutazione delle condizioni operative (TSL+ALS)
- Step 5: stesura del DVR e definizione zone operative (TSL+RSPP)
- Step 6: definizione del programma di miglioramento (TSL)
- Step 7: verifica del programma di miglioramento (TSL+ALS)
- Step 8: supporto stesura procedure (operatori e gruppi di ricerca)



Censimento- Scheda raccolta dati

■ Dipartimento/ <u>Struttura</u> :.....¶	
<u>Sede</u> :.....¶	
<u>Indirizzo</u> :.....¶	
ID Laboratorio Laser:.....¶	
Responsabile laboratorio:..... Telefono:.....¶	
■ Specifiche del laser (s/n, matricola, ecc.):.....¶	
CLASSE DICHIARATA:.....¶	

Tipo di LASER in possesso					
Laser a elio-neon	☐	Laser a coloranti organici	☐	Laser a rubino	☐
Laser a ioni di argon	☐	Laser a vapori elio-cadmio (HeCd)	☐	Laser Nd:YAG	☐
Laser a ioni di kripton	☐	Laser a vapori elio-mercurio (HeHg)	☐	Laser Er:YAG	☐
Laser a ioni di xeno	☐	Laser a vapori elio-selenio (HeSe)	☐	Laser Nd:YLF	☐
Laser ad azoto	☐	Laser a vapori di rame	☐	Laser Nd:YVO ₄	☐
Laser ad anidride carbonica	☐	Laser a vapori d'oro	☐	Laser Nd:YCOB (Nd:YCa ₄ O(BO ₃) ₃)	☐
Laser a monossido di carbonio	☐	Laser a elettroni liberi	☐	Laser Neodimio-vetro (Nd:Glass)	☐
Laser a eccimeri	☐	Laser al samario	☐	Laser allo zaffiro di titanio (Ti:zaffiro)	☐
Diodo laser a semiconduttore	¶ ☐	Laser Raman	☐	Laser Tm:YAG (Tm:YAG)	☐
Laser ibridi al silicio	☐	Laser a pompaggio atomico	☐	Laser itterbio:YAG (Yb:YAG)	☐
Laser Olmio:YAG (Ho:YAG)	☐	Laser al crisoberillio drogato al cromo (alessandrite)	☐	Laser Ce:LiSAF, Ce:LiCAF (fluoruro di litio, stronzio (o calcio) e alluminio drogato con cerio)	¶ ☐



Censimento- Scheda raccolta dati

Tipo di funzionamento (continuo o a impulsi; se a impulsi, frequenza e durata impulso):.....¶

Lunghezza d'onda operativa (o range di λ):.....nm¶

Potenza max. (in mW):.....¶

Divergenza del fascio:.....¶

Dimensione della sorgente.....¶

¶

..

Breve descrizione del locale in cui è sito ¶

☐	SI ☐	NO ☐	Non necessario ¶ (giustificare) ☐
Impianto elettrico del locale a norma? ☐	☐	☐	☐
Aspirazione localizzata ☐	☐	☐	☐
Banco ottico ☐	☐	☐	☐
Segnaletica esterna ☐	☐	☐	☐

Altro e/o specifiche:

.....
.....¶



Censimento- Scheda raccolta dati

Breve descrizione del setup sperimentale: ¶

☐	SI ☐	NO ☐	Non necessario (giustificare) ☐
Il fascio laser è blindato? ☐	☐	☐	☐
Accensione laser a chiave? ☐	☐	☐	☐
Sono presenti sistemi di <u>interlocks</u> e/o <u>microswitch</u> sulle porte d'accesso per lo spegnimento automatico fascio laser? ☐	☐	☐	☐
<u>E'</u> presente un segnalatore luminoso di funzionamento laser? ☐	☐	☐	☐
Sono presenti lungo il cammino laser sorgenti di riflessione o potenzialmente infiammabili? ☐	☐	☐	☐
<u>E'</u> presente al termine del cammino un <u>beam stopper</u> ? ☐	☐	☐	☐
<u>E'</u> necessario eseguire operazioni a fascio laser acceso (per es., cambio di ottiche, manutenzione, allineamento, ecc.)? ☐	☐	☐	☐

Altro e/o specifiche:

.....
 ¶

Breve descrizione dell'attività che si svolge con il laser (ricerca e/o didattica; tipologia di campione; ecc.): ¶

.....

 ¶



Censimento- Scheda raccolta dati

Breve descrizione dell'attività che si svolge con il laser (ricerca e/o didattica; tipologia di campione; ecc.):

.....

.....

.....

Descrizione postazione operatori durante "BEAM-ON":

	SI	NO	Non necessario (giustificare)
Sono presenti sistemi ottici di osservazione?			
Sono presenti operatori in prossimità del fascio durante il funzionamento (se sì, quanti, a che distanza, per quanto tempo)?			
Sono presenti DPI (se sì, quali)?			

Altro e/o specifiche:

.....

.....

.....

Formazione degli operatori:

	SI	NO	Non necessario (giustificare)
Sono presenti manuali e/o schede descrittive delle operazioni da svolgersi con il laser?			
E' prevista formazione specifica per gli operatori?			

Altro e/o specifiche:

.....

.....



Censimento- Scheda raccolta dati

Breve descrizione dell'attività che si svolge con il laser (ricerca e/o didattica; tipologia di campione; ecc.):

.....

.....

.....

Descrizione postazione operatori durante "BEAM-ON":

	SI	NO	Non necessario (giustificare)
Sono presenti sistemi ottici di osservazione?			
Sono presenti operatori in prossimità del fascio durante il funzionamento (se sì, quanti, a che distanza, per quanto tempo)?			
Sono presenti DPI (se sì, quali)?			

Altro e/o specifiche:

.....

.....

.....

Formazione degli operatori:

	SI	NO	Non necessario (giustificare)
Sono presenti manuali e/o schede descrittive delle operazioni da svolgersi con il laser?			
E' prevista formazione specifica per gli operatori?			

Altro e/o specifiche:

.....

.....



Valutazione del Rischio e Figure coinvolte

- Step 1: Censimento fonti con invio delle schede di raccolta dati al Dipartimento (TSL)
- **Step 2: raccolta dati tecnici (ALS)**
- **Step 3: analisi dei dati ricevuti (TSL)**
- **Step 4: sopralluogo e valutazione delle condizioni operative (TSL+ALS)**
- Step 5: stesura del DVR e definizione zone operative (TSL+RSPP)
- Step 6: definizione del programma di miglioramento (TSL)
- Step 7: verifica del programma di miglioramento (TSL+ALS)
- Step 8: supporto stesura procedure (operatori e gruppi di ricerca)



Stesura DVR- Software di calcolo

Laser Bee 6.1.0- Laser Safety



Stesura DVR

La valutazione numerica dei laser è effettuata con software Laser Bee 6.1.0 conforme alla norma CEI EN 60825-1.

LABORATORIO 6137 WP01 098

Laser Wasatch Photonics WP-785X-F##-CILC-diodo semiconduttore

785 nm, dimensione della sorgente 8.8 mm alla lente focale (25 mm), divergenza del fascio 12 gradi-0,20 rad, potenza 450 mW-Laser continuo

¶

✓ → CLASSE LASER RILEVATA: **3B**

✓ → IRRADIANZA: **14 W/m²-1,47 Kj/m²**

✓ → Tabella valori limite esposizione 81/08 = 2.2-2.3-700-1050 nm

✓ → Tempo di utilizzo = 10 secondi

✓ → Calcolo EMP = $18 \cdot t^{0,75} \cdot CA \cdot CE [J \cdot m^{-2}] \cdot CA \cdot 1,47 \cdot CE = 1$ - t = 10 secondi. Risultato **149 J/m²**

✓ → ZNRO (zona nominale di rischio oculare): **9 m**

✓ → DPI da utilizzare (protettore oculare): occhiale plastico o vetro: **785-D-LB4** (conforme BS EN 207:2017).



Stesura DVR

//

My Laser

select a laser ▼

Wavelength

785 nm ▼

Beam Delivery

Freespace ▼

Source Diameter d63

8,8 mm ▼

Divergence d63

0,2 rad ▼

Power Profile

Continuous ▼

Average Power

450 mW ▼

Summaries

Report Tab

Help/Info Classify laser AEL **MPE** NOHD Eyewear Divergence Pulses Subtense Tools

MPE Calculation Parameters

☐ Eye, extended source ☒ Explain
☒ Eye MPE
☐ Skin MPE

Exposure Time

10 s ▼

Subtense Angle

0 mrad ▼

Exposed Area

0,01 m² ▼

get MPE

Using Table A.1 row 7 for lookup
Timebase 10,00 s is an MPE formula boundary. We should compare the MPEs from column 7 and 8 then choose the lower.

Using column 7
 $t^{0.75} = 5,623$
 $C4 = 1,479 \text{ J/m}^2$
Thermal limit $149,7 \text{ J/m}^2$

Using column 8
 $C4 = 1,479 \text{ W/m}^2$

MPE values

Total Exposure	Exposure per Pulse
Irradiance	Irradiance
14,79 W/m ²	
Radiant Exposure	Radiant Exposure
147,9 J/m ²	

Measurement Conditions

Aperture Diameter	Aperture Diameter
7,000 mm	
Acceptance angle	

Maximum Permissible Exposure (MPE) Help

The Maximum Permissible Exposure to laser radiation is the maximum level of exposure which is unlikely to cause harm.

An MPE is expressed in terms of energy per unit area (Joules per square metre or J/m²) when it is known as a *Radiant Exposure* or in terms of power per unit area (Watts per square metre or W/m²) when it is known as an *Irradiance*. For a CW laser, the Radiant Exposure is given by the Irradiance multiplied by the exposure duration. For a single pulse, the time factor is the pulse duration.

Factors influencing the MPE are: The laser wavelength; the exposure time; the pulse duration; the pulse

9

Valutazione del Rischio e Figure coinvolte

- Step 1: Censimento fonti con invio delle schede di raccolta dati al Dipartimento (TSL)
- Step 2: raccolta dati tecnici (ALS)
- Step 3: analisi dei dati ricevuti (TSL)
- Step 4: sopralluogo e valutazione delle condizioni operative (TSL+ALS)
- Step 5: stesura del DVR e definizione zone operative (TSL+RSPP)
- **Step 6: definizione del programma di miglioramento (TSL)**
- **Step 7: verifica del programma di miglioramento**
- **Step 8: supporto stesura procedure (operatori e gruppi di ricerca)**



Misure Tecniche

Protezione sulla sorgente

- ✓ Schermi protettivi e isolamento del fascio
- ✓ Segnalatore luminoso di funzionamento laser
- ✓ Segnaletica di sicurezza
- ✓ Chiave di comando, per un utilizzo dell'apparecchio solo delle persone autorizzate



Misure Tecniche

Protezione sulla sorgente

- ✓ Arresto di fascio automatico in caso di radiazione eccedente i livelli prestabiliti
- ✓ Eliminazione delle riflessioni speculari
- ✓ Sistemi di interlocks e/o microswitch sulle porte di accesso

Protezione degli operatori

- ✓ Dispositivi di protezione individuale (Occhiali)+ indumenti



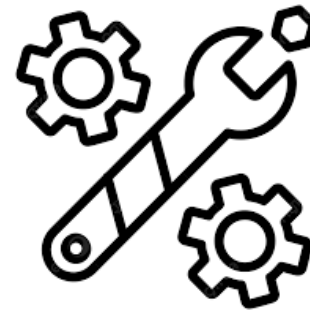
Misure Organizzative e Procedurali

1. Valutazione del Rischio e classificazione della zona di lavoro
2. Sorveglianza sanitaria
3. Controllo e monitoraggio (scadenze)
4. Formazione /addestramento
5. Controllo degli accessi (solo personale autorizzato)
6. Autorizzazione e registrazione: Solo le persone con una formazione specifica devono essere autorizzate a entrare nelle zone a rischio



Misure Procedurali

7. Stesura delle procedure operative di sicurezza (verifiche pre-operative, modalità di utilizzo, fasi di lavoro, misure di prevenzione e protezione per tutte le fasi, gestione delle emergenze)
8. Verifica dello stato di manutenzione attrezzatura (controlli periodici)
9. Verifica dello stato di integrità dei DPI



Azioni di miglioramento future (2027)

- Stesura di un Manuale utilizzo in sicurezza da distribuire agli operatori
- Raccolta e aggiornamento delle procedure operative di sicurezza
- Formazione di tutto il personale che utilizza laser
- Comunicazione Dipartimento- TSL previsione nuovi acquisti





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Credits:

Alessandra Savarese

ABESS- Area Benessere Salute e Sicurezza
Unità Professionale di Prevenzione e Protezione

alessandra.savarese@unibo.it