



**Mondial Costruzioni S.p.A.**  
Via Appia Antica - 00179 Roma (Roma)

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO ROA (laser)

**relazione sulla valutazione del rischio radiazioni ottiche artificiali  
da sorgente laser**

(Art. 216, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. - D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**DATA:** 07/11/2017

**REVISIONE:** R1

**MOTIVAZIONE:** PRIMA EMISSIONE

**IL DATORE DI LAVORO**

(Sig. Luca Geometrino)

*in collaborazione con*

**IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE**

(Sig. Antonio Preventino)

**IL MEDICO COMPETENTE**

(Dott. Luigi Malatino)

*per consultazione*

**IL RAPPRESENTANTE DEI LAVORATORI PER LA SICUREZZA**

(Sig. Pietro Sicurino)

# ANALISI E VALUTAZIONE

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana vigente:

- **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**, "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Testo coordinato con:

- **D.L. 3 giugno 2008, n. 97**, convertito con modificazioni dalla **L. 2 agosto 2008, n. 129**;
- **D.L. 25 giugno 2008, n. 112**, convertito con modificazioni dalla **L. 6 agosto 2008, n. 133**;
- **D.L. 30 dicembre 2008, n. 207**, convertito con modificazioni dalla **L. 27 febbraio 2009, n. 14**;
- **L. 18 giugno 2009, n. 69**;
- **L. 7 luglio 2009, n. 88**;
- **D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106**;
- **D.L. 30 dicembre 2009, n. 194**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2010, n. 25**;
- **D.L. 31 maggio 2010, n. 78**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 luglio 2010, n. 122**;
- **L. 4 giugno 2010, n. 96**;
- **L. 13 agosto 2010, n. 136**;
- **Sentenza della Corte costituzionale 2 novembre 2010, n. 310**;
- **D.L. 29 dicembre 2010, n. 225**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2011, n. 10**;
- **D.L. 12 maggio 2012, n. 57**, convertito con modificazioni dalla **L. 12 luglio 2012, n. 101**;
- **L. 1 ottobre 2012, n. 177**;
- **L. 24 dicembre 2012, n. 228**;
- **D.Lgs. 13 marzo 2013, n. 32**;
- **D.P.R. 28 marzo 2013, n. 44**;
- **D.L. 21 giugno 2013, n. 69**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 98**;
- **D.L. 28 giugno 2013, n. 76**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 99**.

e conformemente agli indirizzi operativi del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro:

- **Indicazioni Operative del CTIPLL (Rev. 2 del 11 marzo 2010)**, "*Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - indicazioni operative*".

## Premessa

La valutazione del rischio di esposizione a radiazioni ottiche artificiali del tipo coerente (L.A.S.E.R. - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - Amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazione) è stata effettuata in conformità alle indicazioni dell'art. 216 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, della parte II dell'allegato XXXVII del succitato decreto e nel rispetto delle norme della Commissione elettrotecnica internazionale (IEC).

In particolare si è prestato particolare attenzione ai seguenti elementi:

- il livello, la gamma di lunghezze d'onda e la durata dell'esposizione a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche;
- i valori limite di esposizione
- qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio;
- qualsiasi eventuale effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultante dalle interazioni sul posto di lavoro tra le radiazioni ottiche e le sostanze chimiche fotosensibilizzanti;
- qualsiasi effetto indiretto come l'accecamento temporaneo, le esplosioni o il fuoco;
- l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche;
- per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni pubblicate;
- sorgenti multiple di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- una classificazione dei laser stabilita conformemente alla pertinente Norma IEC e, in relazione a tutte le sorgenti artificiali che possono arrecare danni simili a quelli di un laser della classe 3B o 4, tutte le classificazioni analoghe;
- le informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti Direttive comunitarie.

## Classificazione LASER (CEI EN 60825-1:2009)

Per la classificazione, la targhetatura, i requisiti tecnici di sicurezza necessari in funzione della classe di appartenenza e per le informazioni per l'utilizzatore si deve far riferimento alla CEI EN 62305-1:2009 "*Sicurezza degli apparecchi laser. Classificazione delle apparecchiature e requisiti*." che precisa anche i valori limite di LEA (limite di emissione accessibile, vale al dire il limite massimo di radiazione emesso corrispondente alla classe del laser).

## Classificazione LASER

- Classe 1 Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta del fascio.
- Classe 1M Laser che emettono radiazione nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 302,5 nm e 4000 nm, che sono sicuri nelle

condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma che possono essere pericolosi se l'operatore impiega strumenti ottici all'interno del fascio;

- Classe 2 Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 400 nm e 700 nm, per i quali la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Questa reazione può essere prevista per fornire una protezione nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta del fascio;
- Classe 2M Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 400 nm e 700 nm, per i quali la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Tuttavia, l'osservazione diretta del fascio può risultare pericolosa se all'interno del fascio l'utilizzatore impiega strumenti ottici.
- Classe 3R Laser che emettono nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 302,5 e 10e6 nm, per i quali la visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa, ma il rischio è inferiore rispetto a quello dei laser di classe 3B;
- Classe 3B Laser che sono normalmente pericolosi nel caso di visione diretta del fascio. Le riflessioni diffuse sono normalmente sicure;
- Classe 4 Laser che sono in grado di provocare riflessioni diffuse pericolose. Possono causare lesioni alla cute e potrebbero anche costituire un pericolo d'incendio. Il loro utilizzo richiede estrema cautela.

## Rischi delle radiazioni

I rischi per la salute e la sicurezza che possono derivare, dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali durante il lavoro, con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute possono essere così classificati in funzione della lunghezza d'onda:

**Tabella 2.1, Allegato XXXVII, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - Rischi delle radiazioni**

Lunghezza d'onda [nm] $\lambda$	Campo di radiazione	Organo interessato	Rischio	Tabella dei valori limite di esposizione
da 180 a 400	UV	occhio	danno fotochimico e danno termico	2.2, 2.3
da 180 a 400	UV	cute	eritema	2.4
da 400 a 700	visibile	occhio	danno alla retina	2.2
da 400 a 600	visibile	occhio	danno fotochimico	2.3
da 400 a 700	visibile	cute	danno termico	2.4
da 700 a 1 400	IRA	occhio	danno termico	2.2, 2.3
da 700 a 1 400	IRA	cute	danno termico	2.4
da 1 400 a 2 600	IRB	occhio	danno termico	2.2
da 2 600 a 10 <sup>6</sup>	IRC	occhio	danno termico	2.2
da 1 400 a 10 <sup>6</sup>	IRB, IRC	occhio	danno termico	2.3
da 1 400 a 10 <sup>6</sup>	IRB, IRC	cute	danno termico	2.4

## Determinazione dei livelli di emissione: misurazioni o indicazioni del fabbricante

Nel caso di radiazioni laser emesse da macchine, la classificazione riportata nella CEI EN 60825-1:2009 stabilisce una relazione con il livello di radiazione emesso. In tale norma sono riportate le tabelle di correlazione tra la classe di rischio della macchina e i valori del livello di radiazione emessa per i diversi tipi di radiazione ottica (UV, VIS, IR).

### A. Misurazioni

Qualora il fabbricante fornisca solo la classe (com'è sufficiente per il rispetto della norma) si è certi del non superamento dei valori limite solo se si ha a che fare con laser della classe 1 e della classe 2 (fonti giustificabili). In tutti gli altri casi il superamento può verificarsi tutte le volte che il raggio intercetta l'occhio (per i laser di Classe 1M, 2M, 3R, 3B, 4) e potrebbe avvenire per la cute (sicuramente per le attrezzature di Classe 4), pertanto, la valutazione dei livelli di esposizione non può che essere effettuata mediante misurazioni effettuate in conformità con le indicazioni tecniche e operative riportate nella suddetta norma CEI EN 60825-1:2009.

### B. Fabbricante

Qualora il fabbricante fornisca il valore del livello di radiazione emesso si potrà effettuare direttamente il confronto con i corrispondenti valori limite riportati in Allegato XXXVII, parte 2 del D.Lgs. 81/2008.

## Calcolo dei valori di esposizione a radiazioni laser

I valori di esposizione alle radiazioni ottiche, pertinenti dal punto di vista biofisico, sono determinate con le formule di cui all'allegato XXXVII, parte II del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

La formula da usare dipende dalla lunghezza d'onda e dalla durata delle radiazioni emesse dalla sorgente e i risultati devono essere comparati con i corrispondenti valori limite di esposizione di cui alle tabelle da 2.2 a 2.4 dell'allegato XXXVII del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e di seguito riportate. Per una determinata sorgente di radiazione laser possono essere pertinenti più valori di esposizione e corrispondenti limiti di esposizione.

$$E = \frac{dP}{dA} \quad [Wm^{-2}] \quad (1)$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \quad [\text{Jm}^{-2}] \quad (2)$$

dove:

- dP è la *potenza*, espressa in watt [W];  
dA è la *superficie*, espressa in metri quadrati [m<sup>2</sup>];  
E(t), E è l'*irradianza o densità di potenza*: la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie generalmente espressa in watt su metro quadrato [Wm<sup>-2</sup>]. I valori di E(t) e d E sono il risultato di misurazioni o possono essere indicati dal fabbricante delle attrezzature.  
H *esposizione radiante*: integrale nel tempo dell'irradianza, espressa in joule su metro quadrato [Jm<sup>-2</sup>];  
t *tempo, durata dell'esposizione*, espressa in secondi [s];  
λ *lunghezza d'onda*, espressa in nanometri [nm];  
γ *angolo del cono che limita il campo di vista per la misurazione*, espresso in milliradiani [mrad];  
γm *campo di vista per la misurazione*, espresso in milliradiani [mrad];  
α *angolo sotteso da una sorgente*, espresso in milliradiani [mrad];  
*apertura limite*: superficie circolare su cui si basa la media dell'irradianza e dell'esposizione radiante;  
G *radianza integrata*: integrale della radianza su un determinato tempo di esposizione, espresso come energia radiante per unità di area di una superficie radiante per unità dell'angolo solido di emissione, espressa in joule su metro quadrato per steradiano [Jm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup>].

I coefficienti usati come fattori nelle successive tabelle da 2.2 a 2.4 sono riportati nelle successive tabelle 2.5 dell'allegato XXXVII del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e i fattori di correzione per l'esposizione ripetuta nella tabella 2.6 del già citato allegato.

## Determinazione dei valori di esposizione limite a radiazioni laser

I valori limite di esposizione sono determinati in conformità alle tabelle da 2.2 a 2.4 dell'allegato XXXVII del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e di seguito riportate.

Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazioni laser - Durata di esposizione breve < 10 s

Tabella 2.2, Allegato XXXVII, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81

Lunghezza d'onda <sup>(a)</sup> [nm]	Apertura		Durata [s]		E = 3 · 10 <sup>10</sup> [Wm <sup>-2</sup> ] Cfr. nota (c)	E = 10 <sup>12</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	E = 10 <sup>13</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	E = 10 <sup>14</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	E = 10 <sup>15</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	E = 10 <sup>16</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]
	U	V	10 <sup>9</sup> ÷ 10 <sup>7</sup>	10 <sup>11</sup> ÷ 10 <sup>9</sup>						
180 ÷ 280	U	V	10 <sup>9</sup> ÷ 10 <sup>7</sup>	10 <sup>11</sup> ÷ 10 <sup>9</sup>						
280 ÷ 302	C		10 <sup>7</sup> ÷ 1,8 · 10 <sup>5</sup>							
303			1,8 · 10 <sup>5</sup> ÷ 5 · 10 <sup>5</sup>							
304			5 · 10 <sup>5</sup> ÷ 10 <sup>3</sup>							
305										
306										
307										
308										
309										
310										
311										
312										
313										
314										
315 ÷ 400	U	V								
400 ÷ 700		A								
700 ÷ 1 050										
1 050 ÷ 1 400										
1 400 ÷ 1 500										
1 500 ÷ 1 800										
1 800 ÷ 2 600										
2 600 ÷ 10 <sup>6</sup>										
<b>UVB</b>										
1 mm per t < 0,3 s; 1,5 t <sup>0,375</sup> per 0,3 < t < 10 s										
<b>Visibile e IRA</b>										
7 mm										
<b>IRB e IRC</b>										
Cfr. nota (b)										

Note

- Se la lunghezza d'onda del laser è coperta da due limiti si applica il più restrittivo;
- Se  $1\,400 < \lambda < 10^6$ : apertura diametro = 1 mm per  $t \leq 0,3$  e  $1,5 t^{0,375}$  mm per  $0,3 < t < 10$  s; se  $10^5 < \lambda < 10^6$ : apertura diametro = 11 mm.
- Per mancanza di dati a queste lunghezze d'impulso l'ICNIRP raccomanda di utilizzare i limiti di irradianza per 1 ns;
- La tabella riporta i valori di singoli impulsi laser. In caso di impulsi multipli le durate degli impulsi che rientrano in un intervallo  $T_{min}$  (elencate nella tabella 2.6) devono essere sommate e il valore di tempo risultante deve essere usato per t nella formula:  $5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ .

Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazioni laser - Durata di esposizione lunga > 10 s

Tabella 2.3, Allegato XXXVII, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81

Lunghezza d'onda <sup>(a)</sup> [nm]	UVC	UVB											UVA	Visibile 400 - 700	IRA	IRB e IRC	
		3,5 mm												7 mm	7 mm	Cfr. (c)	
Apertura	Durata [s]																
	$10^1 \div 10^2$	$10^3 \div 10^4$	$10^4 \div 3 \cdot 10^4$														
		H = 30 [Jm <sup>-2</sup> ]															
			H = 40 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 60 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 100 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 160 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 250 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 400 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 630 [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 1,0 · 10 <sup>3</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 1,6 · 10 <sup>3</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 2,5 · 10 <sup>3</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 4,0 · 10 <sup>3</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 6,3 · 10 <sup>3</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 10 <sup>4</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]														
			H = 100 C <sub>B</sub> [Jm <sup>-2</sup> ] (□ = 11 mrad)		E = 1 C <sub>B</sub> [Wm <sup>-2</sup> ] (□ = 1,1 · t <sup>0,75</sup> mrad)		E = 1 C <sub>B</sub> [Wm <sup>-2</sup> ] (□ = 110 mrad)		E = 1 C <sub>B</sub> [Wm <sup>-2</sup> ] (□ = 110 mrad) (d)								
			se α < 1,5 mrad		se α > 1,5 mrad		se α > 1,5 mrad		allora E = 10 [Wm <sup>-2</sup> ] allora H = 18 C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [Jm <sup>-2</sup> ] allora E = 18 C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>0,25</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]								
			se α > 1,5 mrad		se α > 1,5 mrad		se α > 1,5 mrad		allora H = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [Jm <sup>-2</sup> ] allora E = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>0,25</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]								
			se α > 1,5 mrad		se α > 1,5 mrad		se α > 1,5 mrad		allora E = 1000 [Wm <sup>-2</sup> ]								

Note

- (a) Se la lunghezza d'onda o un'altra caratteristica del laser è coperta da due limiti si applica il più restrittivo;
- (b) Per sorgenti piccole che sottendono un angolo di 1,5 mrad o inferiore, i doppi valori limite nel visibile da 400 nm a 600 nm si riducono ai limiti per rischi termici per 10 s ≤ t a T<sub>1</sub> e ai limiti per rischi fotochimici per periodi superiori. Per T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> cfr. tabella 2.5. Il limite di rischio fotochimico per la retina può essere anche espresso come radianza integrata nel tempo G = 10<sup>5</sup> C<sub>B</sub> [Jm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup>] per t > 10 s fino a t = 10 000 s e L = 100 C<sub>B</sub> [Wm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup>] per t > 10 000 s. Per la misurazione di G e L □m deve essere usato come campo di vista medio. Il confine ufficiale tra visibile e infrarosso è 780 nm come stabilito dalla CIE. La colonna con le denominazioni della lunghezza d'onda ha il solo scopo di fornire un inquadramento migliore all'utente. (Il simbolo G è usato dal CEN; il simbolo L<sub>r</sub> dalla CIE, il simbolo L<sub>p</sub> dall'IEC e dal CENELEC).
- (c) Per lunghezza d'onda da 1 400 ÷ 10<sup>5</sup> nm: apertura diametro = 3,5 mm; per lunghezza d'onda 10<sup>5</sup> ÷ 10<sup>6</sup>: apertura diametro = 11 mm;
- (d) Per la misurazione del valore di esposizione γ è così definita: se α (angolo sotteso da una sorgente) > γ (angolo del cono di limitazione, indicato tra parentesi nella colonna corrispondente) allora il campo di vista di misurazione □m dovrebbe essere il valore dato di γ (se si utilizza un valore superiore del campo di vista il rischio risulta sovrastimato). Se α < γ il valore del campo di vista di misurazione γm deve essere sufficientemente grande da includere completamente la sorgente, altrimenti non è limitato e può essere superiore a γ.

Tabella 2.4, Allegato XXXVII, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81

Lunghezza d'onda <sup>(a)</sup> [nm]	180 ÷ 400	400 ÷ 700	700 ÷ 1 400	1 400 ÷ 1 500	1 500 ÷ 1 800	1 800 ÷ 2 600	2 600 ÷ 10 <sup>6</sup>
	UV (A, B, C)	Visibile e IRA		IRB e IRC			
Apertura	3,5 mm		3,5 mm				
Durata [s]	Come i limiti di esposizione per l'occhio						
	10 <sup>-9</sup> ÷ 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> ÷ 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> ÷ 10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup> ÷ 10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> ÷ 3 · 10 <sup>4</sup>		
< 10 <sup>-9</sup>	H = 200 C <sub>A</sub> [Jm <sup>-2</sup> ]		H = 1,1 · 10 <sup>4</sup> C <sub>A</sub> t <sup>0,25</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]		E = 2 · 10 <sup>3</sup> C <sub>A</sub> [Wm <sup>-2</sup> ]		
E = 3 · 10 <sup>-10</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]							
E = 2 · 10 <sup>-11</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]							
E = 2 · 10 <sup>-11</sup> C <sub>A</sub> [Wm <sup>-2</sup> ]							
E = 10 <sup>-12</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	come i limiti di esposizione per l'occhio						
E = 10 <sup>-13</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]							
E = 10 <sup>-12</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]							
E = 10 <sup>-11</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]							

Note

(a) Se la lunghezza d'onda o un'altra condizione del laser è coperta da due limiti si applica il più restrittivo;

**Tabella 2.5, Allegato XXXVII, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**

Parametri elencati da ICNIRP	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
C <sub>A</sub>	$\lambda < 700$	C <sub>A</sub> = 1,0
	700 ÷ 1 050	C <sub>A</sub> = 10 <sup>0,002 (λ - 700)</sup>
	1 050 ÷ 1 400	C <sub>A</sub> = 5,0
C <sub>B</sub>	400 ÷ 450	C <sub>B</sub> = 1,0
	450 ÷ 700	C <sub>B</sub> = 10 <sup>0,02 (λ - 450)</sup>
C <sub>C</sub>	700 ÷ 1 150	C <sub>C</sub> = 1,0
	1 150 ÷ 1 200	C <sub>C</sub> = 10 <sup>0,018 (λ - 1 150)</sup>
	1 200 ÷ 1 400	C <sub>C</sub> = 8,0
T <sub>1</sub>	$\lambda < 450$	T <sub>1</sub> = 10 s
	450 ÷ 500	T <sub>1</sub> = 10 · [10 <sup>0,02 (λ - 450)</sup> ] s
	$\lambda > 500$	T <sub>1</sub> = 100 s
Parametri elencati da ICNIRP	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
α <sub>min</sub>	tutti gli effetti termici	α <sub>min</sub> = 1,5 rad
Parametri elencati da ICNIRP	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
C <sub>E</sub>	$\alpha < \alpha_{min}$	C <sub>E</sub> = 1,0
	$\alpha_{min} < \alpha < 100$	C <sub>E</sub> = α / α <sub>min</sub>
	$\alpha > 100$	C <sub>E</sub> = α <sup>2</sup> / (α <sub>min</sub> · α <sub>max</sub> ) mrad con α <sub>max</sub> = 100 mrad
T <sub>2</sub>	$\alpha < 1,5$	T <sub>2</sub> = 10 s
	$1,5 < \alpha < 100$	T <sub>2</sub> = 10 · [10 <sup>(α - 1,5) / 98,5</sup> ] s
	$\alpha > 100$	T <sub>2</sub> = 100 s
Parametri elencati da ICNIRP	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
γ	t ≤ 100	γ = 11 [mrad]
	100 < t < 10 <sup>4</sup>	γ = 1,1 t <sup>0,50</sup> [mrad]
	t > 10 <sup>4</sup>	γ = 110 [mrad]

Correzione per esposizioni ripetute

Per tutte le esposizioni ripetute, derivanti da sistemi laser a impulsi ripetitivi o a scansione, sono applicate le tre norme generali seguenti:

1. L'esposizione derivante da un singolo impulso di un treno di impulsi non supera il valore limite di esposizione per un singolo impulso della durata di quell'impulso;
2. L'esposizione derivante da qualsiasi gruppo di impulsi (o sottogruppi di un treno di impulsi) che si verseica in un tempo t non supera il valore limite di esposizione per il tempo t;
3. L'esposizione derivante da un singolo impulso in un gruppo di impulsi non supera il valore limite di esposizione del singolo impulso moltiplicato per un fattore di correzione termica cumulativa C<sub>p</sub> = N<sup>-0,25</sup>, dove N è il numero di impulsi. Questa norma si applica soltanto a limiti di esposizione per la protezione da lesione termica, laddove tutti gli impulsi che si verseicano in meno di T<sub>min</sub> sono trattati come singoli impulsi.

**Tabella 2.6, Allegato XXXVII, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**

Parametri	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
T <sub>min</sub>	315 < λ ≤ 400	T <sub>min</sub> = 10 <sup>-9</sup> s (= 1 ns)
	400 < λ ≤ 1 050	T <sub>min</sub> = 18 · 10 <sup>-6</sup> s (= 18 μs)
	1 050 < λ ≤ 1 400	T <sub>min</sub> = 50 · 10 <sup>-6</sup> s (= 50 μs)
	1 400 < λ ≤ 1 500	T <sub>min</sub> = 10 <sup>-3</sup> s (= 1 ms)
	1 500 < λ ≤ 1 800	T <sub>min</sub> = 10 s
	1 800 < λ ≤ 2 600	T <sub>min</sub> = 10 <sup>-3</sup> s (= 1 ms)
	2 600 < λ ≤ 10 <sup>6</sup>	T <sub>min</sub> = 10 <sup>-7</sup> s (= 100 ns)



## Specifiche dei DPI per la protezione da Radiazioni Ottiche Artificiali (Operazioni laser)

Al fine di proteggere i lavoratori dai rischi che possono provocare danni agli occhi e al viso, una volta identificati e valutati i rischi ed adottate tutte le misure concretamente attuabili per la loro eliminazione o riduzione, si è provveduto ad adottare i dispositivi di protezione degli occhi e del viso più efficaci per contrastare i tipi di rischio presenti in conformità alla seguente normativa tecnica:

**UNI EN 207:2010**

*Equipaggiamento di protezione personale degli occhi. Filtri e protettori dell'occhio contro radiazioni laser (protettori dell'occhio per laser).*

La norma europea UNI EN 207:2010 si applica ai protettori dell'occhio utilizzati per la protezione contro l'esposizione accidentale alle radiazioni laser nel campo spettrale da 180 nm a 10<sup>6</sup> nm e descrive i requisiti cui i filtri laser devono rispondere ed elenca i livelli protettivi possibili, indicati da un numero di graduazione espresso con il simbolo "LB", seguito da un numero da 1 a 10.

Per ogni livello protettivo è indicato il fattore spettrale massimo di trasmissione per lunghezza d'onda, nonché la densità di potenza e/o di energia utilizzata per i test di prova; tali test vengono eseguiti per le varie tipologie di laser (a onda continua, pulsata, a impulsi giganti e a impulsi a modo accoppiato), ognuna contraddistinta da una lettera identificativa (rispettivamente D, I, R e M).

### Prospetto B.1, Appendice B, UNI EN 207:2010

#### Numero di graduazione raccomandati per l'uso di filtri e protettori dell'occhio contro le radiazioni laser

Numero di graduazione	Fattore spettrale massimo di trasmissione alla lunghezza d'onda laser □(□)	Densità massima di potenza (E) e/o energia (H) nel campo di lunghezze d'onda								
		Da 180 nm a 315 nm			Da > 315 nm a 1 400 nm			Da > 1 400 nm a 10 <sup>6</sup> nm		
		Tipo di laser/periodo di esposizione in secondi (s)								
		D ≥ 3·10 <sup>4</sup>	I, R 10 <sup>-9</sup> ÷ 3·10 <sup>-4</sup>	M < 10 <sup>-9</sup>	D > 5·10 <sup>-4</sup>	I, R 10 <sup>-9</sup> ÷ 5·10 <sup>-4</sup>	M < 10 <sup>-9</sup>	D > 0,1	I, R 10 <sup>-9</sup> ÷ 0,1	M < 10 <sup>-9</sup>
E <sub>D</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	H <sub>I,R</sub> [J/m <sup>2</sup> ]	E <sub>M</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	E <sub>D</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	H <sub>I,R</sub> [J/m <sup>2</sup> ]	E <sub>M</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	E <sub>D</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	H <sub>I,R</sub> [J/m <sup>2</sup> ]	E <sub>M</sub> [W/m <sup>2</sup> ]		
LB1	10 <sup>-1</sup>	0,01	3·10 <sup>2</sup>	3·10 <sup>11</sup>	10 <sup>2</sup>	0,05	1,5·10 <sup>-3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup>
LB2	10 <sup>-2</sup>	0,1	3·10 <sup>3</sup>	3·10 <sup>12</sup>	10 <sup>3</sup>	0,5	1,5·10 <sup>-2</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>13</sup>
LB3	10 <sup>-3</sup>	1	3·10 <sup>4</sup>	3·10 <sup>13</sup>	10 <sup>4</sup>	5	0,15	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>14</sup>
LB4	10 <sup>-4</sup>	10	3·10 <sup>5</sup>	3·10 <sup>14</sup>	10 <sup>5</sup>	50	1,5	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>15</sup>
LB5	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>2</sup>	3·10 <sup>6</sup>	3·10 <sup>15</sup>	10 <sup>6</sup>	5·10 <sup>2</sup>	15	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>16</sup>
LB6	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>3</sup>	3·10 <sup>7</sup>	3·10 <sup>16</sup>	10 <sup>7</sup>	5·10 <sup>3</sup>	1,5·10 <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>17</sup>
LB7	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>4</sup>	3·10 <sup>8</sup>	3·10 <sup>17</sup>	10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>4</sup>	1,5·10 <sup>3</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>18</sup>
LB8	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>5</sup>	3·10 <sup>9</sup>	3·10 <sup>18</sup>	10 <sup>9</sup>	5·10 <sup>5</sup>	1,5·10 <sup>4</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>19</sup>
LB9	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>6</sup>	3·10 <sup>10</sup>	3·10 <sup>19</sup>	10 <sup>10</sup>	5·10 <sup>6</sup>	1,5·10 <sup>5</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>20</sup>
LB10	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>7</sup>	3·10 <sup>11</sup>	3·10 <sup>20</sup>	10 <sup>11</sup>	5·10 <sup>7</sup>	1,5·10 <sup>6</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>21</sup>

Oltre al livello protettivo, ai fini della scelta del dispositivo idoneo, è necessario prendere in considerazione anche:

- la trasmissione luminosa per avere la visione più nitida possibile;
- il riconoscimento dei colori;
- il campo visivo che deve essere il più vasto possibile.

Si precisa che il numero di graduazione del filtro, riportato nelle schede di seguito proposte, è adatto solo per operazioni che non contemplano la "regolazione sui laser" per la quale la normativa tecnica applicabile è la UNI EN 208:2010 "Protezione personale degli occhi - Protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser e sistemi laser (protettori dell'occhio per regolazioni laser)".

## ESITO DELLA VALUTAZIONE

Di seguito è riportato l'elenco delle mansioni addette ad attività lavorative che espongono a radiazioni ottiche artificiali da laser e il relativo esito della valutazione del rischio suddiviso per tipologia di attività.

**Tabella di correlazione Mansioni - Esito della valutazione**

Mansione	Esito della valutazione
1) Tutte le mansioni del ciclo "Strutture (cemento armato)"	Rischio basso per la sicurezza.

# SCHEDE DI VALUTAZIONE

Le schede di rischio che seguono riportano l'esito della valutazione eseguita.

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

**Tabella di correlazione Mansioni - Scheda di valutazione**

Mansione	Scheda di valutazione
Addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in elevazione	SCHEDA N.1
Addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione	SCHEDA N.1
Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in elevazione	SCHEDA N.1
Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione	SCHEDA N.1
Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per solaio in c.a. o prefabbricato	SCHEDA N.1
Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in elevazione	SCHEDA N.1
Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione	SCHEDA N.1
Addetto alla realizzazione di solaio in c.a. in opera o prefabbricato	SCHEDA N.1
Addetto alla realizzazione di tompagnature	SCHEDA N.1
Operatore autobetoniera	SCHEDA N.1
Operatore autopompa per cls	SCHEDA N.1
Operatore dumper	SCHEDA N.1
Operatore gru a ponte	SCHEDA N.1
Operatore gru a torre	SCHEDA N.1

## SCHEDA N.1

Tutte le mansioni del ciclo "Strutture (cemento armato)"

Sorgente di rischio							
Classificazione	Lunghezza d'onda	Durata	Potenza	Frequenza	Divergenza	DNRO	DPI
	[nm]	[s]	[W]	[Hz]	[mrad]	[m]	
<b>1) Apparecchio [Classe 1]</b>							
<b>Giustifica:</b>							
Il valore di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali (laser), per l'apparecchiatura su indicata, è palesemente inferiore al valore limite di esposizione, per cui non è necessario approfondire la valutazione dei livelli di esposizione (Art. 181, D.Lgs 9 aprile 2008, n.81).							
<b>Fascia di appartenenza:</b>							
Rischio basso per la sicurezza.							
<b>Mansioni:</b>							
Addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in elevazione; Addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione; Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in elevazione; Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione; Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per solaio in c.a. o prefabbricato; Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in elevazione; Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione; Addetto alla realizzazione di solaio in c.a. in opera o prefabbricato; Addetto alla realizzazione di tompagnature; Operatore autobetoniera; Operatore autopompa per cls; Operatore dumper; Operatore gru a ponte; Operatore gru a torre.							

Il presente documento è stato redatto conformemente all'art. 29 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i..

Roma, 07/11/2017

Firma

---