

Allegato XXXVII RADIAZIONI OTTICHE Parte I

Radiazioni ottiche non coerenti

I valori limite di esposizione alle radiazioni ottiche, per sistemi che passano di zona bianca, possono essere determinati con le formule seguenti. Le formule da usare dipendono dal tipo della radiazione emessa dalla sorgente e i risultati devono essere comparati con i corrispondenti valori limite di esposizione indicati nella tabella I.1. Per una determinata sorgente di radiazioni ottiche possono essere pertinenti più valori di esposizione e corrispondenti limiti di esposizione.

Le lettere da a) a g) si riferiscono alle corrispondenti righe della tabella I.1.

a)	$H_{\text{UV}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\text{UV}}(\lambda, \varphi) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$	(H_{UV} è pertinente solo nell'intervallo da 180 a 400 nm)
b)	$H_{\text{UVB}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\text{UVB}}(\lambda, \varphi) \cdot c \cdot d\lambda \cdot dt$	(H_{UVB} è pertinente solo nell'intervallo da 315 a 400 nm)
c), d)	$L_{\text{A}} = \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} L_{\text{A}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(L_{A} è pertinente solo nell'intervallo da 380 a 780 nm)
e), f)	$E_{\text{A}} = \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} E_{\text{A}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(E_{A} è pertinente solo nell'intervallo da 380 a 780 nm)
g), h)	$L_{\text{A}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\text{A}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(Cfr. tabella I.1 per i valori appropriati di λ_1 e λ_2)
m), n)	$E_{\text{A}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=1400 \text{ nm}} E_{\text{A}}(\lambda) \cdot d\lambda$	(E_{A} è pertinente solo nell'intervallo da 780 a 1400 nm)
o)	$H_{\text{A12}} = \int_0^t \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=1400 \text{ nm}} E_{\text{A}}(\lambda, \varphi) \cdot d\lambda \cdot dt$	(H_{A12} è pertinente solo nell'intervallo da 780 a 1400 nm)

Ai fini delle direttive, le formule di cui sopra possono essere sostituite dalle seguenti espressioni e dall'utilizzo dei valori discreti che figurano sulle tabelle successive:

a)	$E_{\text{UV}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\text{UV}}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	o $H_{\text{UV}} = E_{\text{UV}} \cdot dt$
b)	$E_{\text{UVB}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\text{UVB}} \cdot \Delta\lambda$	o $H_{\text{UVB}} = E_{\text{UVB}} \cdot dt$
c), d)	$L_{\text{A}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} L_{\text{A}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	
e), f)	$E_{\text{A}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} E_{\text{A}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	
g), h)	$L_{\text{A}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\text{A}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	(Cfr. tabella I.1 per i valori appropriati di λ_1 e λ_2)
m), n)	$E_{\text{A}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=1400 \text{ nm}} E_{\text{A}} \cdot \Delta\lambda$	

$$c) \quad E_{\lambda, \Delta\lambda} = \sum_{\lambda = 380\text{nm}}^{\lambda = 700\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad e \quad H_{\Delta\lambda} = E_{\Delta\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

Note:

- E_{λ} (λ , $\Delta\lambda$) E_{λ} irradianza spettrale o densità di potenza spettrale: la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie, espressa in watt su metro quadrato per nanometro [$W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$]; i valori di E_{λ} (λ , $\Delta\lambda$) ed E_{λ} sono il risultato di misurazioni o possono essere forniti dal fabbricante dello strumento;
- E_{UV} irradianza efficace (spettro UV): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda UV da 180 a 400 nm, ponderata spettralmente con $S(\lambda)$, espressa in watt su metro quadrato [$W \cdot m^{-2}$];
- H esposizione radiante: integrale nel tempo dell'irradianza, espressa in joule su metro quadrato [$J \cdot m^{-2}$];
- H_{UV} esposizione radiante efficace: esposizione radiante ponderata spettralmente con $S(\lambda)$, espressa in joule su metro quadrato [$J \cdot m^{-2}$];
- E_{UVA} irradianza totale (UVA): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda UVA da 315 a 400 nm, espressa in watt su metro quadrato [$W \cdot m^{-2}$];
- H_{UVA} esposizione radiante integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza nell'intervallo di lunghezza d'onda UVA da 315 a 400 nm, espressa in joule su metro quadrato [$J \cdot m^{-2}$];
- $S(\lambda)$ fattore di peso spettrale: tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda degli effetti sulla salute delle radiazioni UV sull'occhio e sulla cute (tabella 1.2) [adimensionale];
- t , Δt tempo, durata dell'esposizione, espressi in secondi [s];
- λ lunghezza d'onda, espressa in nanometri [nm];
- $\Delta\lambda$ lunghezza di banda, espressa in nanometri [nm], degli intervalli di calcolo o di misurazione;
- I_{λ} (λ), I_{λ} radianza spettrale delle sorgenti, espressa in watt su metro quadrato per steradianno per nanometro [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$];
- $R(\lambda)$ fattore di peso spettrale: tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda delle lesioni termiche provocate sull'occhio dalle radiazioni visibili e IRA (tabella 1.3) [adimensionale];
- I_{λ} radianza efficace (lesione termica): radianza calcolata ponderata spettralmente con $R(\lambda)$, espressa in watt su metro quadrato per steradianno [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$];
- $R(\lambda)$ ponderazione spettrale: tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda della lesione fotochimica provocata all'occhio dalle radiazioni di luce blu (tabella 1.3) [adimensionale];
- I_{λ} radianza efficace (luce blu): radianza calcolata ponderata spettralmente con $R(\lambda)$, espressa in watt su metro quadrato per steradianno [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$];
- E_{IR} irradianza efficace (luce blu): irradianza calcolata ponderata spettralmente con $R(\lambda)$ espressa in watt su metro quadrato [$W \cdot m^{-2}$];
- E_{IR} irradianza totale (lesione termica): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda dell'infrarosso da 780 nm a 1.000 nm, espressa in watt su metro quadrato [$W \cdot m^{-2}$];
- E_{vis} irradianza totale (visibile, IRA e IRB): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda visibile e dell'infrarosso da 380 nm a 1.000 nm, espressa in watt su metro quadrato [$W \cdot m^{-2}$];
- H_{vis} esposizione radiante integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza nell'intervallo di lunghezza d'onda visibile e dell'infrarosso da 380 nm a 1.000 nm, espressa in joule su metro quadrato [$J \cdot m^{-2}$];
- α angolo solare: angolo solare da una sorgente apparente, visto in un punto nello spazio, espresso in milliradiani (mrad). La sorgente apparente è l'oggetto reale o virtuale che forma l'immagine rettilinea più piccola possibile.

Tabella 1.1
Valori limiti di esposizione per radiazioni ionizzanti (aerospaziale)

Indice	Lunghezza d'onda max	Valore limite di esposizione	Unità	Tipologia	Parte del corpo	Effetto
a.	180-600 (UVB, UVA e IR-C)	$H_{UV} = 30$ Valore generale 8 ore	[Sv m ²]		occhi, cute cervice	epidermiche cancerogene catarsis generale cervella danni tumore della cute
b.	315-600 (UVA)	$H_{UV} = 10^4$ Valore generale 8 ore	[Sv m ²]		occhi, cervice	cancerogene
c.	300-700 fascia blu CF: max 1	$H_{UV} = \frac{10^4}{\lambda}$ per $\lambda < 40000 \text{ \AA}$	$H_{UV} [Sv m^2]$ e [secondi]			
d.	300-700 fascia blu CF: max 1	$H_{UV} = 100$ per $\lambda > 40000 \text{ \AA}$	[Sv m ²]			
e.	300-700 fascia blu CF: max 1	$H_{UV} = \frac{1000}{\lambda}$ per $\lambda < 40000 \text{ \AA}$	$H_{UV} [Sv m^2]$ e [secondi]			
f.	300-700 fascia blu CF: max 1	$H_{UV} = 0,01$ e $> 10 \text{ 000 s}$	[Sv m ²]			

Indice	lunghezza d'onda max	Valori limite di esposizione	Unità	Concessi	Parte del corpo	Modale
a.	300-1400 (visibile e IR-A)	$I_{eq} = \frac{2,5 \cdot 10^7}{C_{\alpha}}$ per $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_{\alpha} = 1,7$ per $\alpha < 1,7$ mrad $C_{\alpha} = \alpha$ per $1,7 < \alpha < 100$ mrad $C_{\alpha} = 100$ per $\alpha > 100$ mrad $A_{10} = 330$ per $t = 1000$	occhio: retina	radiazione retinale
				$I_{eq} = \frac{5 \cdot 10^7}{C_{\alpha}}$ per $10 < t < 100$ s		
b.	300-1400 (visibile e IR-A)	$I_{eq} = \frac{0,39 \cdot 10^7}{C_{\alpha}}$ per $t < 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_{\alpha} = 11$ per $\alpha < 11$ mrad $C_{\alpha} = \alpha$ per $11 < \alpha < 100$ mrad $C_{\alpha} = 100$ per $\alpha > 100$ mrad tempo di riferimento per la esposizione: 11 mrad $A_{10} = 330$ per $t = 1000$	occhio: retina	radiazione retinale
c.	300-1400 (visibile e IR-A)	$I_{eq} = \frac{0,39 \cdot 10^7}{C_{\alpha}}$ per $t < 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_{\alpha} = 11$ per $\alpha < 11$ mrad $C_{\alpha} = \alpha$ per $11 < \alpha < 100$ mrad $C_{\alpha} = 100$ per $\alpha > 100$ mrad tempo di riferimento per la esposizione: 11 mrad $A_{10} = 330$ per $t = 1000$	occhio: retina	radiazione retinale
m.	300-1400 (visibile e IR-A)	$I_{eq} = \frac{0,39 \cdot 10^7}{C_{\alpha}}$ per $t < 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_{\alpha} = 11$ per $\alpha < 11$ mrad $C_{\alpha} = \alpha$ per $11 < \alpha < 100$ mrad $C_{\alpha} = 100$ per $\alpha > 100$ mrad tempo di riferimento per la esposizione: 11 mrad $A_{10} = 330$ per $t = 1000$	occhio: retina	radiazione retinale
n.	300-1400 (visibile e IR-A)	$I_{eq} = \frac{0,39 \cdot 10^7}{C_{\alpha}}$ per $t < 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_{\alpha} = 11$ per $\alpha < 11$ mrad $C_{\alpha} = \alpha$ per $11 < \alpha < 100$ mrad $C_{\alpha} = 100$ per $\alpha > 100$ mrad tempo di riferimento per la esposizione: 11 mrad $A_{10} = 330$ per $t = 1000$	occhio: retina	radiazione retinale

Materie	Lunghezza d'onda min.	Valore limite di esposizione	Unità	Categorie	Fattore di correzione	Note
a)	300-3000 NIR, VIS, IR A e IR B	L _{max} = 20 000 µW/cm ² per 1 s 10 s	W/cm ² o J/cm ²		CARE	

Nota 1: L'esposizione è basata sulla densità di potenza (W/cm²) o sulla dose (J/cm²) e la lunghezza d'onda. Per la lunghezza d'onda di riferimento si intende la lunghezza d'onda di massima sensibilità dell'occhio umano, pari a circa 555 nm.

Nota 2: Per la valutazione continua di esposizione si intende l'esposizione continua di 10 minuti. Per la valutazione di esposizione intermittente si intende l'esposizione di 10 minuti, con un intervallo di riposo di almeno 10 minuti. Per la valutazione di esposizione acuta si intende l'esposizione di 10 minuti, con un intervallo di riposo di almeno 10 minuti.

Tabella 1.2

S (Å) [adimensionalitate], da 180 nm a 400 nm

λ [nm]	n [D]	λ [nm]	n [D]	λ [nm]	n [D]	λ [nm]	n [D]	λ [nm]	n [D]
180	0,01120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000530	372	0,000038
181	0,01126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000540	373	0,000038
182	0,01132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000039
183	0,01138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,01144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000078
185	0,01151	233	0,2188	281	0,8658	329	0,000425	377	0,000072
186	0,01158	234	0,2292	282	0,8522	330	0,000410	378	0,000069
187	0,01166	235	0,2400	283	0,8392	331	0,000396	379	0,000066
188	0,01173	236	0,2510	284	0,7868	332	0,000383	380	0,000064
189	0,01181	237	0,2624	285	0,7790	333	0,000370	381	0,000062
190	0,01190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,01199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,01208	240	0,3009	288	0,6881	336	0,000327	384	0,000055
193	0,01218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,01228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,01239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,01250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,01262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,01274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,01287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,01300	248	0,4005	296	0,5224	344	0,000248	392	0,000041
201	0,01314	249	0,4150	297	0,4800	345	0,000240	393	0,000039
202	0,01327	250	0,4300	298	0,4989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,01341	251	0,4465	299	0,4859	347	0,000223	395	0,000036
204	0,01355	252	0,4637	300	0,4600	348	0,000215	396	0,000035
205	0,01370	253	0,4815	301	0,4210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,01385	254	0,5000	302	0,4129	350	0,000200	398	0,000032
207	0,01400	255	0,5200	303	0,4200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,01415	256	0,5437	304	0,4849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,01430	257	0,5685	305	0,4600	353	0,000175		
210	0,01445	258	0,5945	306	0,4454	354	0,000167		
211	0,01460	259	0,6215	307	0,4384	355	0,000160		
212	0,01475	260	0,6500	308	0,4260	356	0,000153		
213	0,01490	261	0,6792	309	0,4197	357	0,000147		
214	0,01505	262	0,7095	310	0,4150	358	0,000141		
215	0,01520	263	0,7417	311	0,4111	359	0,000136		
216	0,01535	264	0,7751	312	0,4081	360	0,000130		
217	0,01550	265	0,8100	313	0,4060	361	0,000126		
218	0,01565	266	0,8469	314	0,4042	362	0,000122		
219	0,01580	267	0,8812	315	0,4030	363	0,000118		
220	0,01600	268	0,9192	316	0,4024	364	0,000114		
221	0,01617	269	0,9587	317	0,4020	365	0,000110		
222	0,01635	270	1,0000	318	0,4016	366	0,000106		
223	0,01653	271	0,9419	319	0,4012	367	0,000103		
224	0,01671	272	0,9833	320	0,4010	368	0,000099		
225	0,01690	273	0,9758	321	0,400819	369	0,000096		
226	0,01708	274	0,9679	322	0,400770	370	0,000093		
227	0,01726	275	0,9600	323	0,400740	371	0,000090		

Tabella I.3

B (M), R (M) (adifferenziazione): da 380 euro a 1.400 euro

λ in euro	λ 0%	λ 9%
380 < λ < 390	0,01	—
390	0,01	0,1
395	0,015	0,13
400	0,025	0,25
405	0,05	0,5
410	0,1	1
415	0,2	2
420	0,4	4
425	0,6	6
430	0,9	9
435	0,95	9,5
440	0,98	9,8
445	1	10
450	1	10
455	0,97	9,7
460	0,94	9,4
465	0,9	9
470	0,8	8
475	0,7	7
480	0,62	6,2
485	0,55	5,5
490	0,45	4,5
495	0,32	3,2
500	0,22	2,2
505	0,16	1,6
510	0,1	1
510 < λ < 520	1/1000000000	1
520 < λ < 700	0,001	1
700 < λ < 1.050	—	1/1000000000
1.050 < λ < 1.150	—	0,1
1.150 < λ < 1.200	—	0,2 1/1000000000
1.200 < λ < 1.400	—	0,22

Allegato XXXVII - Parte II

Radiazioni laser

I valori di esposizione alle radiazioni ottiche, pertinenti dal punto di vista biofisico, possono essere determinati con le formule seguenti. 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. Per una determinata sorgente di radiazione laser possono essere pertinenti più valori di esposizione e corrispondenti limiti di esposizione.

I coefficienti usati come fattori di calcolo nelle tabelle da 2.2 a 2.4 sono riportati nella tabella 2.5 e i fattori di correzione per l'esposizione ripetuta nella tabella 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$$

$$H = \int_0^t E(t) dt \text{ [J m}^{-2}\text{]}$$

Note:

- dP potenza, espressa in watt [W];
- dA superficie, espressa in metri quadrati [m²];
- E(t), E irradianza o densità di potenza: la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie generalmente espressa in watt su metro quadrato [W m⁻²]. I valori E(t) ed 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 [J m⁻²];
- 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];
- γ₀ 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 [J m⁻² sr⁻¹].

Tabella 2.1

Rischi delle radiazioni

Lunghezza d'onda [nm] λ	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 10^6	IRC	occhio	danno termico	2.2
da 1 400 a 10^6	IRB, IRC	occhio	danno termico	2.3
da 1 400 a 10^6	IRE, IRC	cute	danno termico	2.4

Tabella 2.2
Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazioni laser — Durata di esposizione: breve < 30 s

Lunghezza d'onda [nm]	Laser		Base di dati		10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²					
UVB	380-390	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	390-402	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	303	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	305	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	308	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
VFB	307	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	308	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	309	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	310	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	311	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	312	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	313	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
UVA	314	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	315-400	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
Visibile	400-700	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	700-1030	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	1030-1400	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
IRB	1400-1493	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	1500-1593	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
e	1800-2493	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²
	2400-117	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹⁴ W s/m ²	10 ¹³ W s/m ²	10 ¹² W s/m ²	10 ¹¹ W s/m ²	10 ¹⁰ W s/m ²

a) Se la lunghezza d'onda del laser è superiore a 1400 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 b) Se la lunghezza d'onda del laser è superiore a 1400 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 c) Per la lunghezza d'onda di 1030 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 d) Per la lunghezza d'onda di 1400 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 e) Per la lunghezza d'onda di 1500 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 f) Per la lunghezza d'onda di 1800 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 g) Per la lunghezza d'onda di 2400 nm, il raggio laser è considerato visibile.
 h) Per la lunghezza d'onda di 117 nm, il raggio laser è considerato visibile.

Tabella 2.3

Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazioni laser — Durata di esposizione lunga ≥ 10 s

Lunghezza d'onda (nm)	Lunghezza d'onda (nm)	Lunghezza d'onda (nm)	Densità	
			$10^{-4} \cdot 10^4$	$10^{-4} \cdot 10^5$
UVB 280 - 320	280 - 290	280 - 290	$H = 30 \text{ J m}^{-2}$	$10^{-4} \cdot 10^5$
	290 - 300	290 - 300	$H = 40 \text{ J m}^{-2}$	
	300 - 310	300 - 310	$H = 60 \text{ J m}^{-2}$	
	310 - 320	310 - 320	$H = 100 \text{ J m}^{-2}$	
	320 - 330	320 - 330	$H = 150 \text{ J m}^{-2}$	
	330 - 340	330 - 340	$H = 250 \text{ J m}^{-2}$	
	340 - 350	340 - 350	$H = 400 \text{ J m}^{-2}$	
	350 - 360	350 - 360	$H = 600 \text{ J m}^{-2}$	
	360 - 370	360 - 370	$H = 1.0 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	
	370 - 380	370 - 380	$H = 1.5 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	
UVA 315 - 400	315 - 320	315 - 320	$H = 1.0 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	$10^{-4} \cdot 10^5$
	320 - 330	320 - 330	$H = 1.5 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	
	330 - 340	330 - 340	$H = 2.0 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	
	340 - 400	340 - 400	$H = 3.0 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	
IR A 700 - 1.400	700 - 1.400	700 - 1.400	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	$10^{-4} \cdot 10^5$
	1.400 - 1.600	1.400 - 1.600	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	
IR B e IR C	1.600 - 1.800	1.600 - 1.800	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	$10^{-4} \cdot 10^5$
	1.800 - 1.900	1.800 - 1.900	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	
Densità laser Densità alla retina Densità alla cornea Densità alla sclera	Densità laser	Densità laser	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	$10^{-4} \cdot 10^5$
	Densità alla retina	Densità alla retina	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	
	Densità alla cornea Densità alla sclera	Densità alla cornea Densità alla sclera	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	
IR A 700 - 1.400	700 - 1.400	700 - 1.400	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	$10^{-4} \cdot 10^5$
	1.400 - 1.600	1.400 - 1.600	$H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$	

1. Per la lunghezza d'onda di 1.400 nm, la densità laser è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$ e la densità alla retina è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
 2. Per la lunghezza d'onda di 1.400 nm, la densità laser è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$ e la densità alla retina è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
 3. Per la lunghezza d'onda di 1.400 nm, la densità laser è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$ e la densità alla retina è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
 4. Per la lunghezza d'onda di 1.400 nm, la densità laser è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$ e la densità alla retina è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
 5. Per la lunghezza d'onda di 1.400 nm, la densità laser è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$ e la densità alla retina è $H = 1.0 \cdot 10^4 \text{ J m}^{-2}$.

Tabella 2.4

Valori limite di esposizione della cute a radiazioni laser

Lunghezza d'onda (nm)	Lunghezza d'onda (nm)	Lunghezza d'onda (nm)	Dose (J)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			$10^3 \cdot 10^3$	$10^2 \cdot 10^3$	$10^1 \cdot 10^3$	$10^0 \cdot 10^3$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
UV (200-400)	UV (400-700)	UV (700-1400)	UV (1400-1500)	UV (1500-1600)	UV (1600-1700)	UV (1700-1800)	UV (1800-1900)	UV (1900-2000)	UV (2000-10 ⁴)	UV (10 ⁴ -10 ⁵)	UV (10 ⁵ -10 ⁶)	UV (10 ⁶ -10 ⁷)	UV (10 ⁷ -10 ⁸)	UV (10 ⁸ -10 ⁹)	UV (10 ⁹ -10 ¹⁰)	UV (10 ¹⁰ -10 ¹¹)	UV (10 ¹¹ -10 ¹²)	UV (10 ¹² -10 ¹³)	UV (10 ¹³ -10 ¹⁴)	UV (10 ¹⁴ -10 ¹⁵)	UV (10 ¹⁵ -10 ¹⁶)	UV (10 ¹⁶ -10 ¹⁷)	UV (10 ¹⁷ -10 ¹⁸)	UV (10 ¹⁸ -10 ¹⁹)	UV (10 ¹⁹ -10 ²⁰)	UV (10 ²⁰ -10 ²¹)	UV (10 ²¹ -10 ²²)	UV (10 ²² -10 ²³)	UV (10 ²³ -10 ²⁴)	UV (10 ²⁴ -10 ²⁵)	UV (10 ²⁵ -10 ²⁶)	UV (10 ²⁶ -10 ²⁷)	UV (10 ²⁷ -10 ²⁸)	UV (10 ²⁸ -10 ²⁹)	UV (10 ²⁹ -10 ³⁰)	UV (10 ³⁰ -10 ³¹)	UV (10 ³¹ -10 ³²)	UV (10 ³² -10 ³³)	UV (10 ³³ -10 ³⁴)	UV (10 ³⁴ -10 ³⁵)	UV (10 ³⁵ -10 ³⁶)	UV (10 ³⁶ -10 ³⁷)	UV (10 ³⁷ -10 ³⁸)	UV (10 ³⁸ -10 ³⁹)	UV (10 ³⁹ -10 ⁴⁰)	UV (10 ⁴⁰ -10 ⁴¹)	UV (10 ⁴¹ -10 ⁴²)	UV (10 ⁴² -10 ⁴³)	UV (10 ⁴³ -10 ⁴⁴)	UV (10 ⁴⁴ -10 ⁴⁵)	UV (10 ⁴⁵ -10 ⁴⁶)	UV (10 ⁴⁶ -10 ⁴⁷)	UV (10 ⁴⁷ -10 ⁴⁸)	UV (10 ⁴⁸ -10 ⁴⁹)	UV (10 ⁴⁹ -10 ⁵⁰)	UV (10 ⁵⁰ -10 ⁵¹)	UV (10 ⁵¹ -10 ⁵²)	UV (10 ⁵² -10 ⁵³)	UV (10 ⁵³ -10 ⁵⁴)	UV (10 ⁵⁴ -10 ⁵⁵)	UV (10 ⁵⁵ -10 ⁵⁶)	UV (10 ⁵⁶ -10 ⁵⁷)	UV (10 ⁵⁷ -10 ⁵⁸)	UV (10 ⁵⁸ -10 ⁵⁹)	UV (10 ⁵⁹ -10 ⁶⁰)	UV (10 ⁶⁰ -10 ⁶¹)	UV (10 ⁶¹ -10 ⁶²)	UV (10 ⁶² -10 ⁶³)	UV (10 ⁶³ -10 ⁶⁴)	UV (10 ⁶⁴ -10 ⁶⁵)	UV (10 ⁶⁵ -10 ⁶⁶)	UV (10 ⁶⁶ -10 ⁶⁷)	UV (10 ⁶⁷ -10 ⁶⁸)	UV (10 ⁶⁸ -10 ⁶⁹)	UV (10 ⁶⁹ -10 ⁷⁰)	UV (10 ⁷⁰ -10 ⁷¹)	UV (10 ⁷¹ -10 ⁷²)	UV (10 ⁷² -10 ⁷³)	UV (10 ⁷³ -10 ⁷⁴)	UV (10 ⁷⁴ -10 ⁷⁵)	UV (10 ⁷⁵ -10 ⁷⁶)	UV (10 ⁷⁶ -10 ⁷⁷)	UV (10 ⁷⁷ -10 ⁷⁸)	UV (10 ⁷⁸ -10 ⁷⁹)	UV (10 ⁷⁹ -10 ⁸⁰)	UV (10 ⁸⁰ -10 ⁸¹)	UV (10 ⁸¹ -10 ⁸²)	UV (10 ⁸² -10 ⁸³)	UV (10 ⁸³ -10 ⁸⁴)	UV (10 ⁸⁴ -10 ⁸⁵)	UV (10 ⁸⁵ -10 ⁸⁶)	UV (10 ⁸⁶ -10 ⁸⁷)	UV (10 ⁸⁷ -10 ⁸⁸)	UV (10 ⁸⁸ -10 ⁸⁹)	UV (10 ⁸⁹ -10 ⁹⁰)	UV (10 ⁹⁰ -10 ⁹¹)	UV (10 ⁹¹ -10 ⁹²)	UV (10 ⁹² -10 ⁹³)	UV (10 ⁹³ -10 ⁹⁴)	UV (10 ⁹⁴ -10 ⁹⁵)	UV (10 ⁹⁵ -10 ⁹⁶)	UV (10 ⁹⁶ -10 ⁹⁷)	UV (10 ⁹⁷ -10 ⁹⁸)	UV (10 ⁹⁸ -10 ⁹⁹)	UV (10 ⁹⁹ -10 ¹⁰⁰)	UV (10 ¹⁰⁰ -10 ¹⁰¹)	UV (10 ¹⁰¹ -10 ¹⁰²)	UV (10 ¹⁰² -10 ¹⁰³)	UV (10 ¹⁰³ -10 ¹⁰⁴)	UV (10 ¹⁰⁴ -10 ¹⁰⁵)	UV (10 ¹⁰⁵ -10 ¹⁰⁶)	UV (10 ¹⁰⁶ -10 ¹⁰⁷)	UV (10 ¹⁰⁷ -10 ¹⁰⁸)	UV (10 ¹⁰⁸ -10 ¹⁰⁹)	UV (10 ¹⁰⁹ -10 ¹¹⁰)	UV (10 ¹¹⁰ -10 ¹¹¹)	UV (10 ¹¹¹ -10 ¹¹²)	UV (10 ¹¹² -10 ¹¹³)	UV (10 ¹¹³ -10 ¹¹⁴)	UV (10 ¹¹⁴ -10 ¹¹⁵)	UV (10 ¹¹⁵ -10 ¹¹⁶)	UV (10 ¹¹⁶ -10 ¹¹⁷)	UV (10 ¹¹⁷ -10 ¹¹⁸)	UV (10 ¹¹⁸ -10 ¹¹⁹)	UV (10 ¹¹⁹ -10 ¹²⁰)	UV (10 ¹²⁰ -10 ¹²¹)	UV (10 ¹²¹ -10 ¹²²)	UV (10 ¹²² -10 ¹²³)	UV (10 ¹²³ -10 ¹²⁴)	UV (10 ¹²⁴ -10 ¹²⁵)	UV (10 ¹²⁵ -10 ¹²⁶)	UV (10 ¹²⁶ -10 ¹²⁷)	UV (10 ¹²⁷ -10 ¹²⁸)	UV (10 ¹²⁸ -10 ¹²⁹)	UV (10 ¹²⁹ -10 ¹³⁰)	UV (10 ¹³⁰ -10 ¹³¹)	UV (10 ¹³¹ -10 ¹³²)	UV (10 ¹³² -10 ¹³³)	UV (10 ¹³³ -10 ¹³⁴)	UV (10 ¹³⁴ -10 ¹³⁵)	UV (10 ¹³⁵ -10 ¹³⁶)	UV (10 ¹³⁶ -10 ¹³⁷)	UV (10 ¹³⁷ -10 ¹³⁸)	UV (10 ¹³⁸ -10 ¹³⁹)	UV (10 ¹³⁹ -10 ¹⁴⁰)	UV (10 ¹⁴⁰ -10 ¹⁴¹)	UV (10 ¹⁴¹ -10 ¹⁴²)	UV (10 ¹⁴² -10 ¹⁴³)	UV (10 ¹⁴³ -10 ¹⁴⁴)	UV (10 ¹⁴⁴ -10 ¹⁴⁵)	UV (10 ¹⁴⁵ -10 ¹⁴⁶)	UV (10 ¹⁴⁶ -10 ¹⁴⁷)	UV (10 ¹⁴⁷ -10 ¹⁴⁸)	UV (10 ¹⁴⁸ -10 ¹⁴⁹)	UV (10 ¹⁴⁹ -10 ¹⁵⁰)	UV (10 ¹⁵⁰ -10 ¹⁵¹)	UV (10 ¹⁵¹ -10 ¹⁵²)	UV (10 ¹⁵² -10 ¹⁵³)	UV (10 ¹⁵³ -10 ¹⁵⁴)	UV (10 ¹⁵⁴ -10 ¹⁵⁵)	UV (10 ¹⁵⁵ -10 ¹⁵⁶)	UV (10 ¹⁵⁶ -10 ¹⁵⁷)	UV (10 ¹⁵⁷ -10 ¹⁵⁸)	UV (10 ¹⁵⁸ -10 ¹⁵⁹)	UV (10 ¹⁵⁹ -10 ¹⁶⁰)	UV (10 ¹⁶⁰ -10 ¹⁶¹)	UV (10 ¹⁶¹ -10 ¹⁶²)	UV (10 ¹⁶² -10 ¹⁶³)	UV (10 ¹⁶³ -10 ¹⁶⁴)	UV (10 ¹⁶⁴ -10 ¹⁶⁵)	UV (10 ¹⁶⁵ -10 ¹⁶⁶)	UV (10 ¹⁶⁶ -10 ¹⁶⁷)	UV (10 ¹⁶⁷ -10 ¹⁶⁸)	UV (10 ¹⁶⁸ -10 ¹⁶⁹)	UV (10 ¹⁶⁹ -10 ¹⁷⁰)	UV (10 ¹⁷⁰ -10 ¹⁷¹)	UV (10 ¹⁷¹ -10 ¹⁷²)	UV (10 ¹⁷² -10 ¹⁷³)	UV (10 ¹⁷³ -10 ¹⁷⁴)	UV (10 ¹⁷⁴ -10 ¹⁷⁵)	UV (10 ¹⁷⁵ -10 ¹⁷⁶)	UV (10 ¹⁷⁶ -10 ¹⁷⁷)	UV (10 ¹⁷⁷ -10 ¹⁷⁸)	UV (10 ¹⁷⁸ -10 ¹⁷⁹)	UV (10 ¹⁷⁹ -10 ¹⁸⁰)	UV (10 ¹⁸⁰ -10 ¹⁸¹)	UV (10 ¹⁸¹ -10 ¹⁸²)	UV (10 ¹⁸² -10 ¹⁸³)	UV (10 ¹⁸³ -10 ¹⁸⁴)	UV (10 ¹⁸⁴ -10 ¹⁸⁵)	UV (10 ¹⁸⁵ -10 ¹⁸⁶)	UV (10 ¹⁸⁶ -10 ¹⁸⁷)	UV (10 ¹⁸⁷ -10 ¹⁸⁸)	UV (10 ¹⁸⁸ -10 ¹⁸⁹)	UV (10 ¹⁸⁹ -10 ¹⁹⁰)	UV (10 ¹⁹⁰ -10 ¹⁹¹)	UV (10 ¹⁹¹ -10 ¹⁹²)	UV (10 ¹⁹² -10 ¹⁹³)	UV (10 ¹⁹³ -10 ¹⁹⁴)	UV (10 ¹⁹⁴ -10 ¹⁹⁵)	UV (10 ¹⁹⁵ -10 ¹⁹⁶)	UV (10 ¹⁹⁶ -10 ¹⁹⁷)	UV (10 ¹⁹⁷ -10 ¹⁹⁸)	UV (10 ¹⁹⁸ -10 ¹⁹⁹)	UV (10 ¹⁹⁹ -10 ²⁰⁰)	UV (10 ²⁰⁰ -10 ²⁰¹)	UV (10 ²⁰¹ -10 ²⁰²)	UV (10 ²⁰² -10 ²⁰³)	UV (10 ²⁰³ -10 ²⁰⁴)	UV (10 ²⁰⁴ -10 ²⁰⁵)	UV (10 ²⁰⁵ -10 ²⁰⁶)	UV (10 ²⁰⁶ -10 ²⁰⁷)	UV (10 ²⁰⁷ -10 ²⁰⁸)	UV (10 ²⁰⁸ -10 ²⁰⁹)	UV (10 ²⁰⁹ -10 ²¹⁰)	UV (10 ²¹⁰ -10 ²¹¹)	UV (10 ²¹¹ -10 ²¹²)	UV (10 ²¹² -10 ²¹³)	UV (10 ²¹³ -10 ²¹⁴)	UV (10 ²¹⁴ -10 ²¹⁵)	UV (10 ²¹⁵ -10 ²¹⁶)	UV (10 ²¹⁶ -10 ²¹⁷)	UV (10 ²¹⁷ -10 ²¹⁸)	UV (10 ²¹⁸ -10 ²¹⁹)	UV (10 ²¹⁹ -10 ²²⁰)	UV (10 ²²⁰ -10 ²²¹)	UV (10 ²²¹ -10 ²²²)	UV (10 ²²² -10 ²²³)	UV (10 ²²³ -10 ²²⁴)	UV (10 ²²⁴ -10 ²²⁵)	UV (10 ²²⁵ -10 ²²⁶)	UV (10 ²²⁶ -10 ²²⁷)	UV (10 ²²⁷ -10 ²²⁸)	UV (10 ²²⁸ -10 ²²⁹)	UV (10 ²²⁹ -10 ²³⁰)	UV (10 ²³⁰ -10 ²³¹)	UV (10 ²³¹ -10 ²³²)	UV (10 ²³² -10 ²³³)	UV (10 ²³³ -10 ²³⁴)	UV (10 ²³⁴ -10 ²³⁵)	UV (10 ²³⁵ -10 ²³⁶)	UV (10 ²³⁶ -10 ²³⁷)	UV (10 ²³⁷ -10 ²³⁸)	UV (10 ²³⁸ -10 ²³⁹)	UV (10 ²³⁹ -10 ²⁴⁰)	UV (10 ²⁴⁰ -10 ²⁴¹)	UV (10 ²⁴¹ -10 ²⁴²)	UV (10 ²⁴² -10 ²⁴³)	UV (10 ²⁴³ -10 ²⁴⁴)	UV (10 ²⁴⁴ -10 ²⁴⁵)	UV (10 ²⁴⁵ -10 ²⁴⁶)	UV (10 ²⁴⁶ -10 ²⁴⁷)	UV (10 ²⁴⁷ -10 ²⁴⁸)	UV (10 ²⁴⁸ -10 ²⁴⁹)	UV (10 ²⁴⁹ -10 ²⁵⁰)	UV (10 ²⁵⁰ -10 ²⁵¹)	UV (10 ²⁵¹ -10 ²⁵²)	UV (10 ²⁵² -10 ²⁵³)	UV (10 ²⁵³ -10 ²⁵⁴)	UV (10 ²⁵⁴ -10 ²⁵⁵)	UV (10 ²⁵⁵ -10 ²⁵⁶)	UV (10 ²⁵⁶ -10 ²⁵⁷)	UV (10 ²⁵⁷ -10 ²⁵⁸)	UV (10 ²⁵⁸ -10 ²⁵⁹)	UV (10 ²⁵⁹ -10 ²⁶⁰)	UV (10 ²⁶⁰ -10 ²⁶¹)	UV (10 ²⁶¹ -10 ²⁶²)	UV (10 ²⁶² -10 ²⁶³)	UV (10 ²⁶³ -10 ²⁶⁴)	UV (10 ²⁶⁴ -10 ²⁶⁵)	UV (10 ²⁶⁵ -10 ²⁶⁶)	UV (10 ²⁶⁶ -10 ²⁶⁷)	UV (10 ²⁶⁷ -10 ²⁶⁸)	UV (10 ²⁶⁸ -10 ²⁶⁹)	UV (10 ²⁶⁹ -10 ²⁷⁰)	UV (10 ²⁷⁰ -10 ²⁷¹)	UV (10 ²⁷¹ -10 ²⁷²)	UV (10 ²⁷² -10 ²⁷³)	UV (10 ²⁷³ -10 ²⁷⁴)	UV (10 ²⁷⁴ -10 ²⁷⁵)	UV (10 ²⁷⁵ -10 ²⁷⁶)	UV (10 ²⁷⁶ -10 ²⁷⁷)	UV (10 ²⁷⁷ -10 ²⁷⁸)	UV (10 ²⁷⁸ -10 ²⁷⁹)	UV (10 ²⁷⁹ -10 ²⁸⁰)	UV (10 ²⁸⁰ -10 ²⁸¹)	UV (10 ²⁸¹ -10 ²⁸²)	UV (10 ²⁸² -10 ²⁸³)	UV (10 ²⁸³ -10 ²⁸⁴)	UV (10 ²⁸⁴ -10 ²⁸⁵)	UV (10 ²⁸⁵ -10 ²⁸⁶)	UV (10 ²⁸⁶ -10 ²⁸⁷)	UV (10 ²⁸⁷ -10 ²⁸⁸)	UV (10 ²⁸⁸ -10 ²⁸⁹)	UV (10 ²⁸⁹ -10 ²⁹⁰)	UV (10 ²⁹⁰ -10 ²⁹¹)	UV (10 ²⁹¹ -10 ²⁹²)	UV (10 ²⁹² -10 ²⁹³)	UV (10 ²⁹³ -10 ²⁹⁴)	UV (10 ²⁹⁴ -10 ²⁹⁵)	UV (10 ²⁹⁵ -10 ²⁹⁶)	UV (10 ²⁹⁶ -10 ²⁹⁷)	UV (10 ²⁹⁷ -10 ²⁹⁸)	UV (10 ²⁹⁸ -10 ²⁹⁹)	UV (10 ²⁹⁹ -10 ³⁰⁰)	UV (10 ³⁰⁰ -10 ³⁰¹)	UV (10 ³⁰¹ -10 ³⁰²)	UV (10 ³⁰² -10 ³⁰³)	UV (10 ³⁰³ -10 ³⁰⁴)	UV (10 ³⁰⁴ -10 ³⁰⁵)	UV (10 ³⁰⁵ -10 ³⁰⁶)	UV (10 ³⁰⁶ -10 ³⁰⁷)	UV (10 ³⁰⁷ -10 ³⁰⁸)	UV (10 ³⁰⁸ -10 ³⁰⁹)	UV (10 ³⁰⁹ -10 ³¹⁰)	UV (10 ³¹⁰ -10 ³¹¹)	UV (10 ³¹¹ -10 ³¹²)	UV (10 ³¹² -10 ³¹³)	UV (10 ³¹³ -10 ³¹⁴)	UV (10 ³¹⁴ -10 ³¹⁵)	UV (10 ³¹⁵ -10 ³¹⁶)	UV (10 ³¹⁶ -10 ³¹⁷)	UV (10 ³¹⁷ -10 ³¹⁸)	UV (10 ³¹⁸ -10 ³¹⁹)	UV (10 ³¹⁹ -10 ³²⁰)	UV (10 ³²⁰ -10 ³²¹)	UV (10 ³²¹ -10 ³²²)	UV (10 ³²² -10 ³²³)	UV (10 ³²³ -10 ³²⁴)	UV (10 ³²⁴ -10 ³²⁵)	UV (10 ³²⁵ -10 ³²⁶)	UV (10 ³²⁶ -10 ³²⁷)	UV (10 ³²⁷ -10 ³²⁸)	UV (10 ³²⁸ -10 ³²⁹)	UV (10 ³²⁹ -10 ³³⁰)	UV (10 ³³⁰ -10 ³³¹)	UV (10 ³³¹ -10 ³³²)	UV (10 ³³² -10 ³³³)	UV (10 ³³³ -10 ³³⁴)	UV (10 ³³⁴ -10 ³³⁵)	UV (10 ³³⁵ -10 ³³⁶)	UV (10 ³³⁶ -10 ³³⁷)	UV (10 ³³⁷ -10 ³³⁸)	UV (10 ³³⁸ -10 ³³⁹)	UV (10 ³³⁹ -10 ³⁴⁰)	UV (10 ³⁴⁰ -10 ³⁴¹)	UV (10 ³⁴¹ -10 ³⁴²)	UV (10 ³⁴² -10 ³⁴³)	UV (10 ³⁴³ -10 ³⁴⁴)	UV (10 ^{344</}

Tabella 2.5

Fattori di correzione applicati e altri parametri di calcolo

Parametri elencati da ICNIRP	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	$700 \text{ --- } 1\ 050$	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	$1\ 050 \text{ --- } 1\ 400$	$C_A = 5,0$
C_B	$400 \text{ --- } 450$	$C_B = 1,0$
	$450 \text{ --- } 700$	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
C_C	$700 \text{ --- } 1\ 150$	$C_C = 1,0$
	$1\ 150 \text{ --- } 1\ 200$	$C_C = 10^{0,015(\lambda - 1\ 150)}$
	$1\ 200 \text{ --- } 1\ 400$	$C_C = 5,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	$450 \text{ --- } 500$	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)} - 4^{0,02}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametri elencati da ICNIRP	Valido per effetti biologici	Valore o descrizione
a_{max}	tutti gli effetti termici	$a_{max} = 1,5 \text{ mrad}$
Parametri elencati da ICNIRP	Intervallo angolare valido (mrad)	Valore o descrizione
C_E	$\alpha < a_{max}$	$C_E = 1,0$
	$a_{max} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/a_{max}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(a_{max} \cdot a_{max}) \text{ mrad con } a_{max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{0,015(\alpha - 1,5)} - 0,9198] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Parametri elencati da ICNIRP	Intervallo temporale valido per l'esposizione (s)	Valore o descrizione
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Tabella 2.6

Correzione per esposizioni ripetute

Per tutte le esposizioni ripetute, derivanti da sistemi laser a impulsi ripetitivi o a scansione, dovrebbero essere 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 verifichino 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 $C_p = N^{-0,25}$, dove N è il numero di impulsi. Questa norma si applica soltanto ai limiti di esposizione per la protezione da lesione termica, laddove tutti gli impulsi che si verificano in meno di T_{min} sono trattati come singoli impulsi.

Parametri	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
T_{min}	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	$400 < \lambda \leq 1\ 050$	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μ s)
	$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
	$1\ 400 < \lambda \leq 1\ 500$	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$1\ 500 < \lambda \leq 1\ 800$	$T_{min} = 10$ s
	$1\ 800 < \lambda \leq 2\ 600$	$T_{min} = 10^{-1}$ s (= 1 ms)
	$2\ 600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)