

# SENATO DELLA REPUBBLICA

— XV LEGISLATURA —

**N. 228**

## **ATTO DEL GOVERNO**

### **SOTTOPOSTO A PARERE PARLAMENTARE**

Schema di decreto legislativo recante: «Attuazione della direttiva 2006/25/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) durante il lavoro»

*(Parere ai sensi dell'articolo 1, comma 3, della legge 6 febbraio 2007, n. 13)*

---

**(Trasmesso alla Presidenza del Senato il 3 marzo 2008)**

---



*Il Ministro  
per i rapporti con il Parlamento  
e le riforme istituzionali*

DRP/I/ – XV D123/08

Roma,

3 MAR. 2008

*loro Presidente,*

Le trasmetto, al fine dell'espressione del parere da parte delle competenti Commissioni parlamentari, lo schema di decreto legislativo di attuazione della direttiva 2006/25/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e salute relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) durante il lavoro, approvato in via preliminare dal Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2008.

In considerazione dell'imminente scadenza della delega Le segnalo, a nome del Governo, l'urgenza dell'esame del provvedimento da parte delle competenti Commissioni parlamentari pur se privo del parere della Conferenza Stato-Regioni, che mi riservo di trasmettere non appena sarà da me acquisito.

Cordiali saluti

Vannino Chiti  
*Vannino Chiti*

-----  
Sen.  
Franco MARINI  
Presidente del  
Senato della Repubblica  
ROMA

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La legge n. 13/2007 (legge comunitaria 2006) ha inserito nell'allegato B l'obbligo del recepimento, entro il 4 marzo 2008, della direttiva 2006/25/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio - datata 5 aprile 2006 - sulle "prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali)"; tali disposizioni entreranno in vigore, come previsto dalla direttiva stessa, il 27 aprile 2010.

La direttiva di cui trattasi è la diciannovesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE, recepita con il decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626. Pertanto, si è ritenuto opportuno procedere alla integrazione del predetto decreto con l'inserimento del Titolo V - quater "Protezione da agenti fisici: radiazioni ottiche".

Ciò premesso, si descrive, di seguito, l'articolato dello schema di decreto legislativo:

**Articolo 1** (Sostituzione del titolo del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626): aggiorna il titolo del decreto legislativo n. 626/1994 integrando l'elenco delle direttive con la dizione "direttiva 2006/25/CE";

**Articolo 2** Inserimento del Titolo V- quater nel decreto legislativo n. 626/1994: "Protezione da agenti fisici: radiazioni ottiche", contenente le disposizioni per la protezione dei lavoratori esposti durante il lavoro ai rischi connessi a tali agenti fisici di origine artificiale.

Il Titolo V - quater è costituito dai seguenti 9 articoli:

art. 49 - semel et vicies, fissa il campo di applicazione e il tipo di effetti biologici da cui proteggere i lavoratori esposti per motivi professionali alle radiazioni ottiche artificiali;

art. 49 - vicies bis, riguarda le definizioni delle radiazioni ottiche artificiali, i valori limite di esposizione;

art. 49 - vicies ter, fissa i valori limite di esposizione per le radiazioni ottiche coerenti ed incoerenti;

art. 49 - vicies quater, prevede l'obbligo per il datore di lavoro di valutare i rischi derivanti dalla esposizione alle radiazioni ottiche artificiali, nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'art. 4 del D.Lgs. n. 626/1994;

art. 49 - vicies quinques, individua le misure di prevenzione e protezione per la tutela dei lavoratori nei confronti dello specifico rischio;

art. 49 - vicies sexies, stabilisce il contenuto, nel caso specifico, della informazione e formazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti prevista dagli artt. 21 e 22 del D.Lgs. n. 626/1994;

art. 49 - vicies septies, richiama l'obbligo di consultazione e partecipazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti sul rischio in questione a norma degli artt. 18 e 19 del D.Lgs. n. 626/1994;

art. 49 - duodetrecies, individua i casi in cui è obbligatoria la sorveglianza sanitaria dei lavoratori, la sua periodicità e l'obbligo del medico competente di informare il datore di lavoro della necessità di rivedere la valutazione dei rischi;

art. 49 - undetrecies, prevede l'istituzione e l'aggiornamento delle cartelle sanitarie e di rischio da parte del medico competente.

**Articolo 3** (Sanzioni): per le nuove previsioni normative sono state individuate specifiche sanzioni penali integrando gli articoli 89 e 92 del decreto 626.

**Articolo 4** (Clausola di cedevolezza): introduzione della clausola di cedevolezza conseguente alla modifica dell'art. 117 della Costituzione.

**Articolo 5** (Invarianza degli oneri): le previsioni contenute nello schema in questione non presuppongono alcun assetto organizzativo diverso per le amministrazioni coinvolte e, conseguentemente, non si richiedono diversi o nuovi assetti finanziari per la sua applicazione. Infatti, il Titolo I del D.Lgs. n. 626/1994, in particolare l'art. 4, comma 1, prevede che il datore di lavoro ha l'obbligo di valutare *“tutti i rischi per la sicurezza e per la salute dei lavoratori...”* e di conseguenza, i datori di lavoro pubblici o privati devono aver già provveduto ad adottare le necessarie misure anche per la gestione del rischio derivante dalle radiazioni ottiche. Di conseguenza, i datori di lavoro dovranno verificare la corrispondenza delle misure adottate con le previsioni normative che saranno introdotte con il decreto di recepimento; infatti, la direttiva 2006/25/CE, in quanto direttiva particolare della 89/321/CEE, ha lo scopo di armonizzare le legislazioni degli Stati membri fornendo modalità e riferimenti comuni in tutta l'Unione Europea.

**Articolo 6** (Entrata in vigore): in coerenza con la direttiva in esame, è stato indicato il 27 aprile 2010 quale data di entrata in vigore del relativo decreto e l'abrogazione delle previgenti disposizioni: art. 22, commi 1, 2 e 3 limitatamente alle radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali del D.P.R. n. 303/56 e la voce 46 “radiazioni ultraviolette e infrarosse” dell'allegata Tabella al decreto 303.

## RELAZIONE TECNICA

Dallo schema di decreto legislativo non derivano nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica rilevato che gli adempimenti dettati dalle nuove disposizioni si limitano a specificare obblighi (in particolare di valutazione e di prevenzione di un rischio specifico e di relativa sorveglianza sanitaria) cui i datori di lavoro sono già tenuti, in base alla disciplina generale del Titolo I del decreto legislativo n. 626 del 1994.

I predetti obblighi di sicurezza, pertanto, continueranno ad essere adempiuti dalle Amministrazioni nei limiti delle risorse proprie già a tali fini destinate, come espressamente dettato all'articolo 6 del provvedimento.

Con riguardo all'articolo 2 va sottolineato che gli adempimenti e gli obblighi dettati dalle emanande disposizioni, peraltro già previsti in via generale dal decreto legislativo n. 626 del 1994, Titolo I, sono riferibili ai soli lavoratori esposti durante il lavoro alle radiazioni ottiche emesse da sorgenti artificiali.

## **RELAZIONE TECNICO NORMATIVA**

### **1. Aspetti tecnico-normativi.**

#### **a) Necessità dell'intervento normativo.**

La direttiva comunitaria **2006/25/CE** stabilisce le prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da agenti fisici (radiazioni ottiche). Essa è la diciannovesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE (recepita in Italia con il D.Lgs.n. 626/1994) e deve essere attuata entro il 27 aprile 2010.

La legge comunitaria 6 febbraio 2007, n. 13 ha dato la delega al Governo per il recepimento della direttiva entro il 4 marzo 2008.

#### **b) Analisi del quadro normativo e incidenza delle norme proposte sulla legislazione vigente**

Il decreto proposto dà attuazione alla citata direttiva introducendo il nuovo Titolo – V quater nel decreto legislativo n. 626/94.

#### **c) Analisi della compatibilità dell'intervento con l'ordinamento comunitario**

In proposito si rileva che lo schema di disegno di legge non presenta profili di incompatibilità con l'ordinamento comunitario.

#### **d) Analisi della compatibilità con le competenze delle regioni ordinarie ed a statuto speciale**

Lo schema di disegno di legge non presenta aspetti di interferenza o di incompatibilità con le competenze costituzionali delle regioni; trattasi, infatti, di obblighi discendenti dall'appartenenza all'Unione Europea.

#### **e) Verifica della coerenza con le fonti legislative primarie che dispongono il trasferimento di funzioni alle regioni e agli enti locali.**

Lo schema, come sopra già evidenziato, non incide sulle funzioni delle regioni e degli enti locali.

### **2. Valutazione dell'impatto amministrativo**

Il provvedimento in esame non disciplina la creazione di organismi amministrativi e non prevede oneri aggiuntivi a carico delle pubbliche amministrazioni.

### **3. Elementi di *drafting* e linguaggio normativo.**

#### **a) Individuazione delle nuove definizioni normative introdotte dal testo, della loro necessità, della coerenza con quelle già in uso.**

Non sono contenute definizioni normative rispetto a quelle già di uso corrente nell'attuale cultura tecnico-giuridica della materia.

#### **b) Verifica della correttezza dei riferimenti normativi contenuti nel progetto**

I riferimenti normativi che figurano nello schema sono corretti.

### **4. Analisi dell'impatto della regolamentazione.**

#### **a) Ambito dell'intervento, con particolare riguardo all'individuazione delle amministrazioni, dei soggetti destinatari e dei soggetti coinvolti.**

L'intervento coinvolge i datori di lavoro pubblici e privati ed i beneficiari sono i lavoratori. Con riguardo all'articolo 2 va sottolineato che gli adempimenti e gli obblighi dettati dalle emanate disposizioni, peraltro già previsti in via generale dal decreto legislativo n. 626 del 1994, Titolo I, sono riferibili ai soli lavoratori esposti durante il lavoro alle radiazioni ottiche emesse da sorgenti artificiali.

#### **b) Obiettivi generali e specifici.**

Il provvedimento è finalizzato a recepire la direttiva 2006/25/CE del Parlamento europeo e del Consiglio - datata 5 aprile 2006 - sulle "*prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali)*"; tali disposizioni entreranno in vigore, come previsto dalla direttiva stessa, il 27 aprile 2010.

#### **c) Presupposti attinenti alla sfera finanziaria ed economica.**

Sotto l'aspetto finanziario, le disposizioni in esame non comportano oneri aggiuntivi a carico dello Stato, come espressamente previsto dall'articolo 5. Si evidenzia, inoltre, che gli adempimenti dettati dalle nuove disposizioni si limitano a specificare obblighi (in particolare di valutazione e di prevenzione di un rischio specifico e di relativa sorveglianza sanitaria) cui i datori di lavoro sono già tenuti, in base alla disciplina generale del Titolo I del decreto legislativo 626 del 1994.

#### **d) Strumento tecnico normativo appropriato.**

Come strumento normativo è previsto espressamente dalla legge comunitaria 2006 il decreto legislativo di recepimento della direttiva in esame.



*Ministero*  
*dell'Economia e delle Finanze*  
UFFICIO DEL COORDINAMENTO LEGISLATIVO  
Ufficio Legislativo - Economia

Roma, 23 FEB. 2008

ANP/76/POCOM/2367

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri

-Dipartimento per gli affari giuridici e legislativi

-Dipartimento per le politiche europee - U.L.

Al Ministero del lavoro e della previdenza  
sociale - U.L.

e, p.c.:

Dipartimento della Ragioneria Generale  
dello Stato

L O R O S E D I

OGGETTO: Schema di decreto legislativo di attuazione della direttiva 2006/25/CE concernente prescrizioni minime di sicurezza e salute relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) durante il lavoro.

Con riferimento al provvedimento indicato in oggetto, approvato dal Consiglio dei Ministri in data 27 febbraio 2008, si comunica di non avere osservazioni da formulare in ordine al suo ulteriore corso, coerentemente con l'avviso del Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato reso con l'unita nota ( n. 28804 del 28/2/2008).

EL CAPO DELL'UFFICIO LEGISLATIVO

*Guido Santarone*

*OH Prestuso*

*ACORR*

*18202*

*fucosigli*

All. 1

POCOM 76 - parere al DAGL



83  
3

76  
FOOM

Roma,

28 FEB. 2008

*Ministero*  
*dell'Economia e delle Finanze*  
DIPARTIMENTO DELLA RAGIONERIA GENERALE DELLO STATO  
ISPETTORATO GENERALE PER I RAPPORTI FINANZIARI  
CON L'UNIONE EUROPEA  
UFFICIO IV

All'Ufficio del coordinamento  
legislativo  
Ufficio legislativo - Economia  
S E D E

Prot. N. 28804  
Rif. Prot. Entrata N. 28788  
Allegati: 1  
Risposta a nota del:

E, p.c. e p.c. All'Ufficio legislativo - Finanze  
S E D E

OGGETTO: Schema di decreto legislativo recante recepimento della direttiva 2006/25/CE concernente prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali). Atto Consiglio n. 292.

Si fa riferimento allo schema di decreto indicato in oggetto, trasmesso per posta certificata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per gli affari giuridici e legislativi, il 26 febbraio 2008, ai fini del prossimo esame da parte del Consiglio dei Ministri.

Al riguardo, si rappresenta di non avere osservazioni da formulare.

MINISTERO DELL'ECONOMIA E DELLE FINANZE UFFICIO DEL COORDINAMENTO LEGISLATIVO Ufficio Legislativo - Economia
28 FEB. 2008
Prot. n. 2333

Il Ragioniere Generale dello Stato

*Conte*

rf

Siglato da: Silvana Amadori



SCHEMA DI DECRETO LEGISLATIVO DI ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2006/25/CE SULLE PRESCRIZIONI MINIME DI SICUREZZA E SALUTE RELATIVA ALL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI RISCHI DERIVANTI DAGLI AGENTI FISICI (RADIAZIONI OTTICHE) DURANTE IL LAVORO.

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visti gli articoli 76 e 87, quinto comma, della Costituzione;

Vista la legge 6 febbraio 2007, n. 13 recante "Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2006";

Vista la direttiva 2006/25/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 sulle prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche);

Visto il decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, attuazione della direttiva 89/391/CEE, della direttiva 89/654/CEE, della direttiva 89/655/CEE, della direttiva 89/656/CEE, della direttiva 90/269/CEE, della direttiva 90/270/CEE, della direttiva 90/394/CEE, della direttiva 90/679/CEE, della direttiva 93/88/CEE, della direttiva 95/63/CE, della direttiva 97/42/CE, della direttiva 98/24/CE, della direttiva 99/38/CE, della direttiva 2001/45/CE e della direttiva 99/92/CE, della direttiva 2003/10/CE e della direttiva 2003/18/CE e 2004/40/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro e successive modificazioni;

Vista la preliminare deliberazione del Consiglio dei Ministri adottata nella riunione del .....

Acquisito il parere della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano reso nella seduta del .....

Acquisiti i pareri delle competenti Commissioni della Camera dei deputati e del Senato della Repubblica;

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri adottata nella riunione del ...;

Sulla proposta del Ministro per le politiche europee e del Ministro del lavoro e della previdenza sociale, di concerto con i Ministri degli affari esteri, della giustizia, dell'economia e delle finanze, della salute, dello sviluppo economico, dell'ambiente e tutela del territorio e del mare, degli affari regionali e le autonomie locali, delle riforme e innovazioni nella pubblica amministrazione:

EMANA

il seguente decreto legislativo

Art. 1

*(Modifiche al titolo del decreto legislativo 19 settembre 1994, n.626 "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE, 2001/45/CE, 2003/10/CE, 2003/18/CE e 2004/40/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro)*

1. Il titolo del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni, è sostituito dal seguente: "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE, 2001/45/CE, 2003/10/CE, 2003/18/CE, 2004/40/CE e 2006/25/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro."

Art. 2

*(Inserimento del Titolo V - quater nel decreto legislativo n. 626 del 1994)*

1. Dopo il Titolo V – ter del decreto legislativo n. 626 del 1994, è inserito il seguente:

<<Titolo V – QUATER  
PROTEZIONE DA AGENTI FISICI : RADIAZIONI OTTICHE

CAPO I

## DISPOSIZIONI GENERALI

### Articolo 49 – semel et vicies (Campo di applicazione)

1. Il presente Titolo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali durante il lavoro.
2. Le disposizioni del presente Titolo riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute derivanti dalla esposizione alle radiazioni ottiche artificiali.

### Articolo 49 - vicies bis (Definizioni)

1. Agli effetti delle disposizioni del presente Titolo si intendono per:

a) radiazioni ottiche: tutte le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezze d'onda comprese tra 100 nm e 1 mm. Lo spettro delle radiazioni ottiche si suddivide in radiazioni ultraviolette, radiazioni visibili e radiazioni infrarosse:

1) radiazioni ultraviolette: radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 100 e 400nm.

La banda degli ultravioletti è suddivisa in UVA (315- 400 nm), UVB (280-315 nm) e

UVC (100-280 nm);

2) radiazioni visibili: radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 380 e 780 nm;

3) radiazioni infrarosse: radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 780 nm e 1 mm.

La regione degli infrarossi è suddivisa in IRA (780-1 400 nm), IRB (1 400-3 000 nm) e

IRC (3 000 nm- 1 mm);

b)laser (amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazione): qualsiasi dispositivo al quale si possa far produrre o amplificare le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezze d'onda delle radiazioni ottiche, soprattutto mediante il processo di emissione stimolata controllata;

c) radiazione laser: radiazione ottica da un laser;

d) radiazione non coerente: qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser;

e) valori limite di esposizione: limiti di esposizione alle radiazioni ottiche che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche.

Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche siano protetti contro tutti gli effetti nocivi sulla salute conosciuti;

f) irradianza (E) o densità di potenza: la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie espressa in watt su metro quadrato ( $W m^{-2}$ );

g) esposizione radiante (H): integrale nel tempo dell'irradianza espresso in joule su metro quadrato ( $J m^{-2}$ );

h) radianza (L): il flusso radiante o la potenza per unità d'angolo solido per unità di superficie espressa in watt su metro quadrato su steradiante ( $W m^{-2} sr^{-1}$ );

i) livello: la combinazione di irradianza, esposizione radiante e radianza alle quali è esposto un lavoratore.

#### Articolo 49 – vicies ter (Valori limite di esposizione)

1. I valori limite di esposizione per le radiazioni incoerenti diverse dalle radiazioni emesse da sorgenti naturali di radiazioni ottiche sono riportati nell'allegato VI - ter.

2. I valori limite di esposizione per le radiazioni laser sono riportati nell'allegato VI - quater.

### Capo II

#### OBBLIGHI DEI DATORI DI LAVORO

#### Articolo 49 – vicies quater (Identificazione dell'esposizione e valutazioni dei rischi)

1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, il datore di lavoro **individua e valuta le sorgenti di radiazioni ottiche artificiali presenti nell'ambiente di lavoro e la loro tipologia**, quando necessario, misura o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori, in modo da identificare e mettere in pratica le misure richieste per ridurre l'esposizione ai limiti applicabili. La metodologia seguita nella valutazione, nella misurazione e nel calcolo rispetta le

norme della Commissione elettronica internazionale (CEI), per quanto riguarda le radiazioni laser, e le raccomandazioni della Commissione internazionale per l'illuminazione (CIE) e del Comitato europeo di normazione (CEN) per quanto riguarda le radiazioni incoerenti. Nelle situazioni di esposizione che esulano dalle suddette norme e raccomandazioni, e fino a quando non saranno disponibili norme e raccomandazioni adeguate dell'Unione europea, la valutazione, la misurazione e il calcolo dell'esposizione dei lavoratori alle radiazioni ottiche sono effettuati dal datore di lavoro adottando le specifiche linee guida individuate od emanate dalla Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza dei lavoratori, di cui all'articolo 393 del decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547 o, in alternativa, linee guida internazionali scientificamente fondate. In tutti i casi di esposizione, la valutazione può tenere conto dei dati indicati dai fabbricanti delle attrezzature in conformità alle specifiche direttive comunitarie di prodotto.

2. La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui al comma 1 sono programmati ed effettuati da personale competente nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione di cui all'articolo 8. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo del livello di esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione dei rischi.

3. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, il datore di lavoro presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

- a) il livello, la gamma di lunghezze d'onda e la durata dell'esposizione a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche;
- b) i valori limite di esposizione di cui all'articolo 49 – *vicies ter*;
- c) qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori esposti particolarmente sensibili al rischio;
- d) 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;
- e) qualsiasi effetto indiretto come l'accecamento temporaneo, le esplosioni o il fuoco;
- f) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- g) per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni pubblicate;
- h) sorgenti multiple di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;

i) 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;

j) le informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie.

4. Il datore di lavoro nel documento di valutazione dei rischi di cui all'art. 4 deve precisare le misure adottate, previste dagli artt. 49 – vicies quinquies e 49 - vicies sexies del presente Titolo. Nel documento di valutazione dei rischi il datore di lavoro può includere una giustificazione, per la quale data la natura e l'entità dei rischi connessi con le radiazioni ottiche non è stata necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata. La valutazione dei rischi viene aggiornata, almeno con cadenza quinquennale e, comunque, ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione.

#### Articolo 49 – vicies quinquies (Misure di prevenzione e protezione)

1. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, il datore di lavoro, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, elimina alla sorgente o riduce al minimo i rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali.

2. A seguito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 49 – vicies quater, qualora risulti che i valori limite di esposizione sono superati, il datore di lavoro elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche o organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione, tenendo conto in particolare:

a) di altri metodi di lavoro che riducono i rischi derivanti dalle radiazioni ottiche;

b) della scelta di attrezzature che emettano meno radiazioni ottiche, tenuto conto del lavoro da svolgere;

c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso, se necessario, l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o analoghi meccanismi di protezione della salute;

d) degli opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;

e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;

- f) della limitazione della durata e del livello dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale;
- h) delle istruzioni del fabbricante delle attrezzature, se sono incluse in una pertinente direttiva comunitaria.

3. I luoghi di lavoro dove i lavoratori, in base alla valutazione dei rischi di cui all'articolo 49 – *vicies quater*, possono essere esposti a livelli di radiazioni ottiche provenienti da sorgenti artificiali che superino i valori limite di esposizione devono essere indicati con un'apposita segnaletica a norma del decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 493. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.

4. In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente Titolo i valori limite di esposizione risultino superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del superamento dei predetti valori limite e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

5. A norma dell'articolo 4, comma 1, il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori esposti particolarmente sensibili al rischio.

#### Articolo 49 – *vicies sexies* (Informazione e formazione dei lavoratori)

1. Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 21 e 22, il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti dalle radiazioni ottiche artificiali sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi di cui all'articolo 49 – *vicies quater* con particolare riguardo:

- a) alle misure adottate in applicazione del presente titolo;
- b) ai valori limite di esposizione e ai potenziali rischi associati;
- c) ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali effettuati a norma dell'articolo 49 - *vicies quater* corredati di una spiegazione del loro significato e dei potenziali rischi;

- d) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;
- f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione;
- g) all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale.

Articolo 49 – vicies septies  
(Consultazione e partecipazione dei lavoratori)

1. La consultazione e la partecipazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti hanno luogo a norma degli articoli 18 e 19 sulle materie oggetto del presente Titolo.

Articolo 49 - duodetricies  
(Sorveglianza sanitaria)

1. *Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 16, il datore di lavoro provvede a garantire, attraverso il medico competente, un'adeguata sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti con l'obiettivo di prevenire e di scoprire tempestivamente effetti negativi sulla salute, nonché prevenire rischi a lungo termine per la salute e rischi di malattie croniche derivanti dall'esposizione a radiazioni ottiche.*

2. *La sorveglianza sanitaria è effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente, tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi di cui all'articolo 49 - vicies quater.*

3. *Il datore di lavoro garantisce che siano sottoposti a sorveglianza sanitaria i lavoratori per i quali è stata rilevata un'esposizione superiore ai valori limite di cui all'art. 49 –vicies ter, comma 1 o quando tale sorveglianza riveli che un lavoratore soffre di una malattia o di effetti nocivi sulla salute derivanti, a parere del medico competente, dall'esposizione a radiazioni ottiche artificiali sul luogo di lavoro.*

4. *Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli in un lavoratore l'esistenza di un danno alla salute, il medico competente ne informa il datore di lavoro che procede ad*



effettuare una *nuova valutazione* dei rischi a norma dell'articolo 49 - *vicies quater*. Analogo adempimento è posto in essere nella circostanza del superamento dei valori limiti di esposizione.

5. Il datore di lavoro, oltre a quanto previsto dal precedente comma 4, tenendo conto del parere del medico competente ovvero dell'organo di vigilanza, attua le misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio a norma dell'articolo 49 – *vicies quinques*, disponendo altresì una visita medica per tutti i lavoratori che hanno subito un'esposizione simile.

#### Articolo 49 - *undetricies* (Cartelle sanitarie di rischio)

1. Il medico competente, per ciascuno dei lavoratori di cui all'art. 49 – *duodetricies*, comma 1, provvede ad istituire e aggiornare una cartella sanitaria e di rischio, secondo quanto previsto dall'art. 17, comma 1, lettera d). I singoli lavoratori hanno, su richiesta, accesso ai loro dati medici personali.>>

#### Art. 3 (Sanzioni)

1. All'articolo 89 del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) al comma 1, dopo le parole “49 – *quinques*, commi 1 e 6 ;” è inserita la seguente: “49 – *vicies quater*, commi 1 e 4;”

b) al comma 2, lettera a), dopo le parole: “49 – *undecies*, comma 3, secondo periodo, 49 – *septdecies*, comma 2;” sono inserite le seguenti:

“49 – *vicies quinques*, comma 2”;

c) al comma 2, lettera b), dopo le parole: “49 – comma 1”, sono inserite le seguenti: “49 – *vicies quinques*, commi 3 e 4 e art., 49 – *duodetricies*, comma 5”;

2. All'articolo 92 del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626 sono apportate le seguenti modificazioni:

a) dopo le parole: “49 – *novodecie*, comma 3, art. 49 – *vicies*;” sono inserite le seguenti: “art. 49 – *duodetricies*, comma 4 e art. 49 – *undetricies*;”.

#### Art. 4 (Clausola di cedevolezza)

1. In relazione a quanto disposto dall'articolo 117, quinto comma, della Costituzione e dall'art. 16, comma 3, della legge 4 febbraio 2005, n. 11, le disposizioni del presente decreto legislativo riguardanti ambiti di competenza legislativa delle regioni e delle province autonome si applicano, nell'esercizio del potere sostitutivo dello Stato e con carattere di cedevolezza, a decorrere dalla scadenza del termine stabilito per l'attuazione della direttiva oggetto del presente decreto legislativo, nelle regioni e nelle province autonome nelle quali non sia ancora stata adottata la normativa di attuazione regionale o provinciale e perdono comunque efficacia dalla data di entrata in vigore di quest'ultima, fermi restando i principi fondamentali ai sensi dell'art. 117, comma terzo, della Costituzione.

Art. 5  
(Invarianza degli oneri)

1. All'attuazione degli articoli dal 49 – *semel et vicies* al 49 – *undetricies* del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, come modificato dal presente decreto, le Amministrazioni pubbliche provvedono con le dotazioni umane, strumentali e finanziarie disponibili a legislazione vigente, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica.

Art. 6  
(Entrata in vigore)

1. Le disposizioni del presente decreto entrano in vigore il 27 aprile 2010.

2. Dalla data di entrata in vigore di cui al precedente comma è abrogata la disposizione di cui al Capo II, art. 22 commi 1 e 2, nonché 3 limitatamente alle radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali, del decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n. 303 e soppressa la voce “radiazioni ultraviolette e infrarosse” n. 46) della Tabella allegata allo stesso decreto 303.

Il presente decreto, munito del sigillo di Stato, sarà inserito nella raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. E' fatto obbligo a chiunque spetti d'osservarlo e di farlo osservare.

## Radiazioni ottiche non coerenti

I valori limite di esposizione alle radiazioni ottiche, pertinenti dal punto di vista biofisico, 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 1.1. Per una determinata sorgente di radiazioni ottiche possono essere pertinenti più valori di esposizione e corrispondenti limiti di esposizione.

Le lettere da a) a o) si riferiscono alle corrispondenti righe della tabella 1.1.

$$a) \quad H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda = 180 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$

( $H_{\text{eff}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 180 a 400 nm)

$$b) \quad H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

( $H_{\text{UVA}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 315 a 400 nm)

$$c), d) \quad L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$

( $L_{\text{B}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 300 a 700 nm)

$$e), f) \quad E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$

( $E_{\text{B}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 300 a 700 nm)

$$g)-l) \quad L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$

(Cfr. tabella 1.1 per i valori appropriati di  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$ )

$$m), n) \quad E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$

( $E_{\text{IR}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 780 a 3 000 nm)

$$o) \quad H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

( $H_{\text{skin}}$  è pertinente solo nell'intervallo da 380 a 3 000 nm)

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

$$a) \quad E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{e } H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$$

$$b) \quad E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{e } H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$$

$$c), d) \quad L_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$e), f) \quad E_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$g)-l) \quad L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

(Cfr. tabella 1.1 per i valori appropriati di  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$ )

$$m), n) \quad E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$o) \quad E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{e } H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

*Note:*

$E_{\lambda}(\lambda, t)$ ,  $E_{\lambda}$  *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 [ $\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$ ]; i valori di  $E_{\lambda}(\lambda, t)$  ed  $E_{\lambda}$  sono il risultato di misurazioni o possono essere forniti dal fabbricante delle attrezzature;

$E_{\text{eff}}$  *irradianza efficace (gamma 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 [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$H$  *esposizione radiante*: integrale nel tempo dell'irradianza, espressa in joule su metro quadrato [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$H_{\text{eff}}$  *esposizione radiante efficace*: esposizione radiante ponderata spettralmente con  $S(\lambda)$ , espressa in joule su metro quadrato [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$E_{UVA}$	irradianza totale (UVA): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda UVA da 315 a 400 nm, espressa in watt su metro quadrato [ $W m^{-2}$ ];
$H_{UVA}$	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 [ $J m^{-2}$ ];
$S(\lambda)$	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];
$t, \Delta t$	tempo, durata dell'esposizione, espressi in secondi [s];
$\lambda$	lunghezza d'onda, espressa in nanometri [nm];
$\Delta \lambda$	larghezza di banda, espressa in nanometri [nm], degli intervalli di calcolo o di misurazione
$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$	radianza spettrale della sorgente, espressa in watt su metro quadrato per steradiante per nanometro [ $W m^{-2} sr^{-1} nm^{-1}$ ];
$R(\lambda)$	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];
$L_R$	radianza efficace (lesione termica): radianza calcolata ponderata spettralmente con $R(\lambda)$ , espressa in watt su metro quadrato per steradiante [ $W m^{-2} sr^{-1}$ ];
$E_B$	irradianza efficace (luce blu): irradianza calcolata ponderata spettralmente con $B(\lambda)$ espressa in watt su metro quadrato [ $W m^{-2}$ ];
$E_{IR}$	irradianza totale (lesione termica): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezze d'onda dell'infrarosso da 780 nm a 3 000 nm, espressa in watt su metro quadrato [ $W m^{-2}$ ];
$E_{skin}$	irradianza totale (visibile, IRA e IRB): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezze d'onda visibile e dell'infrarosso da 380 nm a 3 000 nm, espressa in watt su metro quadrato [ $W m^{-2}$ ];
$H_{skin}$	esposizione radiante: integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza nell'intervallo di lunghezze d'onda visibile e dell'infrarosso da 380 nm a 3 000 nm, espressa in joule su metro quadrato [ $J m^{-2}$ ];
$\alpha$	angolo sotteso: angolo sotteso 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 retinica più piccola possibile.

Tabella 1.1  
Valori limiti di esposizione per radiazioni ottiche non coerenti

	Lunghezza d'onda nm	Valori limite di esposizione	Unità	Commenti	Parte del corpo	Rischio
					occhio: cornea	fotocheratite

a	180-400 (UVA, UVB e UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valore giornaliero 8 ore	$[J m^{-2}]$		congiuntiva cristallino  cute	congiuntivite catarattogenesi  eritema elastosi tumore della pelle
b	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Valore giornaliero 8 ore	$[J m^{-2}]$		occhio: cristallino	catarattogenesi
c	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$L_B = 10^6/t$ per $t > 10\ 000$ s	$L_B: [W m^{-2}$ $sr^{-1}]$ t: [secondi]	per $\alpha \geq 11$ mrad		
d	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$L_B = 100$ per $t > 10\ 000$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	per $\alpha \geq 11$ mrad		
e	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$E_B = 100/t$ per $t \leq 10\ 000$ s	$E_B: [W m^{-2}]$ t: [secondi]	per $\alpha < 11$ mrad	occhio: retina	fotoretinite
f	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$E_B = 0,1$ per $t > 10000$ s	$[W m^{-2}]$	Cfr. nota 2		
g	380-1 400 (Visibile e IRA)	$L_R = 2,8$ $10^7/C_\alpha$ per $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C\alpha = 1,7$ per $\alpha \leq 1,7$ mrad $C\alpha = \alpha$ per		
h	380-1 400	$L_R = 5 \cdot$ $10^7/C_\alpha^{0,25}$	$L_R: [W m^{-2}$ $sr^{-1}]$	$1,7 \leq \alpha \leq$ 100 mrad	occhio: retina	ustione retina



	(Visibile e IRA)	per $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$	t: [secondi]	$C\alpha = 100$ per $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380;$ $\lambda_2 = 1\,400$		
i	380-1 400 (Visibile e IRA)	$L_R = 8,89 \cdot 10^8 / C\alpha$ per $t < 10 \mu\text{s}$	$[\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$			

Tabella 1.1  
Valori limiti di esposizione per radiazioni ottiche non coerenti

	Lunghezza d'onda nm	Valori limite di esposizione	Unità	Commenti	Parte del corpo	Rischio
j	780-1 400 (IRA)	$L_R = 6 \cdot 10^6 / C_\alpha$ per $t > 10 \text{ s}$	$[\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$	$C\alpha = 11$ per $\alpha \leq 11$ mrad		
k	780-1 400 (IRA)	$L_R = 5 \cdot 10^7 / C_\alpha t^{0,25}$ per $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$	$L_R: [\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$ t: [secondi]	$C\alpha = \alpha$ per $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C\alpha = 100$ per $\alpha > 100$ mrad	occhio: retina	ustione retina
l	780-1 400 (IRA)	$L_R = 8,89 \cdot 10^8 / C_\alpha$ per $t < 10 \mu\text{s}$	$[\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$	(campo di vista per la misurazione: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1\,400$		
m	780 - 3 000 (IRA e IRB)	$E_{IR} = 18\,000 t^{0,75}$ per $t \leq 1\,000 \text{ s}$	E: $[\text{W m}^{-2}]$ t: [secondi]		occhio: cornea cristallino	ustione cornea catarattogenesi
n	780 - 3 000 (IRA e IRB)	$E_{IR} = 100$ per $t > 1\,000 \text{ s}$	$[\text{W m}^{-2}]$			
o	380-3 000	$H_{\text{skin}} = 20\,000$	H: $[\text{J m}^{-2}]$		cute	

	(Visibile, IRA e IRB)	$t^{0,25}$ per $t < 10$ s	t: [secondi]			
--	-----------------------------	------------------------------	-----------------	--	--	--

Nota 1: L'intervallo di lunghezze d'onda 300-700 nm copre in parte gli UVB, tutti gli UVA e la maggior parte delle radiazioni visibili; tuttavia il rischio associato è normalmente denominato rischio da «luce blu».

In senso stretto la luce blu riguarda soltanto approssimativamente l'intervallo 400-490 nm.

Nota 2: Per la fissazione costante di sorgenti piccolissime che sottendono angoli  $< 11$  mrad,  $L_B$  può essere convertito in EB. Ciò si applica di solito solo agli strumenti oftalmici o all'occhio stabilizzato sotto anestesia.

Il «tempo di fissazione» massimo è dato da  $t_{max} = 100/E_B$  dove  $E_B$  è espressa in  $W m^{-2}$ .

Considerati i movimenti dell'occhio durante compiti visivi normali, questo valore non supera i 100s.

Tabella 1.2

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

$\lambda$ in nm	S (Å)	$\lambda$ in nm	S (Å)	$\lambda$ in nm	S (Å)	$\lambda$ in nm	S (Å)	$\lambda$ in nm	S (Å)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

Tabella 1.3

B ( $\lambda$ ), R ( $\lambda$ ) [adimensionale], da 380 nm a 1 400 nm

$\lambda$ in nm	B ( $\lambda$ )	R ( $\lambda$ )
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	---
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,024(450-\lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\ 050$	---	$10^{0,002(700-\lambda)}$
$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 150$	---	0,2
$1\ 150 < \lambda \leq 1\ 200$	---	$0,2 \cdot 10^{0,024(1\ 150-\lambda)}$
$1\ 200 < \lambda \leq 1\ 400$	---	0,02

### 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.

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

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

#### Note:

- $dP$  potenza, espressa in watt [W];
- $dA$  superficie, espressa in metri quadrati [m<sup>2</sup>];
- $E(t)$ ,  $E$  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<sup>-2</sup>]. 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<sup>-2</sup>];
- $t$  tempo, durata dell'esposizione, espressa in secondi [s];
- $\lambda$  lunghezza d'onda, espressa in nanometri [nm];
- $\gamma$  angolo del cono che limita il campo di vista per la misurazione, espresso in milliradiani [mrad];
- $\gamma_m$  campo di vista per la misurazione, espresso in milliradiani [mrad];
- $\alpha$  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<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>].

Tabella 2.1  
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 $10^6$	IRC	occhio	danno termico	2.2
da 1 400 a $10^6$	IRB, IRC	occhio	danno termico	2.3
da 1 400 a $10^6$	IRB, IRC	cute	danno termico	2.4

Tabella 2.2  
(Vedere file excel – 1° foglio)

Tabella 2.3  
(Vedere file excel – 2° foglio)



Tabella 2.4  
(Vedere file excel – 3° foglio)

## 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 — 1 050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1 050 — 1 400	$C_A = 5,0$
$C_B$	400 — 450	$C_B = 1,0$
	450 — 700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
$C_C$	700 — 1 150	$C_C = 1,0$
	1 150 — 1 200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1 150)}$
	1 200 — 1 400	$C_C = 8,0$
$T_1$	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450 — 500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametri elencati da ICNIRP	Valido per effetto biologico	Valore o descrizione
$\alpha_{min}$	tutti gli effetti termici	$\alpha_{min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parametri elencati da ICNIRP	Intervallo angolare valido (mrad)	Valore o descrizione
$C_E$	$\alpha < \alpha_{min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/\alpha_{min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(\alpha_{min} \cdot \alpha_{max}) \text{ mrad}$ con $\alpha_{max} = 100 \text{ mrad}$
$T_2$	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Parametri elencati da ICNIRP	Intervallo temporale valido per l'esposizione (s)	Valore o descrizione
Y	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [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 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  $C_p = N - 0,25$ , 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  $T_{min}$  sono trattati come singoli impulsi.

Parametri	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
$T_{min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{min} = 10^{-9} s (= 1 ns)$
	$400 < \lambda \leq 1050$	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6} s (= 18 \mu s)$
	$1050 < \lambda \leq 1400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6} s (= 50 \mu s)$
	$1400 < \lambda \leq 1500$	$T_{min} = 10^{-3} s (= 1 ms)$
	$1500 < \lambda \leq 1800$	$T_{min} = 10 s$
	$1800 < \lambda \leq 2600$	$T_{min} = 10^{-3} s (= 1 ms)$
	$2600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{min} = 10^{-7} s (= 100 ns)$

Tabella 2.2

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

Lunghezza d'onda <sup>a</sup> [nm]	Apertura	Durata [s]			
		10 <sup>-13</sup> - 10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-11</sup> - 10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-7</sup> - 1,8 10 <sup>-5</sup>	1,8 10 <sup>-5</sup> - 5 10 <sup>-3</sup>
UVC					
180-280					10 <sup>-9</sup> - 10 <sup>-7</sup>
280-302					10 <sup>-4</sup> - 3 10 <sup>-4</sup>
303					H = 30 [J m <sup>-2</sup> ]
304					H = 40 [J m <sup>-2</sup> ]
305					H = 60 [J m <sup>-2</sup> ]
306					H = 100 [J m <sup>-2</sup> ]
307					H = 160 [J m <sup>-2</sup> ]
308					H = 250 [J m <sup>-2</sup> ]
309					H = 400 [J m <sup>-2</sup> ]
310					H = 630 [J m <sup>-2</sup> ]
311					H = 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
312					H = 1,6 x 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
313					H = 2,5 x 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
314					H = 4,0 x 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
315 - 400					H = 6,3 x 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
UVA					H = 5,6 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
Visibile e IRA	400-700	H = 1,5 10 <sup>-4</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 10 <sup>4</sup> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 18 10 <sup>3</sup> t <sup>0,75</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5 10 <sup>-3</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]
	700 - 1050	H = 1,5 10 <sup>-4</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 10 <sup>4</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 18 10 <sup>3</sup> t <sup>0,75</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5 10 <sup>-3</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]
	1050 -1400	H = 1,5 10 <sup>-3</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 10 <sup>4</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5 10 <sup>-2</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 90 t <sup>0,75</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]
	1400 - 1500	E = 10 <sup>12</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Cfr. nota <sup>e</sup>			H = 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
IRB <sup>e</sup> IRC	1500 - 1800	E = 10 <sup>12</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Cfr. nota <sup>e</sup>			H = 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
	1800 - 2600	E = 10 <sup>12</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Cfr. nota <sup>e</sup>			H = 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]
	2600 - 10 <sup>6</sup>	E = 10 <sup>11</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Cfr. nota <sup>e</sup>		H = 5,6 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5,6 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]

Note:

- a Se la lunghezza d'onda del laser è coperta da due limiti, si applica il più restrittivo.
- b Se 1 400 ≤ λ < 10<sup>5</sup> nm: apertura diametro = 1 mm per t ≤ 0,3 s e 1,5 t<sup>0,175</sup> mm per 0,3 s < t < 10 s; se 10<sup>5</sup> ≤ λ < 10<sup>6</sup> nm: apertura diametro = 11 mm
- c Per mancanza di dati a queste lunghezze di impulso, l'ICNIRP raccomanda di usare i limiti di irradianza per 1 ns.
- d La tabella riporta i valori singoli di impulsi laser. In caso di impulsi multipli, le durate degli impulsi che rientrano in un intervallo T<sub>min</sub> (elencate nella tabella 2.6) devono essere sommate e il valore di tempo risultante deve essere usato per t nella formula: 5,6 10<sup>5</sup> t<sup>0,25</sup>.

Tabella 2.3  
Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazione laser - Durata di esposizione  $\geq 10$  s

Lunghezza d'onda <sup>a</sup> [nm]		Apertura	Durata [s]
UVC	180-280		$10^1 - 10^2$
	280-302		$10^2 - 10^4$
	303		$10^4 - 3 \cdot 10^4$
	304		
	305		
	306		
	307		
	308		
	309		
	310		
	311		
UVB	312	3,5 mm	H = 30 [J m <sup>-2</sup> ]
	313		H = 40 [J m <sup>-2</sup> ]
	314		H = 60 [J m <sup>-2</sup> ]
			H = 100 [J m <sup>-2</sup> ]
			H = 160 [J m <sup>-2</sup> ]
			H = 250 [J m <sup>-2</sup> ]
			H = 400 [J m <sup>-2</sup> ]
UVA	315 - 400		H = 630 [J m <sup>-2</sup> ]
			H = $1,0 \times 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]
			H = $1,6 \times 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]
			H = $2,5 \times 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]
			H = $4,0 \times 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]
			H = $6,3 \times 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]
			H = $10^4$ [J m <sup>-2</sup> ]
Visibile 400 - 700	400-600	7 mm	H = 100 C <sub>B</sub> [J m <sup>-2</sup> ] ( $\gamma = 11$ mrad) <sup>d</sup>
	Danno fotochimico <sup>b</sup>		E = 1 C <sub>B</sub> [W m <sup>-2</sup> ]; ( $\gamma = 1,1 t^{0,5}$ mrad) <sup>d</sup>
	Danno alla retina		E = 1 C <sub>B</sub> [W m <sup>-2</sup> ]; ( $\gamma = 110$ mrad) <sup>d</sup>
	Danno termico <sup>b</sup>		
IRA	400-700	7 mm	se $\alpha < 1,5$ mrad allora E = 10 [W m <sup>-2</sup> ]
	700 - 1400		se $\alpha > 1,5$ mrad e $t \leq T_2$ allora H = 18 C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J m <sup>-2</sup> ] se $\alpha > 1,5$ mrad e $t > T_2$ allora E = 18 C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>0,25</sup> [W m <sup>-2</sup> ] se $\alpha < 1,5$ mrad allora E = 10 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> [W m <sup>-2</sup> ] se $\alpha > 1,5$ mrad e $t \leq T_2$ allora H = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J m <sup>-2</sup> ] se $\alpha > 1,5$ mrad e $t > T_2$ allora E = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>0,25</sup> [W m <sup>-2</sup> ] (non superare 1000 W m <sup>-2</sup> )
IRB e IRC	1400 - 10 <sup>6</sup>	cfr. <sup>c</sup>	E = 1000 [W m <sup>-2</sup> ]

### Note alla Tabella 2.3

- a Se la lunghezza d'onda 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 limiti nel visibile da 400 nm a 600 nm si riducono ai limiti per i rischi termici per  $10 \text{ s} \leq t < T_1$  e ai limiti per i rischi fotochimici per periodi superiori. Per  $T_1$  e  $T_2$  cfr. tabella 2.5. Il limite di rischio fotochimico per la retina può anche essere espresso come radianza integrata nel tempo  $G = 10^6 C_B [\text{Jm}^{-2} \text{sr}^{-1}]$  per  $t > 10 \text{ s}$  fino a  $t = 10000 \text{ s}$  e  $I = 100 C_B [\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$  per  $t > 10000 \text{ s}$ . Per la misurazione di  $G$  e  $I$ ,  $Y_m$  deve essere usato come campo di vista medio. Il confine ufficiale tra visibile e infrarosso è 780 nm come stabilito dal CIE. La colonna con le denominazioni della lunghezza d'onda ha il solo scopo di fornire un inquadramento migliore all'utente. ( Il simbolo  $L_1$  dalla CIE, il simbolo  $L_p$  dall'IEC e dal CENELEC).
- c Per lunghezze d'onda 1400 - 105 nm: apertura diametro = 3,5 mm; per lunghezze d'onda 105 - 106 nm: apertura diametro = 11 mm.
- d Per la misurazione del valore di esposizione  $y$  è così definita: se  $\alpha$  (angolo sotteso da una sorgente)  $> \gamma$  ( angolo del cono di limitazione, indicato tra parentesi nella colonna corrispondente) allora il campo di vista di misurazione di  $Y_m$  dovrebbe essere il valore dato di  $\gamma$  ( se si utilizza un valore superiore del campo di vista il rischio risulta sovrastimato). Se  $\alpha < \gamma$  il valore del campo di vista di misurazione  $Y_m$  deve essere sufficientemente grande da includere completamente la sorgente, altrimenti non è limitato e può essere superiore a  $\gamma$ .

**Tabella 2.4**  
**Valori limite di esposizione della cute a radiazione laser**

Lunghezza d'onda <sup>a</sup> [nm]	Apertura	Durata [s]				
		$< 10^9$	$10^9 - 10^7$	$10^7 - 10^3$	$10^3 - 10^1$	$10^1 - 10^3$
UV (A, B, C)	3,5 mm	$E = 3 \cdot 10^{10} [W m^{-2}]$	Come i limiti di esposizione per l'occhio			
Visibile e IRA	400 - 700	$E = 2 \cdot 10^{11} [W m^{-2}]$	$H = 200 C_A [J m^{-2}]$	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25} [J m^{-2}]$	$E = 2 \cdot 10^3 C_A [W m^{-2}]$	
	700 - 1400	$E = 2 \cdot 10^{11} C_A [W m^{-2}]$				
IRB e IRC	1400 - 1500	$E = 10^{12} [W m^{-2}]$	Come i limiti di esposizione per l'occhio			
	1500 - 1800	$E = 10^{13} [W m^{-2}]$				
	1800 - 2600	$E = 10^{12} [W m^{-2}]$				
	2600 - $10^6$	$E = 10^{11} [W m^{-2}]$				

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