

Miércoles, 7 de septiembre de 2005

**Artículo 13****Guía práctica**

**Para facilitar la aplicación de la presente Directiva, la Comisión elaborará una guía práctica sobre las disposiciones de los artículos 4 y 5, y de los anexos I y II.**

**Artículo 14****Incorporación al Derecho nacional**

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar... (\*). Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones de Derecho interno ya adoptadas o que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

**Artículo 15****Entrada en vigor**

La presente Directiva entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea.

**Artículo 16****Destinatarios**

Los destinatarios de la presente Directiva son los Estados miembros.

Hecho en ..., el ...

Por el Parlamento Europeo  
El Presidente

Por el Consejo  
El Presidente

(\*) 4 años después de la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva.

**ANEXO I****RADIACIONES ÓPTICAS INCOHERENTES**

Los valores de exposición a las radiaciones ópticas que son pertinentes desde un punto de vista biofísico pueden determinarse mediante las fórmulas recogidas a continuación. Las fórmulas que deben utilizarse dependen del intervalo de radiaciones que emite la fuente y los resultados deberán compararse con los correspondientes valores límite de exposición indicados en la Tabla 1.1. A una determinada fuente de radiación óptica pueden corresponder varios valores de exposición con sus correspondientes límites de exposición.

**Miércoles, 7 de septiembre de 2005**

Las letras a) a o) se refieren a las filas de la Tabla 1.1.

a)	$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$	( $H_{\text{eff}}$ es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 180 y 400 nm)
b)	$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	( $H_{\text{UVA}}$ es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 315 y 400 nm)
c), d)	$L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	( $L_{\text{B}}$ es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 300 y 700 nm)
e), f)	$E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	( $E_{\text{B}}$ es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 300 y 700 nm)
g) a l)	$L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$	(Véase la Tabla 1.1 para los valores adecuados de $\lambda_1$ y $\lambda_2$ )
m), n)	$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$	( $E_{\text{IR}}$ es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 780 y 3 000 nm)
o)	$H_{\text{piel}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	( $H_{\text{piel}}$ es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 380 y 3 000 nm)

A efectos de la presente Directiva, las fórmulas mencionadas anteriormente pueden sustituirse por las siguientes expresiones y el uso de los valores discretos establecidos en las siguientes tablas:

a)	$E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	et	$H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$
b)	$E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	et	$H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$
c), d)	$L_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$		
e), f)	$E_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$		
g) a l)	$L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	(Véase la Tabla 1.1 para los valores adecuados de $\lambda_1$ y $\lambda_2$ )	
m), n)	$E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$		
o)	$E_{\text{piel}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	et	$H_{\text{piel}} = E_{\text{piel}} \cdot \Delta t$

**Notas:**

- $E_{\lambda}(\lambda, t)$ ,  $E_{\lambda}$  irradiancia espectral o densidad de potencia espectral: la potencia radiante que incide, por unidad de área, sobre una superficie, expresada en vatios por metro cuadrado por nanómetro [ $\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$ ]; los valores  $E_{\lambda}(\lambda, t)$  y  $E_{\lambda}$  proceden de mediciones o puede facilitarlos el fabricante del equipo;
- $E_{\text{eff}}$  irradiancia efectiva (*intervalo* de las radiaciones UV): irradiancia calculada para el intervalo de las longitudes de onda UV entre 180 y 400 nm, ponderada espectralmente por  $S(\lambda)$ , y expresada en vatios por metro cuadrado [ $\text{W m}^{-2}$ ];
- H exposición radiante: la irradiancia integrada con respecto al tiempo, expresada en julios por metro cuadrado [ $\text{J m}^{-2}$ ];

Miércoles, 7 de septiembre de 2005

$H_{\text{eff}}$	exposición radiante efectiva: exposición radiante ponderada espectralmente por $S(\lambda)$ , expresada en julios por metro cuadrado [ $\text{J m}^{-2}$ ];
$E_{\text{UVA}}$	irradiancia total (UVA): irradiancia calculada para el intervalo de las longitudes de onda UVA entre 315 y 400 nm, expresada en vatios por metro cuadrado [ $\text{W m}^{-2}$ ];
$H_{\text{UVA}}$	exposición radiante: la integral o la suma de la irradiancia con respecto al tiempo y a la longitud de onda calculada para el intervalo de las longitudes de onda UVA comprendido entre 315 y 400 nm, expresada en julios por metro cuadrado [ $\text{J m}^{-2}$ ];
$S(\lambda)$	ponderación espectral que tiene en cuenta la relación entre la longitud de onda y los efectos para la salud de la radiación UV sobre los ojos y la piel (Tabla 1.2) [sin dimensiones];
$t, \Delta t$	tiempo, duración de la exposición, expresado en segundos [s];
$\lambda$	longitud de onda: expresada en nanómetros [nm];
$\Delta$	$\lambda$ ancho de banda: expresado en nanómetros [nm], intervalos de cálculo o de medida;
$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$	radiancia espectral de la fuente, expresada en vatios por metro cuadrado por estereorradián por nanómetro [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$ ];
$R(\lambda)$	ponderación espectral que tiene en cuenta la relación entre la longitud de onda y las lesiones en los ojos por efecto térmico provocado por la radiación visible y IRA (Tabla 1.3) [sin dimensiones];
$L_{\text{R}}$	radiancia efectiva (lesión por efecto térmico): radiancia calculada y ponderada espectralmente por $R(\lambda)$ , expresada en vatios por metro cuadrado por estereorradián [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ];
$B(\lambda)$	ponderación espectral que tiene en cuenta la relación entre la longitud de onda y la lesión fotoquímica causada en los ojos por la radiación de luz azul (Tabla 1.3) [sin dimensiones];
$L_{\text{B}}$	radiancia efectiva (luz azul): radiancia calculada y ponderada espectralmente por $B(\lambda)$ , expresada en vatios por metro cuadrado por estereorradián [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ];
$E_{\text{B}}$	irradiancia efectiva (luz azul): irradiancia calculada y ponderada espectralmente por $B(\lambda)$ , expresada en vatios por metro cuadrado [ $\text{W m}^{-2}$ ];
$E_{\text{IR}}$	irradiancia total (lesión por efecto térmico): irradiancia calculada para el intervalo de las longitudes de onda de infrarrojos entre 780 nm y 3 000 nm, expresada en vatios por metro cuadrado [ $\text{W m}^{-2}$ ];
$E_{\text{piel}}$	irradiancia total (visible, IRA e IRB): irradiancia calculada para el intervalo de las longitudes de onda visibles e infrarrojos entre 380 nm y 3 000 nm, expresada en vatios por metro cuadrado [ $\text{W m}^{-2}$ ];
$H_{\text{piel}}$	exposición radiante, la integral o la suma de la irradiancia con respecto al tiempo y a la longitud de onda calculada para el intervalo de longitudes de onda visibles e infrarrojos entre 380 y 3 000 nm, expresada en julios por metro cuadrado [ $\text{J m}^{-2}$ ];
$\alpha$	ángulo subtendido: el ángulo subtendido por una fuente aparente, percibido en un punto del espacio, expresado en miliradianes (mrad). La fuente aparente es el objeto real o virtual que forma la imagen retiniana lo más pequeña posible.

Miércoles, 7 de septiembre de 2005

Tabla 1.1: Valores límite de exposición para las radiaciones ópticas incoherentes

Orden	Longitud de onda nm	Valores límite de exposición	Unidades	Observación	Partes del cuerpo	Riesgo
a.	180-400 (UVA, UVB y UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valor diario: 8 horas	$[J \text{ m}^{-2}]$		ojos (córnea conjuntiva, cristalino), piel	fotoqueratitis, conjuntivitis, cataratas, eritema, elastosis, cáncer de piel
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Valor diario: 8 horas	$[J \text{ m}^{-2}]$		ojos (cristalino)	cataractogénesis
c.	300-700 (Luz azul) <sup>(1)</sup>	$L_B = \frac{10^6}{t}$ para $t \leq 10\,000 \text{ s}$	$L_B$ : $[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [segundos]	para $\alpha \geq 11 \text{ mrad}$	ojos (retina)	fotorretinitis
d.	300-700 (Luz azul) <sup>(1)</sup>	$L_B = 100$ para $t > 10\,000 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			
e.	300-700 (Luz azul) <sup>(1)</sup>	$E_B = \frac{100}{t}$ para $t \leq 10\,000 \text{ s}$	$E_B$ : $[W \text{ m}^{-2}]$ t: [segundos]	para $\alpha < 11 \text{ mrad}$ <sup>(2)</sup>		
f.	300-700 (Luz azul) <sup>(1)</sup>	$E_B = 0.01$ t $> 10\,000 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2}]$			
g.	380-1400 (Visible e IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ para $t > 10 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$		ojo (retina)	quemadura de la retina
h.	380-1400 (Visible e IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a * t^{0.25}}$ para $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$	$L_R$ : $[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [segundos]	$C_a = 1,7$ para $\alpha \leq 1,7 \text{ mrad}$ $C_a = \alpha$ para $1,7 \leq \alpha \leq 100 \text{ mrad}$ $C_a = 100$ para $\alpha > 100 \text{ mrad}$ $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1400$		
i.	380-1400 (Visible e IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ para $t < 10 \mu\text{s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			
j.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ para $t > 10 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$		ojo (retina)	quemadura de la retina
k.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0.25}}$ para $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$	$L_R$ : $[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [segundos]	$C_a = 11$ para $\alpha \leq 11 \text{ mrad}$ $C_a = \alpha$ para $11 \leq \alpha \leq 100 \text{ mrad}$ $C_a = 100$ para $\alpha > 100 \text{ mrad}$ (tamaño del campo visual: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1400$		
l.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ para $t < 10 \mu\text{s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			
m.	780-3000 (IRA e IRB)	$E_{\text{IR}} = 18\,000 t^{-0.75}$ para $t \leq 1000 \text{ s}$	E: $[W \text{ m}^{-2}]$ t: [segundos]		ojo (córnea, cristalino)	quemadura de la córnea, cataratas
n.	780-3000 (IRA e IRB)	$E_{\text{IR}} = 100$ para $t > 1000 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2}]$			
o.	380-3000 (Visible, IRA e IRB)	$H_{\text{piel}} = 20\,000 t^{0.25}$ para $t < 10 \text{ s}$	H: $[J \text{ m}^{-2}]$ t: [segundos]		piel	quemadura

<sup>(1)</sup> El intervalo de 300 a 700 nm comprende parte de los rayos UVB, todos los UVA y la mayor parte de las radiaciones visibles; no obstante al riesgo asociado se suele denominar riesgo «de luz azul». En sentido estricto, la luz azul corresponde únicamente al intervalo de 400 a 490 nm. aproximadamente.

<sup>(2)</sup> Para fijar la mirada sobre fuentes muy pequeñas con un ángulo subtendido  $< 11 \text{ mrad}$ ,  $L_B$  puede convertirse a  $E_B$ . Por lo general, esto se aplica únicamente en el caso de instrumentos oftalmológicos o al ojo estabilizado durante la anestesia. El tiempo máximo de «mirada fija» se calcula mediante la fórmula:  $t_{\text{max}} = 100 / E_B$  con  $E_B$  en  $W \text{ m}^{-2}$ . Debido a los movimientos oculares durante las funciones visuales normales este valor no es superior a 100s.

Miércoles, 7 de septiembre de 2005

Tabla 1.2: S ( $\lambda$ ) [sin dimensiones], 180 nm a 400 nm

$\lambda$ en nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ en nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ en nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ en nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ en nm	S ( $\lambda$ )
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		

Miércoles, 7 de septiembre de 2005

Tabla 1.3: B ( $\lambda$ ), R ( $\lambda$ ) [sin dimensiones], 380 nm a 1400 nm

$\lambda$ en nm	B ( $\lambda$ )	R ( $\lambda$ )
$300 < \lambda < 380$	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
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450-\lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1050$	—	$10^{0,002 \cdot (700-\lambda)}$
$1050 < \lambda \leq 1150$	—	0,2
$1150 < \lambda \leq 1200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1150-\lambda)}$
$1200 < \lambda \leq 1400$	—	0,02