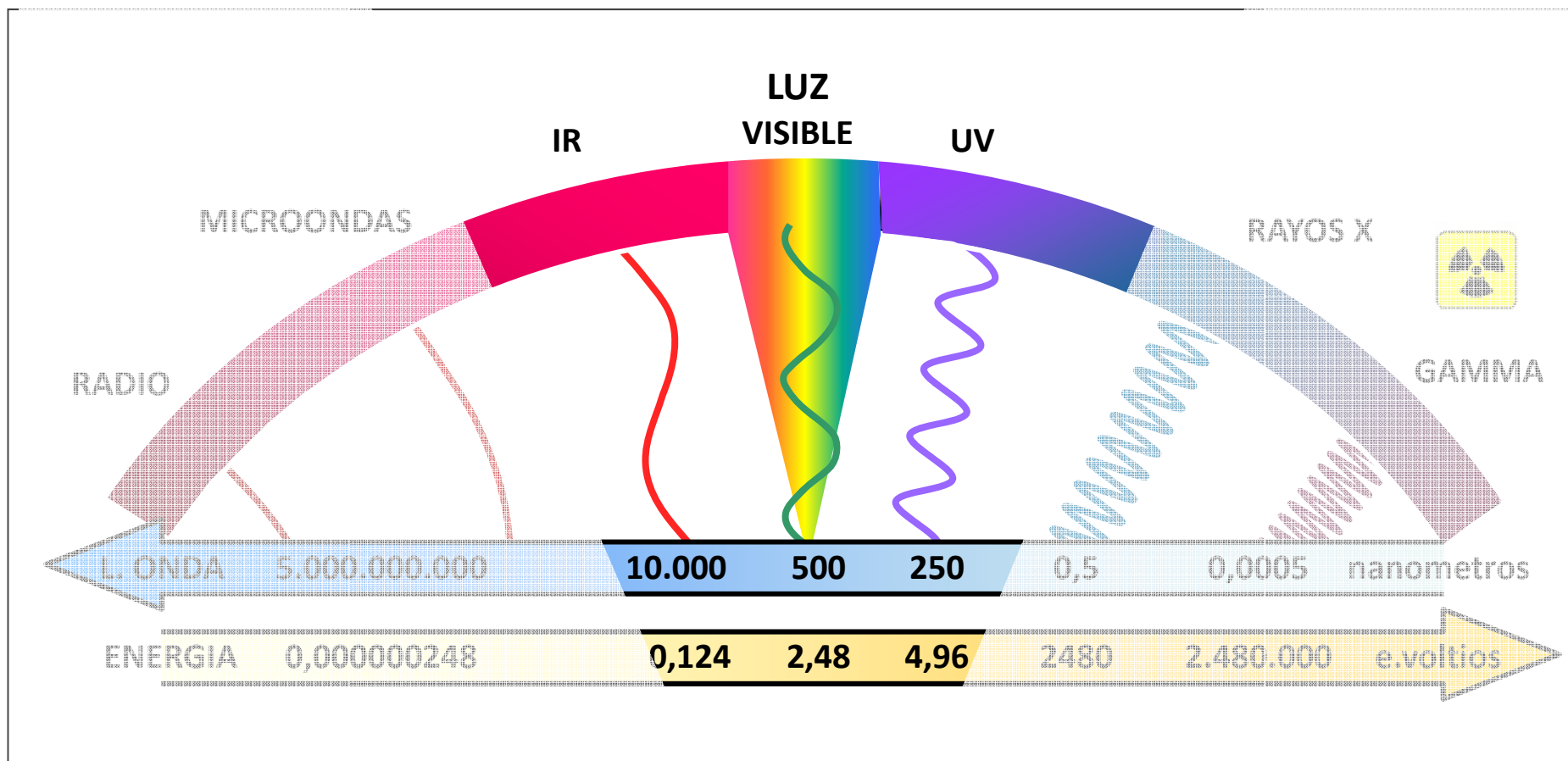


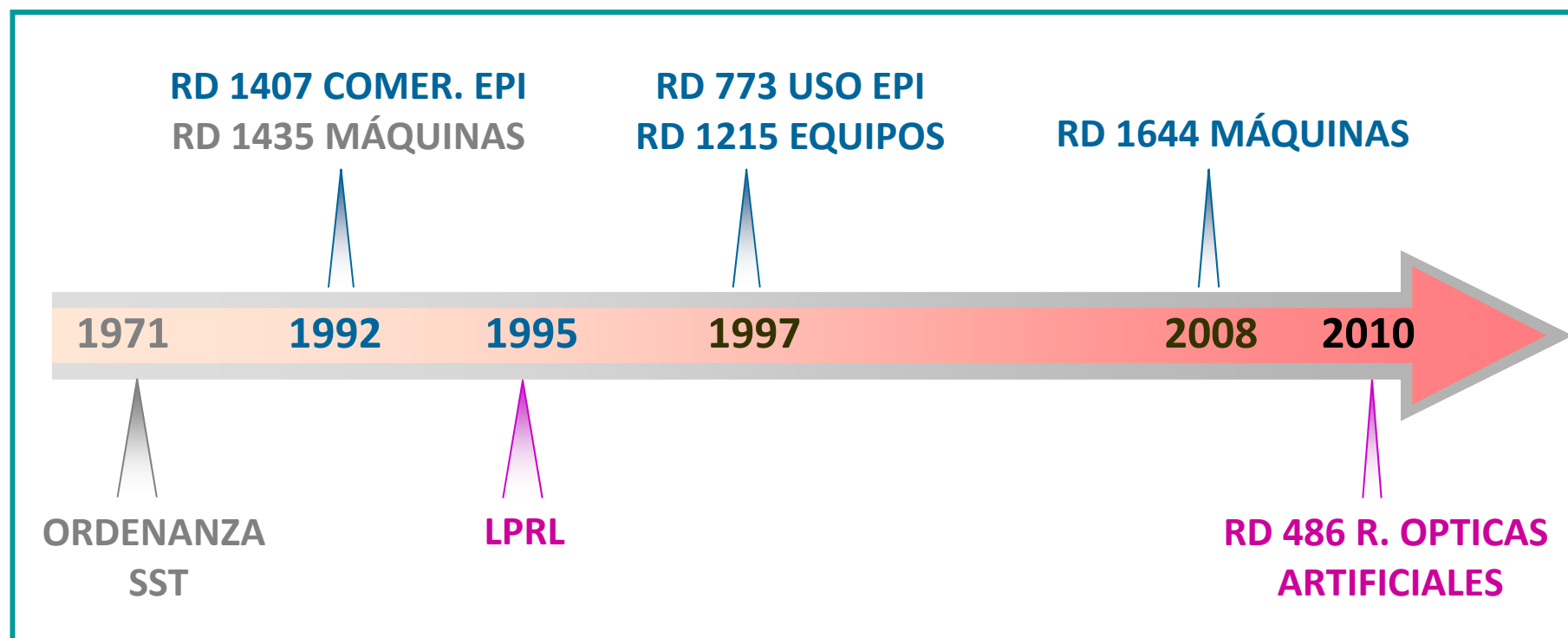
Radiaciones ópticas artificiales. Criterios de evaluación

Sumario

- ✓ Aspectos generales
- ✓ Fuentes de exposición laboral
- ✓ Criterios de referencia
- ✓ Aplicación de los valores límite de exposición



RADIACIONES ÓPTICAS. EVOLUCIÓN DE LA LEGISLACIÓN



NORMAS DE
PRODUCTO

NORMAS DE
SELECCIÓN DE EPI

Fuentes de exposición

Trabajadores al aire libre (excluidos de RD 486/2010)



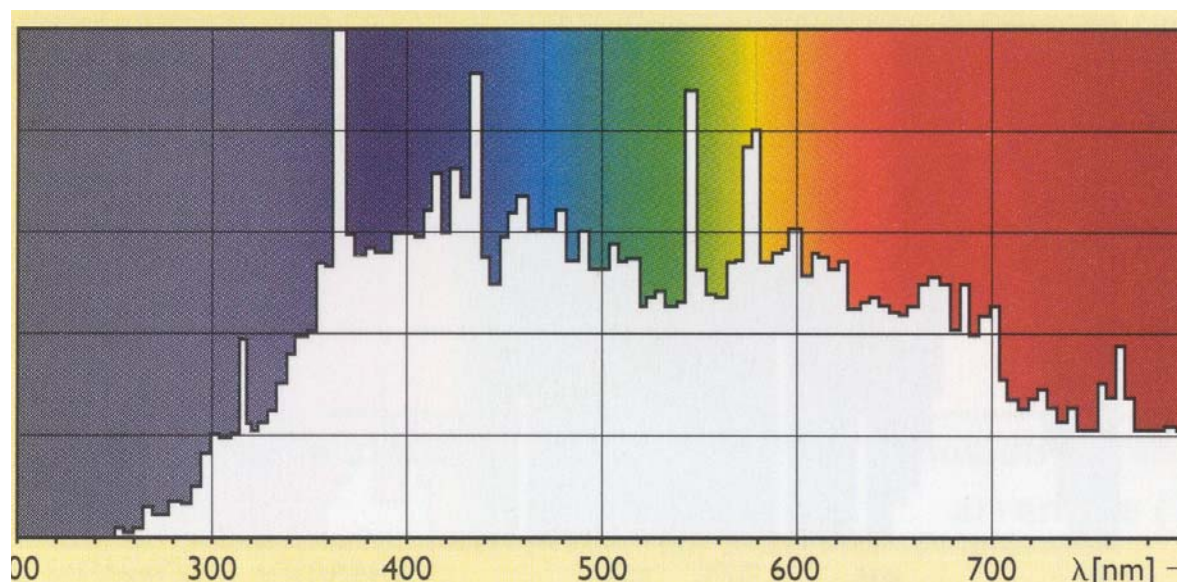
Fuentes incandescentes



Operaciones de Soldadura



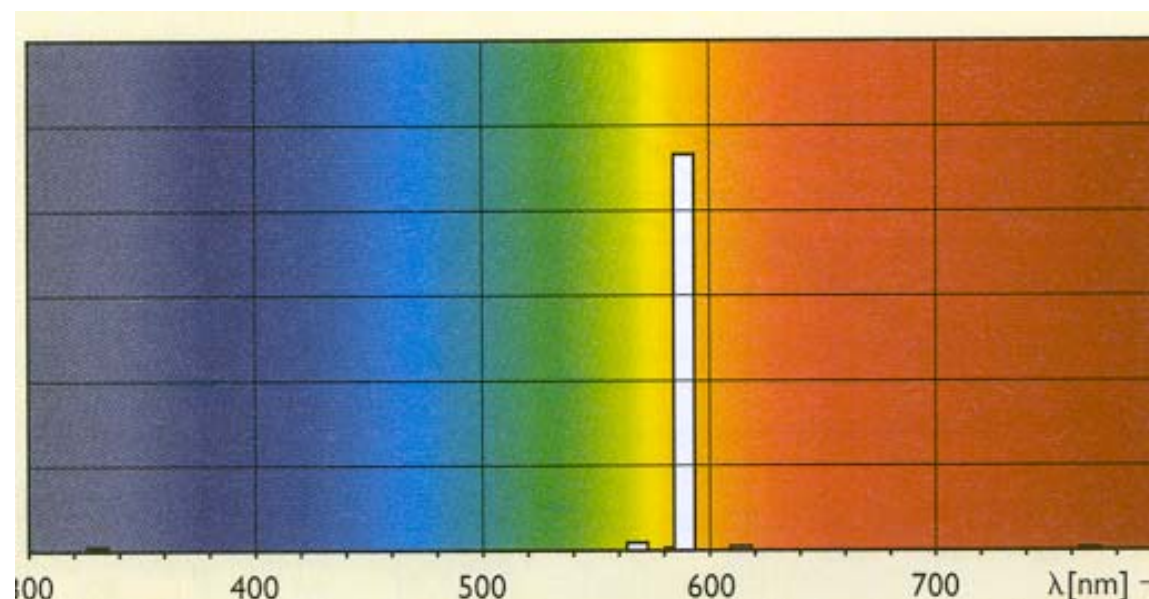
LÁMPARA DE HALOGENURO METÁLICO



Aplicaciones:

- Filmación de interiores y exteriores
- Iluminación de edificios, discotecas y escenarios

LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN



Aplicaciones:

- Alumbrado de carreteras, aeropuertos, estaciones
- Alumbrado de seguridad y de orientación

Láseres 3B y 4 - de camino óptico abierto



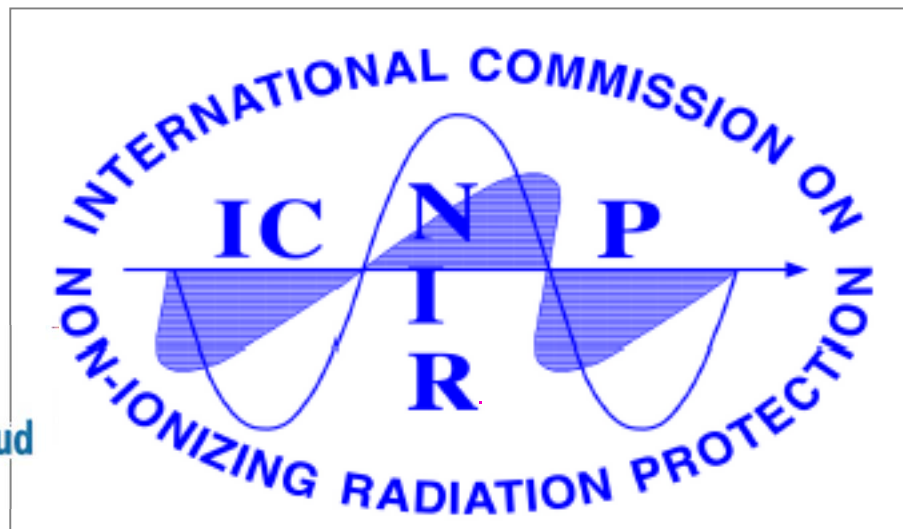
Luz Pulsada Intensa (IPL)



Criterios de referencia



Organización
Mundial de la Salud



<http://www.icnirp.org>

Publications - Optical Radiation - Mozilla Firefox

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

ICNIRP Publications - Optical Radiation

www.icnirp.org/PubOptical.htm

Google



ICNIRP

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

[Contact](#) | [Sitemap](#) | [Search this site](#) | [Internal](#)

Publications - Optical Radiation

> Guidelines

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). Health Physics 87 (2): 171-186; 2004. [Free download](#)

Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4µm. Health Physics 79 (4): 431-440; 2000. [Free download](#)

Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3µm). Health Physics 73 (3): 539-554; 1997. [Free download](#)

Guidelines on UV Radiation Exposure Limits. Health Physics 71 (6): 978; 1996. [Free download](#)

Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm. Health Physics 71 (5): 804-819; 1996. [Free download](#)

Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation. Health Physics 56 (6): 971-972; 1989. [Free download](#)

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180 nm and 400nm (Incoherent Optical Radiation). Health Physics 49 (2): 331-340; 1985. [Free download](#)

> Statements

ICNIRP Statement - Protection of Workers against Ultraviolet Radiation. Health Physics 99(1):66-87; 2010. [Free download](#)

About ICNIRP

What is ICNIRP?

Aims & Roots

Main Commission

Standing Committees

Consulting Experts

Secretariat

Former

Activities

News

Workshops

Workplan

Publications

What & How?

Most requested

EMF

Optical Radiation

Ultrasound

General

Links

Potenciales daños asociados a la exposición a RO.

Anexo I valores límite

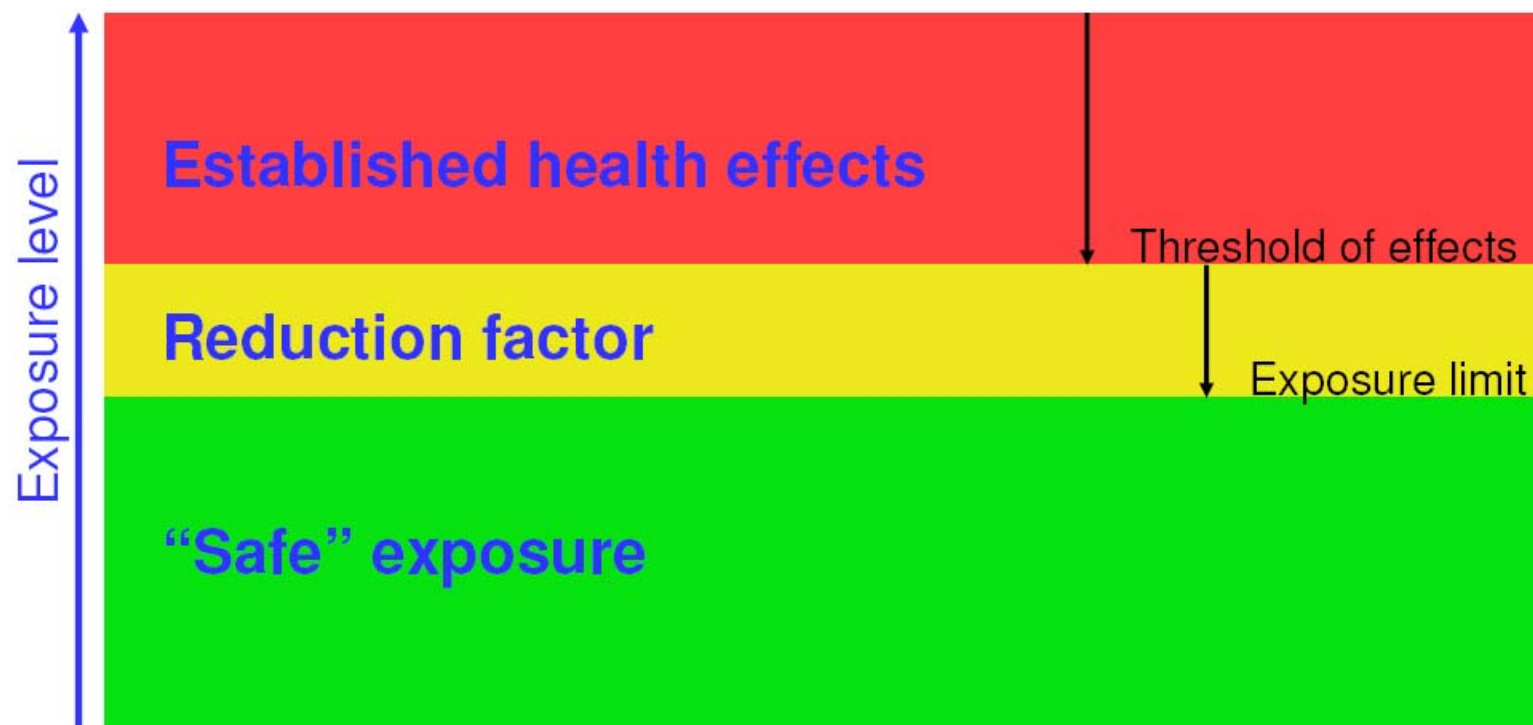
Ojos

- ✓ Queratitis
- ✓ Conjuntivitis
- ✓ Cataratas
- ✓ Retinitis
- ✓ Quemaduras retina/córnea

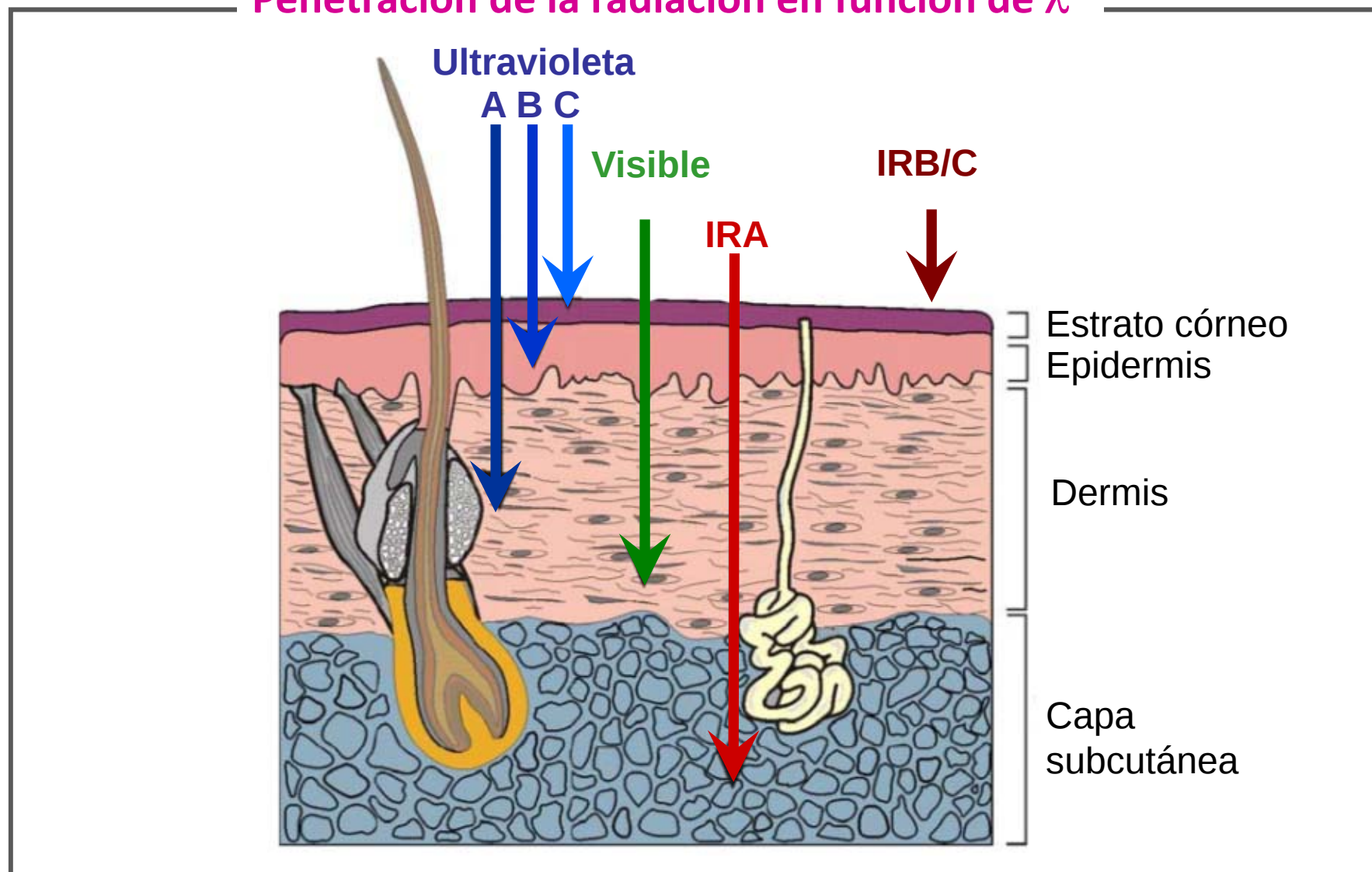
Piel

- ✓ Eritemas
- ✓ Elastosis
- ✓ Cáncer de piel
- ✓ Quemaduras

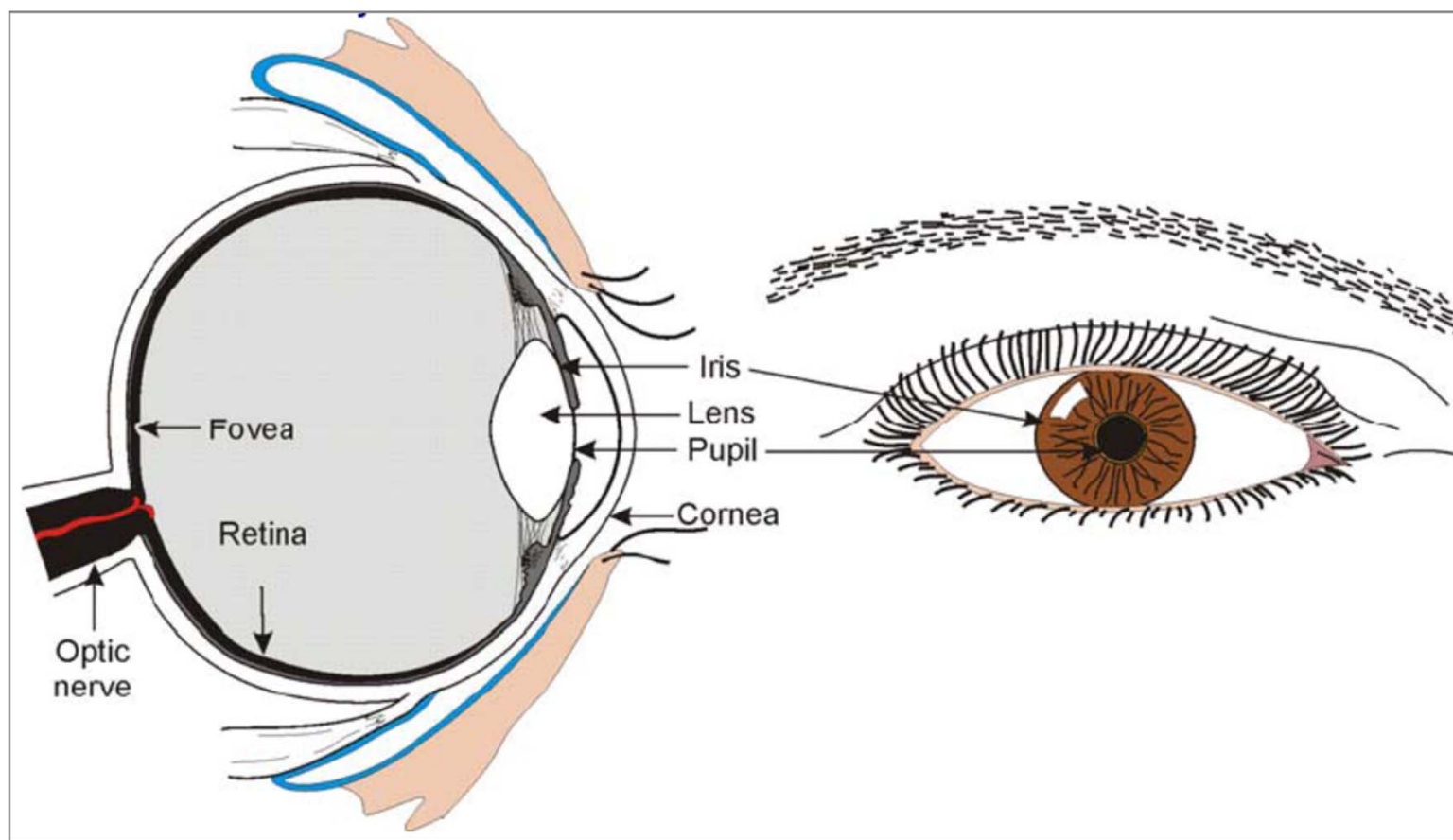
OBSERVABLE HEALTH EFFECTS



Penetración de la radiación en función de λ



Anatomía del ojo humano



Protección natural del ojo. Mecanismos de aversión

Constricción pupila



Interposición manos



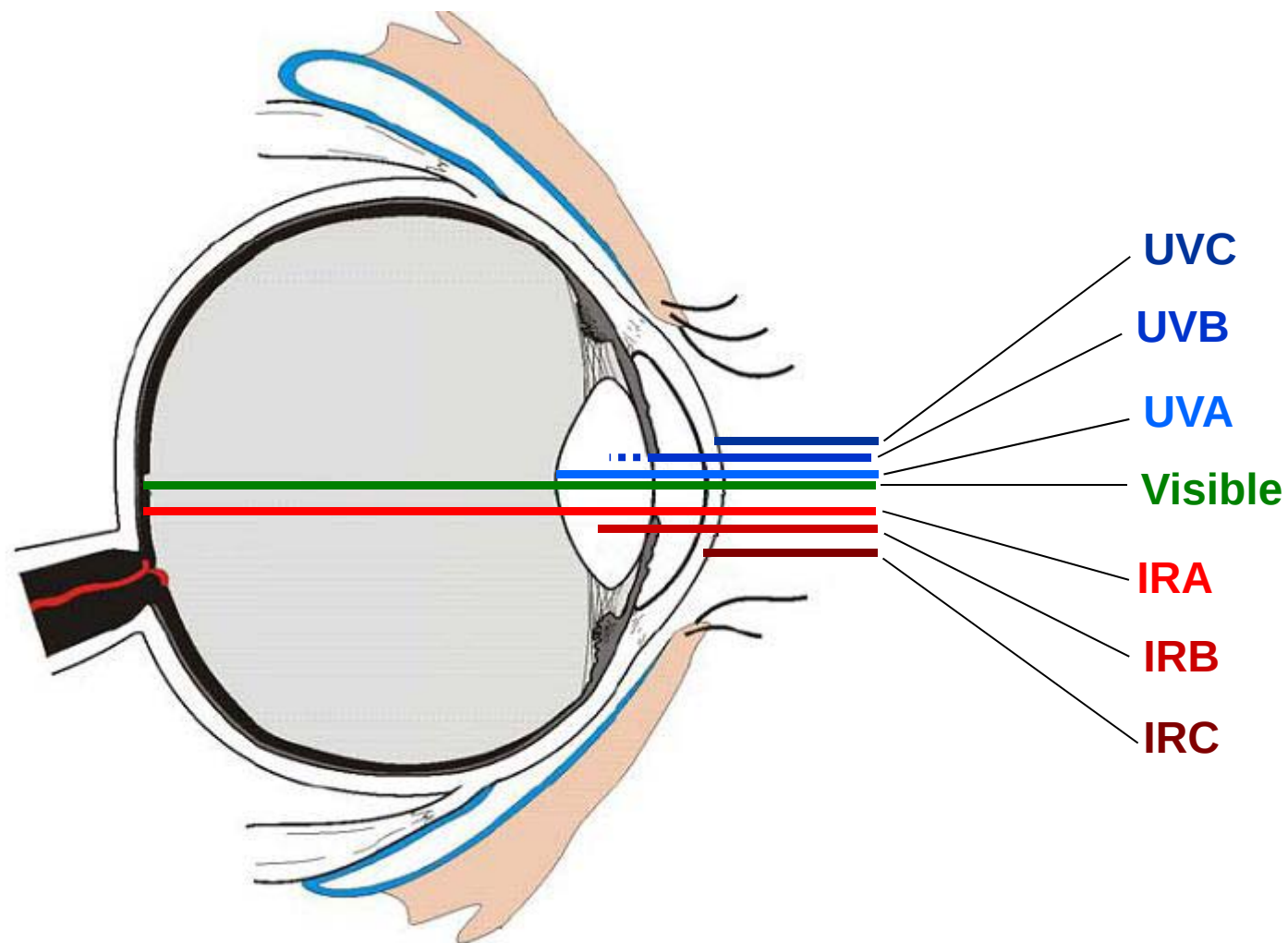
Parpadeo y lagrimeo



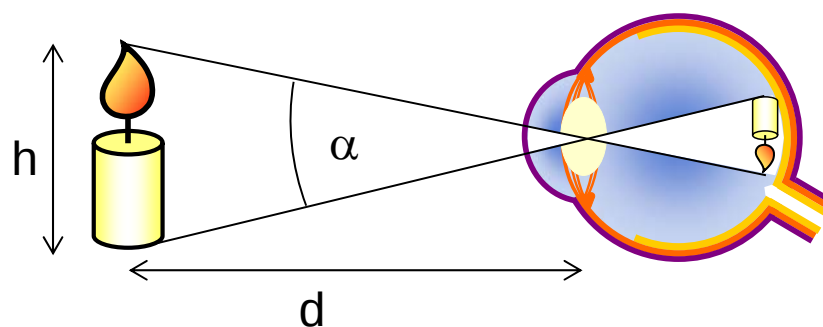
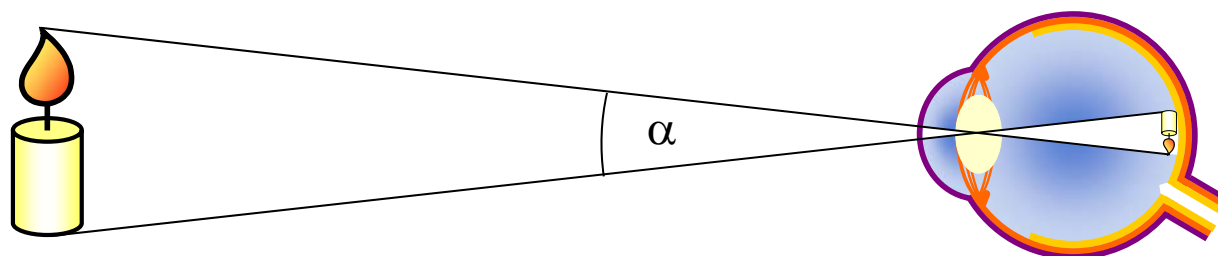
Movimientos cabeza



Penetración de la radiación en función de la longitud de onda



Geometría de la visión. Ángulo subtendido



α = Ángulo subtendido

RD 486/2010

Anexo I

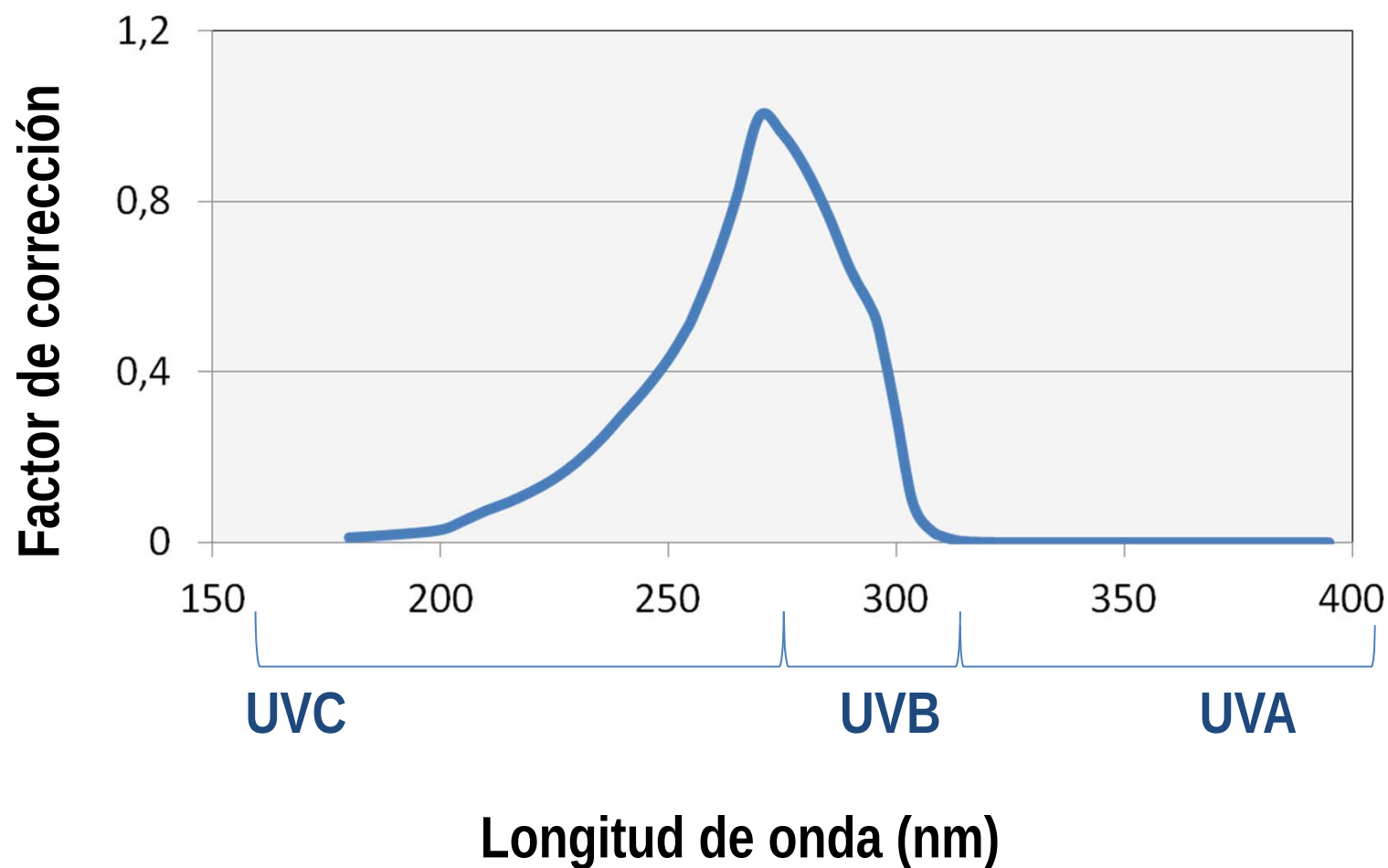
Valores límite para radiación incoherente

Longitud de onda λ (nm)	Valor límite (unidades)		Parte del cuerpo/Riesgo
180-400 (UV A-B-C)	$H_{\text{eff}}=30$ (J/m ²) <i>valor referido a 8 horas</i>		Ojos: Córnea-----fotoqueratitis Onjuntiva-----conjuntivitis Cristalino-----cataratas Piel: Eritema, elastosis, cáncer de piel
315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}}=10^4$ (J/m ²) <i>valor referido a 8 horas</i>		Ojos: Cristalino-----cataractogénesis
$(\alpha \geq 11 \text{ mrad})$ 300-700 (luz azul) ⁽¹⁾	Para $t \leq 10.000 \text{ s}$	$L_B=10^6/t$ (W/ m ² ·sr)	Ojos: Retina-----fotoretinitis
	Para $t > 10.000 \text{ s}$	$L_B=100$ (W/ m ² ·sr)	
$(\alpha < 11 \text{ mrad})$ ⁽²⁾ 300-700 (luz azul) ⁽¹⁾	Para $t \leq 10.000 \text{ s}$	$E_B=100/t$ (W/ m ²)	
	Para $t > 10.000 \text{ s}$	$E_B=0,01$ (W/ m ²)	
380 – 1400 (visible e IRA)	Para $t > 10 \text{ s}$ $L_R=(2,8 \cdot 10^7)/C_a$ (W/ m ² ·sr)	Para: $\alpha \leq 1,7 \text{ mrad}$ $C_a=1,7$ $1,7 \leq \alpha \leq 100 \text{ mrad}$ $C_a=\alpha$ $\alpha > 100 \text{ mrad}$ $C_a=100$	Ojos: Retina-----quemaduras
	Para $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$ $L_R=(5 \cdot 10^7)/(C_a \cdot t^{0,25})$ (W/ m ² ·sr)		
	Para $t < 10 \mu\text{s}$ $L_R=(8,89 \cdot 10^8)/C_a$ (W/ m ² ·sr)		
780 – 1400 (IRA)	Para $t > 10 \text{ s}$ $L_R=(6 \cdot 10^6)/C_a$ (W/ m ² ·sr)	Para: $\alpha \leq 11 \text{ mrad}$ $C_a=11$ $11 \leq \alpha \leq 100 \text{ mrad}$ $C_a=\alpha$ $\alpha > 100 \text{ mrad}$ $C_a=100$	Ojos: Retina-----quemaduras
	Para $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$ $L_R=(5 \cdot 10^7)/(C_a \cdot t^{0,25})$ (W/ m ² ·sr)		
	Para $t < 10 \mu\text{s}$ $L_R=(8,89 \cdot 10^8)/C_a$ (W/ m ² ·sr)		
780-3000 (IRA e IRB)	Para $t \leq 1.000 \text{ s}$	$E_{\text{IR}}=18.000 \cdot t^{0,75}$ (W/ m ²)	Ojos: Córnea-----Quemaduras Cristalino-----cataratas
	Para $t > 1.000 \text{ s}$	$E_{\text{IR}}=100$ (W/ m ²)	
380-3000 (visible, IRA e IRB)	Para $t < 10 \text{ s}$	$H_{\text{piel}}=20.000 \cdot t^{0,25}$ (J/ m ²)	Piel: -----Quemaduras

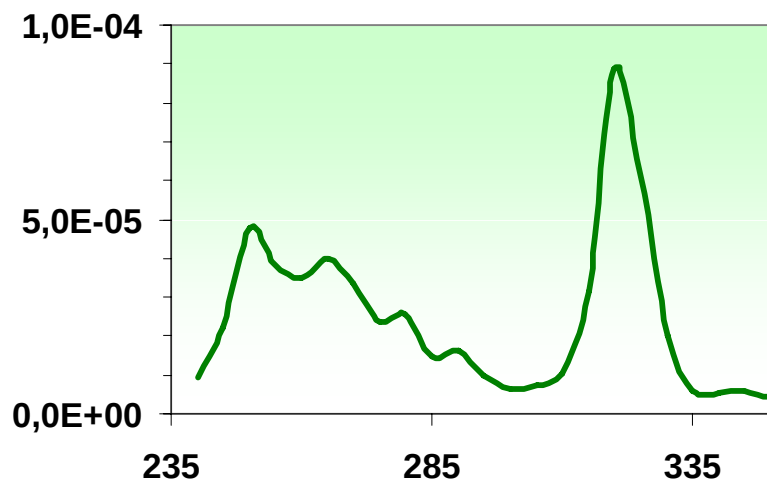
Ultravioleta. - Valores límite exposición

	UVB/C Ojos y piel	UVA ojos
Límite exposición	$H_{\text{eff}} = 30 \text{ J/m}^2$ (corrección espectral)	$H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J/m}^2$
Tiempo	8 h	8 h

Radiación Ultravioleta. Curva de ponderación $S(\lambda)$

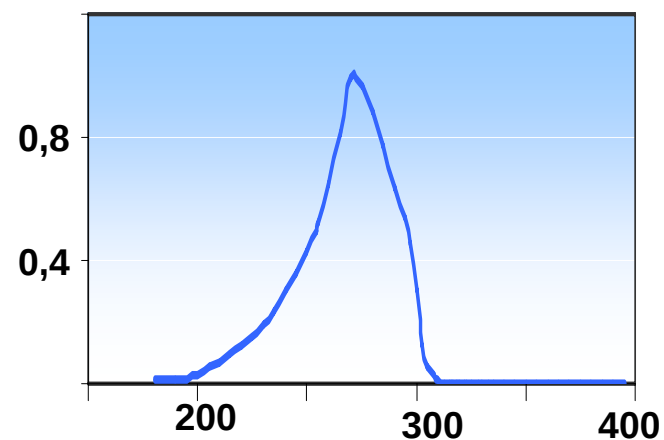


Espectro registrado

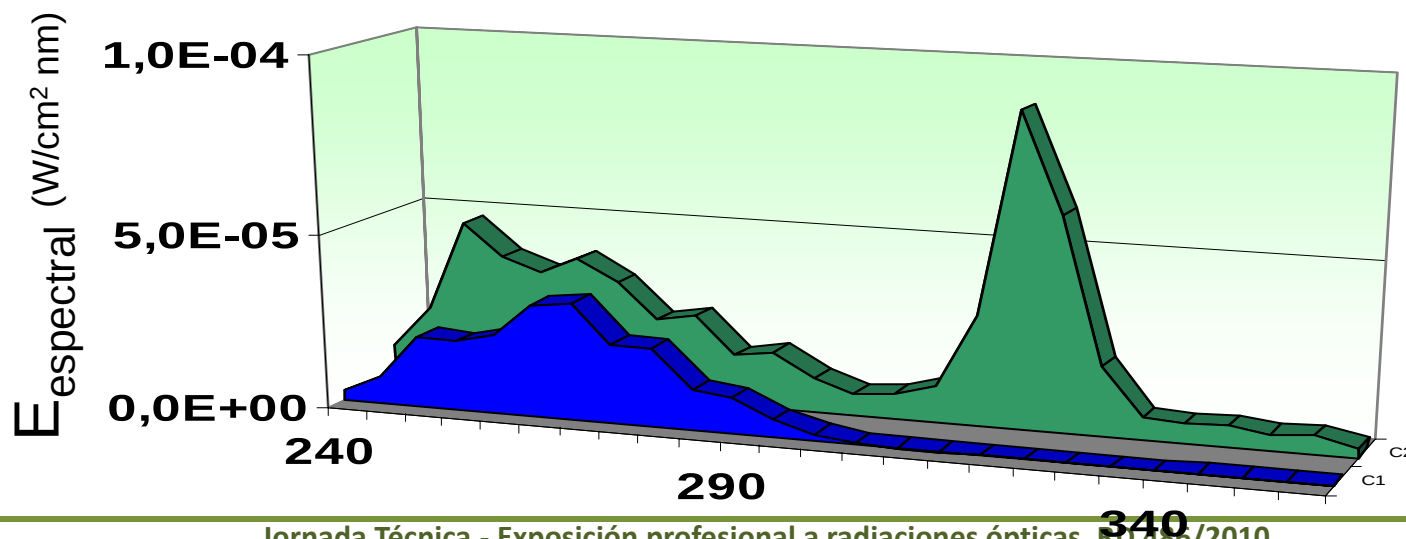


Corrección espectral

Curva de ponderación



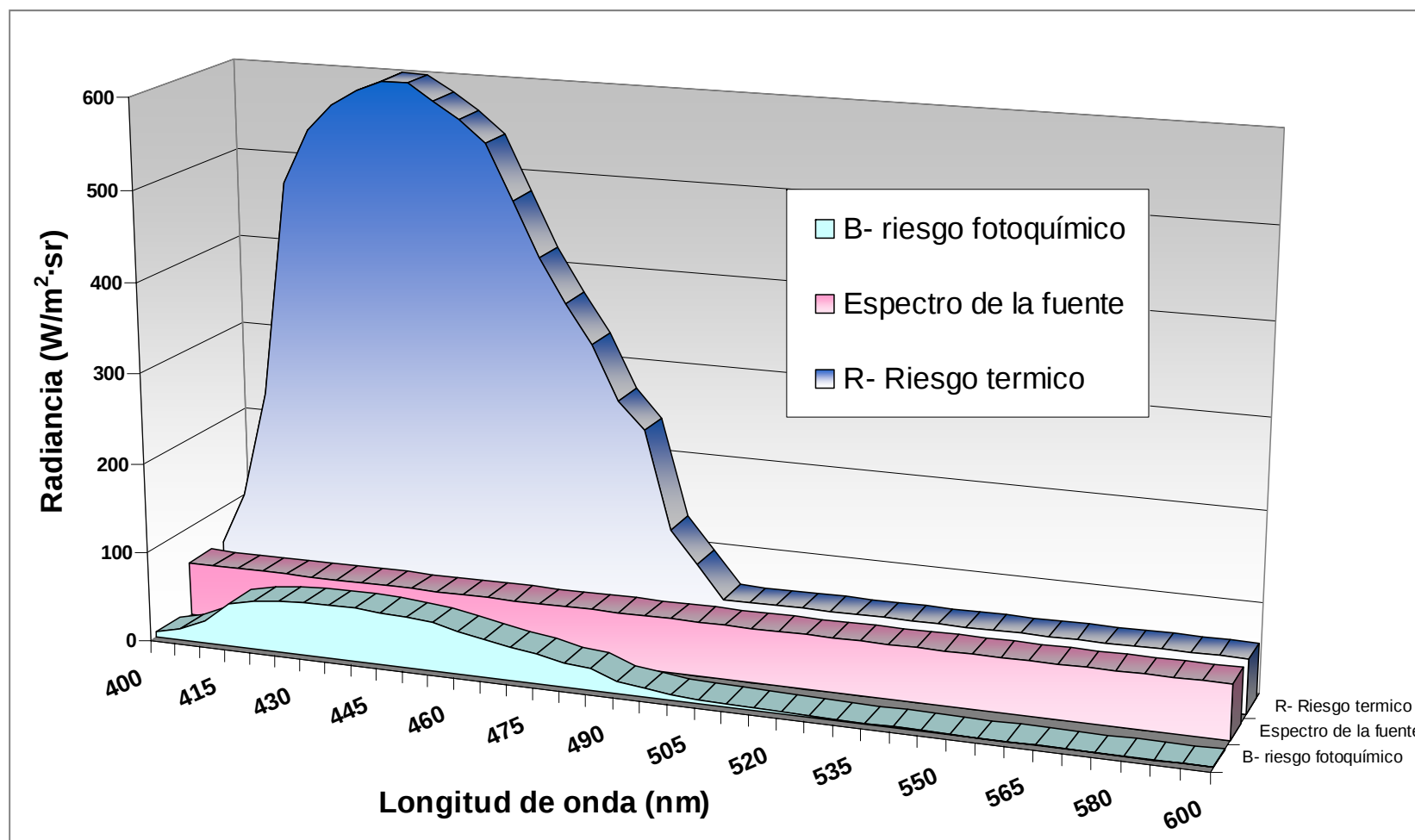
Ponderación ICNIRP



Visible
e
Infrarrojo

$\Delta\lambda$	Riesgo	VLE
300-700	Luz azul en retina $\alpha > 11$ mrad	$L_B = 10^6 / t \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} (t \leq 10^4 \text{ s})$
		$L_B = 100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} (t > 10^4 \text{ s})$
	Luz azul en retina, $\alpha < 11$ mrad	$H_B = 100 / t \text{ W m}^{-2} (t \leq 10^4 \text{ s})$
		$E_B = 10^{-2} \text{ W m}^{-2} (t > 10^4 \text{ s})$
380-1400	Quemadura retina (estímulo visual) $10 \mu\text{s} < t < 10 \text{ s}$	$L_R = 50000 / \alpha t^{1/4} \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$
780-1400 IRA	Quemadura retina (no estímulo visual)	$L_R = 6000 / \alpha \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ $(t \geq 10 \text{ s})$
780-3000 IR	Lesión térmica en córnea y cristalino	$E_{IR} = 18000 t^{-3/4} \text{ W m}^{-2}$ $(t < 10^3 \text{ s})$
		$E_{IR} = 100 \text{ W m}^{-2} (t \geq 10^3 \text{ s})$
780-3000	Lesión térmica piel	$H_{piel} = 20000 t^{1/4} \text{ W m}^{-2}$ $(t < 10 \text{ s})$

Curvas de ponderación para la radiación visible



Anexo II. Valores límite para Láser

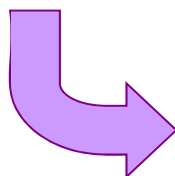
Longitud de onda λ (nm) (1)		Apertura	VALOR Límite						Efecto	
			Duración							
			10 ¹ ---10 ²	10 ² ---10 ⁴	10 ⁴ ---3·10 ⁴					
UVC	180-280	3.5 mm	H=30 (J/m ²)						Lesiones fotoquímicas y térmicas	
UVB	280-315	3.5 mm	VALOR Límite						Lesiones fotoquímicas y térmicas	
	30		Duración							
	30		10 ⁻¹³ --10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹ --10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ --10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ --1,8·10 ⁻⁵	1,8·10 ⁻⁵ --5·10 ⁻⁵	5·10 ⁻⁵ --10 ⁻³		5·10 ⁻⁵ --10
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	30									
	3									

Equipos láser. Normas UNE-EN 60825

NORMA UNE-EN 60825 -1: 2008



***" Seguridad de los productos láser.
Parte 1. Clasificación de los equipos y requisitos".***



LEA

Límite Emisión Accesible

EQUIPOS LÁSER. NORMAS UNE-EN 60825

Medidas de control

	Clase 1	Clase 1M	Clase 2	Clase 2M	Clase 3R	Clase 3B	Clase 4
Descripción clase	Seguros en condiciones razonables de uso.	Como Clase 1, aunque puede ser peligrosos si se miran a través de instrumentos ópticos (lupas o binoculares).	Seguros para exposiciones cortas; el ojo está protegido por los respuestas de naturales de aversión.	Como Clase 2, aunque puede ser peligrosos si se miran a través de instrumentos ópticos (lupas o binoculares).	Riesgo de daño relativamente bajo, pero es necesario impartir al trabajador la formación adecuada.	Visión directa del haz es peligrosa.	Visión directa e indirecta del haz es peligrosa. Entraña riesgo para la piel. Existe riesgo de incendios.
Formación	Seguir las instrucciones del fabricante.	Recomendable formación específica.	Seguir las instrucciones del fabricante.	Recomendable formación específica.	Obligatoria formación específica.	Obligatoria formación específica.	Obligatoria formación específica.
EPI	No necesario.	No necesario.	No necesario.	No necesario.	Depende de la evaluación de riesgos.	Obligatorio.	Obligatorio.
Otras medidas de protección	No necesaria.	Evitar el uso de instrumentos ópticos.	No apuntar directamente al ojo.	No apuntar directamente al ojo y evitar el uso de instrumentos ópticos.	Prevenir la exposición directa del ojo.	Prevenir la exposición directa del ojo. Evitar las reflexiones.	Prevenir la exposición directa del ojo y la piel.

Evaluación de riesgos

Artículo 6. Evaluación de riesgos



Cuando haya trabajadores expuestos, **el empresario deberá evaluar**, los niveles de radiación a que estén expuestos los trabajadores, de manera que puedan definirse y ponerse en práctica las medidas necesarias para reducir la exposición a los límites aplicables.



La medición de los niveles de exposición **no será necesaria** en los casos en que la **directa apreciación** profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma teniendo en cuenta, en su caso, para el cálculo de dichos niveles, los datos facilitados por los fabricantes de los equipos conforme a la normativa de seguridad en el producto que les sea de aplicación.

Artículo 6. Evaluación de riesgos

En la evaluación se prestará especial atención a:

- Rango espectral
- Tiempo de exposición
- Valor Límite Exposición
- Trabajadores sensibles
- Efectos indirectos
- Vigilancia de la salud
- Fuentes múltiples
- **Clasificación láser**
- **Datos fabricantes**

Clasificaciones de riesgo

- ✓ **UNE EN 60825 - 1:2008 Seguridad de los productos láser**
- ✓ **UNE EN 62471:2009 Seguridad fotobiológica de lámparas**
- ✓ **UNE EN 12198 - 1:2001 Clasificación de máquinas según los niveles de emisión de radiación**

El fabricante es el encargado de la clasificación de las fuentes

Evaluación por la información de los fabricantes

UNE EN 60825-1: 2008 Láser



UNE EN 62471:2009 F. incoherentes



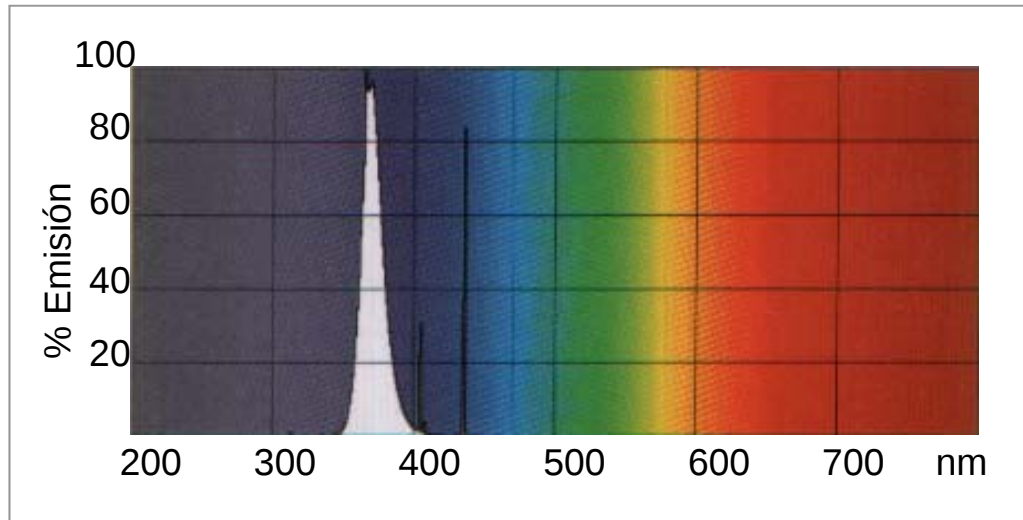
El fabricante es el encargado de la clasificación de las fuentes

UNE-EN 12198-1:2001

Clasificación de máquinas según los niveles de emisión de radiación

CATEGORÍA	RESTRICCIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	INFORMACIÓN Y FORMACIÓN
0	Ninguna restricción	No necesaria
1	Limitación de acceso. Pueden ser necesarias medidas de protección	Información sobre peligros, riesgos y efectos secundarios
2	Restricciones especiales, medidas de protección imprescindibles	Información sobre peligros, riesgos y efectos secundarios; puede ser necesaria formación

Ejemplos de datos de fabricantes. Lámpara UVA



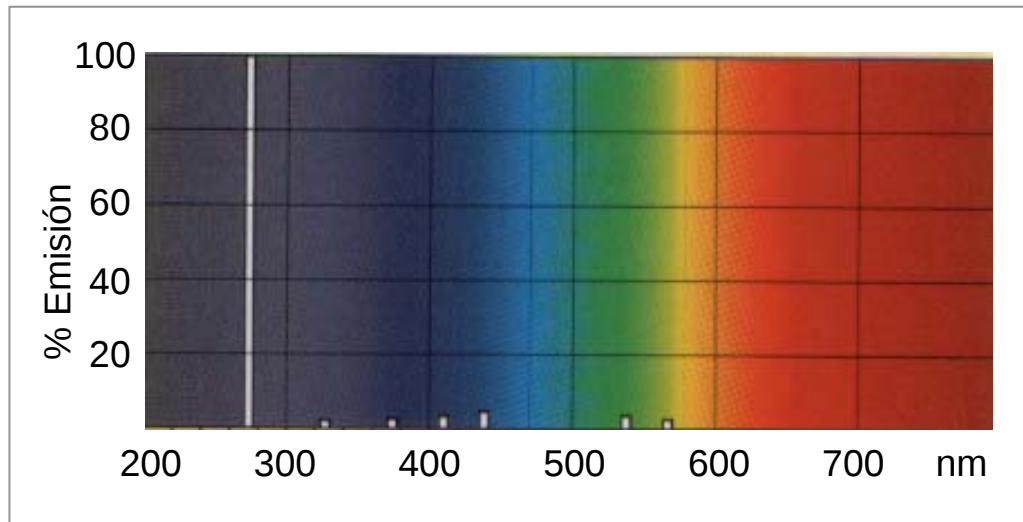
$$E = \frac{\text{Potencia radiante}}{\text{distancia}^2}$$

✓ Valor límite

✓ Tiempo exposición

Lámpara (Aplicación)	UVA (Fotopolimerización)
Emisión Pral.	350-400 nm
Emisión máx.	370nm
Emisión residual	UVB/UVA < 0,1% 280-315nm
Potencia estimada	15 W
Potencia UVA	3,5 W
Vida útil	5000 h
Dimensiones	437 x 28 mm

Ejemplos de datos de fabricantes. Lámpara germicida



Lámpara (Aplicación)	Germicida (Esterilización)
Emisión Pral.	253,7 nm
Potencia estimada	15 W
Potencia UVC	4,9 W
Vida útil	9000 h
Dimensiones	437 x 28 mm

El cristal filtra la formación de ozono 185 nm

Señal de advertencia en lámpara indica emisión UVC

Radiación nociva para piel y ojos.

Las lámparas deben estar apantalladas TOTALMENTE

Conclusiones

- Las radiaciones ópticas están presentes en todos los puestos de trabajo. Sin embargo **sólo cuando concurren determinados factores pueden suponer un riesgo potencial.**
- Los Valores Límite de Exposición descritos en el RD 486/2010 son de aplicación compleja ya que se **debe conocer la geometría de la exposición** y los reflejos naturales de aversión.
- El RD 486/2010 permite realizar la evaluación basada en la **apreciación directa del técnico** y en los datos facilitados por los fabricantes.
- Los fabricantes facilitan información de sus fuentes ya sea a través de las **clasificación de riesgo** o directamente relacionada con la **emisión de la fuente.**

Gracias por su atención

Agradecimientos

Unidad de Riesgos Físicos CNNT

María José Rupérez Calvo

Beatriz Diego Segura
bdiego@insht.meyss.es