

# **Nota técnica radiación UV**

## **Previa a la Guía Técnica**





# ÍNDICE

- 1. Introducción
- 2. Espectro electromagnético
- 3. Radiación UV y sus efectos
- 4. Prevención
- 5. Conclusiones
- 6. Autores
- 7. Referencias y bibliografía

# 1

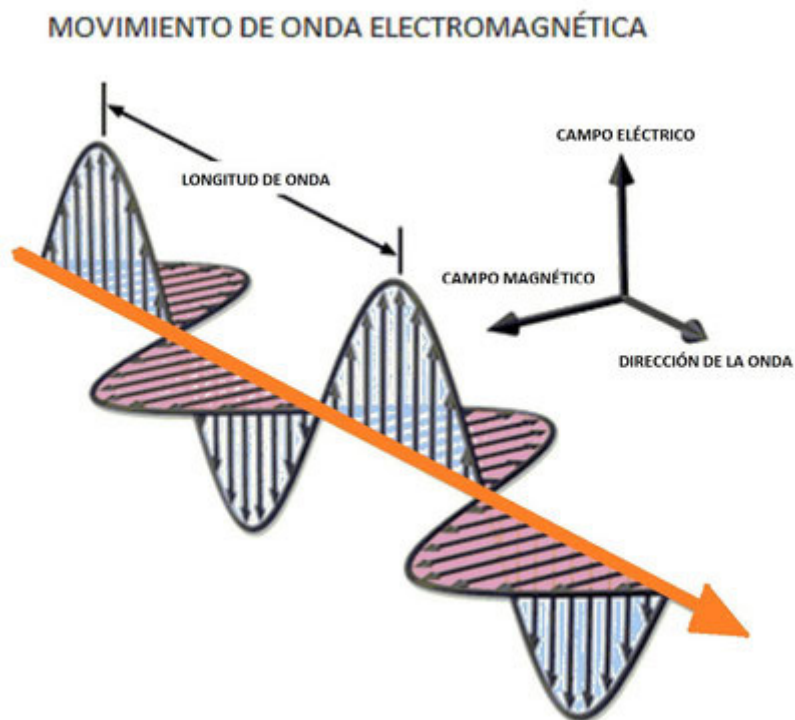
## Introducción

La radiación UV, mal denominada coloquialmente luz UV, es una tecnología muy eficaz para la desinfección de patógenos que lleva mucho tiempo aplicándose en diversos campos. Dada la importancia del buen uso de la radiación UV, el clúster de iluminación CICAT ha organizado un grupo de trabajo especializado, liderado por EURECAT, que ha redactado esta nota técnica y está desarrollando una guía práctica de aplicación, instalación y uso de esta tecnología.



## 2 Espectro electromagnético

Entre el 1860 y 1870 James Clerk Maxwell unificó los campos de la electricidad, el magnetismo y la óptica con sus trabajos sobre el electromagnetismo. Maxwell definió la luz como una perturbación electromagnética (un campo eléctrico y un campo magnéticos perpendiculares entre sí) en forma de ondas que se propagan a una velocidad finita, la velocidad de la luz.

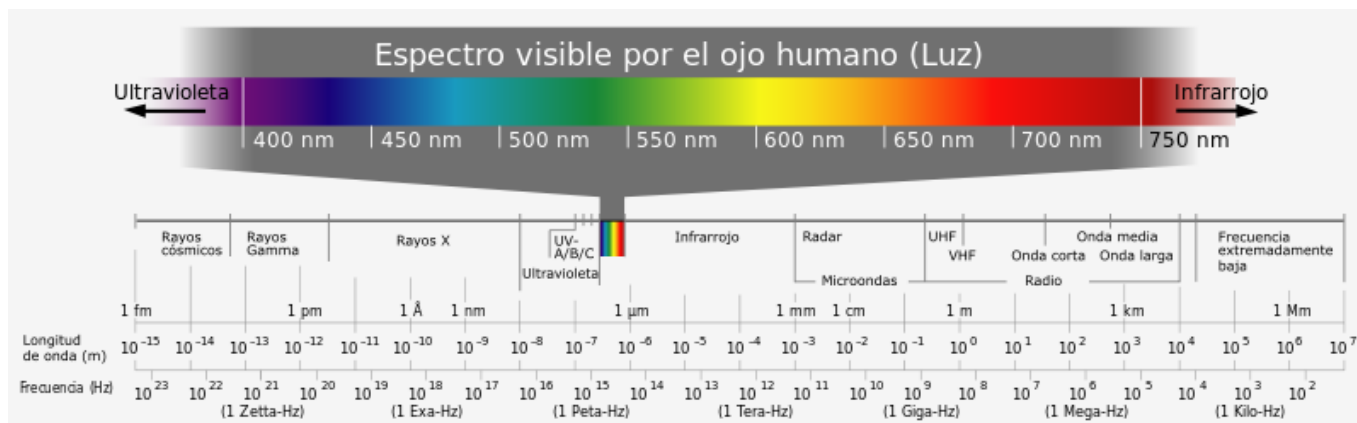


*Movimiento de una onda electromagnética.*

Para entender mejor las características de la radiación ultravioleta y sus efectos en humanos y patógenos es necesario comprender los parámetros fundamentales.

El movimiento de una onda desde cualquier punto hasta su homólogo se llama ciclo. El número de ciclos que produce una onda en 1 segundo es su frecuencia y su unidad es el hercio (Hz). A la distancia entre 2 crests consecutivos se le denomina longitud de onda. Cuanto más alta es la frecuencia más corta es la longitud de onda y cuanto más baja es la frecuencia más larga es la longitud de onda. Son solo estas diferencias las que hacen que una onda electromagnética sea diferente de la otra.

Si ordenamos las ondas electromagnéticas en función de su frecuencia o longitud de onda, podemos ver un espectro continuo al cual llamamos espectro electromagnético.



*Espectro electromagnético.*

Podemos clasificar la radiación electromagnética por su longitud de onda. La radiación óptica ocupa la zona comprendida entre los rayos X y las microondas y se divide en radiación ultravioleta (UV), visible e infrarrojo (IR).

En algunos casos, las bandas se pueden solapar no teniendo unos límites estrictamente fijos.

Además de UV e IR, la radiación se subdivide también en tres clasificaciones denominadas A, B y C. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y la directiva 2006/25/CE [1] de radiación óptica artificial nos marca las clasificaciones por su longitud de onda:

- Radiación ultravioleta (UV): la radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 100 y 400nm y esta está subdividida en UVA (315-400nm), UVB (280-315nm) y UVC (100-280nm).
- Radiación visible: comprendida entre las longitudes de onda 380nm y 780nm.
- Radiación infrarrojo (IR): radiación de onda comprendida entre 780nm y 1mm. La región infrarrojo se divide en IRA (780-1400nm), IRB ((1400-3000nm) e IRC ((3000nm-1mm)

Las longitudes de onda por debajo de 180nm (UV de vacío) tienen poca importancia biológica práctica ya que se absorben fácilmente en el aire [2].

# 3

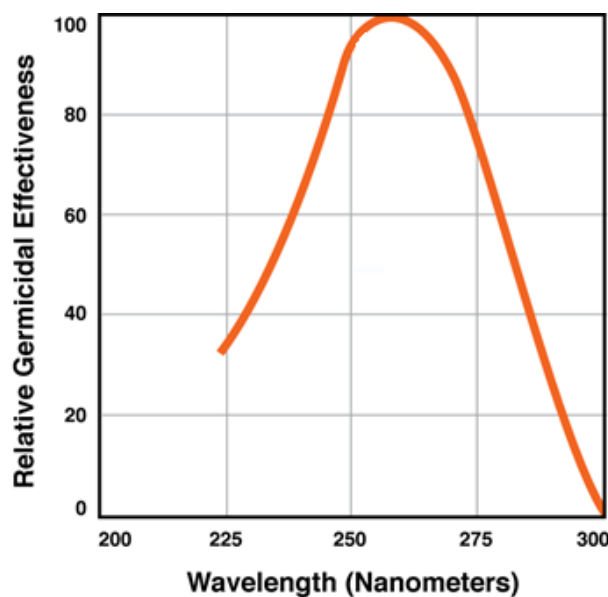
## Radiación UV y sus efectos

Dependiendo de la longitud de onda y el tiempo de exposición, la radiación UV posee diferentes propiedades útiles en múltiples campos de aplicación, pero al mismo tiempo puede ser causante de daños en ojos y piel.

La radiación ultravioleta se utiliza en una amplia variedad de procesos médicos e industriales y para fines cosméticos. Estos incluyen fotocurado de tintas y plásticos (Se utiliza sobre todo UVA y UVB), procesos fotorresistentes (todos los UV), simulación solar (todos los UV), curtido cosmético (UVA y UVB), pruebas de decoloración (UVA y UVB), dermatología (todos los UV) y Odontología (UVA) [3]. También podemos encontrar la utilización de radiación UV en autenticación de billetes o pasaportes, detección de fluidos corporales en análisis forenses; efectos especiales en escenarios o discotecas (UVA). También podemos encontrar la utilización de fuentes de luz UV para tratamiento y desinfección de agua (de acuarios, piscinas, invernaderos, residuales), desinfección de instrumentos y esterilización de aire (UVC) [4].

El orden de eficacia germicida de las regiones UV es UVC > UVB > UVA.

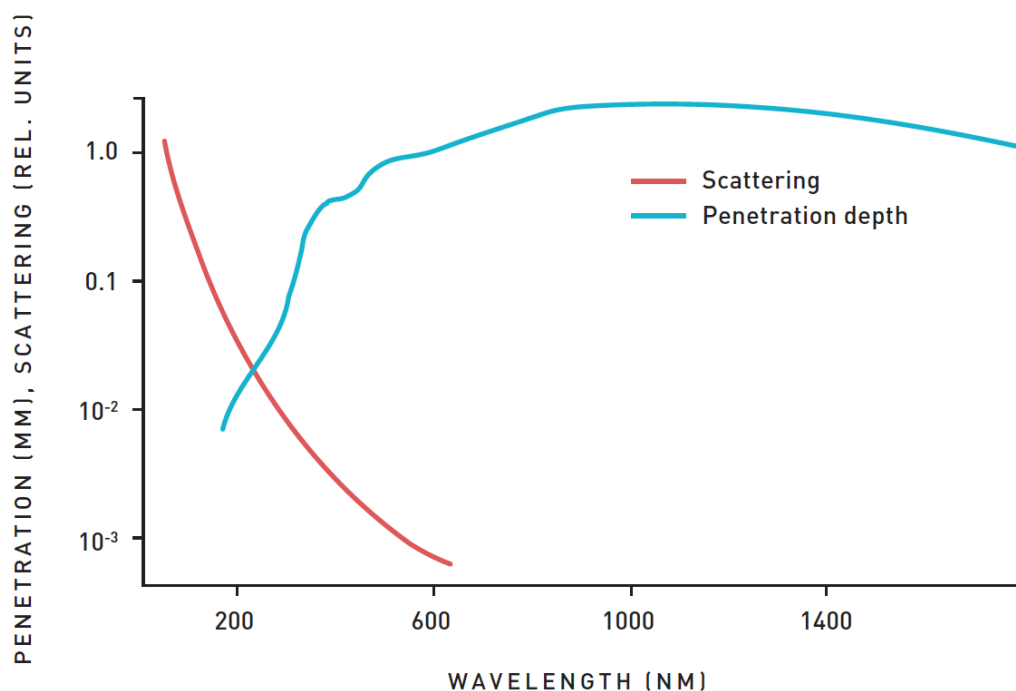
La radiación UV, y en mayor medida el UVC, destruye la capacidad reproductiva de los microorganismos debido a cambios fotoquímicos en los ácidos nucleicos y en menor grado a proteínas. Es un método ampliamente conocido de desinfección y apto para varios tipos de virus, incluyendo SARS-CoV. La eficacia de la desinfección depende de varios factores, tales como la potencia de la radiación, la distancia al objeto irradiado, las zonas inalcanzadas por radiación directa, la presencia de proteínas u otros elementos que absorben UV, entre otros factores más específicos. Pese a sus limitaciones puede ser un método complementario para combatir del COVID-19.



*Efecto germicida respecto a la longitud de onda. La máxima acción germicida se produce entorno a los 260nm.*

Las radiaciones ópticas no poseen suficiente energía para provocar la ionización de la materia biológica sobre la que inciden, por lo que están clasificadas dentro del espectro electromagnético en el grupo de las radiaciones no ionizantes. Sin embargo, una exposición inadecuada a radiaciones ultravioleta puede causar daños en los ojos y en la piel.

La radiación electromagnética UV tiene un poder de penetración limitado. El cuerpo humano responde de forma diferente en cada una de las regiones del espectro óptico, ya que la energía de la radiación está relacionada con su rango espectral. El tipo de lesión dependerá de la absorción de esa energía por los distintos tejidos biológicos [2].



*Espectro de penetración de la luz y la radiación UV en el tejido humano.*

Como se puede observar en el gráfico, la dispersión aumenta con la disminución de la longitud de onda.

Los efectos de la radiación UV sobre piel y ojos, son dependientes del tiempo de exposición y la cantidad de radiación recibida. Por ejemplo: la luz azul puede causar lesiones en la retina por una exposición de corta duración con una fuente luminosa muy intensa o por una exposición más prolongada a una fuente de luz menos intensa.

Los ojos detectan y focalizan la luz hasta la retina. Para protegerse frente a fuentes visibles excesivamente brillantes, disponen de mecanismos de aversión (constricción de la pupila, parpadeo, lagrimeo, etc.). En función de la longitud de onda, la radiación óptica se absorbe en los diferentes tejidos del ojo. La córnea y la conjuntiva absorben la mayoría de las longitudes de onda por debajo de 300nm, el cristalino absorbe el IRC, UVA e IRB y la retina el visible y el IRA [2].



Uno de los principales efectos que nos puede producir una inadecuada exposición de la radiación UV son las cataratas de origen fotoquímico. Se trata de un aumento de la opacidad del cristalino originado por la desnaturalización de sus proteínas. Otros efectos que pueden aparecer son la fotoqueratitis y la fotoconjuntivitis (inflamaciones de la córnea y la conjuntiva, respectivamente). Se caracterizan por dolor intenso, irritación, fotofobia, lagrimeo y sensación de arena en los ojos. [3]

En la piel, la penetración de la radiación óptica depende de la longitud de onda y de las propiedades ópticas del tejido. La mayor parte de la radiación ultravioleta es absorbida en las capas más externas. La radiación UVB se absorbe en la epidermis mientras que la radiación UVA tiene un nivel de penetración mayor. Los efectos adversos por sobre exposición a radiación UV son: eritema y elastosis. Eritema es el enrojecimiento de la piel producido por la vasodilatación de los capilares, en ocasiones acompañado de hinchazón y dolor.

Se produce tras pocas horas de exposición y persiste unos días, después aparece un aumento de la pigmentación. Por otro lado, la elastosis consiste en una degradación de las fibras de colágeno y elastina de la dermis lo que provoca un envejecimiento cutáneo precoz en el que la piel pierde su suavidad y firmeza [4].

Podemos encontrar los límites de exposición a la radiación óptica en el Real Decreto 486/2010[3] según la Directiva Europea 2006/25/CE, y la clasificación de las fuentes de luz por su grupo de riesgo [5] en EN 62471.

## 4 Prevención

Las fuentes de radiación UV requieren las debidas precauciones para garantizar un uso seguro. Con este fin el grupo de trabajo aporta las prácticas generales y precauciones recomendadas para el uso de fuentes de radiación UV.

La radiación UV es fácilmente absorbida por la ropa, el plástico o el vidrio. Una vez absorbida, la radiación UV ya no está activa. Cuando se trabaja con radiación UV, durante el mantenimiento u otras situaciones, se recomienda equipo de protección individual que cubra todas las áreas expuestas. Cuando se trabaja con dispositivos UVC, uno debe:

- Utilizar pantallas faciales o gafas de seguridad específicamente diseñadas para proteger frente a estos riesgos (Norma europea EN166 y EN170). Existen en diferentes colores (claro, amarillo, gris) de acuerdo con la protección ofrecida por longitud de onda.
- Cubrirse cualquier piel expuesta con batas de laboratorio, guantes de nitrilo u otra vestimenta de laboratorio.



Fotos: Fisher Scientific y Wurth.

El personal que trabaja con UVC o cerca de las instalaciones UVC debe recibir formación sobre salud y seguridad, manipulación y mantenimiento de fuentes UVC, y respuesta de primeros auxilios después de la exposición a la luz UVC.

Se recomienda encarecidamente que se coloquen señales de advertencia cuando los dispositivos UVC estén conectados eléctricamente para advertir a los observadores de la posible exposición a la radiación UV, especialmente si se trata de LED, puesto que no tienen emisión en el espectro visible. Estas etiquetas deben estar localizadas en todos los idiomas relevantes e indicar que el peligro para los ojos y la piel es probable y que solo los operadores autorizados están permitidos en el área.

Las etiquetas de advertencia deben colocarse fuera de los paneles de acceso y las puertas a la fuente de UVC, así como los paneles o puertas a las áreas adyacentes donde la radiación UVC puede penetrar o reflejarse.



Los riesgos de exposición a los rayos UVC deben minimizarse tomando todas las precauciones posibles.

Los sistemas más adecuados son los interruptores de seguridad, independientes de la iluminación general, conectados en serie y situados en lugares solo accesibles para personas autorizadas. Las ubicaciones de los interruptores deben estar bloqueadas o protegidas con

contraseña para garantizar que la fuente UVC no se encienda accidentalmente. Cada sistema UVC debe tener la opción de una ventana de visualización para que los trabajadores puedan ver el conjunto de la lámpara sin la posibilidad de sobreexposición a UVC.

Las instrucciones de funcionamiento y las recomendaciones para el uso adecuado de cualquier sistema UV deben ser claramente visibles para los operadores o el personal de mantenimiento para garantizar un funcionamiento seguro. El mantenimiento debe realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La energía eléctrica siempre debe desconectarse para evitar la exposición accidental.

En caso de exposición a los rayos UV, se recomiendan las siguientes acciones:

- Consulte a un oftalmólogo si se sospecha daño ocular.
- Trate las lesiones cutáneas de inmediato.
- Siga el procedimiento de notificación de incidentes de su organización. Estos a menudo requieren documentación de la fecha y hora del incidente, las personas involucradas, el equipo involucrado y el tipo de lesión.

En la mayoría de los espacios de trabajo, la exposición a la radiación UV se puede prevenir fácilmente si se toman las precauciones adecuadas. Métodos como aumentar la distancia a la fuente de rayos UV, usar EPI's adecuados y / o limitar el tiempo de exposición pueden reducir los riesgos de rayos UV.

# 5

## Conclusiones

La luz ultravioleta es una radiación electromagnética. Existen tres tipos de luz ultravioleta, la UVA, UVB y UVC. El orden de eficacia germicida de las regiones UV es UVC> UVB> UVA.

La radiación UV es una tecnología robusta para la desinfección de patógenos. El efecto desinfectante es proporcional a la exposición directa de la radiación.

La exposición inadecuada a la radiación UV puede tener efectos nocivos para la salud. Afecta, especialmente, a la piel y la vista, pudiendo llegar a causar, por ejemplo, cáncer cutáneo y afectaciones en la córnea. Por este motivo, es fundamental asegurar la correcta selección de fuentes de radiación UV siendo, además, factores determinantes a considerar la instalación, el mantenimiento y uso correcto.

El clúster CICAT y sus empresas asociadas destacan la importancia de hacer un uso adecuado de la tecnología UV para evitar riesgos.

## 6 Autores

La nota técnica ha sido redactada por el Sr. Marc Ballbé de la empresa ASSELUM, el Sr. Jordi Verdaguer de JVV GRUP, Sres. Toni Bonás y Carlos Salafranca de LUXIONA y la Sra. Meritxell Humbert de LED & COMPONENTS EXPERTS. La nota ha sido revisada por el Sr. Jordi Rocasalbas de LEDS-C4, el Sr. Jordi Moncanut de SACOPA y aprobada por la Junta Directiva del Clúster de Iluminación CICAT.



# 7

## Referencias y bibliografía

*[1] Directiva 2006/25/ce, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales).*

*[2] Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180nm and 400nm (incoherent optical radiation).*

*[3] Guía técnica del real decreto 486/2010 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las radiaciones ópticas artificiales.*

*[4] Radiaciones ópticas artificiales. factores relacionados con la fuente y las medidas de control.*

*[5] EN 62471. Photobiological safety of lamps and lamp systems.*

*[6] Ultraviolet germicidal irradiation handbook. Wladyslaw Kowalski.*

*[7] CIE 155:2003 Ultraviolet air disinfection.*

