

For more information:

Philips Lighting B.V.
UV Health and Wellness
Zwaanhoefstraat 2
4702 LC Roosendaal
The Netherlands
Tel: + 31 165 577906
Email: uvpurification@philips.com
Web: www.philips.com/uvpurification

Información original en Inglés

Para más información:

Trend Robotics sl
Salud y Bienestar UV
38600 Tenerife
Islas Canarias
España
Tel: + 34 822 148 799
Email: info@trendrobotics.es
Web: www.trendrobotics.es/uv-covid

Información traducida en Español



Información de aplicación purificación ultravioleta

Perfección preservada por el más puro de la luz.

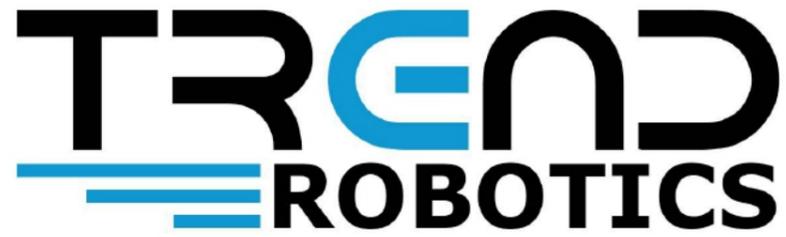


©2006 Koninklijke Philips Electronics N.V.
All rights reserved.

Data subject to change
3222 635 61801
11/06

TREND
ROBOTICS

PHILIPS



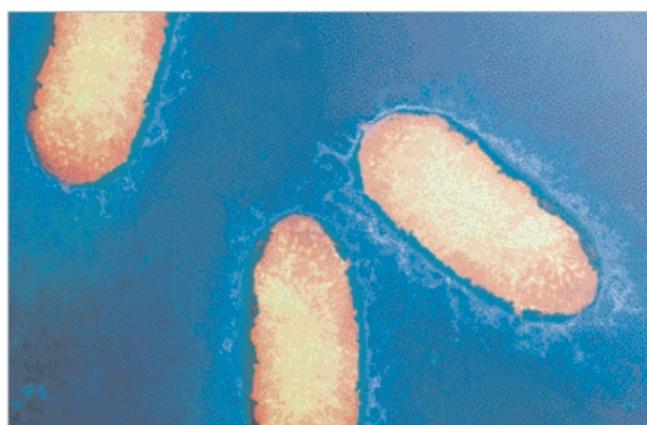
Contenido

Introducción	4
1. Microorganismos	5
	General
1.1 Bacterias y esporas bacterianas	5
1.1.1 Bacterias	5
1.1.2 Esporas bacterianas	5
1.2 Mohos y levaduras	5
1.2.1 Mohos	6
1.2.2 levaduras	6
1.3 Virus	6
	General
2. Luz ultravioleta	8
2.1 Generación y características de la luz ultravioleta de onda corta.	9
2.2 Acción germicida	10
	General
3. Purificación mediante lámparas ultravioleta.	13
3.1 Purificación de aire	13
3.1.1 Lámparas Philips TUV de techo	14
3.1.2 Lámparas TUV de Philips para irradiación del aire superior utilizando reflectores orientados hacia arriba	14
3.1.3 Philips TUV lámparas de irradiación reflectores orientados hacia abajo	15
3.1.4 Philips TUV lámparas en conductos de aire	15
3.1.5 Philips TUV lámparas en unidades independientes	16
3.2 Purificación de la superficie	17
3.3 Purificación líquida	17
	General
4. Aplicaciones	20
4.1 Purificación del agua	20
4.1.1 Aguas residuales municipales	21
4.1.2 Agua potable municipal	21
4.1.3 Agua potable residencial	22
4.1.4 Enfriadores de agua, dispensadores	22
4.1.5 Semiconductores procesan agua	22
4.1.6 Spas y piscinas	22
4.1.7 Torres de enfriamiento	23
4.1.8 Varios	23
	General
4.2 Purificación de aire	24
4.3 bobinas de enfriamiento	25
4.4 Lámparas germicidas de Philips y su aplicación.	25
	General
5. Datos de la lámpara	27
5.1 valores de irradiación UV	27
5.2 Influencia de la temperatura	28
5.3 Vida útil de la lámpara	28
	General
6. Referencias	29

Introducción

La contaminación del macro y micro ambiente ha causado preocupación durante décadas y en los últimos tiempos las macro consecuencias han sido sometidas a protocolos internacionales acordados, destinados a reducir la contaminación. Además, ahora existen leyes nacionales e internacionales para limitar la existencia de microorganismos, particularmente aquellos que afectan la salud humana, animal y de aves en el medio ambiente y la cadena alimentaria. Una consecuencia de esta preocupación ha sido que la reducción de la contaminación es ahora una industria que cubre áreas tales como el cambio de tecnologías para reducir la contaminación primaria y consecuente y la limpieza química, biológica y física. En estas técnicas se incluye la purificación usando luz ultravioleta (UV) C (UVC), que tiene el beneficio de ser eficiente y posiblemente la tecnología más efectiva en energía.

La purificación UVC tiene una larga y honorable historia en la limpieza del aire de la sala. Sin embargo, el crecimiento en otras aplicaciones, como el tratamiento de líquidos de alta tecnología y los estanques domésticos, se ha expandido, mientras que el tratamiento superficial de los alimentos se ha utilizado para extender la vida útil en los supermercados, lo que resulta en menos desperdicio de alimentos y menores existencias.



Si bien la UVC se puede usar como la solución exclusiva en algunas aplicaciones, a menudo se usa junto con otras técnicas. Se deduce que una solución tecnológica única

Es poco probable que el enfoque sea ideal. También se deduce que, dado que la UVC es tan simple y eficaz en términos energéticos, quizás sea conveniente considerar esta opción primero.

Philips Lighting se ha asociado estrechamente con el progreso en este campo al desarrollar, fabricar y comercializar lámparas que generan UVC y continúa investigando nuevas configuraciones de lámparas. Este folleto es la cuarta encuesta de información dirigida al personal técnico y de producción en organizaciones donde los microorganismos problemas actuales.

Microorganismos como bacterias, mohos, levaduras y los protozoos pueden destruirse o eliminarse por métodos físicos, biológicos y químicos. UVC funciona usando un efecto fotolítico por el cual la radiación destruye o inactiva el microorganismo para que ya no pueda multiplicarse.

Para el ADN, esto hace que las bases de timina adyacentes formen un enlace químico, creando así un atenuador y, si se crean suficientes, el ADN no puede replicarse. Algunos microorganismos pueden repararse a sí mismos absorbiendo los rayos UVA. En otros casos, los rayos UVC (y de hecho los rayos UVA o UVB) pueden causar la división de enlaces en una molécula, lo que resulta en la creación de radicales libres, que a menudo son altamente lábiles y que pueden reaccionar juntos para producir un producto final inerte. Para la purificación, estos efectos son producidos por longitudes de onda inferiores a 320 nm, con un efecto óptimo que se produce a alrededor de 260 nm. El fenómeno por el cual los microorganismos pueden desfigurarse o destruirse es independiente del estado del huésped (fluido o sólido). De hecho, con el pH o la temperatura, la característica importante de la acción es que la radiación puede llegar al organismo; Esto significa que una bacteria sombreada por otra o por una partícula escapará del ataque. A diferencia de otras técnicas, la fotólisis UVC rara vez produce subproductos potencialmente peligrosos.

I. Microorganismos

General

Los microorganismos son formas primitivas de vida. Sus pequeñas dimensiones no solo constituyeron la razón original para clasificarlos por separado de los animales y las plantas, sino que también son relevantes para su morfología, la actividad y flexibilidad de su metabolismo y su distribución ecológica. Incluyen protozoos, bacterias y mohos.

La muerte celular en el caso de los microorganismos se refiere a la pérdida de la capacidad de crecer y multiplicarse, o en términos prácticos, a la pérdida de la capacidad de división celular.

La esterilización significa que se matan todos los microorganismos. La pasteurización o el uso de conservantes conducen a la reducción de la cantidad total de microorganismos. La purificación se puede lograr mediante calor húmedo, calor seco, filtración, agentes químicos y radiación ultravioleta (UV).

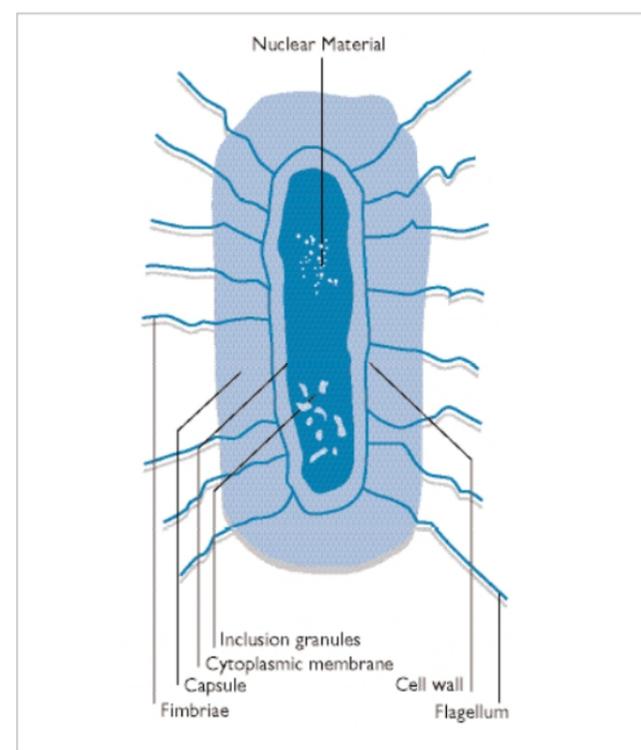


Figure 1. Los componentes principales de una célula bacteriana típica..

I.1 Bacterias y esporas bacterianas

I.1.1 Bacteria

Bacterias es el nombre dado a un gran grupo de organismos, que pueden ser tanto uni como multicelulares; tienen una masa nuclear simple y se multiplican rápidamente por fisión simple. La estructura de la célula bacteriana típica se muestra en la figura 1 y se dan ejemplos de sus formas en la figura 2.

Las bacterias se encuentran en el aire, el agua, el suelo, el material orgánico en descomposición, los animales y las plantas. Las formas saprófitas (las que viven en materia orgánica en descomposición) son más numerosas que las formas parasitarias; estos últimos incluyen patógenos animales y vegetales. Algunas especies de bacterias son autótrofas, es decir, capaces de acumular materiales alimenticios a partir de sustancias simples.

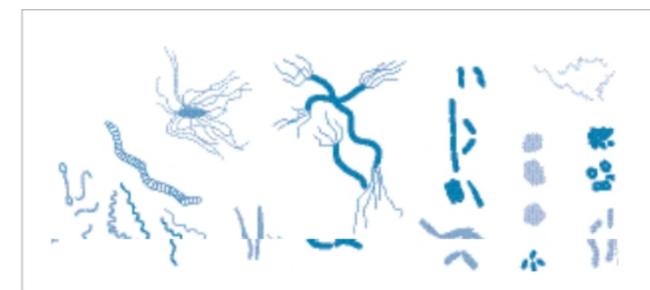


Figure 2. Algunos ejemplos de variedades de bacterias.

I.1.2 Esporas bacterianas

Las esporas bacterianas son resistentes a condiciones extremas, como altas temperaturas y sequedad; Por ejemplo, algunas esporas bacterianas pueden soportar una temperatura de 120°C sin perder su capacidad de germinación. Se han encontrado esporas de Bacillus subtilis en la tierra que ha estado seca durante cientos de años, lo que demuestra su capacidad de sobrevivir en condiciones extremadamente desfavorables.

I.2 Mohos y levaduras

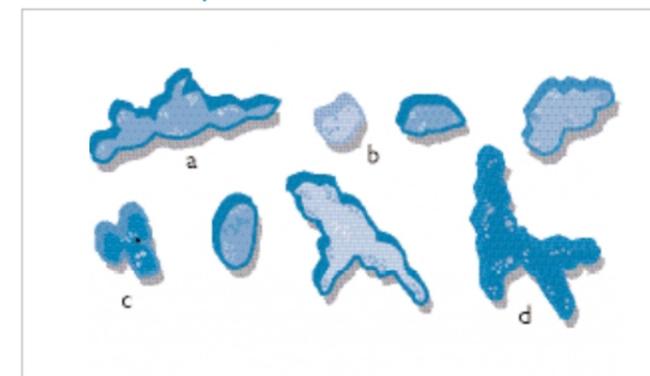


Figure 3. Levadura de cerveza (Saccharomyces cerevisiae) en varias etapas de desarrollo: a. Varias formas b. Célula de levadura con esporas c. Esporas de levadura d. Esporas de levadura después de la germinación.

2. Luz ultravioleta

General

La luz ultravioleta (UV) es la parte de la luz electromagnética limitada por el extremo de menor longitud de onda del espectro visible y la banda de radiación de rayos X. El rango espectral de la luz UV es, por definición, entre 100 y 400 nm (1 nm = 10⁻⁹ m) y es invisible a los ojos humanos. Usando la clasificación CIE, el espectro UV se subdivide en tres bandas:

- UVA (onda larga) de 315 a 400 nm
- UVB (onda media) de 280 a 315 nm
- UVC (onda corta) de 100 a 280 nm

En realidad, muchos fotobiólogos a menudo hablan de los efectos en la piel del efecto ponderado de la longitud de onda por encima y por debajo de 320 nm, por lo que ofrecen una definición alternativa.

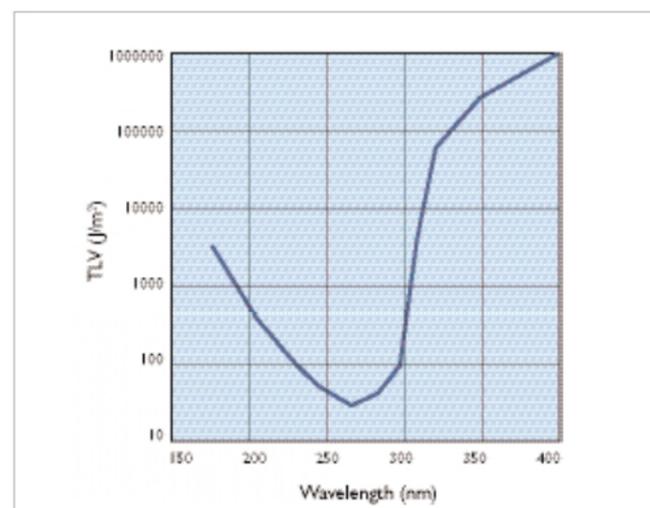


Figure 9. Valores limitados del umbral de luz UV (TLV) según ACGIH 1999-2000 (Ref. 1).

La luz proporciona un fuerte efecto germicida en la banda UVC de onda corta. Además, el eritema (enrojecimiento de la piel) y la conjuntivitis (inflamación de las membranas mucosas del ojo) también pueden ser causadas por esta forma de luz. Debido a esto, cuando se usan lámparas germicidas de luz UV, es importante diseñar sistemas para excluir las fugas de UVC y así evitar estos efectos..

Evidentemente, las personas deben evitar la exposición a los rayos UVC. Afortunadamente, esto es relativamente simple, porque es absorbido por la mayoría de los productos, e incluso el vidrio plano estándar absorbe todos los rayos UVC. Las excepciones son cuarzo y PTFE. Una vez más, fortuitamente, el UVC es absorbido principalmente por la piel muerta, por lo que el eritema

puede ser limitado. Además, la UVC no penetra en la lente del ojo; sin embargo, puede ocurrir conjuntivitis y, aunque sea temporal, es extremadamente dolorosa; Lo mismo ocurre con los efectos eritemales.

Permissible UVC Exposures	
Duración de la exposición por día.	Irradiance (μW/cm²)
8 horas	0.2
4 horas	0.4
2 horas	0.8
1 horas	1.7
30 minutos	3.3
15 minutos	6.6
10 minutos	10
5 minutos	20
1 minutos	100

Table 1. Exposiciones permitidas a 254 nm UV, de acuerdo con ACGIH.

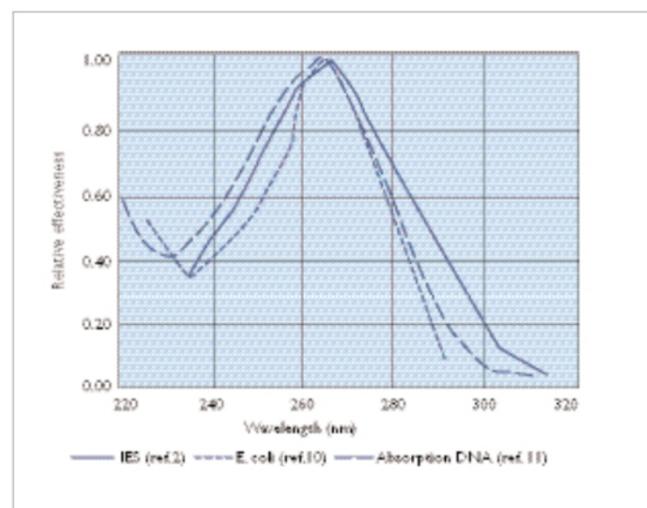


Figure 10. Espectro de acción germicida.

Cuando se produce exposición a la luz UVC, se debe tener cuidado no exceder la norma de nivel umbral. La Figura 9 muestra estos valores para la mayoría del espectro UV CIE. En términos prácticos, la tabla I presenta los valores efectivos de irradiancia efectiva del límite umbral UV del Congreso Americano de Higienistas Gubernamentales e Industriales (ACGIH) para la exposición humana relacionada con el tiempo. En este momento vale la pena señalar que las longitudes de onda de radiación por debajo de 240 nm forman ozono, O₃ a partir del oxígeno en el aire. El ozono es tóxico y altamente reactivo; por lo tanto Se deben tomar precauciones para evitar la exposición a humanos y ciertos materiales.

2.1 Generación y características de luz ultravioleta de onda corta

La fuente más eficiente para generar UVC es la lámpara de descarga de mercurio a baja presión, donde en promedio el 35% de los vatios de entrada se convierte a vatios UVC. La radiación se genera casi exclusivamente a 254 nm, a saber, al 85% del efecto germicida máximo (figura 10). Ultravioleta fluorescente tubular de baja presión de Philips. Las lámparas (TUV) tienen una envoltura de vidrio especial que filtra la radiación que forma ozono, en este caso la línea de mercurio de 185 nm. La transmisión espectral de este vidrio se muestra en la figura 11 y la distribución de potencia espectral de estas lámparas TUV se da en la figura 12.

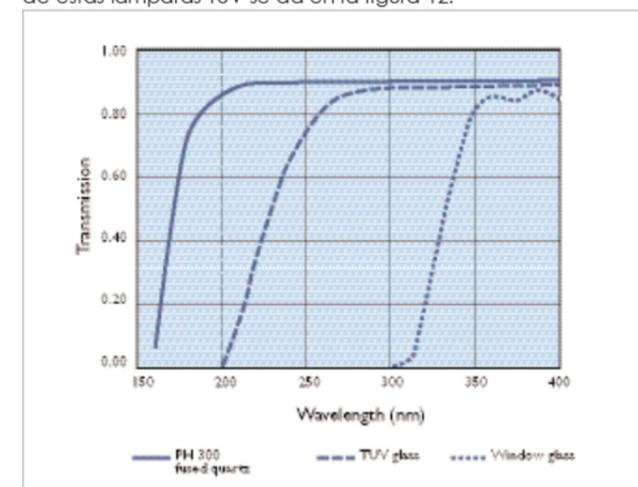


Figure 11. Transmisión espectral de gafas. (1mm).

Para varias lámparas TUV germicidas de Philips, las propiedades eléctricas y mecánicas son idénticas a sus equivalentes de iluminación.

Esto les permite operar de la misma manera, es decir, utilizando un circuito de arranque / lastre electrónico o magnético. Como con todo lámparas de baja presión, existe una relación entre la temperatura de funcionamiento y la salida de la lámpara. En las lámparas de baja presión, la línea de resonancia a 254 nm es más fuerte a una cierta presión de vapor de mercurio en el tubo de descarga. Esta presión está determinada por la temperatura de funcionamiento y se optimiza a una temperatura de la pared del tubo de 40 ° C, que corresponde a una temperatura ambiente de aproximadamente 25 ° C. (Ver página 28, figura 28).

También se debe reconocer que la salida de la lámpara se ve afectada por las corrientes de aire (forzadas o naturales) a través de la lámpara, el llamado factor de enfriamiento. El lector debe tener en cuenta que, para algunas lámparas, aumentar el flujo de aire y / o disminuir la temperatura puede aumentar la salida germicida. Esto se cumple en lámparas de alto rendimiento (HO) a saber. Lámparas con mayor potencia de lo normal para su dimensión lineal. (Ver página 28, figura 29).

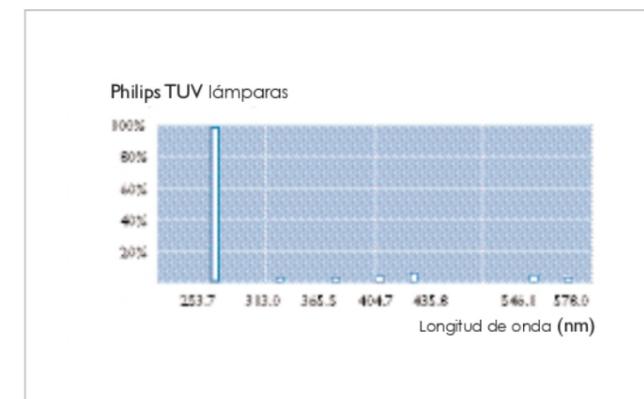


Figure 12. Distribución de potencia espectral relativa de las lámparas TUV de Philips.

Un segundo tipo de fuente UV es la presión media lámpara de mercurio, aquí la presión más alta excita más niveles de energía produciendo más líneas espectrales y un continuo (radiación recombinada) (figura 13). Cabe señalar que la envoltura de cuarzo transmite por debajo de 240 nm, por lo que se puede formar ozono a partir del aire.

Las ventajas de las fuentes de presión media son:

- Alta densidad de potencia
- Alta potencia, lo que resulta en menos lámparas que los tipos de baja presión que se utilizan en la misma aplicación
- Menos sensibilidad a la temperatura ambiente. Las lámparas deben funcionar de modo que la temperatura de la pared se encuentre entre 600 y 900°C y la pizca no supere los 350°C. Estas lámparas pueden atenuarse, al igual que las lámparas de baja presión.

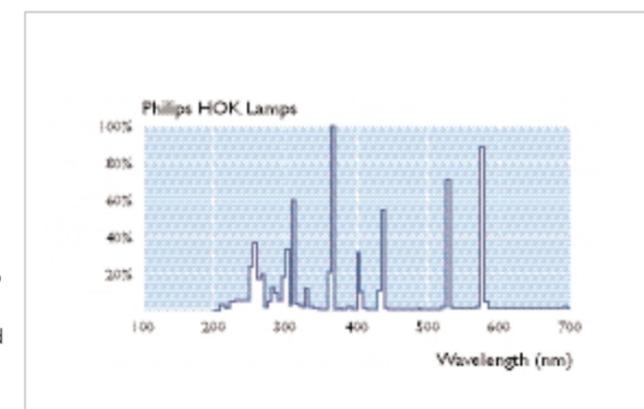


Figure 13. Distribución de potencia espectral relativa de las lámparas Philips HOK y HTK.

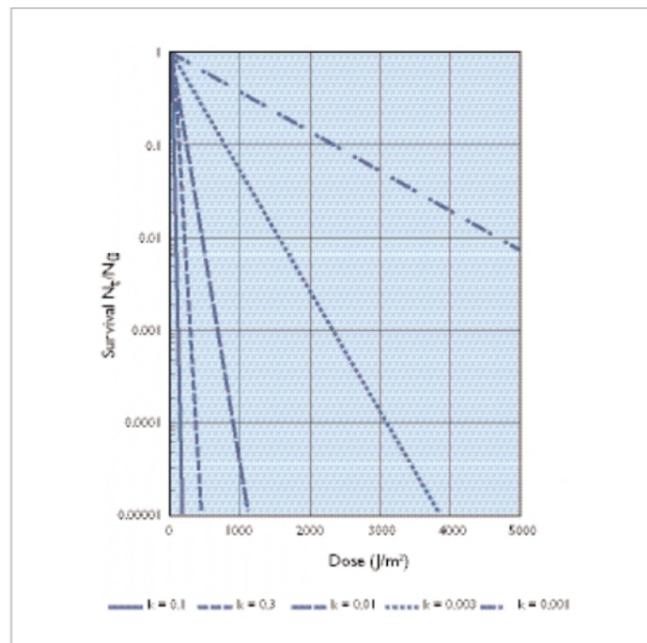


Figure 14. Supervivencia de microorganismos dependiendo de la dosis y la tasa constante k.

2.2 Acción germicida

La luz UV emitida por una fuente se expresa en vatios (W) y la densidad de irradiación se expresa en vatios por metro cuadrado (W / m²). Para la acción de la acción germicida es importante. La dosis es la densidad de irradiación multiplicada por el tiempo (t) en segundos y expresada en julios por metro cuadrado (J / m²). (1 julio es 1W. Segundo).

De la figura 10 se puede ver que la acción germicida se maximiza a 265 nm con reducciones en ambos lados. Las lámparas de baja presión tienen su emisión principal a 254 nm, donde la acción sobre el ADN es del 85% del valor máximo y del 80% en la curva IES. Para longitudes de onda inferiores a 235 nm, no se especifica la acción germicida, pero es razonable suponer que sigue la curva de absorción de ADN.

La resistencia efectiva de los microorganismos a la luz UV varía considerablemente. Además, el entorno del microorganismo particular influye mucho en la dosis de radiación necesaria para su destrucción.

El agua, por ejemplo, puede absorber una parte de la radiación efectiva dependiendo de la concentración de contaminantes en ella. Las sales de hierro en solución contienen inhibidores bien conocidos. Los iones de hierro absorben la luz UV. La supervivencia de los microorganismos cuando se expone a la luz UV está dada por la aproximación:

$$N_t/N_0 = \exp. (-kE_{\text{eff}}t) \dots\dots\dots 1$$

$$\text{Por lo tanto, en } N_t/N_0 = -kE_{\text{eff}}t \dots\dots\dots 2$$

- N_t es la cantidad de gérmenes a la vez t
 - N_0 es la cantidad de gérmenes antes de la exposición
 - k es una tasa constante dependiendo de la especie
 - E_{eff} es la irradiancia efectiva en W/m²
- El producto $E_{\text{eff}}t$ se llama la dosis efectiva H_{eff} y se expresa en W.s/m² or J/m²

De esto se deduce que para el 90%, la ecuación de muerte 2 se convierte en

$$2.303 = kH_{\text{eff}}$$

Algunas indicaciones de valor k se dan en la tabla 2, donde se puede ver que varían de 0.2 m²/J virus y bacterias, para 2.10⁻³ para esporas de moho y 8.10⁻⁴ para algas Usando las ecuaciones anteriores, se puede generar la figura 14 que muestra las supervivencias o el % de muerte versus la dosis.

UV dosis para obtener una tasa de mortalidad del 90%		
Bacteria	Dosis	k
Bacillus anthracis	45.2	0.051
B. megatherium sp. (spores)	27.3	0.084
B. megatherium sp. (veg.)	13.0	0.178
B. paratyphosus	32.0	0.072
B. subtilis	71.0	0.032
B. subtilis spores	120.0	0.019
Campylobacter jejuni	11.0	0.209
Clostridium tetani	120.0	0.019
Corynebacterium diptheriae Dysentery bacilli	22.0	0.105
Eberthella typhosa	21.4	0.108
Escherichia coli	30.0	0.077
Klebsiella terrifani	26.0	0.089
Legionella pneumophila	9.0	0.256
Micrococcus candidus	60.5	0.038
Micrococcus sphaeroides	100.0	0.023
Mycobacterium tuberculosis	60.0	0.038
Neisseria catarrhalis	44.0	0.053
Phytomonas tumefaciens Pseudomonas aeruginosa Pseudomonas fluorescens	44.0	0.053
55.0	0.042	
Proteus vulgaris	35.0	0.065
Salmonella enteritidis	26.4	0.086
Salmonella paratyphi	40.0	0.058
Salmonella typhimurium	32.0	0.072
Sarcina lutea	80.0	0.029
Serratia marcescens	197.0	0.012
Shigella paradysenteriae	24.2	0.095
Shigella sonnei	16.3	0.141
Spirillum rubrum	30.0	0.077
Staphylococcus albus	44.0	0.053
Staphylococcus aureus	18.4	0.126
Streptococcus faecalis	26.0	0.086
Streptococcus hemoliticus	44.0	0.052
Streptococcus lactus	21.6	0.106
Streptococcus viridans	61.5	0.037
Sentertidis	20.0	0.115
Vibrio cholerae (V.comma)	40.0	0.057
Yersinia enterocolitica	35.0	0.066
11.0	0.209	

Table 2. Dosis para 10% de supervivencia bajo radiación de 254 nm (J/m²) y tasa constante k (m²/J), Ref 2, 3, 4, 5, 6 y 7

UV dosis para obtener una tasa de mortalidad del 90%		
Levaduras	Dosis	k
Levadura de panadería	39	0.060
Levadura	33	0.070
Pastel de levadura común	60	0.038
Saccharomyces cerevisiae	60	0.038
Saccharomyces ellipsoideus	60	0.038
Saccharomyces sp.	80	0.029

Esporas de moho		
	Dosis	k
Aspergillus flavus	600	0.003
Aspergillus glaucus	440	0.004
Aspergillus niger	1320	0.0014
Mucor racemosus A	170	0.013
Mucor racemosus B	170	0.013
Oospora lactis	50	0.046
Penicillium digitatum	440	0.004
Penicillium expansum	130	0.018
Penicillium roqueforti	130	0.018
Rhizopus nigricans	1110	0.002

Virus		
	Dosis	k
Hepatitis A	73	0.032
Virus de la gripe	36	0.064
MS-2 Coliphase	186	0.012
Polio virus	58	0.040
Rotavirus	81	0.028

Protozoos		
	Dosis	k
Cryptosporidium parvum	25	0.092
Giardia lamblia	11	0.209

Algas		
	Dosis	k
Azul-verde	3000	0.0008
Chlorella vulgaris	120	0.019



3. Purificación mediante lámparas ultravioleta.

General

En la práctica, las aplicaciones germicidas y los factores de diseño se rigen por tres factores principales:

A. La dosis efectiva (Heff)

La dosis efectiva es el producto del tiempo y la irradiancia efectiva (la irradiancia que hace una contribución germicida). Sin embargo, la dosis está severamente limitada por su capacidad de penetrar en un medio. La penetración es controlada por el coeficiente de absorción; para los sólidos, la absorción total tiene lugar en la superficie; para el agua, dependiendo de la pureza, se pueden penetrar varios 10s de cm o tan solo unas pocas micras antes de que tenga lugar una absorción del 90%.

B. Los posibles efectos peligrosos de dicha radiación.

La radiación germicida puede producir conjuntivitis y eritema, por lo tanto, las personas no deben exponerse a niveles superiores a la exposición máxima indicada en la figura 9. De ello se deduce que esto debe tenerse en cuenta al diseñar equipos de purificación. Las aplicaciones germicidas pueden ser y se usan para los tres estados de la materia, a saber. gases (aire), líquidos (principalmente agua) y sólidos (superficies) con mayor éxito técnico en aquellas aplicaciones donde el coeficiente de absorción es más pequeño.

Sin embargo, se ha logrado un notable éxito en aplicaciones donde, a pesar de una absorción desventajosa, las técnicas de diseño de "película delgada" o circuito cerrado (reciclado del producto) han proporcionado soluciones efectivas.

C. Lámparas

Hay cinco gamas de lámparas Philips disponibles para fines de purificación:

- Lámparas TUV Philips T5 y T8 clásicas
- Lámparas Philips TUV de alto rendimiento
- Lámparas TUV compactas de doble tubo Philips PL-S y PL-L
- Y la última incorporación: lámparas germicidas de amalgama de tecnología de potencia extrema (XPT) de Philips en varios diámetros

Todos estos se basan en la tecnología de mercurio a baja presión. Aumentar la corriente de la lámpara de las lámparas de baja presión produce salidas más altas para lámparas de la misma longitud; pero a costa de la eficiencia UV (vatios UV / vatios de entrada); Esto se debe a los niveles más altos de autoabsorción y a las influencias de la temperatura. La aplicación de amalgamas de mercurio, en lugar de mercurio puro, en las lámparas corrige lo último.

- Lámparas Philips HOK, que son del tipo de mercurio de presión media, caracterizadas principalmente por una salida de UVC mucho mayor que las opciones de baja presión, pero con una eficacia mucho menor.

La elección del tipo de lámpara depende de la aplicación específica. (Ver capítulo 4.4). En la mayoría de los casos, los tipos de baja presión son los más atractivos. Esto se debe a que las lámparas germicidas son altamente eficientes en la destrucción de microorganismos, por lo tanto, hay una necesidad limitada de lámparas de alta potencia. Para la purificación del agua, se utilizan baja y media presión, aunque la elección no se basa necesariamente en la eficacia de UVC. Los costos totales iniciales de los sistemas, incluidas las limitaciones de metalurgia y espacio, pueden ser el factor determinante más que la eficacia.

D. Sistemas

Lámparas cercanas Philips también proporciona balastos y mangas fabricados internamente para ofrecer una solución de sistema completa para un rendimiento máximo.

3.1 Purificación de aire (Ref. 12, 13)

Se obtienen buenos resultados con esta forma de purificación porque el aire tiene un bajo coeficiente de absorción y, por lo tanto, permite que la UVC ataque los microorganismos presentes. Además, otras dos condiciones beneficiosas están generalmente presentes, a saber. movimientos aleatorios que permiten a las bacterias, etc., proporcionar orientaciones moleculares favorables para el ataque y altas posibilidades de condiciones de "circuito cerrado", es decir, segunda, tercera y más oportunidades de reciclaje. A partir de esto, es evidente que la purificación del aire es una aplicación importante para la luz UV. Incluso en el sistema más simple (circulación natural) hay una reducción apreciable en el número de organismos en el aire en una habitación. Por lo tanto, el peligro de infección en el aire, un factor en muchas enfermedades, se reduce considerablemente.

Sin embargo, debe recordarse que el aire purificado no es, en sí mismo, un agente purificador.

Actualmente, existen cinco métodos básicos de purificación de aire utilizando lámparas UV, a saber:

- a. Lámparas Philips TUV de techo o pared
- b. Lámparas TUV de Philips (en reflectores orientados hacia arriba) para la irradiación del aire superior.
- c. Lámparas Philips TUV (en reflectores orientados hacia abajo) para irradiar la zona del piso (a menudo en combinación con b.).
- d. Lámparas Philips TUV en conductos de aire a veces en combinación con filtros de polvo especiales.
- e. Lámparas Philips TUV, incorporadas en filtros de aire independientes con un filtro simple.

3.1.1 Lámparas Philips TUV de techo

Este método se utiliza en aquellos casos en los que el interior está desocupado o donde los ocupantes pueden tomar medidas de protección contra la luz. Estas medidas de protección implican cubrir:

Cara	gafas de vidrio, gafas ajustadas o viseras de plástico
Manos	guantes (para exposiciones prolongadas, es preferible un plástico especial al caucho)
Cabeza y cuello	cubierta de la cabeza

Nota: Se pueden usar vidrios y plásticos normales para brindar protección, ya que transmiten poco o nada de UVC; Algunas excepciones son gafas especiales de UV, cuarzo y ciertos PTFE

3.1.2 Lámparas TUV de Philips para irradiación del aire superior utilizando reflectores orientados hacia arriba

Este método de purificación puede usarse para combatir bacterias y mohos; También tiene la ventaja de que puede usarse en interiores ocupados sin que los ocupantes usen ropa protectora.

Las lámparas deben montarse en reflectores adecuados y tener como objetivo no emitir radiación por debajo de la horizontal.

Los reflectores deben montarse a más de 2,10 m sobre el suelo, por lo tanto, el aire inferior debe estar completamente libre de cualquier luz UV directa. El aire por encima del nivel de 2.10 m mantiene un nivel bajo de gérmenes, ya que está sujeto a la luz UVC directa.

La convección libre de aire sin ventilación forzada provoca movimientos de aire de aproximadamente 1,5 - 8 m³ por minuto, lo que produce intercambios entre las partes superiores tratadas y las inferiores de la habitación sin tratar. El proceso reduce la contaminación del aire a fracciones de eso antes de que se activaran las lámparas TUV. Como indicación para aplicaciones generales en una habitación simple o recinto, es aconsejable instalar un nivel de UVC efectivo de: 0.15 **W/m³**

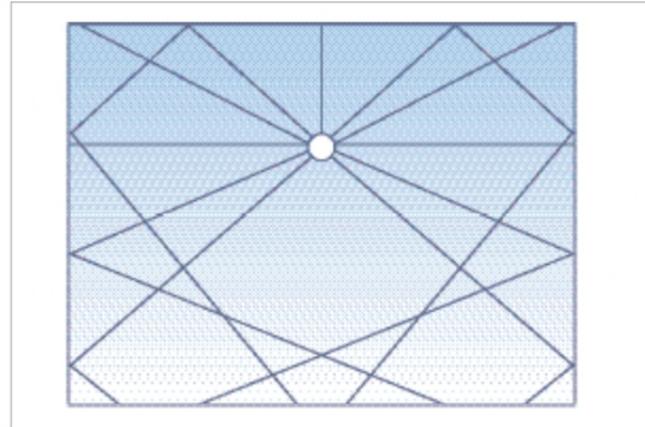
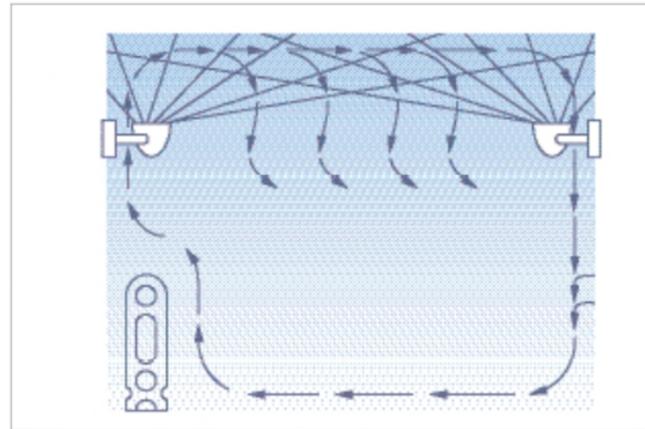
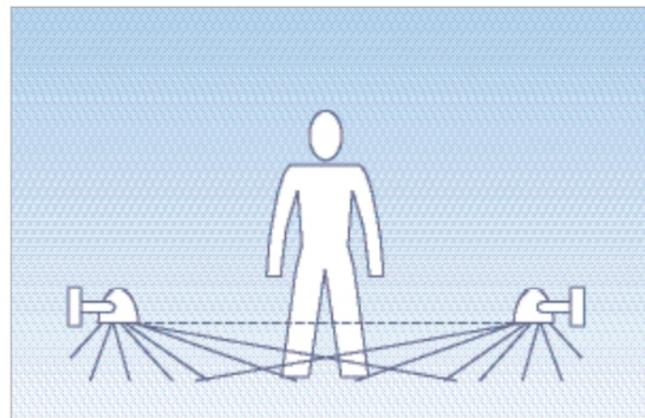


Figure 15. Varios principios de purificación de aire.

a. Lámparas de techo.



b. Reflectores hacia arriba.



c. Reflectores orientados hacia abajo.

3.1.3 Lámparas Philips TUV para irradiación de la zona del suelo utilizando reflectores hacia abajo

Este método es para usar en aquellos casos en los que es importante que todo el aire de la habitación, incluso a nivel del piso, sea lo más higiénico posible. En este caso, las lámparas que complementan a las que irradian el aire superior deben instalarse en reflectores dirigidos hacia abajo a unos 60 cm del suelo.

En los métodos 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3 se pueden utilizar detectores / sistemas de personas para desactivar las lámparas TUV, si es necesario.

3.1.4 Lámparas Philips TUV en conductos de aire

En este método, todo el aire acondicionado se somete a radiación antes de la entrada. El aire inyectado se puede purificar a un nivel de muerte específico, dependiendo del número de lámparas instaladas y el tiempo de permanencia, que es el tiempo que se pasa en la región de muerte efectiva de la (s) lámpara (s); Por definición, esto tiene en cuenta las dimensiones del conducto de aire. Dichos sistemas tienen un caudal controlado y su rendimiento puede predecirse teóricamente. Sin embargo, deben tenerse en cuenta ciertos aspectos.

- Estas instalaciones solo son adecuadas para bacterias; La mayoría de los moldes tienen mayor resistencia a los rayos UV, por lo que es probable que el flujo de aire no permita un tiempo de permanencia suficiente para producir una dosis efectiva lo suficientemente alta
- Deben instalarse filtros de polvo para evitar que las lámparas se ensucien y, por lo tanto, reduzcan seriamente su emisión efectiva
- El número de lámparas requeridas en una cámara de purificación de aire en un sistema de conductos de aire depende del grado de purificación requerido, la tasa de flujo de aire, la temperatura ambiente, la humedad del aire y las propiedades reflectantes de los rayos UV de las paredes de la cámara.

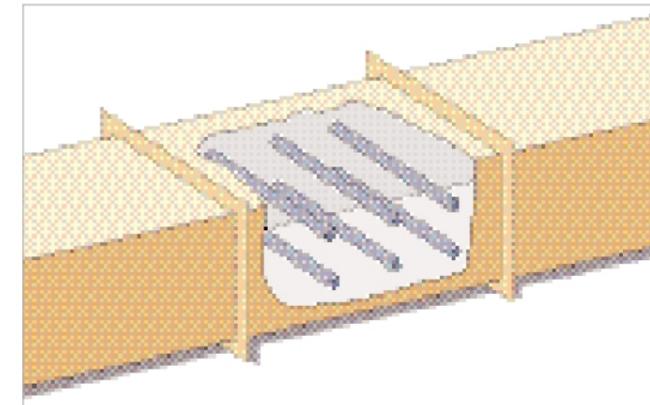


Figure 16. Disposición básica de las lámparas Philips TUV en un conducto de aire para la purificación de la habitación.

La ventaja de purificar el aire antes de que ingrese a una habitación es que no hay límite para la dosis máxima de radiación permitida, ya que los humanos están totalmente protegidos.

El diseño de sistemas de conductos debe tener en cuenta problemas prácticos, como grandes variaciones de temperatura y humedad causadas por variaciones climáticas exteriores, aunque solo sea porque el aire a menudo se extrae del exterior y luego se libera en una habitación después de un solo paso sobre las lámparas. Reciclar parte del aire permitirá múltiples pasadas, mejorando así la eficiencia del sistema.

El revestimiento de la sección de lámparas UV con aluminio también aumenta la eficiencia. Las lámparas y la pared del conducto deben ser fácilmente accesibles para permitir una limpieza regular y un mantenimiento fácil, otra razón para un diseño modular. Los microorganismos expuestos a los rayos UV experimentan una disminución exponencial normal de la población, como va se expresó en la página 10:

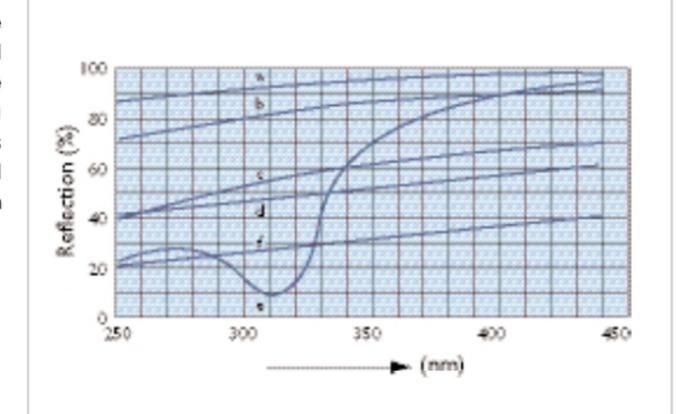


Figure 17. Superficies de metal.

- a. Papel de aluminio
- b. Cromo
- c. Aluminio evaporado
- d. Níquel
- e. Plata
- f. Acero inoxidable

$$N_t/N_0 = \exp. (-kE_{\text{eff}}t)$$

La constante de velocidad define la sensibilidad de un microorganismo a la luz UV y es única para cada especie microbiana. Pocas constantes de velocidad en el aire se conocen con absoluta certeza. En los sistemas basados en agua, la Escherichia coli a menudo se usa como organismo de prueba. Sin embargo, no es un patógeno en el aire. Para las pruebas de aerosolización, a menudo se usa el inocuo Serratia marcescens.

Puntos a recordar al construir instalaciones de lámparas Philips TUV en conductos de aire:

- La superficie de las paredes de la cámara debe tener una alta reflectancia a UV 254 nm, por ejemplo, mediante el uso de una lámina de aluminio anodizado. (reflectancia 60-90 por ciento)
- Las lámparas deben estar dispuestas de manera que no haya áreas de "sombra"
- Las lámparas deben montarse perpendiculares a la dirección del flujo de aire.

- Las lámparas y las paredes internas (reflectantes) de la cámara deben limpiarse con frecuencia con un paño suave.
- Las lámparas deben cambiarse después de la vida útil nominal; un medidor de tiempo transcurrido ayudará
- Se debe usar una luz piloto externa para indicar que las lámparas están funcionando

Reflectancia de diversos materiales a UV 254 nm

Los gráficos mostrados dan la reflectancia espectral de varios metales. (figura 17) y sustancias orgánicas (figura 18) a la radiación de diferentes longitudes de onda. Estos gráficos demuestran la importancia de determinar la reflectancia de 254 nm de un material. Como se puede ver, La alta reflectancia a la radiación visible no es consistente con la alta reflectancia a la luz ultravioleta de onda corta.

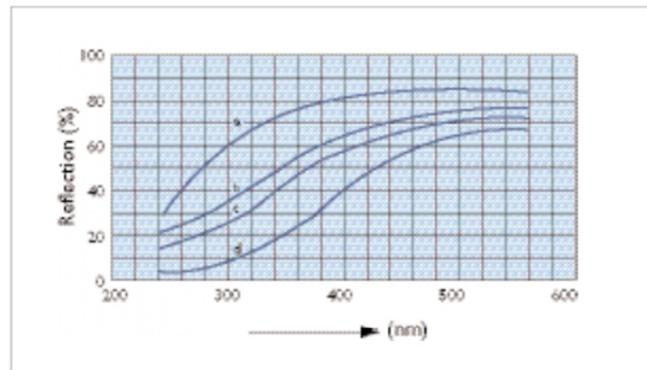


Figure 18. Sustancias orgánicas

- a. Algodón blanqueado c. Lino
b. papel blanco d. lana blanca

Los materiales con una alta reflectancia de 254 nm se utilizan para construir reflectores para la irradiación directa y de aire superior. El material con una baja reflectancia de 254 nm se utiliza donde la luz UV debe ser absorbida después de realizar su función. Esto último es necesario para evitar las consecuencias derivadas de los reflejos no deseados de 254 nm, por lo que los techos y las paredes deben tratarse con un material de baja reflectancia. comodidad de las personas y factores de seguridad.

3.1.5 Philips TUV lamps in stand-alone units

Recently this method has gained commercial favor by meeting a growing need for a better Indoor Air Quality, (IAQ). Closed stand-alone devices are safe, simple and flexible. In essence the units consist of Philips TUV lamps, mostly PL-L types driven by high frequency ballasts, mounted inside a "light trap" container. The unit incorporates a fan that firstly draws air across a filter, then across the lamp(s). Single and multiple lamp options can be built into a small outer using either single or double-ended lamp options.

Para una máxima flexibilidad de diseño, las lámparas PL-L y PL-S ofrecen las mejores soluciones, debido a que sus dimensiones son compactas, lo que reduce el tamaño de la unidad y porque su configuración de un solo extremo permite más opciones de montaje.

Las unidades tienen los beneficios de la portabilidad y, por lo tanto, más posiciones de montaje, a saber. montado en pared, piso o techo en opciones permanentes o temporales. Una característica de su diseño es que la limpieza y el reemplazo de la lámpara y el filtro es fácil. Además, su portabilidad se puede utilizar para producir resultados inmediatos. La variación en la dosis de UVC se puede lograr variando el número de lámparas y su potencia (ver también la atenuación a continuación). Como ejemplo, es posible utilizar las mismas dimensiones de diseño físico para lámparas PL-L con un rango de potencia nominal entre 18 y 95W HO, en variantes de lámpara simple y múltiple. Los productos comerciales son conocidos por tan solo 1 x PL-L 18W y hasta 4 x lámparas PL-L 95W HO dentro del mismo contenedor, lo que proporciona una unidad capaz de producir una diferencia de 25 veces en la dosis efectiva. Las lámparas PL-L son más flexibles; tienen balastos de regulación electrónica (atenuación) fácilmente disponibles y con precios competitivos para variar la salida UV de una manera simple y confiable. Los balastos pueden ser simples, dobles y en el caso de 18W, cuatro versiones de lámpara. Esto se suma a la flexibilidad de las unidades portátiles.

Material	Reflectance %
Aluminio: superficie no tratada	40-60
superficie tratada	60-89
chisporroteó sobre el vidrio	75-85
'ALZAK' - aluminio tratado	65-75
'DURALUMIN'	16
Acero inoxidable / placa de estaño	25-30
Cromado	39
Varias pinturas al óleo blancas	3-10
Varias aguas blancas	10-35
Pintura de aluminio	40-75
Pintura de óxido de zinc	4-5
Esmalte negro	5
Esmalte blanco al horno	5-10
Enlucido blanco	40-60
Yeso nuevo	55-60
Óxido de magnesio	75-88
Carbonato de calcio	70-80
Lino	17
Lana blanqueada	4
Algodón blanqueado	30
Fondos de pantalla: marfil	31
blanco	21-31
rojo impreso	31
marfil impreso	26
estampado marrón	18
Papel blanco	25

Table 3. Reflectancia de diversos materiales a la radiación UV-254 nm.

3.2 Purificación de la superficie

La purificación de la superficie generalmente requiere luz UV de onda corta de alta intensidad. Principalmente, esto significa que las lámparas TUV se montan cerca de la superficie y requieren que se mantengan libres de infección o que se purifiquen.

El éxito de la purificación de la superficie depende en gran medida de la irregularidad de la superficie del material que se va a purificar, porque la luz UV solo puede inactivar esos microorganismos que golpea con una dosis suficiente. Por lo tanto, la purificación solo puede ser exitosa si toda la superficie está expuesta a la luz UV. Los microorganismos que se sientan en "agujeros" en una superficie probablemente no sean superados por los reflejos de las paredes de los agujeros, como se puede deducir de las reflectancias que se muestran en la tabla 3.

En la práctica, las superficies sólidas, el material granular y el embalaje (ya sea plástico, vidrio, metal, cartón, papel de aluminio, etc.) se purifican o se mantienen libres de gérmenes mediante irradiación directa intensa. Además, el material purificado se puede mantener en gran parte libre de gérmenes durante su procesamiento posterior irradiando el aire a lo largo de su camino.

3.3 Purificación líquida

La radiación de energía germicida es capaz de penetrar líquidos con diversos grados de eficiencia. Desde el punto de vista del tratamiento, los líquidos pueden considerarse similares al aire, por lo que cuanto más penetra la luz UV en el líquido, más eficiente es su acción. Por lo tanto, el grado de eficiencia depende en gran medida del líquido y más particularmente de su coeficiente de absorción a 254 nm (tabla 4). Como ejemplo, la transparencia del agua natural a 254 nm puede variar tanto como un factor de 10 o más de un lugar a otro. El agua industrial contaminada a menudo necesita purificación seguida de desinfección; aquí UVC está creciendo con miles de sistemas en uso en Norteamérica y Europa, cada uno con una multitud de lámparas. A menudo, la luz UV puede complementar o reemplazar las medidas de cloración convencionales (ver más adelante). La UVC tiene ventajas sobre las técnicas de cloración, ya que produce muchos menos nocivos.



Figure 19. Purificación superficial de las especies en "UV" en cascada.

subproductos y no se ve afectado por el pH del agua o su temperatura. El lector debe tener en cuenta que el último comentario se refiere a la radiación, no a la lámpara, o su entorno como se describió anteriormente. Los microorganismos son mucho más difíciles de matar en el aire húmedo o en un ambiente líquido que en el aire seco. Esto se debe a que limitan la transmisión de la radiación de 254 nm. En términos más cuantitativos, los líquidos disminuyen la intensidad germicida exponencialmente de acuerdo con la fórmula

$$E_x = E_0 \cdot e^{-\alpha(x)}$$

E_x intensidad en profundidad x
 E_0 intensidad incidente
 α coeficiente de absorción

Los líquidos con un alto α solo se pueden purificar cuando se exponen como películas delgadas. Una indicación aproximada para estimar la profundidad de penetración es $1/\alpha$, a esta profundidad el nivel de irradiación habrá caído a $1/e$ o al 37%. Para superar los efectos de la pared donde los líquidos son notoriamente estáticos, se necesita turbulencia o agitación rigurosa para una mejor purificación, la agitación ayuda a orientar a los microorganismos ocultos detrás de las partículas.

Las sales de hierro (así como otras sales inorgánicas) y la materia suspendida en los líquidos disminuirá la efectividad de la radiación germicida.

Además, es factible que los compuestos orgánicos, en particular, aquellos susceptibles a la fisura de enlace bajo la luz UV, puedan cambiar la textura y el sabor del líquido que se está tratando.

Por lo tanto, se necesita experimentación. En términos redondos, la profundidad efectiva de penetración para una muerte del 90% puede variar de 3 m para agua destilada, hasta 12 cm para agua potable normal e incluso menos en vinos y jarabes (2.5 mm), ver tabla 4.

Las profundidades de penetración hacen que se apliquen técnicas más especiales para permitir que la radiación de 254 nm penetre lo suficiente, esto incluye generar "películas delgadas" y / o presentación de baja velocidad a la radiación, de modo que se pueda aplicar una dosis suficiente.

Si una lámpara UV debe sumergirse en un líquido, debe encerrarse en una funda de PTFE transparente de cuarzo o UVC. Las instalaciones para purificar líquidos pueden tener las siguientes formas:

1. Una o más lámparas encerradas en un recipiente de cuarzo o una de material similar (con una alta transmitancia a 254 nm), que está rodeada por el líquido que se va a purificar. Se pueden usar múltiples configuraciones de este tipo dentro de un recipiente externo.

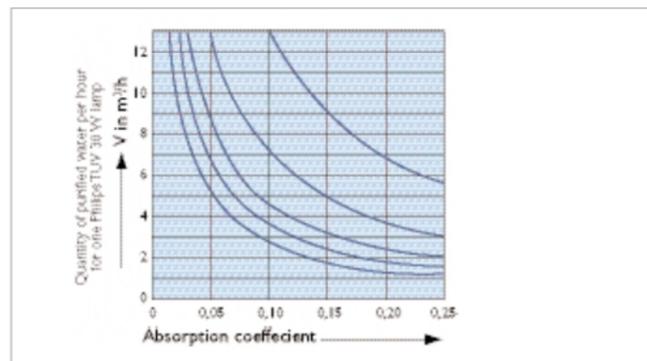


Figure 20. Volumen de agua purificada V en función del coeficiente de absorción α (para agua destilada $\alpha = 0.007-0.01 / \text{cm}$, para beber $\alpha = 0.02-0.1 / \text{cm}$) con respecto a diferentes grados de purificación (en términos de Escherichia coli).

- Un tubo de cuarzo (con alta transmitancia a 254 nm) que transporta líquido rodeado por un grupo de lámparas en reflectores o por un reflector integral Philips TUV, p. Ej. Philips TUV115W VHO-R.
- Irradiación mediante lámparas instaladas en reflectores o reflector integral Lámparas Philips TUV p. Ej. Philips TUV115W VHO-R montado sobre la superficie del líquido.

Ejemplo de coeficientes de absorción.	
Líquido	α
Vino rojo	30
Vino blanco	10
Cerveza	10-20
Jarabe claro	2-5
Jarabe oscuro	20-50
Leche	300
Agua destilada	0.007-0.01
Agua potable	0.02-0.1

Table 4. Coeficiente de absorción (α) de varios líquidos a UV-254 nm por cm de profundidad.



4. Aplicaciones

General

Las principales áreas de aplicación para las lámparas germicidas UV pueden clasificarse brevemente a continuación, aunque hay muchas otras áreas, donde las lámparas pueden emplearse para diversos fines.

- Purificación del agua
- Agua potable municipal
- Aguas residuales municipales
- Agua potable residencial
- Dispensadores de enfriadores de agua
- Los semiconductores procesan agua
- Spas y piscinas
- Torres de enfriamiento
- Estanques de peces y acuarios
- Purificación de aire
- Bobinas de enfriamiento

4.1 Purificación de agua (Ref. 7,14)

Una amplia variedad de microorganismos en el agua puede causar enfermedades, especialmente en personas jóvenes y mayores, que pueden tener sistemas inmunes más débiles. La luz UV proporciona purificación sin la adición de productos químicos que pueden producir subproductos nocivos y agregar un sabor desagradable al agua. Los beneficios adicionales incluyen fácil instalación, bajo mantenimiento y requisitos mínimos de espacio.

La radiación UV tiene la capacidad de inactivar bacterias, virus y protozoos.

Cada tipo de organismo requiere una dosis específica para la inactivación. Los virus requieren dosis más altas que las bacterias y los protozoos. Comprender los organismos a neutralizar ayudará a determinar el tamaño del sistema UV que se requerirá. Por ejemplo, para matar el 99,9% de E. coli, se requiere una dosis UV de 90 J / m² o 9 mW.seg / cm².

Las instalaciones UV son adecuadas para mercados industriales, municipales y residenciales.

La calidad del agua tiene un efecto importante en el rendimiento de los sistemas UV. Los factores comunes que deben considerarse son el hierro, la dureza, la concentración total de sólidos en suspensión y la transmitancia UV. Varios compuestos orgánicos e inorgánicos pueden absorber los rayos UV.

Cuando hay incertidumbre sobre lo que puede estar presente en el agua, se debe probar la transmitancia UV. La mayoría de los suministros de agua potable tienen transmisiones de UV entre 85% y 95%.

A menudo se requieren tecnologías de tratamiento separadas para mejorar la calidad del agua antes de la purificación:

- Filtros de sedimentos, para eliminar partículas que "sombreadan" los microbios o absorben los rayos UV.
- Filtros de carbón, que eliminan compuestos orgánicos y olores indeseables.
- Ablandadores de agua para reducir la dureza

La radiación UV a menudo se usa junto con aplicaciones de ósmosis inversa (RO). La purificación previa a los sistemas de RO aumenta la durabilidad de la membrana de RO al reducir la acumulación de biopelículas bacterianas.

El reactor de un dispositivo de purificación UV debe estar diseñado para garantizar que todos los microbios reciban una exposición suficiente a los rayos UV.

La mayoría de los fabricantes de equipos UV usan lámparas de mercurio de baja presión. Las versiones de alto rendimiento (HO) se están volviendo rápidamente populares. Los sistemas de agua potable y aguas residuales de alta capacidad cuentan con tecnología de mercurio de presión media.

La temperatura de la superficie de la lámpara es uno de los factores más críticos para el diseño del reactor UV. La eficiencia UV de la lámpara (salida UV por potencia eléctrica consumida) depende en gran medida de la temperatura del bulbo. (Ver página 28, figura 28).

El diámetro de la funda protectora de cuarzo debe adaptarse cuidadosamente a la potencia específica de la lámpara (vatios por unidad de longitud de arco), así como a la temperatura y la velocidad del flujo de agua.

A medida que la lámpara envejece, la salida de UV disminuye debido a la solarización del sobre de la lámpara (vidrio o cuarzo). La dosis indicada para una unidad específica es la dosis mínima que se administrará al final de la vida útil de la lámpara. La mayoría de los fabricantes ofrecen fuentes de alimentación electrónicas, que son más eficientes (hasta 10%) y funcionan a temperaturas más bajas. Tales balastos normalmente soportan grandes fluctuaciones en el voltaje de suministro, y aún proporcionan una corriente constante a las lámparas.

Los factores que deben tenerse en cuenta al elegir el tamaño correcto de los equipos de UV para lograr los objetivos de purificación deseados son el caudal máximo, la dosis requerida y la transmitancia UV del agua.

Los cálculos teóricos deben validarse mediante pruebas de bioensayo, para una variedad de condiciones que incluyen caudales y calidad de agua variable.

4.1.1 Aguas residuales municipales

El cloro se ha utilizado para purificar las aguas residuales durante más de un siglo. Sin embargo, si bien el cloro es muy efectivo, también está asociado con problemas ambientales y efectos sobre la salud. Los subproductos de cloración en los efluentes de aguas residuales son tóxicos para los organismos acuáticos, que viven en aguas superficiales. El cloro gaseoso es peligroso para los seres humanos. La irradiación UV ha demostrado ser una forma ambientalmente responsable, conveniente y rentable de purificar las descargas públicas de aguas residuales. La purificación UV es mucho más segura que los sistemas de aguas residuales que dependen del gas de cloro, ya que elimina el transporte y la manipulación de grandes cantidades de este químico peligroso. En la actualidad, más de miles de instalaciones de aguas residuales en todo el mundo dependen de la purificación UV. Los niveles de dosis UV requeridos dependen de los procesos aguas arriba y del rango, teniendo en cuenta los caudales y la transmitancia UV del agua, entre 50 y 100 m. J/cm².

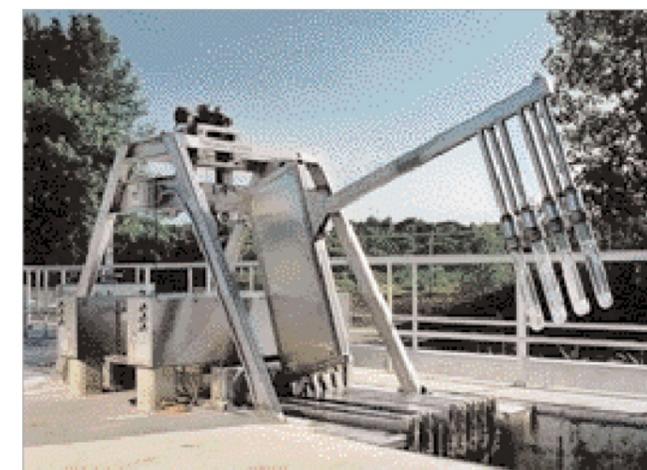


Figure 21. Sistema de aguas residuales.

4.1.2 Agua potable municipal

La purificación del agua potable con luz ultravioleta es una tecnología bien establecida en Europa. Cientos de proveedores de agua públicos europeos han incorporado ahora la purificación UV. La fuerza impulsora en Europa fue inactivar bacterias y virus, pero evitar el uso de cloro. Estudios recientes sobre los posibles efectos negativos para la salud de los subproductos de purificación han llevado a una visión crítica sobre el cloro. Algunos brotes mortales de criptosporidiosis transmitidos por el agua en América del Norte han demostrado el hecho de que las tecnologías de purificación y filtración existentes no pueden garantizar la eliminación del oocistos de criptosporidio del agua.

El *Cryptosporidium parvum* es un patógeno humano, capaz de causar infecciones diarreicas, a veces incluso la muerte. El organismo puede eliminarse como una forma ambientalmente resistente (ooquistos) y persiste durante meses.



Figure 22. UV planta de agua potable 405.000 m³ por día, Tolyatti (Rusia).

El criptosporidio es casi completamente resistente al cloro. El ozono puede ser efectivo, pero la calidad y la temperatura del agua juegan un papel importante. Su pequeño tamaño hace que sea difícil de eliminar con técnicas de filtro estándar.

Estudios recientes han verificado que la radiación UV puede lograr una inactivación significativa del criptosporidio a dosis muy modestas. Exposiciones tan bajas como 10 mJ / cm² resultarán en una reducción de concentración de más de 4 log.

La efectividad de los rayos UV para la eliminación de *cryptosporidium*, junto con límites más estrictos en los subproductos de purificación allanarán el camino para Purificación UV en América del Norte. Debido a su alta eficiencia UV, las lámparas HO de baja presión ciertamente encontrarán su camino en muchas instalaciones municipales de agua potable UV. Sin embargo, como el espacio siempre será un problema, las lámparas de media presión de alta intensidad serán favorito, especialmente cuando las plantas de agua potable existentes deben actualizarse con una extensión UV.

4.1.3 Agua potable residencial

Los sistemas de purificación UV de punto de uso (POU) clásico o punto de entrada (POE) consisten en una lámpara UV de mercurio de baja presión, protegida contra el agua por una manga de cuarzo, centrada en un acero inoxidable vasija del reactor.

La salida UV es monitoreada por un sensor UV apropiado, que proporciona indicadores visuales o audibles del estado de la lámpara UV. Para mejorar el sabor y el olor del agua, los sistemas POU a menudo se usan junto con un filtro de carbón activo.

El nuevo ANSI / NSF Standard 55 (Sistemas de tratamiento microbiológico de agua UV) establece los requisitos mínimos que un fabricante necesitará para obtener la certificación para un sistema UV de clase A o B.

Los dispositivos de clase A POU / POE están diseñados para desinfectar microorganismos, incluidas bacterias y virus, del agua contaminada a un nivel seguro. El agua residual se excluye específicamente de ser utilizada como agua de alimentación. A partir de marzo de 2002, el sistema UV debe producir una dosis UV de $40\text{mJ}/\text{cm}^2$.

Se requiere que los dispositivos de clase A tengan un sensor UV, lo que es alarmante cuando la dosis adecuada no llega al agua.

Los sistemas POU de Clase B están diseñados para el tratamiento bacteriano suplementario del agua potable pública tratada y purificada. Dichos dispositivos no están destinados a la purificación de agua microbiológicamente insegura. Los sistemas son capaces de administrar una dosis UV de al menos $16\text{mJ}/\text{cm}^2$ al 70% de la salida UV normal o punto de ajuste de alarma. La versión 2002 de la Norma 55 aclara todos los requisitos para la certificación de componentes. Por ejemplo, se necesita una prueba de presión hidrostática de 15 minutos.

4.1.4 Enfriadores de agua, dispensadores

Las máquinas expendedoras de agua almacenan y dispensan agua que es no clorado. Las máquinas deben tener licencia de los departamentos locales de servicios de salud. Uno de los requisitos para la licencia es que la máquina expendedora esté equipada con una unidad de purificación para reducir la cantidad de bacterias y otros microorganismos.

No se requiere que los enfriadores de agua embotellada, que también dispensan agua no clorada, contengan una unidad de purificación.

Sin embargo, sin un sistema de purificación activo, también embotellado

Los depósitos de agua fría están sujetos al crecimiento de biopelículas. Dichas biopelículas actúan como un lugar de reproducción de bacterias, protegidas por la sustancia gelatinosa. Contaminación bacteriana, independientemente de si es no dañino o incluso beneficioso, no es una cualidad asociada con el agua potable. Para evitar el crecimiento de biopelículas, a menudo se introducen reactores UV simples.



Figure 23. POU dispositivo de purificación UV de agua potable residencial.

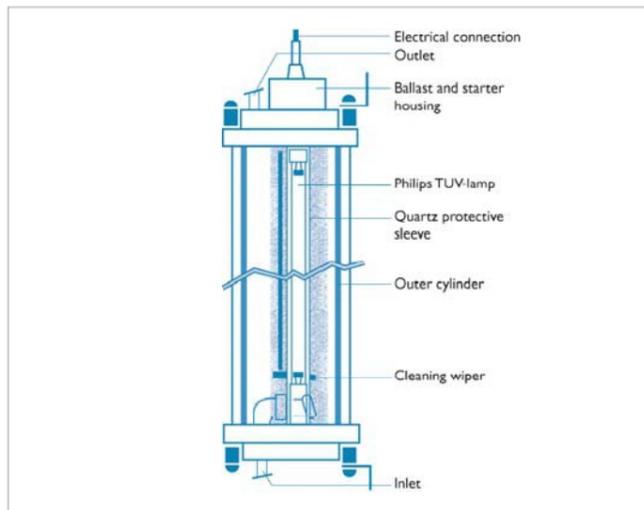


Figure 24. Esquema básico de la unidad de purificación de agua con lámpara TUV para uso general.

4.1.5 Los semiconductores procesan agua

Los compuestos orgánicos, presentes en el agua de enjuague, pueden afectar los rendimientos de producción y la calidad del producto en la industria de los semiconductores. El nivel total de contaminación de carbono orgánico (TOC) se especifica en menos de una parte por mil millones (ppb) de agua ultrapura, utilizada para este solicitud. La luz ultravioleta representa una tecnología poderosa que se ha introducido con éxito en la producción de agua ultrapura para las industrias de semiconductores, farmacéutica, cosmética y sanitaria.

Sus poderosas energías se pueden aplicar, no solo para la purificación, sino también para la reducción del TOC y la destrucción del ozono y el cloro.



Figure 25. Representación esquemática de un sistema de purificación de agua para una piscina privada. E=U.V. radiador F=filtro H=calefacción P=bomba S=suministro de agua dulce.

4.1.6 Spas y piscinas

Las lámparas Philips TUV se utilizan para complementar los métodos tradicionales de tratamiento de agua. Es importante destacar que, con la UVC como suplemento, los métodos de cloración necesitan menos cloro para obtener el mismo resultado. Esto es bienvenido tanto para las personas con alergias como para las personas con desagrado por el cloro. La razón por la que la UVC no es adecuada para el uso exclusivo es que la circulación del agua de la piscina tiene que tener en cuenta los sólidos, los compuestos inorgánicos, por lo tanto, también se necesitan procesos químicos y de filtración. Una técnica estándar es hacer circular parte del agua a través de un dispositivo de flujo continuo UVC, creando así un sistema de circuito cerrado parcial; esto junto con el clorador produce una purificación efectiva. Puede reducir la dosis de cloro hasta un 50%.

4.1.7 Torres de enfriamiento.

Las torres de enfriamiento y los circuitos de recirculación a menudo son sucios, cálidos y ricos en nutrientes biológicos. Son lugares perfectos para la reproducción de microorganismos.

Los compuestos químicos, como el cloro o el ozono, se introducen en el sistema a intervalos regulares para controlar la tasa de crecimiento biológico. Los rayos UV disminuirán sustancialmente los costos de purificación, sin problemas de seguridad o ambientales.

4.1.8 Diverso

Estanques de peces

Los propietarios de estanques de peces a menudo están preocupados por microorganismos fototróficos. Estos son organismos de agua típicos ampliamente distribuidos tanto en agua dulce como salada. Las bacterias fototróficas contienen pigmento fotosintético y, por lo tanto, están fuertemente coloreadas y aparecen como suspensiones densas de verde, oliva, violeta violeta, rojo, salmón o marrón. Los efectos estacionales pueden conducir a un crecimiento masivo ("floración del agua") ya que la luz ayuda a la síntesis de clorofila.

Si se destruyen las algas o se inhibe su crecimiento, se necesita una dosis alta de radiación UV de 254 nm o un tiempo de irradiación prolongado. Estas condiciones se pueden cumplir con relativa facilidad creando un sistema de circuito cerrado mediante el cual el agua se presenta a la fuente de UVC varias veces al día. La lámpara está encerrada en un tubo de cuarzo. En la práctica, se ha descubierto que, por ejemplo, una lámpara Philips TUV PL-S 5W en serie con un filtro puede mantener un estanque de 4.5K litros (1,000 galones del Reino Unido) despejado. Para volúmenes de estanques o piscinas más grandes, se necesitan lámparas de mayor rendimiento en una escala proporcional. Se cree que el proceso es que las algas se dividen, se recombinan para formar cadenas moleculares más grandes, que pueden ser eliminadas por el filtro, o son tan grandes que se hunden al fondo del estanque.



Aquariums

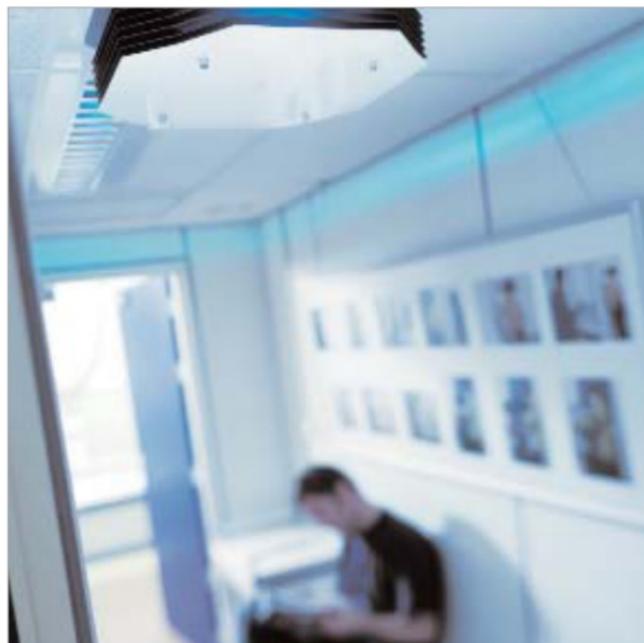
Los acuarios presentan dos problemas: uno es que se inundan de algas; el segundo es que los parásitos pueden causar enfermedades de los peces. Ambos pueden ocurrir en acuarios de agua dulce o marinos; El agua tibia proporciona una excelente condición para los microorganismos y las características de iluminación utilizadas también promueven el crecimiento de algas. Se recomienda el mismo sistema que el utilizado para los estanques, utilizando no más que una lámpara Philips TUV PL-S 5W para un acuario privado. la velocidad creará un tiempo de permanencia prolongado a través de la lámpara, lo que ayudará tanto a la tasa de eliminación de bacterias como a la aglomeración de algas. El uso de UVC en estanques y acuarios también es beneficioso porque puede destruir parásitos introducidos por peces nuevos; esto último puede ser catastrófico en muchos casos. El tratamiento con UVC proporciona una solución efectiva particularmente para zoosporas en suspensión. La multiplicación no tiene lugar y los acuarios pueden estar libres de parásitos en muy poco tiempo. Incluso los peces afectados pronto dejan de mostrar síntomas de morbilidad.

Otras aplicaciones que utilizan ultravioleta (UV) para la purificación del agua son: piscicultura, agua de lastre para barcos, agricultura, etc.

4.2 Purificación de aire

El aire interior queda atrapado, a menudo vuelve a circular y siempre está lleno de contaminantes como bacterias, virus, mohos, hongos, polen, humo y gases tóxicos de los materiales de construcción. Los niveles crecientes de tales contaminantes actúan como mecanismos desencadenantes de una variación de enfermedades de las cuales el asma es el más prominente.

Para las oficinas y en entornos industriales, los llamados filtros HEPA (aire de partículas de alta eficiencia) se instalan en los conductos de HVAC. Las fibras muy finas, presionadas juntas, forman una estructura con aberturas, demasiado pequeñas para la mayoría de los contaminantes particulados. Dichos filtros son efectivos, pero siempre darán lugar a una caída considerable de la presión del aire. En los últimos días, la creciente preocupación por la calidad del aire interior ha llevado a nuevas medidas. Se ha demostrado que la aplicación de UV en los conductos de aire con fines de ventilación, calefacción y refrigeración proporciona una protección adecuada contra los agentes patógenos transportados por el aire.



Para uso doméstico se pueden considerar algunos tipos básicos muy diferentes:

- Filtros de malla de fibra, generalmente diseñados para un tamaño de partícula de 25 micras o más
- Filtros de carbón activado, que neutralizarán algunos gases, humo y olores.
- Filtros de aire electrónicos, que cargan partículas como polvo, polen y cabello. Los materiales cargados son atraídos por una serie de placas de metal cargadas de polaridad opuesta
- Generadores de ozono e iones
- UV luz, el único tratamiento, verdaderamente letal para los microorganismos

Con pacientes y visitantes que traen patógenos que causan enfermedades como tuberculosis, salas, clínicas, salas de espera y operaciones y áreas similares, deben protegerse contra el riesgo de infección en el personal y las poblaciones de pacientes, si es posible a un costo razonable.



Los métodos de control de enfermedades tradicionales comunes en los hospitales son:

- Ventilación: dilución de aire potencialmente contaminado con aire no contaminado.
- Salas de aislamiento de presión negativa
- HEPA (High Efficiency Particulate Air) filtración

UV La irradiación germicida proporciona una solución potente y rentable para mejorar la protección contra la infección. (Ref. 12,13)

Especialmente, la purificación del aire superior ha demostrado ser muy efectiva para complementar los controles existentes para TBC y otras enfermedades transmitidas por el aire (Ref. 8). Muchos organismos causantes de enfermedades circulan en las corrientes de aire en "núcleos de gotas", de 1 a 5 micras de tamaño, que son expulsados con tos, estornudos o incluso con el habla. Estos núcleos de gotas pueden inhalarse y propagar infecciones. Se estima que hasta el 99% de los patógenos en el aire se destruyen con una circulación de aire adecuada y Exposición a rayos UV.



4.3 Bobinas de enfriamiento

Las bobinas de enfriamiento del aire acondicionado casi siempre están húmedas y polvorientas y, por lo tanto, pueden servir como un caldo de cultivo ideal para mohos, un alérgeno conocido.

La irradiación de la bobina con UV reduce drásticamente o prohíbe el crecimiento de mohos. Al mismo tiempo, se mejora la eficiencia del intercambio de calor y disminuyen las caídas de presión. Como las bobinas se irradian constantemente, solo se requiere una modesta irradiación UV.

4.4 Lámparas germicidas de Philips y su aplicación.

UV Purificación	Philips TUV T5 mini (+HO)	Philips TUV T8	Philips TUV T12 (+R)	Philips TUV T5 (+HO)	Philips TUV PL-S	Philips TUV PL-L	Philips TUV LP 185 nm	Philips Amalgam TUV XPT	Philips HOK/HTK/HTO
Agua									
Agua potable municipal				•				•	•
Aguas residuales municipales				•				•	•
Agua potable residencial	•				•	•		•	•
Agua ultra pura				•			•	•	•
Agua de proceso				•				•	•
Piscina				•				•	
Reciclaje agrícola			•	•		•			
Estanques de peces	•	•			•	•			
Acuarios	•				•				
Aire									
Espacio / aire superior		•		•	•	•			
Aire / aire acondicionado		•		•	•	•			•
Bobinas de enfriamiento		•				•			
Secadora de platos, etc.		•							
Superficies									
Procesamiento de alimentos embalaje			•	•					•

Table 5. Aplicación de lámparas germicidas

5. Datos de la lámpara

General

Para una encuesta completa, vea folletos de datos de productos separados.

Para una gran distancia a la lámpara obtenemos:

$$E = \frac{\Phi}{\pi^2 \cdot a^2} \quad (a \gg l) \quad (2)$$

A distancias más cortas, la irradiancia es proporcional a

$$E = \frac{\Phi}{2 \pi \cdot a \cdot l} \quad (a < 0.5 l) \quad (3)$$

Para una variedad de lámparas TUV de mercurio de baja presión, los valores de irradiancia a una distancia de 1 metro se expresan a continuación.

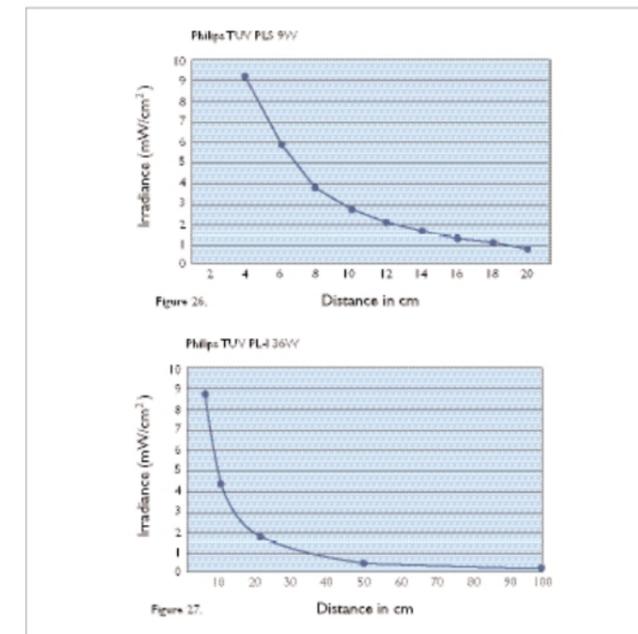
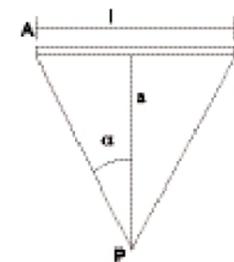


Figure 26 y 27. Demuestra la variación de la radiación UV con la distancia a las lámparas.

5.1 UV valores de irradiancia

La irradiancia E en una superficie pequeña en el punto P a una distancia a de una fuente de radiación lineal ideal AB de longitud l equivale a:

$$E = \frac{\Phi}{2 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot a} (2\alpha + \sin 2\alpha)$$



Φ es el flujo de radiación total (en W). Esta fórmula está tomada de: H. Keitz, Cálculos y medidas de luz, Biblioteca técnica de Philips, MacMillan and Co Ltd, 1971.

Valores de irradiancia		$\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Philips TUV 4W	T5	9
Philips TUV 6W	T5	15
Philips TUV 8W	T5	21
Philips TUV 10W	T8	23
Philips TUV 11W	T5	26
Philips TUV 15W	T8	48
Philips TUV 16W	T5	45
Philips TUV F17T8	T8	88
Philips TUV 25W	T5	69
Philips TUV 25W	T8	
Philips TUV 30W	T8	100
Philips TUV 36W	T8	145
Philips TUV 55W HO	T8	150
Philips TUV 75W HO	T8	220
Philips TUV 115W-R VHO	T12	610
Philips TUV 115W VHO	T12	360
Philips TUV 240W XPT	T6	800
Philips TUV 270W XPT	T10	920
Philips TUV PL-S 5W/2P		9
Philips TUV PL-S 7W/2P		15
Philips TUV PL-S 9W/2P		22
Philips TUV PL-S 11W/2P		33
Philips TUV PL-S 13W/2P		31
Philips TUV PL-L 18W/4P		51
Philips TUV PL-L 24W/4P		65
Philips TUV PL-L 35W/4P HO		105
Philips TUV PL-L 36W/4P		110
Philips TUV PL-L 55W/4P HF		156
Philips TUV PL-L 60W/4P		166
Philips TUV PL-L 95W/4P HO		250
Philips TUV 36T5		144
Philips TUV 64T5		280
Philips TUV 36T5 HO		230
Philips TUV 64T5 HO		442

Table 6. Valores de irradiancia de las lámparas TUV de Philips a una distancia de 1,00 metros.

5.2 Influencia de la temperatura

La eficiencia UV de las lámparas de baja presión está directamente relacionada con el presión de mercurio (saturada). Esta presión depende del punto de temperatura más bajo en la lámpara. La eficiencia óptima de los rayos UV se logra cuando esta temperatura es de aproximadamente 40°C, consulte la figura 28. El aire en movimiento tiene un fuerte impacto en la temperatura de la pared del tubo. Los efectos de enfriamiento de las corrientes de aire (y las temperaturas ambiente más bajas) se pueden compensar sobrealimentando las lámparas. La Figura 29 muestra este efecto, comparando lámparas estándar Philips TUV PL-L 36W con versiones de 60W de alto rendimiento, que tienen las mismas dimensiones.

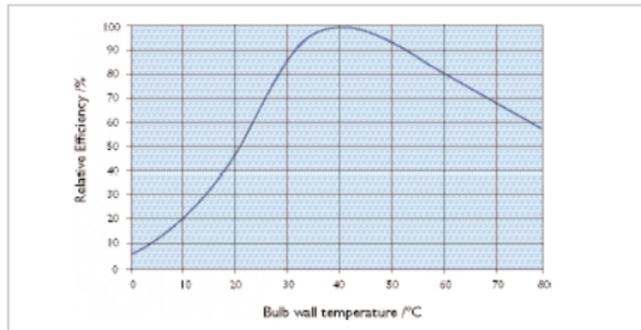


Figure 28. Dependencia de la temperatura de la lámpara de mercurio.

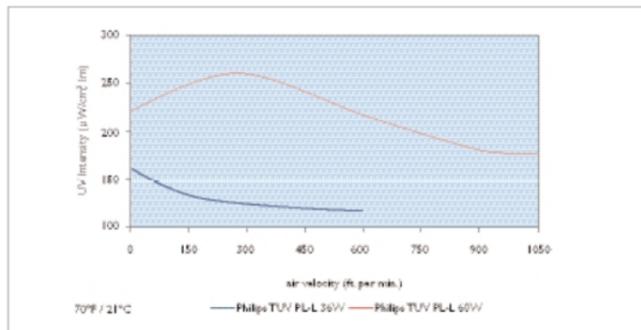


Figure 29. UV vs Windchill Factor:

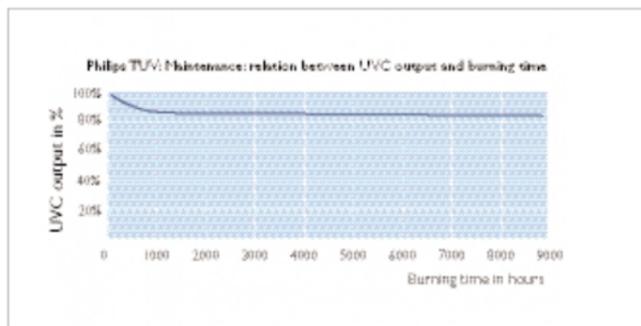


Figure 30. Philips TUV Mantenimiento.

5.3 Vida de la lámpara

La vida útil de las lámparas de mercurio de baja presión (TUV) depende de:

- geometría del electrodo
- corriente de la lámpara
- llenado de gases nobles
- frecuencia de cambio
- temperatura ambiente
- circuitería

La elección del lastre debe coincidir con la aplicación.

Los balastos electrónicos de precalentamiento proporcionan las mejores condiciones para una larga vida útil de la lámpara, especialmente cuando las lámparas se cambian con frecuencia.

El encendido / apagado frecuente influirá significativamente en la vida útil de la lámpara.

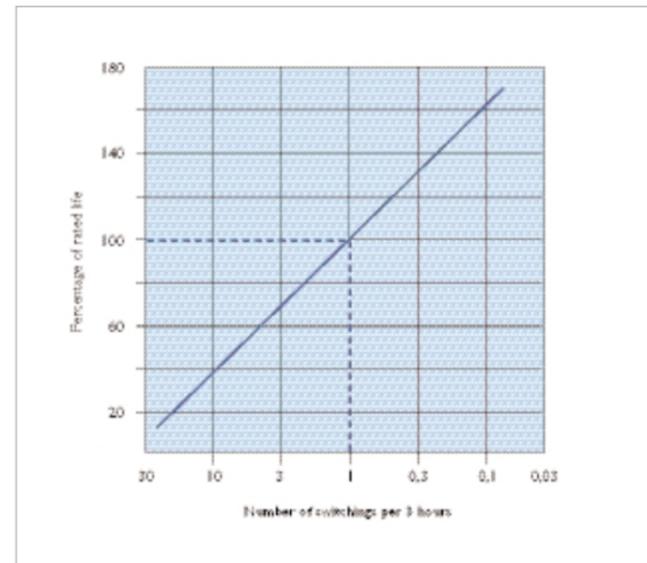


Figure 31. Vida de la lámpara.

6. Referencias

1. Threshold Limit Values, ACGIH, 1999-2000
2. IES Lighting Handbook, Application Volume, 1987, 14-19
3. Legan, LW. UV Disinfection Chambers, Water and Sewage Works R56-R61
4. Grocock, NH, Disinfection of Drinking Water by UV Light. J. Inst. Water Engineers and Scientists 38(2) 163-172, 1984
5. Antopol, SC. Susceptibility of Legionella pneumophila to UV Radiation. Applied and Environmental Microbiology 38, 347-348. 1979
6. Wilson, B. Coliphage MS-2 as UV Water Disinfection Efficacy Test. Surrogate for Bacterial and Viral Pathogens (AWWA/WQT conference 1992)
7. Wolfe, RL. Ultraviolet Disinfection of Potable Water: Current Technology and Research. Environmental Sci. Technology 24 (6), 768-773, 1990
8. Brickner, PW; Vincent R.L., First, M, Nardell E., Murray M., Kaufman W.; The application of ultraviolet Germicidal radiation to Control Transmission of Airborne Disease, Public Health Reports / March-April 2003, VHI 18
9. Abboud N., Water Conditioning and purification, June 2002. P. 38-39
10. Biological Effects of ultraviolet Radiation. W. Harm, Cambridge University Press, 1980
11. Jagger, J. Introduction to Research in ultraviolet Photobiology, Prentice Hall, 1967
12. Grun, L and Pitz, N. Zbl. Batt. Hyg., vol. B 159, 50-60, 1974
13. Menzies, D.; Popa, J.; Hanley, J.A.; Rand, T.; Milton, D. K.; Lancet 2003; 362, p. 1785-1791.
14. H. Martiny. Desinfektion von Wasser mit UV Strahlen. Techn. Univ. Berlin. 1991

Photographs by courtesy of:

- Lumalier, Memphis USA (www.lumalier.com)
- LIT Technology, Moscow Russia (www.lit-uv.com)
- Technilamp UV+IR, Southdal S.A. (uv.ir@pixie.co.za)
- Trojan Technologies, London Ontario, Canada (www.trojanuv.com)
- Eureka Forbes, Bangalore India (www.aquaguardworld.com)
- GLA, The Netherlands (www.gla-uvc.nl)