

Ventajas de la tecnología de desinfección UV-C

en el contexto de la pandemia COVID-19 y mas allá

Lina Clemencia Pulgarin C
SC dispositivos UV-C de efecto germicida
Technical Policy Manager SIGNIFY



**BICENTENARIO
PERÚ 2021**



AGENDA

1

Crecientes hallazgos sobre la ruta de infección primaria del SARS-CoV-2 por el aire
Reducir las probabilidades de infecciones transmitidas por el aire (modelo de Wells-Riley)

2

Ejemplos y modelos de SARS-CoV-2 de reuniones en interiores
Habilitación de la desinfección mediante cambios de aire (equivalentes) por hora (eqACH)

3

Eficacia de desinfección de (aire superior) UV-C

4

Estándares de seguridad y programas de certificación para UV-C

5

Respaldo internacional y desarrollos continuos

6

Conclusiones y acciones recomendadas

1

La principal vía de
infección del SARS-Cov-2
se transmite por el aire

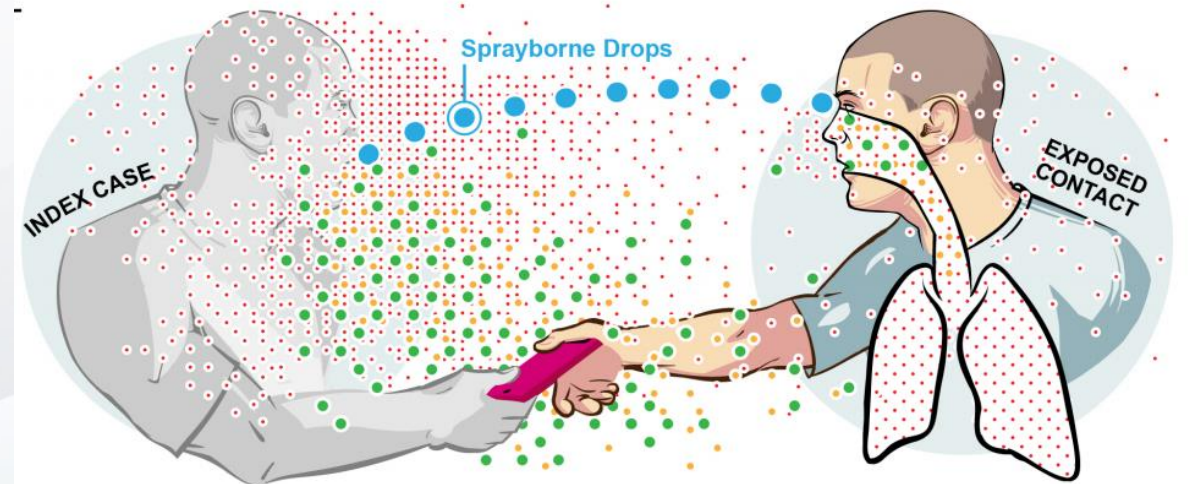
El mundo está en un viaje de aprendizaje

Inicialmente, el SARS-CoV-2 se consideraba una enfermedad que se propagaba a través de las gotas respiratorias, excepto en los raros casos de transmisión por aerosol durante procedimientos médicos como la intubación

Los fómites -superficies contaminadas- se consideraban una de las principales amenazas, ya que al tocarlos después de que las gotas cayeran sobre ellos, el virus podía llegar a nuestras manos y luego a nuestras narices, ojos o bocas

"Las pruebas actuales sugieren que la principal forma de propagación del virus es a través de las gotitas respiratorias, entre personas que están en estrecho contacto"


OMS Julio 2020



Copyright: [University of Colorado Boulder](https://www.colorado.edu/)

Cada vez hay más pruebas de que el aire es la principal vía de infección del SARS-CoV-2

Air Disinfection for Airborne Infection Control with a Focus on COVID-19: Why Germicidal UV is Essential[†]

Edward A. Nardell* 

Division of Global Health Equity, Brigham & Women's Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA,
Received 7 January 2021, accepted 16 March 2021, DOI: 10.1111/php.13421

ABSTRACT

Aerosol transmission is now widely accepted as the principal way that COVID-19 is spread, as has the importance of ventilation—natural and mechanical. But in other than health-care facilities, mechanical ventilation is designed for comfort, not airborne infection control, and cannot achieve the 6 to 12 room air changes per hour recommended for airborne infection control. More efficient air filters have been recommended in ventilation ducts despite a lack of convincing evidence that SARS-CoV-2 virus spreads through ventilation systems. Most transmission appears to occur in rooms where both an infectious source COVID-19 case and other susceptible occupants share the same air. Only two established room-based technologies are available to supplement mechanical ventilation: portable room air cleaners and upper room germicidal UV air disinfection. Portable room air cleaners can be effective, but performance is limited by their clean air delivery rate relative to room volume. SARS-CoV-2 is highly susceptible to GUV, an 80-year-old technology that has been shown to safely, quietly, effectively and economically produce the equivalent of 10 to 20 or more air changes per hour under real life conditions. For these reasons, upper room GUV is the essential engineering intervention for reducing COVID-19 spread.

Beyond Six Feet: A Guideline to Limit Indoor Airborne Transmission of COVID-19

Martin Z. Bazant^{a,b,1} and John W. M. Bush^b

^aDepartment of Chemical Engineering; ^bDepartment of Mathematics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139

This manuscript was compiled on November 3, 2020

There is growing evidence that indoor airborne transmission associated with relatively small, micron-scale aerosol droplets

in the spread of COVID-19 (4, 5, 7, 15–17) or so-called “super-spreading events” (22) occur indoors (26). For example, at the Pitkin Valley Chorale choir practice that took place in Pitkin County, Colorado, near the town of Steamboat State on March 10, some 53 of 61 choir members were infected, presumably not all of them within 6 feet of the initially infected individual (22). Similarly, when 23 of 68 passengers were infected on a 2-hour bus journey in Ningbo, China, their seated locations were uncorrelated with distance to the index case (25). Further evidence for the dominance of indoor airborne transmission has come from a recent analysis of 7324 early cases outside the Hubei Province, in 320 cities across mainland China (27). The authors found that all clusters of three or more cases occurred indoors, 80% arising inside apartment homes and 34% potentially involving public transportation. Only a single transmission was recorded outdoors. Finally, the fact that face-mask directives have been more effective than either lock-downs or social distancing in controlling the spread of COVID-19 (20, 28) is consistent with indoor airborne transmission as the primary driver of the global pandemic.

CDC:

Science Brief: SARS-CoV-2 and Surface (Fomite) Transmission for Indoor Community Environments
Updated Apr. 5, 2021

Los resultados de estos estudios sugieren que el riesgo de contagio por SARS-CoV-2 es bajo por la vía de transmisión por fómites, y generalmente es menor que 1 en 10,000, lo que significa que cada contacto con una superficie contaminada tiene una posibilidad de menos de 1 en 10,000 de causar una infección.



World Health Organization

Actualizado en 30 de Abril 2021

"El virus también puede propagarse en entornos interiores mal ventilados y/o abarrotados, donde las personas suelen pasar más tiempo. Esto se debe a que los aerosoles permanecen suspendidos en el aire o viajan más allá de 1 metro (largo alcance)".



Centers for Disease Control and Prevention
CDC 24/7: Saving Lives, Protecting People™

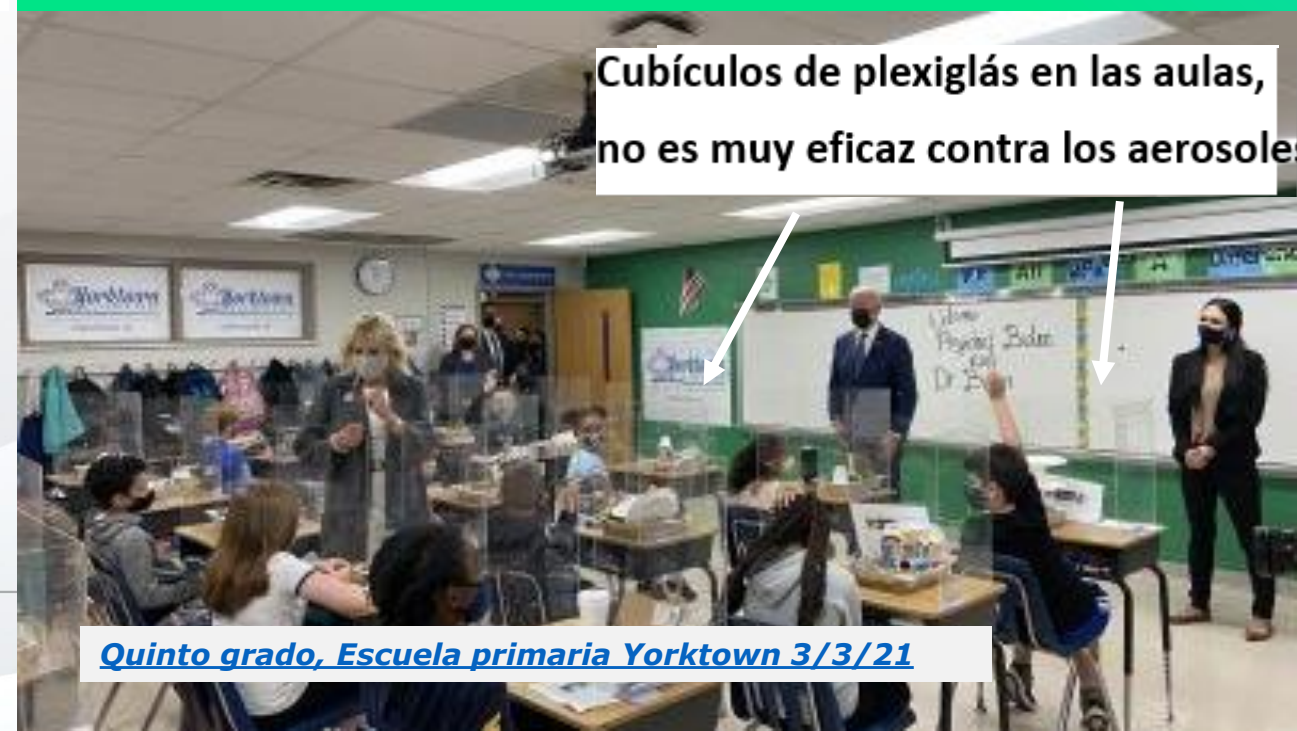
Actualizado en 7 May 2021

"Respirar el aire cuando se está cerca de una persona infectada que exhala pequeñas gotas y partículas que contienen el virus es una de las principales vías de transmisión del virus".

¿Por qué se tardó tanto en aceptar los hechos de COVID?

Dr. Tufekci, New York Times, 7 de mayo

Cubículos de plexiglás en las aulas,
no es muy eficaz contra los aerosoles



Quinto grado, Escuela primaria Yorktown 3/3/21

Outdoor transmission accounts for 0.1% of State's Covid-19 cases

Just 262 cases traced to outdoor activities since pandemic began, official figures reveal

© Mon, Apr 5, 2021, 14:10

Ronan McGreevy

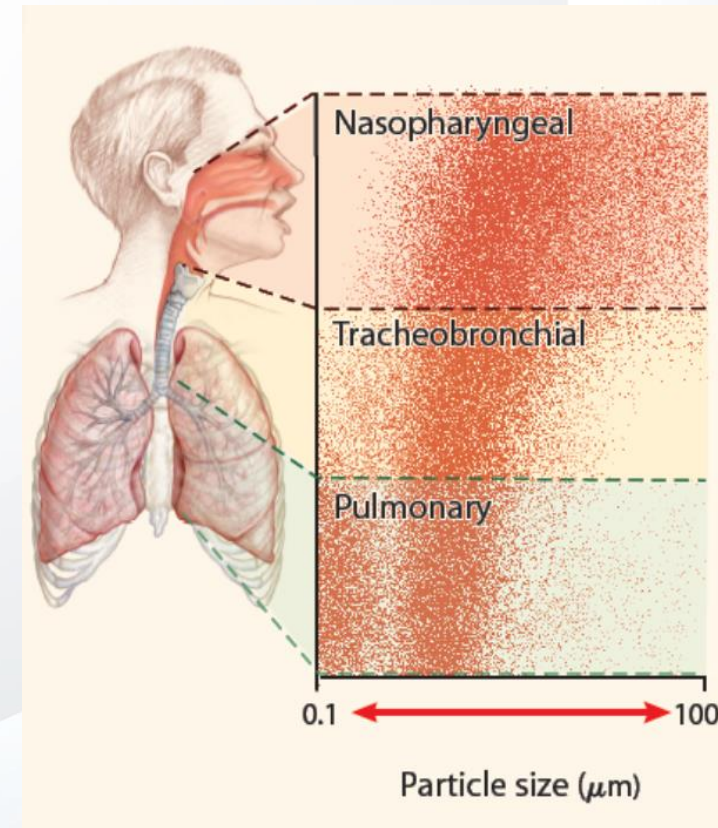
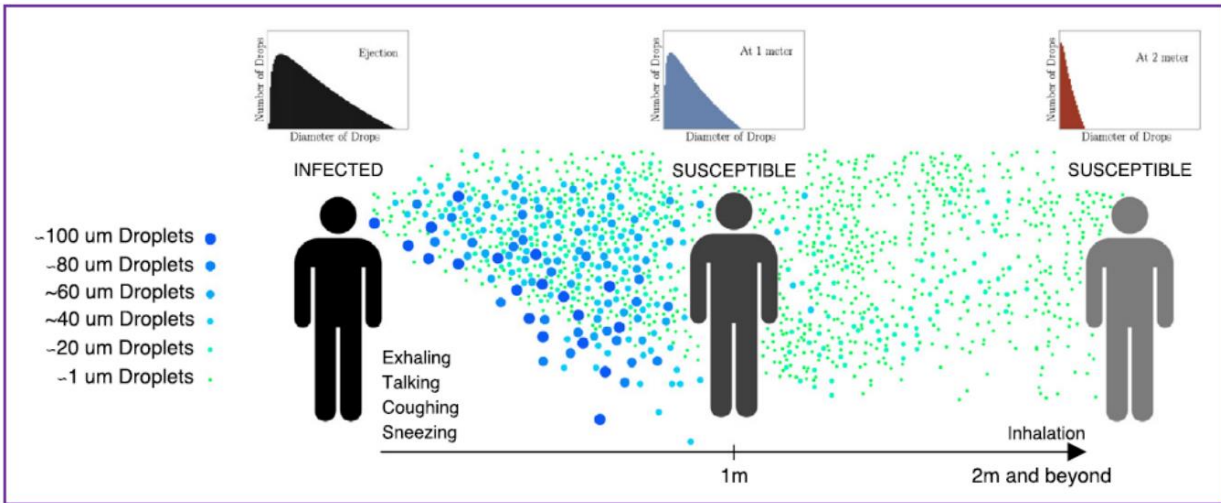


Prof Mike Weed from the University of Canterbury, who studied 27,000 Covid-19 cases, says outdoor gatherings are safe if accompanied by proper risk management. File photograph: iStock

Los eventos de superdifusión que desempeñan un papel importante en el impulso de la pandemia se producen en su gran mayoría, si no exclusivamente, en el interior



Las partículas mas pequeñas se generan en los bronquios y la laringe



Balachandar, S. et al. 2020, Host-to-host airborne transmission as a multiphase flow problem for science-based social distance guidelines. *Int. J. of Multiphase Flow*, 132: 103439.

Prof Donald Milton, Harvard webinar, Feb 2021

Los aerosoles (<5μm) permanecen en el aire y causan infecciones más allá de 6 pies de distancia

Las partículas menores de 1μm contienen mayores cargas de SARS-CoV-2

Donald Milton, Harvard webinar, Feb 2021

Hay pruebas sólidas y consistentes de que el SARS-CoV-2 se propaga por transmisión aérea

Los aerosoles contribuyen sustancialmente a la propagación del SARS-CoV-2

1. Los estudios sobre eventos de superdifusión, coros, cruceros, mataderos y cárceles, **no pueden ser explicados por gotas fómites (superficies)**
 - La alta incidencia de los eventos de Superpropagación sugieren fuertemente el **predominio de la transmisión por aerosol**
2. La transmisión del SARS-CoV-2 tiene lugar en reuniones al interior más que en el exterior, y se reduce sustancialmente con la ventilación interior
3. Los estudios de animales infectados en jaulas, conectados a animales no infectados en jaulas separadas a través de un conducto de aire, muestran una transmisión del SRAS-CoV-2 que **sólo puede explicarse por los aerosoles**
4. El SARS-CoV-2 se ha encontrado en los filtros de aire y en los conductos de los edificios de los hospitales, en lugares a los que **sólo llegan los aerosoles**
5. Ningún estudio ha aportado pruebas sólidas o consistentes para refutar la hipótesis de la transmisión del SRAS-CoV-2 por el aire

1

El modelo Wells-Riley y la probabilidad de infección en el aire

Como reducir las probabilidades de infecciones transmitidas por el aire

Las preguntas que nos hemos hecho

- Si un niño se infecta en una clase de 25 que pasan un día completo juntos, ¿cuántos otros se infectarán al final del día, y qué soluciones ayudan a reducir este número?
- ¿Cuál es la probabilidad de infectarse en una sesión de canto de dos horas y cómo ayudarían las soluciones de desinfección a reducir esa probabilidad?
- ¿Son seguros los aviones (desde la perspectiva de COVID-19)?
- ¿Qué debemos hacer para abrir con más seguridad los restaurantes, los gimnasios y las oficinas?

El modelo Wells-Riley pretende predecir las probabilidades de infección de las enfermedades transmitidas por el aire

Modelo Wells –Riley para la infección por aire

$$P_{event-airborne} = 1 - \exp \left[\frac{-I p q t}{ACH + eqACH} \right]$$

Donde:

I = # individuos infectados en el espacio

p = Respiración media de los individuos en el espacio

q = Tasa de generación de Quanta de infección

t = tiempo de exposición

ACH = Cambios de Aire por Hora Convencionales

eqACH = Cambios de Aire por Hora Equivalente

El modelo Wells-Riley(1)

- Un enfoque común para cuantificar el riesgo de infección asociado a las enfermedades transmitidas por el aire
- Se basa en el llamado "quanta de infección", definido por Wells como el número de núcleos de gotas infecciosas necesario para infectar al 63% de las personas susceptibles
- La cantidad de Quanta de infección generados depende de la actividad y del número de personas infectadas en una sala/evento
- El tiempo de exposición es un factor clave que influye en las probabilidades de infección, la frecuencia respiratoria también es relevante
- La ventilación, natural o mecánica, expresada en los llamados cambios de aire por hora (ACH) puede reducir el riesgo de infección
- Los cambios de aire por hora equivalentes (eqACH) pueden realizarse mediante tecnologías complementarias de desinfección del aire, como UV-C, que tienen un efecto de limpieza del aire equivalente

El modelo Wells-Riley (2)

- El modelo es utilizado para entender y predecir el riesgo de infección en diferentes escenarios (ver ejemplos en las siguientes dispositivas).
- El número estimado de personas infectadas es:

$$R_{event-airborne} = n * P_{event-airborne}$$

donde n = número de personas susceptibles en un evento que aun no están contagiadas

Notas importantes:

- Wells-Riley no es un modelo dinámico que cubre escenas dinámicas con personas entrando y saliendo de una habitación
- No describe por ejemplo las posibilidades de incremento de infección por cercanía cuando las personas están en directa proximidad entre ellas
- El modelo Wells-Riley tiene como hipótesis subyacente la mezcla homogénea del aire
- Los modelos anteriores suponen que la susceptibilidad de las personas es igual. En la vida real la susceptibilidad varía obviamente (por ejemplo, con la edad y otros numerosos factores)

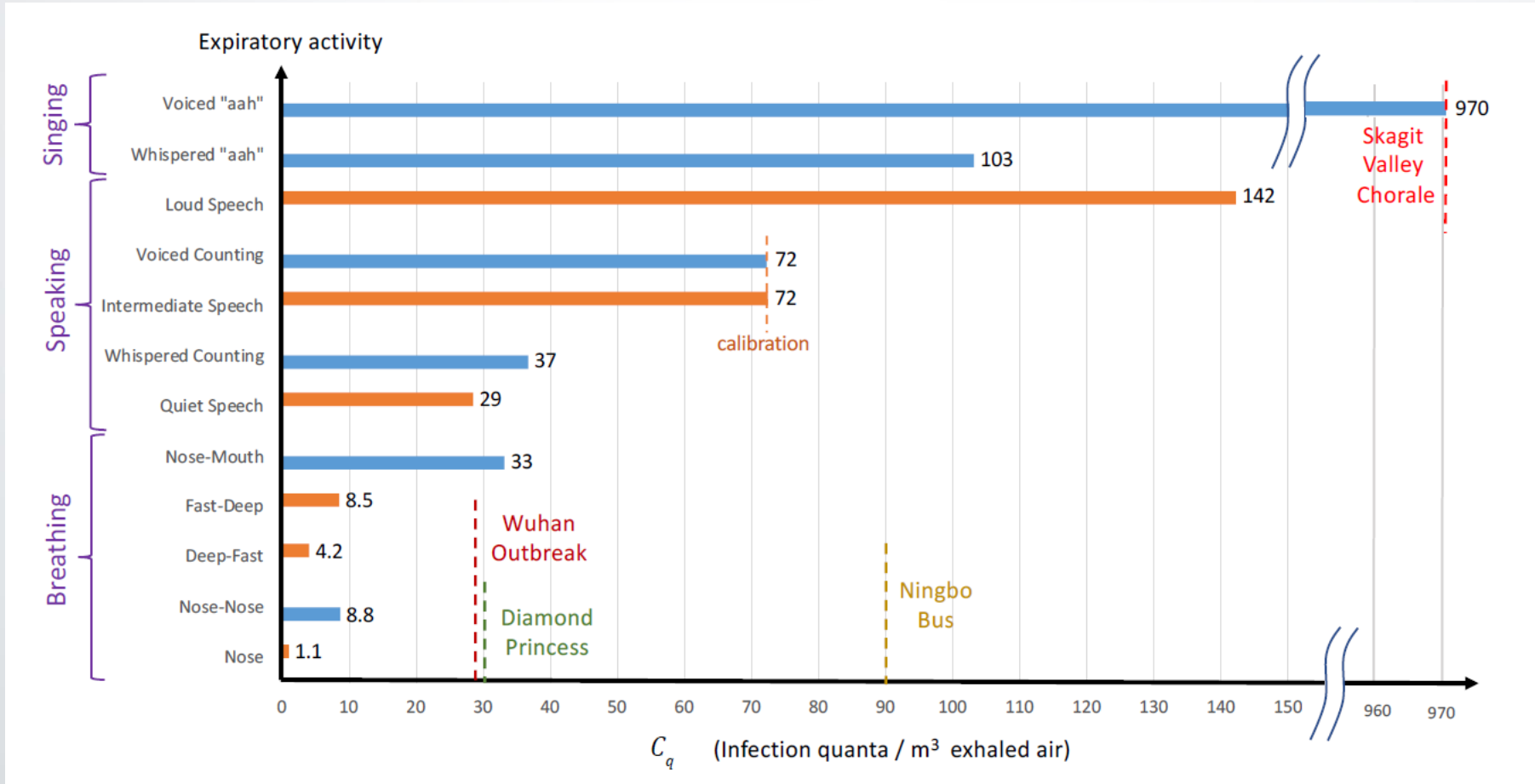
Modelo Wells –Riley para la infección por aire

$$P_{event-airborne} = 1 - \exp \left[\frac{-I p q t}{ACH + e q ACH} \right]$$

Donde:

- I = # individuos infectados en el espacio
- p = Respiración media de los individuos en el espacio
- q = Tasa de generación de Quanta de infección
- t = tiempo de exposición
- ACH = Cambios de Aire por Hora Convencionales
- eqACH = Cambios de Aire por Hora Equivalente

La Quanta de infección para SARS-CoV-2 se ha investigado



Nota: estas Quanta de infección son derivadas para variantes antiguas de SARS-CoV-2

La variante delta, mucho más contagiosa, aún no se considera en los próximos ejemplos

Fuente:

Beyond Six Feet: A Guideline to Limit Indoor Airborne Transmission of COVID-19

Martin Z. Bazant^{a,b,1} and John W. M. Bush^b

^aDepartment of Chemical Engineering; ^bDepartment of Mathematics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139

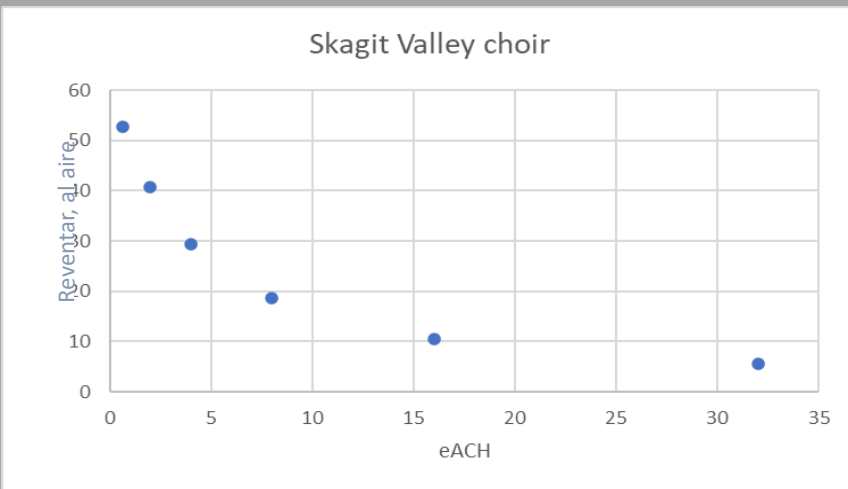
This manuscript was compiled on November 3, 2020

2

Ejemplos y modelos de SARS-CoV-2 de eventos en interiores



[Coro del Valle de Skagit](#)



$eqACH > 177$ requerido para $R_{event, airborne} < 1$
 $eqACH > 30$ podría haber reducido significativamente las infecciones (en aproximadamente un 90%)

Ejemplo de la vida real: Skagit Valley Choir, marzo de 2020

- En un ensayo del coro Skagit Valley Chorale, en el estado de Washington, de dos horas y media de duración, unos 53 de los 61 asistentes se infectaron
- No todos a menos de 2 metros del individuo inicialmente infectado

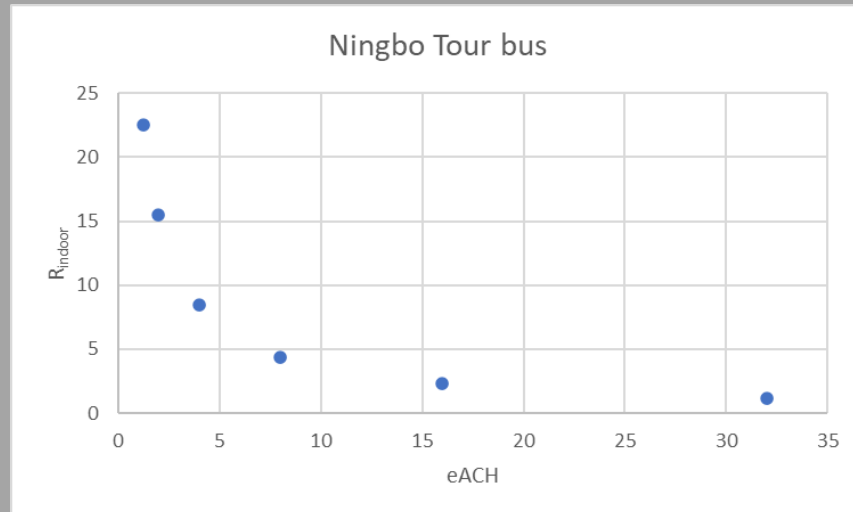
Parámetro	
Número de infectantes	1
Número de personas (total)	61
Tasa de respiración (m ³ /hr)	1,0
Quanta/hora (<i>supuesto</i>) (*)	970
Tiempo de exposición (h)	2,5
ACH	0,65
Volumen de espacio (m ³)	810
# de personas infectadas	53

(*) "Transmisión del SARS-CoV-2 por inhalación de aerosoles respiratorios en el evento de superdifusión de Skagit Valley Chorale", S.Miller et.al, Indoor Air Vol.31, Issue 2,p. 314-323, marzo de 2021



Ejemplo de la vida real: Viaje en autobús a Ningbo, enero de 2020

- Durante un viaje de dos horas en autobús en Ningbo (China), 23 de los 68 pasajeros se infectaron
- La ubicación de los asientos no estaba relacionada con la distancia al caso índice



>37 eqACH necesarios para $R_{event, en el aire} < 1$

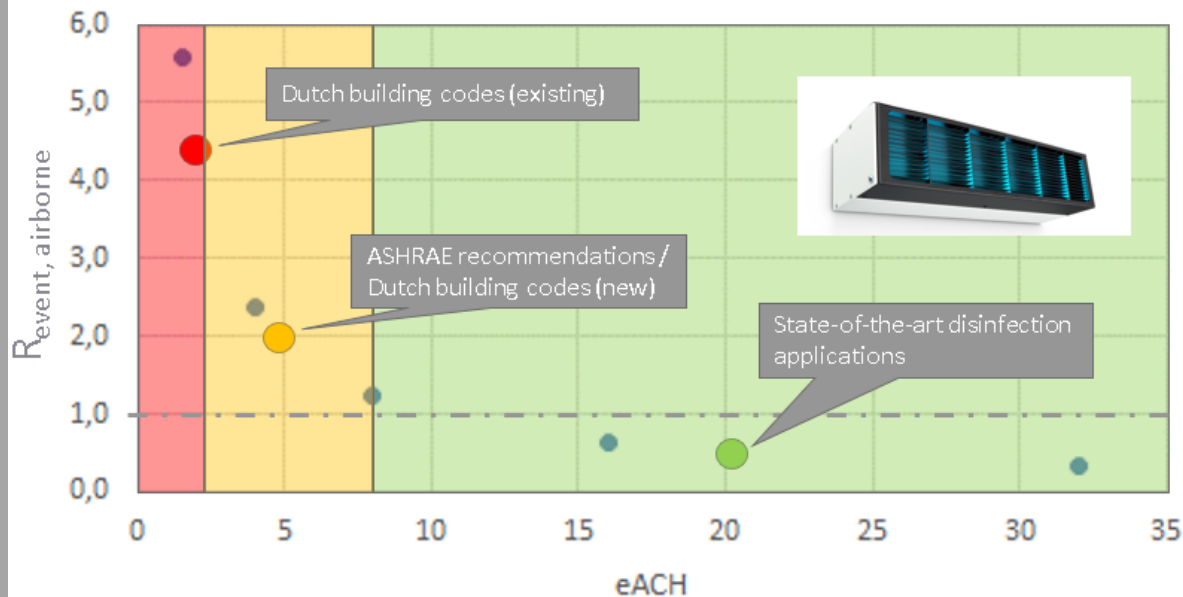
Parámetro	
Número de infectantes	1
Número de personas (total)	68
Tasa de respiración (m ³ /hr)	0,5
Quanta/hora (<i>supuesto</i>)	30
Tiempo de exposición (h)	1,7
ACH	1,25
Volumen de espacio (m ³)	45
# de personas infectadas	23



Ejemplo de modelo: Un aula con 25 niños

- Tenga en cuenta que no se trata de un caso real, sino de una proyección, basada en el modelo Wells-Riley

Classroom (25 children)



Parámetro	
Número de infectantes	1
Número de personas (total)	25
Tasa de respiración (m ³ /h)	0,4
Quanta/hora (<i>supuesto</i>)	25
Tiempo de exposición (h)	6
ACH	1,5
Volumen de espacio (m ³)	147
Probabilidad de contagio por vía aérea	23%
Número <i>previsto</i> de personas infectadas sin protección adicional	5-6

Ya se requieren >10 eqACH sólo para conseguir R_{event} , en el aire < 1

Ejemplos de modelos: oficina; avión



Parámetro	
Número de infectantes	1
Número de personas (total)	19
Tasa de respiración (m ³ /h)	0,5
Quanta/hora (<i>supuesto</i>)	10
Tiempo de exposición (h)	8
ACH	2
Volumen de espacio (m ³)	240
Probabilidad de contagio por vía aérea	7,5%
Número <i>previsto</i> de personas infectadas sin protección adicional	1,4

Se necesitan mayores niveles de eqACH para llevar a $R_{\text{event, por el aire}} \ll 1$



Foto de Shutterstock

Parámetro	
Número de infectantes	1
Número de personas (total)	299
Tasa de respiración m ³ /h)	0,5
Quanta/hora (<i>supuesto</i>)	10
Tiempo de exposición (h)	2,5
ACH	20
Volumen de espacio (m ³)	480
Probabilidad de contagio por vía aérea	0,1%
Número <i>previsto</i> de personas infectadas sin protección adicional	0,4

Una alta ACH hace que los aviones sean relativamente seguros.

2

Habilitación de la desinfección mediante cambios de aire (equivalentes) por hora

(eqACH)

Los cambios de aire por hora (ACH) son una medida de ventilación bien conocida

ASHRAE recommendations <i>for ventilation purposes</i>	
Application	ACH
Home	0.35-1
Hotel rooms	1-2
Offices	2-3
Retail Shops	2-3
Schools	5-6
Sports facilities	4-8
Restaurants	6-8

- Los requisitos básicos de la tasa de ventilación ya forman parte de las directrices de los edificios, pero están orientados a conseguir aire fresco, bajos niveles de CO₂, olores y humedad, **no a la desinfección**
- Los propietarios de edificios utilizan el ACH como medida de la tasa de ventilación:
 - Los cambios de aire por hora (ACH) se definen como el número de veces que el aire de una habitación se sustituye por aire nuevo, en 1 hora
 - Cada cambio de aire reduce el número de patógenos en un 63%.
 - Para una reducción del 99,99% (Log 4), se necesitan 9 cambios de aire.
- Los niveles mínimos recomendados por la ASHRAE para el ACH son **demasiado bajos para una desinfección eficaz por aerosol**
- Los hospitales son una excepción, ya que requieren el tipo 15-20 ACH
- Aumentar los niveles de ACH es importante para ayudar a reducir el riesgo de transmisión aérea del SARS-CoV-2

eqACH como métrica eficaz para comparar soluciones de desinfección alternativas con la ventilación mecánica convencional

(que elimina los patógenos al diluir el aire con aire fresco)

Nivel ACH (o nivel eqACH)				
Reducción tiempo [min]	Nivel de reducción			
	90% (Log 1)	99% (Log 2)	99.9% (Log 3)	99.99% (Log 4)
10	13.8	27.6	41.4	55.3
20	6.9	13.8	20.7	27.6
30	4.6	9.2	13.8	18.4
40	3.5	6.9	10.4	13.8
50	2.8	5.5	8.3	11.1
60	2.3	4.6	6.9	9.2

Cambios de aire equivalentes por hora

- La eficacia de la reducción de patógenos de las soluciones de desinfección del aire puede expresarse en cambios de aire equivalentes por hora (eqACH)
- Un eqACH reduce el 63% de los patógenos objetivo en una hora (lo mismo que un ACH)
- Los niveles más altos de eqACH pueden reducir un mayor número de patógenos en menos tiempo, por ejemplo:
 - 10 eqACH → 90% de reducción en <15 minutos
 - 20 eqACH → 99% de reducción en <15 minutos
 - 30 eqACH → 99,9% de reducción en <15 minutos

Nota: estas definiciones / cálculos se aplican asumiendo que no hay ninguna fuente en la sala que produzca nueva carga viral

3

Eficacia de la desinfección de (aire superior) UV-C

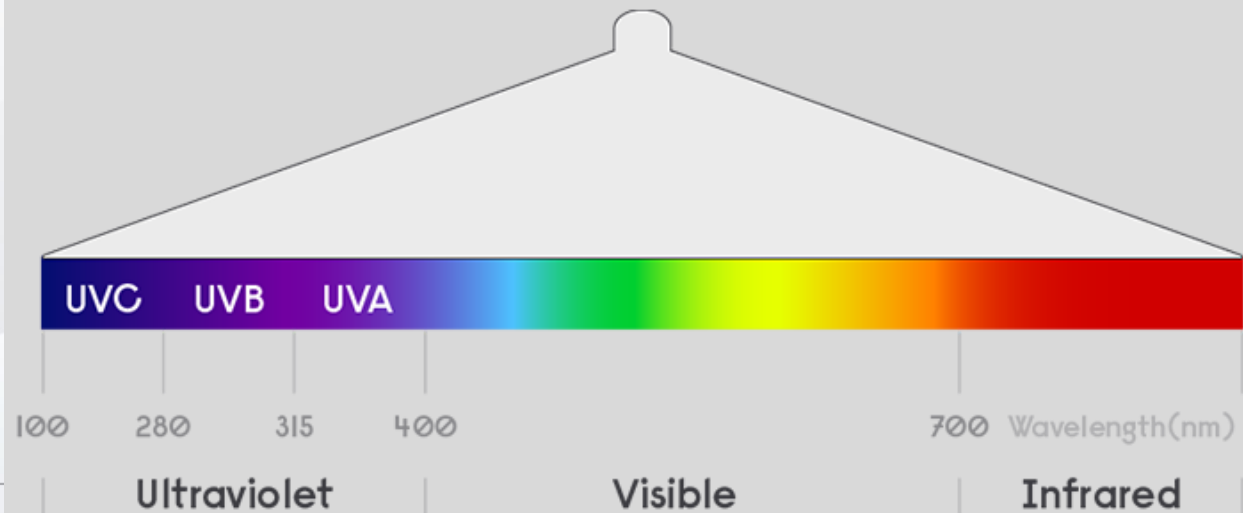
UV-C Upperair disinfection



¿Qué es la luz UV-C?

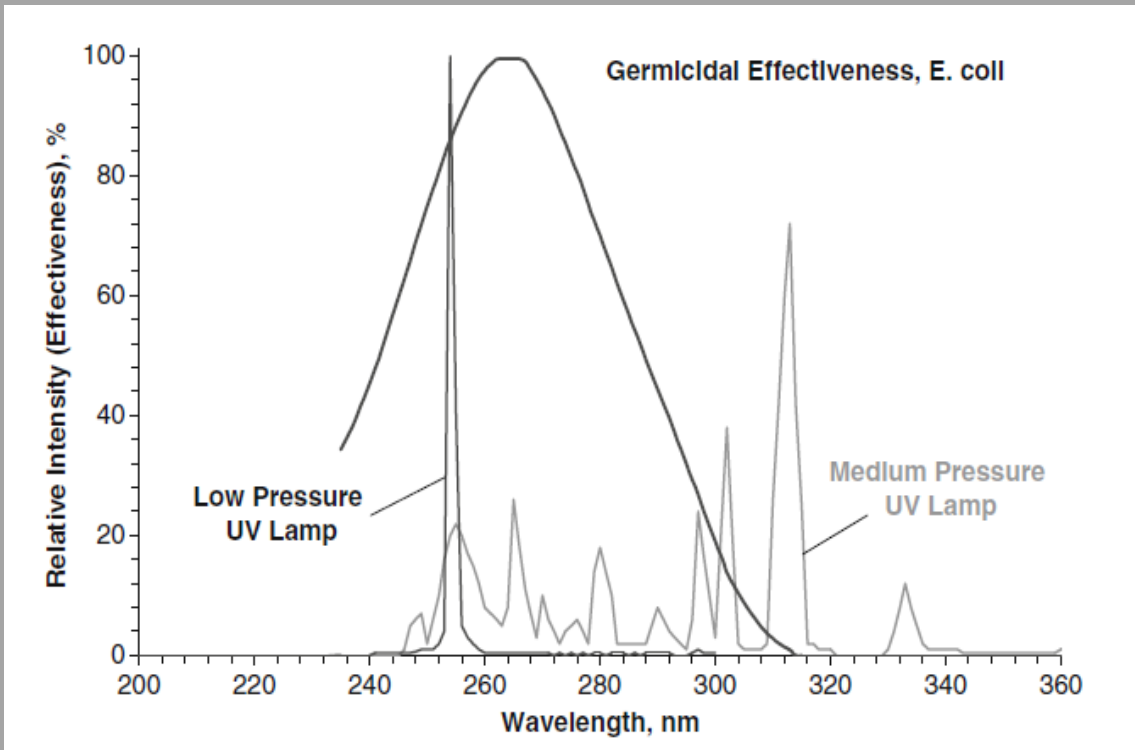
- Categoría de luz ultravioleta con longitudes de onda entre 100-280 nanómetros
- Ampliamente utilizado para desinfectar el agua, las superficies y el aire en períodos de tiempo muy cortos
- Hoy en día, la luz UV de 254 nm es la más eficaz, asequible y ampliamente utilizada para la desinfección

Inactiva los virus y microorganismos destruyendo su ADN o ARN



La luz UV-C destruye la capacidad de los microbios y los virus para reproducirse

W.Kowalski, "Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook, UVGI para la desinfección del aire y las superficies", 2009

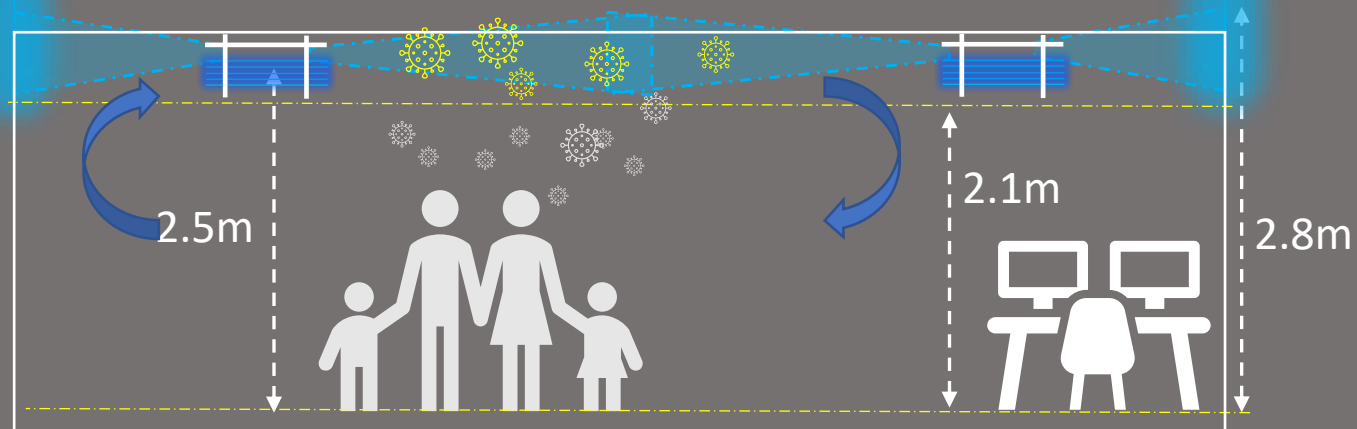


Eficacia germicida de las longitudes de onda UV, comparando la alta (o media) y la Lámparas UV de baja presión con eficacia germicida para E. coli

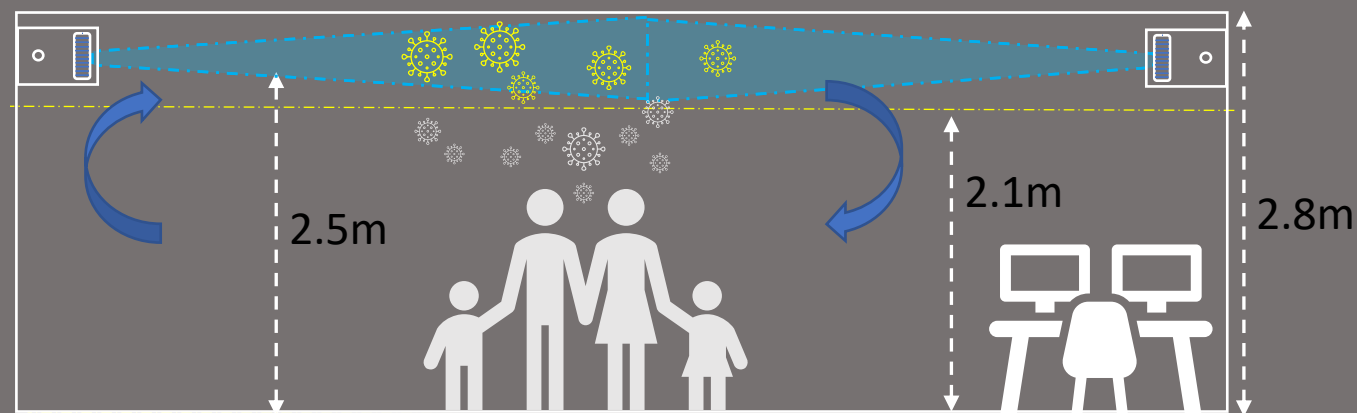
La base científica de la eficacia germicida de los rayos UV-C es bien conocida

- La desinfección por UV-C no es nada nuevo: se aplica comercialmente desde los años 30
- A lo largo de los años, se ha demostrado que la luz UV-C inactiva, sin excepción, todos los microorganismos y virus contra los que se ha probado, incluidos, entre otros, los causantes de la tuberculosis, la gripe, así como el SARS-CoV-1 y el SARS-CoV-2
- Las longitudes de onda de la gama UV-C son especialmente dañinas para los microbios y los virus porque son absorbidas por las proteínas, el ARN y el ADN
- El espectro de eficacia germicida con un pico de eficacia a 265 nm se solapa con el pico de 253,7 nm de las lámparas UV de mercurio de baja presión
- *Entonces, ¿cómo se puede aplicar en la práctica?*

Instalación en techo de aire superior : Ilustración



Instalación de pared de aire superior : Ilustración



Cómo expresar el rendimiento UV-C

- La susceptibilidad de los patógenos a los rayos UV-C depende de la **dosis de UV-C** en (J/m^2) a la que están expuestos, y de un factor de susceptibilidad específico del patógeno (factor k)
- Esta dosis de UV-C depende, entre otras cosas, del tiempo de exposición, la potencia de la lámpara, el diseño y la óptica de la luminaria y las geometrías del ambiente interior
- Para modelar esto en aplicaciones reales, se introduce el concepto de **fluencia UV-C** (J/m^2) que expresa la cantidad total de dosis de UV-C en un punto determinado, integrada desde todas las direcciones
- La fluencia UV-C real puede determinarse mediante mediciones en puntos seleccionados y puede modelarse para toda la sala
-
- *Entonces, ¿cómo se relaciona la fluencia UV-C con la eqACH?*



Cómo se relaciona la fluencia UV-C con la eqACH

La relación entre la fluencia UV-C (promediada en el espacio) y la eqACH conseguida para un patógeno es lineal:

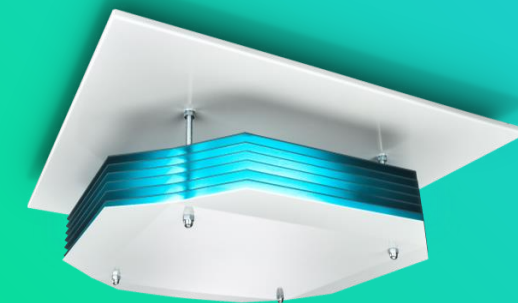
$$k \cdot D = \text{eqACH},$$

donde

- k = factor de susceptibilidad del patógeno (m^2/J)
- D = Fluencia UV-C media en el espacio durante una hora (J/m^2)

Obsérvese que la eqACH depende, por definición, del patógeno objetivo

Susceptibilidad a los rayos UV-C (k) del SARS-CoV-2:
 $k=0,377 \text{ m}^2/\text{J}$



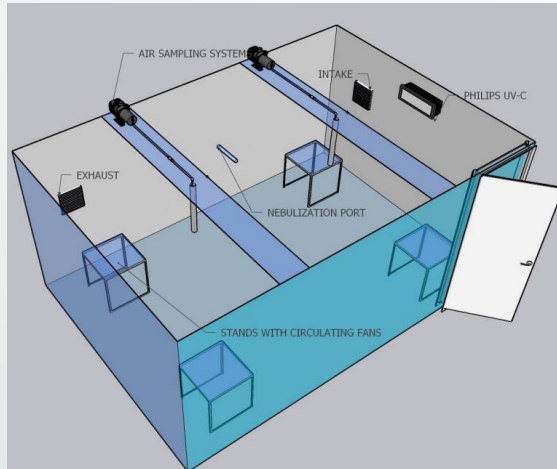
Ejemplos de cálculo de eqACH para el SARS-CoV-2

(basado en instalaciones reales de UV-C de 254 nm)

Valor k (m^2/J)	Fluencia D (J/m^2)	eqACH
0.377	36	13.6
0.377	54	20.4
0.377	90	33.9

La tecnología UV-C de Signify de aire superior alcanzó 50 eqACH en el experimento de laboratorio

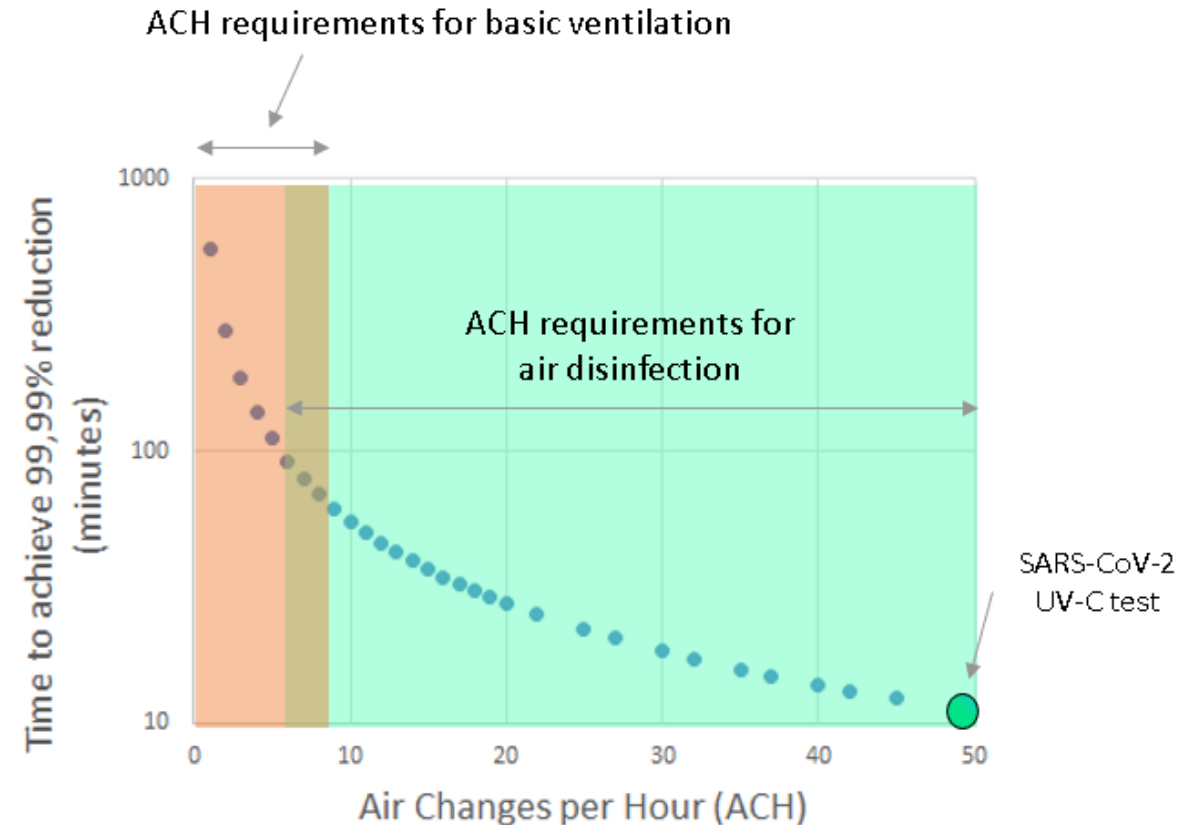
La [prueba de desinfección de aire superior con UV-C](#) de Signify demostró que el 99,99% (reducción Log 4) del virus del SARS-CoV-2 se inactivó en 10 minutos con una luminaria montada en la pared



2,4 x 3,0 x 2,4m

Este rendimiento de inactivación corresponde a eqACH = 50 (para SARS-CoV-2)

Laboratorio de tercera parte INNOVATIVE BIOANALYSIS LAB



Evaluación comparativa de las tecnologías de desinfección

1

2

3

4

	Ventilación natural	Ventilación mecánica	Aire superior UV-C	Sistema cerrado UV-C
Típico ACH	0-1	1-2	--	--
Típico eqACH	--	--	6-30+ (*)	1-2 (por dispositivo)
Costes de infraestructura	bajo	medio	bajo	bajo
Costes energéticos de explotación	medio (se necesita calefacción/refrigeración adicional)	medio (se necesita calefacción/refrigeración adicional)	bajo	medio
Incomodidad	medio-alto (temperatura, corriente de aire, a veces la contaminación)	medio-alto (ruido, corriente de aire)	muy bajo	medio (ruido)
Riesgo de seguridad (radiación)	ninguno	ninguno	muy bajo (cuando se instala correctamente)	ninguno

(*) El aire superior UV-C ofrece flexibilidad para cubrir la tasa de eqACH deseada, dependiendo de la altura del techo; para las habitaciones con techos más bajos, la eficacia del aire superior es limitada debido a los requisitos de seguridad. En este caso se podrían añadir sistemas cerrados

Recupera tu salón de clases

Regreso a la escuela de forma segura con los productos de desinfección de aire superior **UV-C de Philips**



Vinse school. Amsterdam, The Netherlands

Vinse school. Amsterdam, The Netherlands



Recomendaciones

Regreso a la escuela de forma segura con los productos de desinfección de aire superior UV-C

Las intervenciones de ventilación pueden incluir la adición de sistemas de filtro / ventilador de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) y la adición de sistemas germicidas ultravioleta conocidos como **upper-room ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)**¹

¹ CDC- Centers for Disease Control and Prevention

Escuela

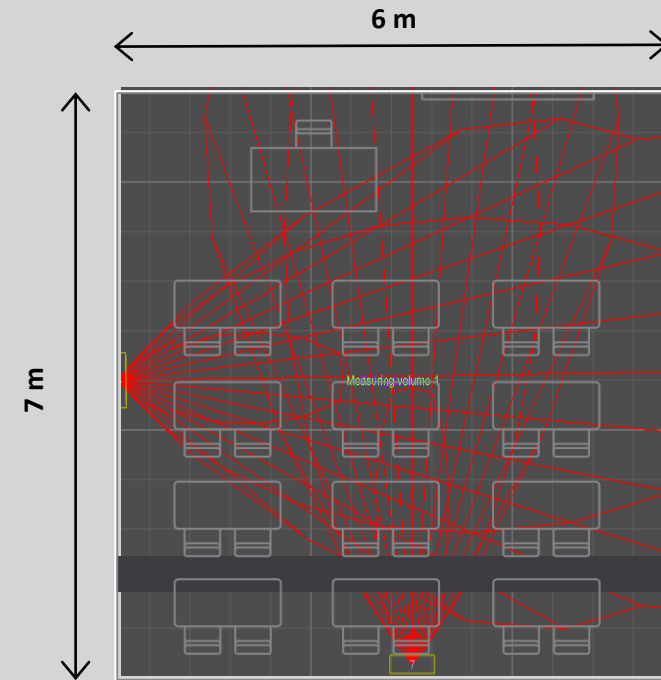
Salón 6m x 7m

- 2 x Upper air Instalados en pared
(WL345W 1xTUV T5 25W HFS)
- Genera **27 eACH⁶**

Información de instalación

6m x 7m 3.4m Altura

Distancia del techo
al centro de la
luminaria
= 0.27m



<15 min

Tiempo de desinfección (99,9%) para el
SARS-Cov-2 con un sistema UpperAir

* basado en reflejos de techo y pared <15%

Implementación

Seguridad

- Los sistemas de UVGI de aire superior se han utilizado de forma segura y eficaz durante décadas.
- Totalmente compatible con las regulaciones y estándares aplicables (IEC 62471, IEC PAS 63313, ISO 15858, NIOSH, ASHRAE)
- Instalación y puesta en servicio profesional

basado en experimentos realizados e investigaciones científicas

Testimonios

Desinfección de aire por medio de sistemas upper air UVC en edificios escolares Ámsterdam, Países Bajos

<https://www.lighting.philips.com/main/cases/cases/education/uv-c-in-classrooms>



UV-C air disinfection in school buildings Amsterdam, Netherlands

As a safe re-opening of schools is a major concern with the COVID-19 pandemic, the implementation of virus-inactivating Philips UV-C disinfection upper air helps protect educators, staff, and students.



“ Our Philips UV-C disinfection

upper air wall mount luminaires inactivated 99.99% of SARS-COV-2, the virus responsible of the COVID-19 disease, in the air of a room within 10 minutes.”



Customer challenge

Schools face a major challenge in providing qualitative education in safe and engaging classrooms where new social health standards apply. Areas where many people congregate must be safe and as virus-free as possible. By opting for UV-C disinfection lighting, schools go further than well-known measures, such as frequent ventilation, which often proves to be partially effective or economically unfeasible. Intervention in treating the air could be the best approach in keeping viruses as SARS-CoV-2 and seasonal flu away.



The solution

Philips UV-C upper air disinfection lighting guarantees an almost complete, fast disinfection of the air in any room. By means of natural convection or mechanical ventilation, the air flows to the top layer in the room. Here the air comes into contact with disinfecting UV-C light, after which it mixes again with the air in the lower parts of the room. It offers students and staff extra protection in rooms with usually limited ventilation.

Our Philips UV-C disinfection upper air wall mount luminaires inactivated 99.99% of SARS-COV-2, the virus responsible of the COVID-19 disease, in the air of a room within 10 minutes. At 20



口腔诊疗区
Dental Department



注意安全 请勿靠近

Recupera tu clínica / hospital

Recupere su trabajo en el sector salud de forma segura con los productos de desinfección de aire superior **UV-C de Philips**



Beijing Forestry University,
Beijing, China

COVID-19 y de vuelta a la “normalidad”

Ahora vemos que la presión sobre los sistemas de salud está disminuyendo dando como resultado el regreso de la atención primaria y los tratamientos que no ponen en peligro la vida.

Con el regreso de los pacientes, la importancia de la desinfección es mayor que nunca. Las investigaciones indican que el 5-10% de los pacientes ingresados en un hospital adquirirán una infección adquirida en el hospital¹.

¹ <https://www.cdc.gov/hai/data/portal/index.html>; <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/healthcare-associated-infections-european-hospitals>



Clinique Vauban, Livry-Gargan,
France



Recomendaciones

Protección de pacientes y personal

Existe un consenso creciente de que la transmisión aérea es la principal vía de infección del SARS-CoV-2.

Las clínicas, hospitales y otras instalaciones sanitarias tienen como objetivo ofrecer a sus profesionales, pacientes y residentes la mejor protección posible contra las complicaciones hospitalarias prevenibles. Existe la necesidad de una desinfección eficaz respetando la seguridad de los espacios.

Se tiene la suficiente evidencia de que los **intercambios de ventilación por hora (ACH)** pueden ayudar a reducir la cantidad de partículas virales infecciosas (por ejemplo, SARS-CoV-2) en el aire.

Las intervenciones o intercambios de ventilación pueden incluir sistemas de filtros / ventiladores de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) así como también **sistemas germicidas por medio de luz ultravioleta** (UVGI)¹ mejor conocidos como upper airs

Los sistemas upper air UV-C son una forma eficiente de crear un **efecto equivalente de intercambio de aire por hora (eACH)**.

En clínicas y otras instalaciones sanitarias, las recomendaciones esperadas para fines de desinfección son de al menos 10-15 intercambios de aire por hora (ACH).

Un sistema de desinfección UVGI es una herramienta invaluable para reducir la propagación de bacterias y virus como el SARS-CoV-2 contribuyendo a que el personal médico y pacientes vuelvan a recuperar los espacios médicos.

¹ CDC- Centers for Disease Control and Prevention

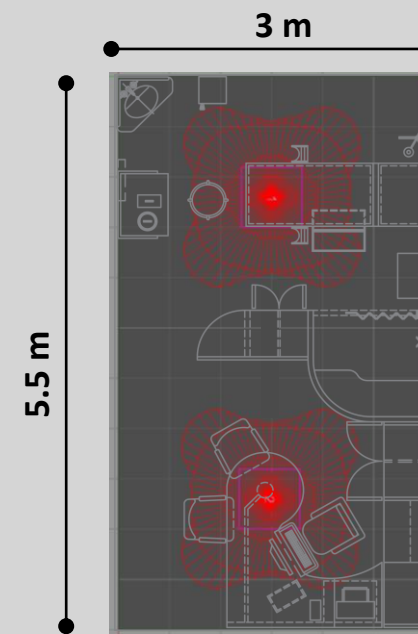
Hospital

Doctor's office 5.5m x 3m

- 2 x SM345C 4xTUV PLS 9W HFM
- Genera **27 eACH⁶**

Información de instalación

5.5m x 3m 2.7m Altura



<15 min

Tiempo de desinfección (99,9%) para el SARS-Cov-2 con un sistema UpperAir

* basado en reflejos de techo y pared <15%

Implementación

Seguridad

- Los sistemas de UVGI de aire superior se han utilizado de forma segura y eficaz durante décadas.
- Totalmente compatible con las regulaciones y estándares aplicables (IEC 62471, IEC PAS 63313, ISO 15858, NIOSH, ASHREA)
- Instalación y puesta en servicio profesional

basado en experimentos realizados e investigaciones científicas

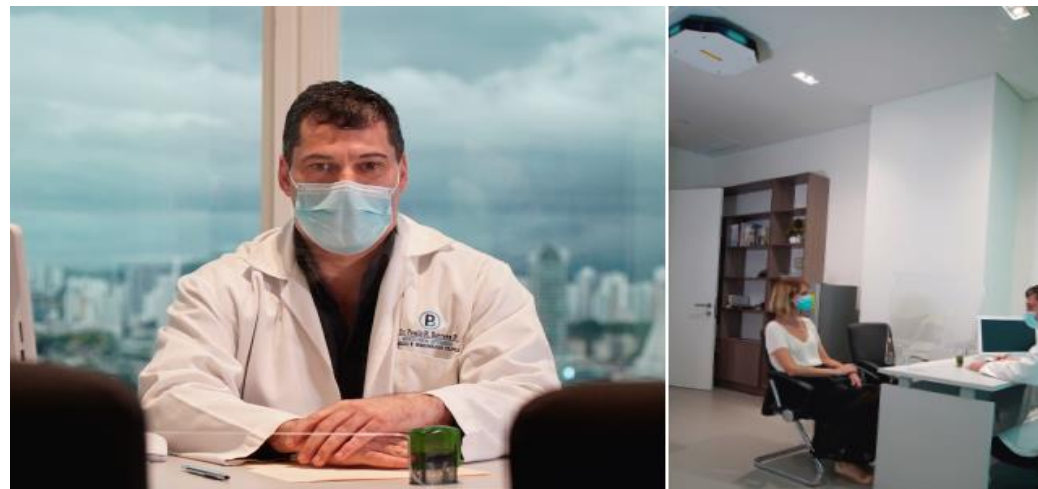
PHILIPS

UV-C

Luz UV-C para desinfección de aire

Una solución ideal para los consultorios médicos en Panamá.

Fotografía por: Jairo Tami, Soto, Web, Inc. Panamá



“ En un ambiente hospitalario, al ser un lugar cerrado sin ventilación, es la mejor tecnología que se puede utilizar. Durante esta pandemia, estas soluciones no serán un lujo sino una necesidad.”

Dr. Paulo Barrera, Alergia e Inmunología Clínica. Presidente de la Asociación Panameña de Alergología e inmunología Clínica.

¿Por qué Philips?

Philips porque es una marca confiable, con larga trayectoria y porque cuenta con una tecnología UV-C para la desinfección de aire que tiene más de 35 años.

Desafío del cliente

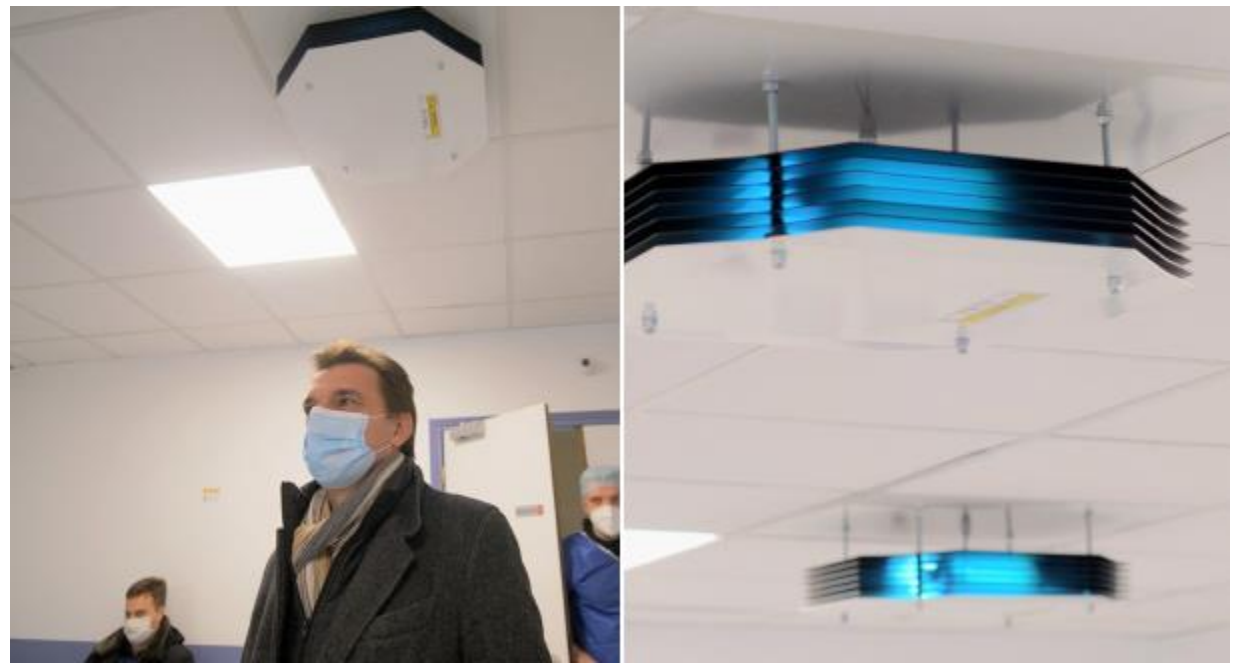
Los doctores siempre aspiran a brindar una atención de máxima calidad, sin embargo ahora tienen el reto de trabajar en ambientes más seguros. El Dr. Barrera explica el desafío que se presenta a la hora de realizar procedimientos donde los pacientes deben prescindir de sus equipos de protección personal mientras son examinados. Esta situación implica un mayor riesgo debido a la ausencia de ventilación natural en ambientes hospitalarios.

Iluminación UV-C como solución

En oficinas o espacios de trabajo es primordial mantener una ventilación adecuada, sin embargo cuando se presenta una imposibilidad para esto, lo que impera es purificar o filtrar el aire. En ambientes hospitalarios, realizar un proceso continuo de desinfección a través de la tecnología UV-C permite el poder tener un flujo de pacientes sin demoras.



[Philips UV-C case browser](#)



“ Vauban Clinic has chosen a safe and proven solution with Philips UV-C luminaires to reduce the spread of all infectious and airborne diseases such as COVID-19. After a successful initial set-up in the waiting room for unscheduled consultations, we have chosen to equip all our consultation rooms to protect the patients who come to see us and the staff who work there.”

Nathalie Requier - Managing director clinique Vauban

Customer challenge

Vauban Clinic is located near Paris in an area that has an active and intense cluster of COVID-19. Among the patients that come to the clinic are some who are suspected of having COVID-19. Protecting patients and staff is a major issue, which is why the clinic wanted to install UV-C disinfection luminaires in the rooms where patients are received.

The right air disinfection solution

Philips UV-C disinfection upper air luminaires are a very efficient way to prevent airborne contaminations. Their operating principle is extremely simple; they continuously emit powerful UV-C rays in the upper part of the room, disinfecting the entire volume of air present in a matter of minutes using natural air convection.



Philips UV-C disinfection upper air ceiling mounted

Designed to be installed on false ceilings to allow disinfection of a large volume of air while business activity continues below.

Improving Vauban Clinic's air quality with the power of light

[Philips UV-C case browser](#)

4

Normas de seguridad y programas de certificación para UV-C

Principales normas internacionales de seguridad

- IEC 62471, la norma de seguridad fotobiológica que describe los límites de exposición y los grupos de riesgo para la irradiación UV-C
 - Los productos clasificados como productos del grupo de riesgo no están permitidos, a menos que contengan medidas de protección adicionales que eviten una exposición humana demasiado elevada
- La norma ISO 15858:2016 especifica los requisitos de seguridad humana para el uso de dispositivos de lámparas UV-C
 - Aplicable a los sistemas UV-C de conducto y de aire superior, a los dispositivos UV-C portátiles de desinfección en la habitación, etc.
- La norma IEC 60335-2-65 especifica los requisitos de seguridad para los aparatos de limpieza de aire

Sin embargo, a principios de 2020, la industria de la iluminación decidió que era necesario dar una orientación más específica sobre cómo hacer que las luminarias y los sistemas UV-C fueran seguros

Los riesgos potenciales de la radiación UV-C son bien conocidos y las normas de seguridad aplicables están en vigor desde hace muchos años

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
62471
CIE S 009:2002

Première édition
First edition
2006-07

Sécurité photobiologique des lampes
et des appareils utilisant des lampes

Photobiological safety of lamps
and lamp systems

Nuevas normas y programas de certificación

- En mayo de 2020, la Global Lighting Association publicó la "Declaración de posición sobre la irradiación germicida UV-C: Directrices de seguridad para la radiación UV-C", en la que se ofrecen orientaciones claras y adicionales sobre la seguridad
- Recientemente se ha publicado la norma IEC PAS 63313 ED1, basada en lo anterior
- UL está definiendo normas de certificación de UV-C (por ejemplo, **UL 8802: Outline of Investigation for Germicidal Systems**) y programas sobre principios de salvaguardia similares
- En Europa, también DEKRA certifica los productos UV-C



En Bélgica, a través de un reciente decreto gubernamental, para los productos UV-C que abordan el SARS-CoV-2, se garantiza la seguridad de las instalaciones UV-C exigiendo el cumplimiento de:

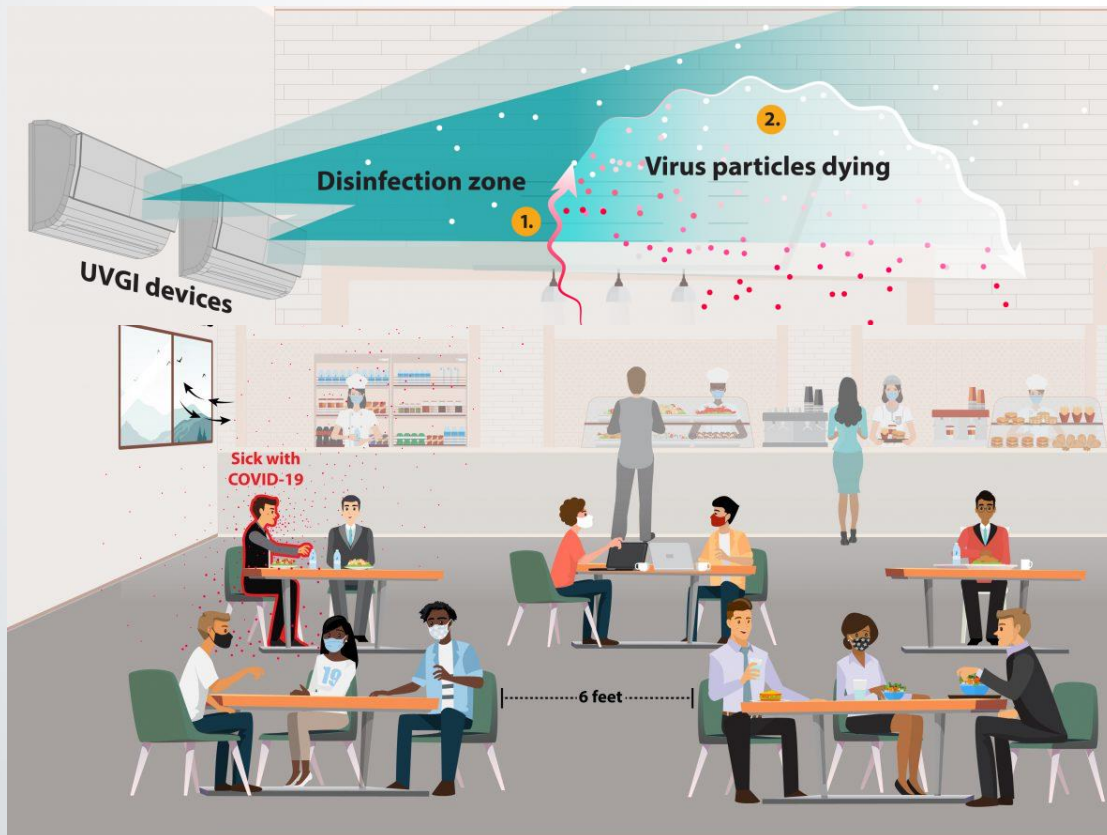
- **IEC 62471**
- **ISO 15858**
- **IEC 60335-2-65**
- **IEC PAS 63313**



5

Respaldo internacional y los desarrollos en curso

CDC: "Considerar el uso de UV-C como una técnica suplementaria"



CDC Centers for Disease Control and Prevention
CDC 24/7: Saving Lives, Protecting People™

- "Los rayos UV-C se utilizan desde hace más de 70 años para eliminar los agentes patógenos del aire"
- "La UV-C puede utilizarse para controlar el SARS-CoV-2 como herramienta de ventilación útil"
- "Los sistemas UV-C deben ser diseñados e instalados por un profesional cualificado de la climatización o por un fabricante de sistemas UV de confianza"
- "Los rayos UV-C también serán útiles contra la gripe estacional, si se mantienen e instalan correctamente"

Actualización 9 de abril de 2021, [derechos de autor CDC](#)

[Limpieza y desinfección de espacios públicos para COVID-19 | CDC](#)

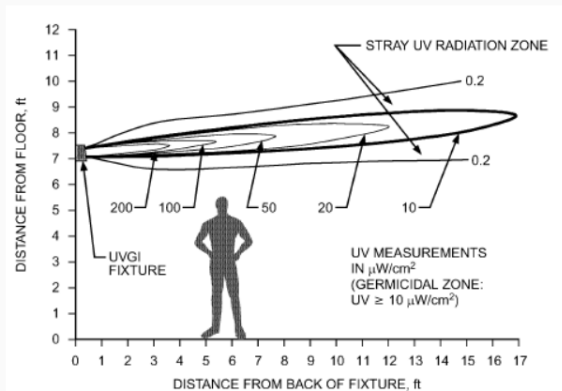
Recientemente, Hong Kong aplicó normas de desinfección del aire

- **Registro sobre el cambio de aire / instalación de un purificador de aire en los locales de restauración**
- Para cumplir con el requisito sobre el cambio de aire o el purificador de aire en los locales de restauración en virtud del Reglamento de Prevención y Control de Enfermedades (Requisitos y Directrices) (Negocios y Locales) (Cap.599F), los titulares de licencias de restaurante general, restaurante de comidas ligeras, restaurante marino y comedor de fábrica expedidas por el Departamento de Higiene Alimentaria y Ambiental (FEHD) y los operadores de negocios de restauración sin licencia deberán, a partir de hoy y hasta el 30 de abril declarar a través de la plataforma en línea la información de que han cumplido el requisito de tener un mínimo de seis cambios de aire por hora o instalar un purificador de aire (ya sea un filtro de partículas de alta eficiencia (HEPA) y un dispositivo ultravioleta-C (UV-C) o un dispositivo HEPA o UV-C) que cumpla con las especificaciones prescritas y de acuerdo con la situación sobre el terreno en sus locales de restauración. Al mismo tiempo, debe presentarse un certificado emitido por un contratista especializado registrado (categoría de obras de ventilación). Además, en la plataforma en línea está disponible una calculadora de cambio de aire para hacer un cálculo preliminar del índice de cambio de aire del sistema de ventilación en los locales.

La AEN de Singapur respalda la UV-C en el contexto de la batalla COVID-19, incluidas las directrices de instalación en la sala superior

The screenshot shows the National Environment Agency (NEA) website. The main navigation bar includes 'OUR SERVICES', 'WHO WE ARE', 'PROGRAMMES & GRANTS', 'MEDIA', and 'RESOURCES'. A search bar and 'ePORTAL' link are also present. Below the navigation is a blue banner with 'Cleaning and Disinfection' and a 'Get the app' button for Android and iPhone. The main content area features a breadcrumb trail: 'The National Environment Agency / Our Services / Public Cleanliness / Environmental Cleaning Guidelines / Cleaning and Disinfection / Technical Advisory on Use of Air-Cleaning Technologies to Mitigate COVID-19 Aerosol Transmission Risk'. The article title is 'Technical Advisory on Use of Air-Cleaning Technologies to Mitigate COVID-19 Aerosol Transmission Risk', revised on 03 September 2021 and released on 30 August 2021. The article includes an 'Introduction' section stating that COVID-19 is transmitted by close contact and respiratory droplets, and that improving ventilation and air quality is critical to mitigate aerosol transmission risk. A 'TOP' button is visible in the bottom right corner of the article content.

5. Installation of upper-room UVGI systems should be carried out by professionals or reputable UV-C system manufacturers to ensure that the UV-C irradiation is directed above the occupied space, and that the irradiance levels in the lower occupied room do not exceed the acceptable limits (e.g. $0.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ for 254 nm based on 8 hr exposure).^[13]





**BOSTON
UNIVERSITY**



National Institute of
Allergy and
Infectious Diseases

**INNOVATIVE
BIOANALYSIS**



**CENTER FOR GLOBAL
HEALTH DELIVERY**

HARVARD MEDICAL SCHOOL

intertek

TU/e EINDHOVEN
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

TNO innovation
for life

 **Fraunhofer**

Signify sigue colaborando con reconocidos expertos en la materia

- Signify trabaja con expertos de todo el mundo para investigar la eficacia de nuestros productos contra el SARS-CoV-2, y para llevar a cabo experimentos y construir modelos que sustenten nuestras opciones de diseño del sistema UV-C
- Signify ha colaborado con la Universidad de Boston en la realización de una serie de mediciones para cuantificar las tasas de inactivación de los rayos UV-C de nuestros productos (es decir, las curvas dosis-respuesta)
- Innovative Bioanalysis Labs realizó pruebas de SARS-CoV-2 en el aire utilizando luminarias UV-C de sala superior Signify
- Se han establecido otras colaboraciones en el campo de la UV-C con, por ejemplo, TNO, la Organización Holandesa para la Investigación Científica Aplicada y con varias universidades
- Signify también seguirá contribuyendo a las actividades de normalización relacionadas con la UV-C en todo el mundo, para compartir nuestras últimas ideas cuantitativas sobre cómo medir y expresar la eficacia

6

Conclusiones y acciones recomendadas


Principales conclusiones

1. Es probable que la principal vía de infección del SARS-CoV-2 sea **la aérea**
2. Pueden aplicarse **modelos bien conocidos** (Wells-Riley) para las infecciones en el aire y se conocen los parámetros clave para el SARS-CoV-2 (cuantos de infección, factor k)
3. La **desinfección adecuada del aire**, basada en la ventilación y otros medios, es un ingrediente clave para mitigar los riesgos, y se **requieren cambios de aire elevados (equivalentes) por hora**
4. **Los rayos UV-C son una tecnología probada** contra los patógenos, y en particular los rayos UV-C del aire superior son **muy eficaces, energéticamente eficientes y asequibles**
5. Existen **normas internacionales de seguridad para la radiación UV-C**, que han sido actualizadas en el último año para permitir un uso más amplio.

Acciones recomendadas

1. En el contexto de la actual pandemia:
 - considerar la posibilidad de **exigir la desinfección del aire** en los espacios interiores públicos y en los eventos para **permitir una apertura más rápida y segura**
 - establecer **niveles de ACH/eqACH lo suficientemente altos** como para ajustarse a la densidad de personas y al tipo de actividad previstos
 - a definir por las autoridades sanitarias
2. En el contexto de las normas de construcción a largo plazo:
 - para soluciones sostenibles en el futuro, contra las mutaciones del SARS-CoV-2 u otros virus, o incluso para reducir la gripe, considerar que las **capacidades de desinfección del aire adecuadas sean obligatorias** en los espacios públicos interiores
 - los requisitos en términos de **ACH/eqACH aportan seguridad para el futuro** y dejan espacio para nuevas soluciones innovadoras

Air Disinfection for Airborne Infection Control with a Focus on COVID-19: Why Germicidal UV is Essential†

Edward A. Nardell* 

Division of Global Health Equity, Brigham & Women's Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, Received 7 January 2021, accepted 16 March 2021, DOI: 10.1111/php.13421

ABSTRACT

Aerosol transmission is now widely accepted as the principal way that COVID-19 is spread, as has the importance of ventilation—natural and mechanical. But in other than health-care facilities, mechanical ventilation is designed for comfort, not airborne infection control, and cannot achieve the 6 to 12 room air changes per hour recommended for airborne infection control. More efficient air filters have been recommended in ventilation ducts despite a lack of convincing evidence that SARS-CoV-2 virus spreads through ventilation systems. Most transmission appears to occur in rooms where both an infectious source COVID-19 case and other susceptible occupants share the same air. Only two established room-based technologies are available to supplement mechanical ventilation: portable room air cleaners and upper room germicidal UV air disinfection. Portable room air cleaners can be effective, but performance is limited by their clean air delivery rate relative to room volume. SARS-CoV-2 is highly susceptible to GUV, an 80-year-old technology that has been shown to safely, quietly, effectively and economically produce the equivalent of 10 to 20 or more air changes per hour under real life conditions. For these reasons, upper room GUV is the essential engineering intervention for reducing COVID-19 spread.

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

GRACIAS

Lina Clemencia Pulgarin C
SC dispositivos UV-C de efecto germicida
Technical Policy Manager SIGNIFY
lina.pulgarin@signify.com



NTP-ISO 15727 Dispositivos UV-C: Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

RAUL DEL ROSARIO
Jefe del Laboratorio de Electricidad y Maquinas Eléctricas - PUCP



ÍNDICE

1

Objeto y campo de aplicación

2

Referencias normativas
Términos y definiciones

3

Tipos de lámparas y balastos UV-C

4

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

5

Problemas de seguridad

6

Anexos A y B

1

NTP-ISO 15727

Objeto y campo de aplicación

Este PNTP especifica la medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C, tipos de lámpara UV-C, balasto de lámpara y temas de seguridad.

Es aplicable a la medición de salida de radiación de **lámparas de desinfección UV-C lineales**.

Este PNTP especifica un método de medición para evaluar la potencia de salida de las lámparas UV-C instaladas en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).

El método incluye la medición de la potencia de salida UV-C de las lámparas UV-C simulando diversas temperaturas y velocidades del aire, y en condiciones en las que la dirección axial de la lámpara es paralela o perpendicular a la dirección del flujo de aire.

2

NTP-ISO 15727

Referencias normativas y definiciones

Referencias normativas

- ISO 15858 Dispositivos UV-C - Información de seguridad - Exposición admisible humana.
- ISO 29464:2017 Limpieza de aire y otros gases. Terminología
- ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- CIES 017 Vocabulario internacional de iluminación

2

NTP-ISO 15727

Referencias normativas y definiciones

Definiciones

- **Radiación ultravioleta UV-C**, con longitud de onda del espectro electromagnético de radiación de 200 nm a 280 nm.
- **Desinfección UV-C**, método de desinfección que utiliza radiación ultravioleta con una longitud de onda entre 200 nm y 280 nm para matar microorganismos.
- **irradiancia UV-C**, potencia que pasa a través de una unidad de área perpendicular a la dirección de propagación, en W/m^2

Tipos de lámparas y balastos UV-C

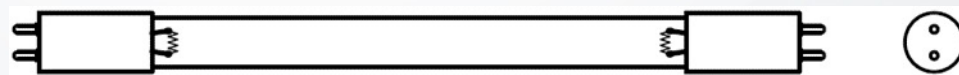
Tipos de Lámparas

- Las lámparas UV-C se dividen en lámparas UV-C de presión media y lámparas UV-C de baja presión.
- Los dispositivos de desinfección del aire generalmente utilizan **lámparas UV-C de baja presión.**
- Las lámparas UV-C de baja presión están construidas con mercurio líquido o una amalgama que controla la presión del vapor de mercurio en la lámpara UV-C para proporcionar los átomos de mercurio necesarios para la descarga de electrones.

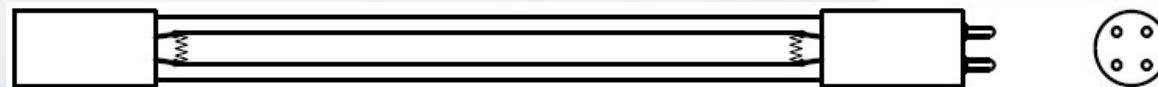
Tipos de lámparas y balastos UV-C

Lámparas lineales UV-C

El tipo más común de lámpara UV-C es la lámpara lineal UV-C, la que puede tener cualquier longitud o diámetro y conectores tal como se muestra a continuación



Lámpara lineal UV-C con conectores en ambos extremos



Lámpara lineal UV-C con conector en un solo extremo

Tipos de lámparas y balastos UV-C

Balastos para lámparas UV-C

El balasto proporciona la alta tensión inicial requerida y luego limita la corriente para evitar que la lámpara UV-C falle.

- **Balastos magnéticos**, El balasto proporciona el pulso inductivo con suficiente tensión para ionizar la mezcla de gas en el tubo, después de lo cual la corriente inducida en el tubo mantiene energizados los filamentos hasta que el tubo se encienda. La impedancia del balasto a **50 o 60 Hz es la adecuada** para limitar la corriente.

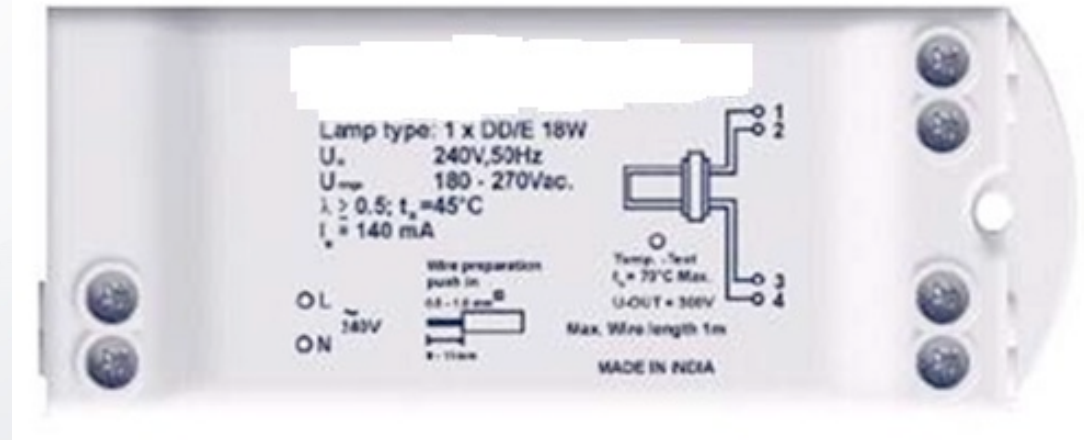


Tipos de lámparas y balastos UV-C

Balastos para lámparas UV-C

Actualmente los balastos electrónicos son los más eficientes y los más utilizados

- **Balastos electrónicos**, son fundamentalmente fuentes de alimentación conmutadas, de tipo inversor / conmutador de **alta frecuencia** integrados. La limitación de corriente se realiza con un inductor muy pequeño, cuya impedancia en alta frecuencia es adecuada para ello.



Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Métodos para medir la salida de radiación de una lámpara UV-C:

- 1. Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C en un cuarto oscuro:** Se realiza en ensayos en laboratorio (también conocido como ensayo estático de cuarto oscuro) para asegurar la exactitud y consistencia de los resultados medidos
- 2. Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C en una cámara de ensayo:** En aplicaciones industriales, los ensayos se realizan en una cámara de ensayo tomando en cuenta el impacto de los cambios ambientales que ocurren en el campo (como el cambio de temperatura y el cambio de velocidad del aire). Este método se describe en el Anexo B.

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Instrumento de medición

La corrección del coseno para **radiómetros y espectrorradiómetros** es crítica para la medición adecuada de la irradiancia UV-C. La corrección del coseno debe ser confirmada mediante el siguiente método para cada combinación de lámpara UV-C y balasto, de modo que las mediciones de la lámpara UV-C sean coherentes dentro y entre laboratorios.

Para ello es necesario **determinar la distancia mínima de medición** para la lámpara UV-C y el radiómetro UV-C dados a fin de verificar las características de respuesta del coseno del radiómetro UV-C y reducir su error de corrección del coseno.

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

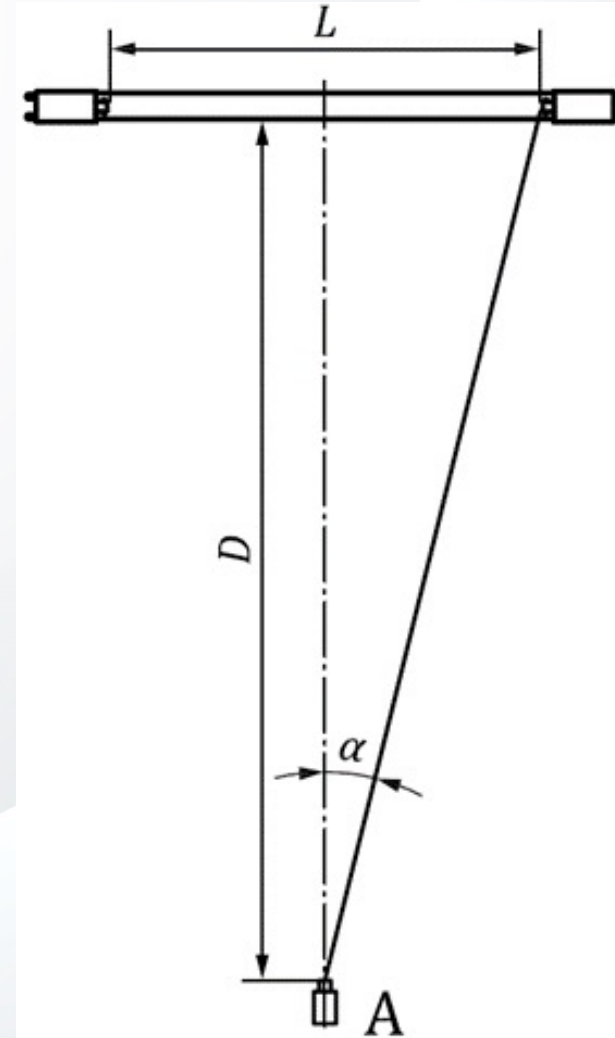
Método para determinar distancia mínima de medición

- a) Tomar lecturas del radiómetro UV-C para diferentes distancias (posición del radiómetro perpendicular al eje de la lámpara UV-C), véase el esquema del sistema de medición.
- b) Tomar varias lecturas de la irradiancia UV-C. Por ejemplo, mover el radiómetro desde el punto más cercano al punto más remoto y luego regresar nuevamente;
- c) Promediar de las lecturas de irradiancia para cada distancia;
- d) Calcular la potencia de radiación UV-C de salida de la lámpara UV-C a partir de la irradiancia medida para cada distancia;
- e) Calcular la potencia de radiación UV-C de salida de la lámpara UV-C; graficar la potencia UV-C calculada versus la distancia;
- f) Cuando la distancia de medición es mayor que la distancia mínima D_{min} , la irradiancia UV-C medida es consistente con la potencia de salida UV-C a través del cálculo según la Formula (1). La potencia de salida UV-C de la lámpara UV-C debería convertirse en independiente de la distancia;
- g) La distancia de medición debe ser mayor que D_{min} .

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Esquema del sistema de medición

- A Radiómetro UV-C
- L Longitud de la lámpara UV-C (m) entre los extremos de los electrodos
- D distancia (m) desde el centro de la lámpara UV-C hasta el radiómetro UV-C (**aquí D no es menor que D_{\min} , muchos datos de ensayos indican que D_{\min} asciende a $2L$, recomendando α de $2L$ a $4L$)**)
- α Ángulo medio (rad) subtendido por la lámpara UV-C en la posición del radiómetro; es decir, $\tan \alpha = L/(2D)$



Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Cálculo de la potencia de radiación UV-C

Basada en el trabajo de Keitz, la potencia P de radiación UV-C de la **lámpara UV-C lineal** debe ser calculada a partir de:

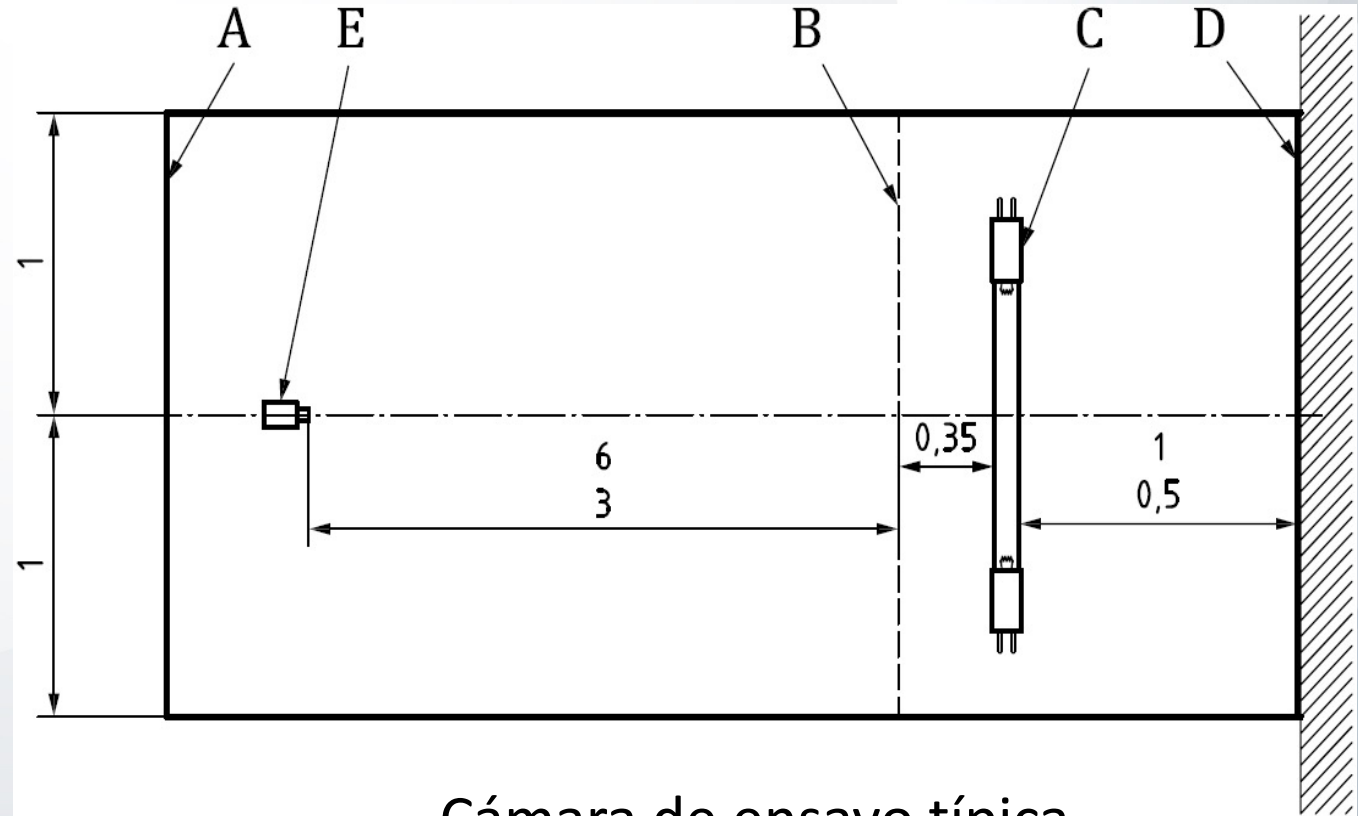
$$P = \frac{E 2\pi^2 DL}{2\alpha + \sin 2\alpha}$$

- P es la **potencia de radiación** UV-C de la lámpara UV-C (W);
- E es la irradiancia medida (W/m^2);
- D es la distancia desde el centro de la lámpara UV-C hasta el radiómetro UV-C (m);
- L es la longitud de la lámpara UV-C entre los extremos de los electrodos (m);
- α es el ángulo medio subtendido por la lámpara UV-C en la posición del radiómetro (rad), $\tan \alpha = L/(2D)$.

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Leyenda:

- A Cortinas negras
- B Divisor ranurado
- C Lámpara UV-C
- D Muro
- E Radiómetro



Cámara de ensayo típica
(vista de planta)

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Procedimiento de medición

1. Registrar o controlar la temperatura ambiente (tolerancia de ± 1 °C); preferiblemente, la temperatura ambiente puede ajustarse dentro del rango de la temperatura de funcionamiento real de la lámpara UV-C, de modo que se puedan probar los datos de irradiancia frente al tiempo;
2. Determinar que las distancias para las lecturas del radiómetro son válidas;
3. Empezar a registrar las lecturas (irradiancia UV-C, medidas eléctricas, entre otros) después de encender la lámpara UV-C;
4. La tasa de muestreo debe coincidir con la tasa de cambio de las lecturas de irradiancia UV-C;
5. Una lectura cada 10 s suele ser suficiente para marcar el máximo;
6. Registrar la irradiancia hasta que se logre un estado estable; registrar el valor de estado estable de la irradiancia;
7. Registrar la temperatura ambiente nuevamente;
8. Calcular la potencia de radiación UV-C de salida de la lámpara UV-C;
9. Calcular la eficiencia de conversión de radiación UV-C de salida de la lámpara UV-C usando la Formula de eficiencia de conversión.

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C

Calculo de la eficiencia de conversión de radiación UV-C de salida de la lámpara UV-C

$$\eta = \frac{P}{P_e}$$

donde:

- η es la eficiencia de conversión de radiación UV-C de la lámpara UV-C (%);
- P es la potencia de radiación UV-C de la lámpara UV-C (W);
- P_e es la potencia de entrada de la lámpara UV-C (W), véase el diagrama de conexiones.

5

NTP-ISO 15727 Dispositivos UV-C Problemas de seguridad

Menciona los temas básicos de seguridad relacionados con los sistemas UVGI. Y la seguridad básica que debe cumplir según la norma ISO 15858 sobre:

- El uso de ropa y lentes de protección
- La foto degradación de sustancias orgánicas por UV-C
- La producción de ozono
- La fuga interna y externa de UV-C
- El contenido de mercurio de la lámpara UV-C
- El Equipo de protección personal EPP

Métodos sugeridos para minimizar los efectos de los rayos UV-C reflejados

Método de máscara de radiómetro

- Se coloca una cartulina negra o una máscara de madera a una distancia de aproximadamente 0,35 m de la lámpara UV-C, donde el tamaño y la posición de la máscara proyectan una sombra completa sobre el radiómetro.
- La máscara debería ser de un tamaño que bloquee completamente los rayos directos de la lámpara UV-C, pero no mucho más grande. En este caso, la lectura de irradiancia del radiómetro representa solo los rayos UV-C reflejados desde el piso, el techo y las paredes. Y restada de la lectura de irradiancia total

Métodos sugeridos para minimizar los efectos de los rayos UV-C reflejados

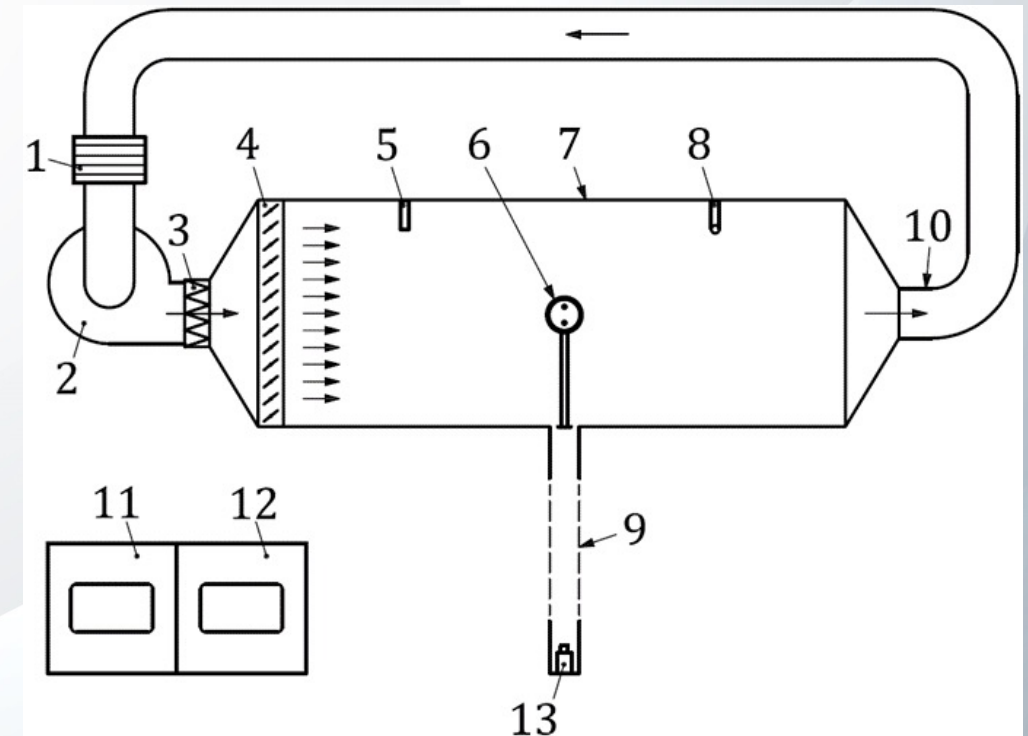
Método de dos cámaras

- La cámara de ensayo se divide en dos sectores herméticos a la luz, con el divisor entre los dos sectores al menos a 0,35 m del centro de la lámpara UV-C. La lámpara UV-C y el radiómetro deberían estar al menos a 0,25 m (preferiblemente alrededor de 1 m) del piso y preferiblemente alrededor de 1 m de la pared detrás de la lámpara UV-C.
- Un orificio rectangular 0,03 m más largo que la longitud del arco y 0,02 m más ancho que el ancho de la lámpara UV-C debería ser cortado en el divisor, de modo que el radiómetro UV-C pueda "ver" toda la longitud del arco de la lámpara UV-C a través del orificio. Véase la Figura 6 para una posible configuración.

Anexo B

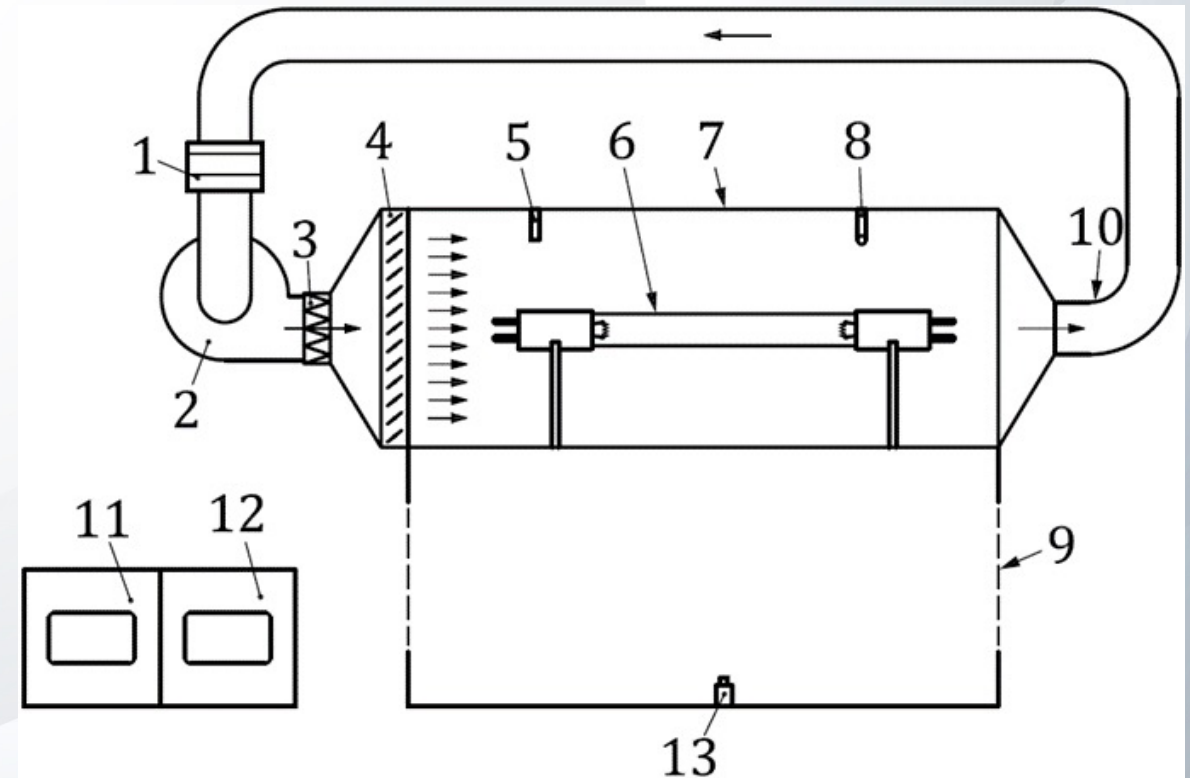
Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C en una cámara de ensayo

- El método incluye la medición de simulación de la potencia de radiación UV-C de salida de las lámparas UV-C en las siguientes condiciones:
 - A diversas temperaturas y velocidades del aire,
 - En condiciones cuando la dirección axial de la lámpara es paralela o perpendicular a la dirección del flujo de aire.



Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C en una cámara de ensayo

1. módulo de control de temperatura
2. módulo de control de la velocidad del aire
3. filtro de aire
4. deflector de flujo uniforme
5. anemómetro
6. lámpara UV-C a probar
7. cámara de ensayo
8. sensor de temperatura
9. canal de ensayo
10. conducto circular
11. instrumentos de medición eléctrica
12. visualización de la velocidad del aire y la temperatura
13. radiómetro UV-C



Sistema de ensayo cuando el eje de la lámpara UV-C es paralelo a la dirección de entrada de aire

Medición de la salida de radiación de una lámpara UV-C en una cámara de ensayo



Sistema de ensayo para lámparas UV-C
LISUN GROUP, LPCE-2(LMS-9000BUV)



INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

GRACIAS

RAUL DEL ROSARIO Q.

Jefe del Laboratorio de Electricidad y Máquinas Eléctricas - PUCP





PERÚ

Ministerio
de la Producción



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

NTP-ISO 15858 Dispositivos UV-C

Información sobre seguridad

Límites admisibles para la exposición humana

JORGE GAVIDIA

Sub Comité de Dispositivos y Lámparas UV-C, microbiólogo investigador en TersusMax sobre las aplicaciones de la luz Ultravioleta



BICENTENARIO
PERÚ 2021



INACAL

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

Somos el ente ejecutor y máxima autoridad normativa que conduce el **Sistema Nacional para la Calidad en el país.**
(Adscrito al Ministerio de la Producción)

Nuestra finalidad es promover y asegurar el cumplimiento de la **Política Nacional para la Calidad** con miras a:



**EL DESARROLLO Y LA COMPETITIVIDAD
DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS**



LA PROTECCIÓN DEL CONSUMIDOR



ÍNDICE / CONTENIDO

1

Objeto y campo de aplicación / Fuentes de exposición a los UV-C

2

Penetración de energía UV-C / Medición de la radiación UV-C

3

Medición de los valores límites de umbral / Límites de exposición a los UV-C

4

Exposición máxima admisible a los UV-C / Equipos de protección personal

5

Formación en la seguridad del personal (Capacitación)

6

Recomendación / La normativa, calidad e innovación

Introducción

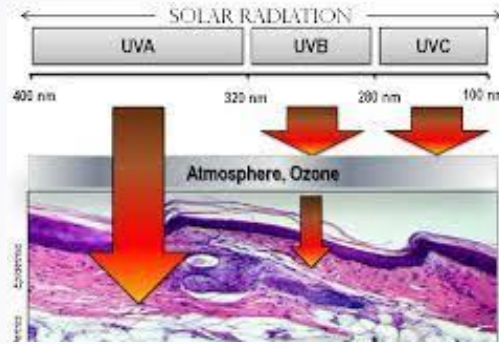
Impacto del UVC:

Ojos: Queratitis, queratoconjuntivitis, ardor
Procesos reversibles.

Piel: Eritema sin bronceado

Material genético: Modificación fotoquímica, dímeros de timina en el DNA, enlaces cruzados en el RNA, uracilo

De aquí su importancia germicida desde el control de la Tuberculosis, Sarampión y enfermedades bacterianas o virales como la actual **amenaza sanitaria del COVID-19 (SARS-CoV-2)**.



DNA before UV treatment



Incoming UVC

DNA after UV treatment



Foto cortesía: Manual de capacitación del personal ISO 15858 TersusMax - Perú



Introducción



Foto cortesía: TersusMax - Perú

Norma Técnica: Documento que establece, por consenso, y con la aprobación de un organismo reconocido, las condiciones mínimas que debe reunir un producto, proceso o servicio, para que sirva al uso al que está destinado.

Se identifica la importancia de la tecnología UVC en el control de la pandemia COVID-19 por lo que se implementa el subcomité (SC).

Esta Norma Técnica Peruana (NTP) utilizó como antecedente a la norma **ISO 15858:2016** UV-C Devices — Safety information — Permissible human exposure.

Nota: Cualquier **nombre comercial** utilizado en la presentación de la norma es información que se proporciona para comodidad del usuario y **no constituye necesariamente una recomendación.**



1

Objeto y campo de aplicación / Fuentes de exposición a los UV-C



Objeto y campo de aplicación / Fuentes de exposición a los UV-C

1



Foto cortesía: TersusMax - Perú

Objeto:

La Norma Técnica Peruana describe los requisitos mínimos de **seguridad de las personas que se exponen a la utilización de las lámparas UVC.**

Campo de aplicación:

Es aplicable a los sistemas **UVC en conducto**, a los sistemas **UVC de aire superior**, a los **dispositivos UVC de desinfección portátiles** y a cualquier otro dispositivo UVC que pueda originar una exposición de personas a los UVC.

No se aplica a los productos UVC utilizados para la desinfección del agua.



Objeto y campo de aplicación / Fuentes de exposición a los UV-C

1

Las fuentes de UVC pueden ser:

- Sistemas UVC en ducto.
- Sistemas UVC de aire superior.
- Dispositivos UVC portátiles de desinfección.



Foto cortesía: TersusMax - Perú / IUVA - USA

2

Penetración de energía UV-C / Medición de la radiación UV-C



Penetración de energía UV-C / Medición de la radiación UV-C

2

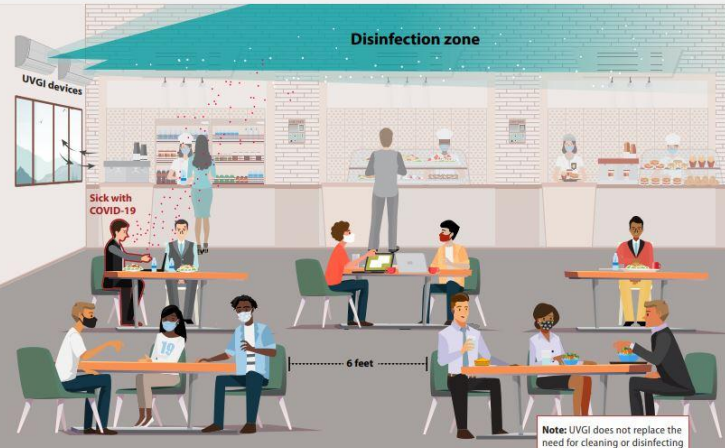
Penetración de energía UVC:

La energía UVC **no penetra normalmente en las sustancias sólidas y es atenuado mediante la mayor parte de los materiales.** El vidrio de cuarzo, el vidrio de bario sódico y el plástico de PTFE (politetrafluoroetileno) tienen un factor elevado de transmisión de radiación UVC.

La energía UVC **puede ser reflejada por metales pulidos y de varios tipos de superficies pintadas y sin pintar;** no obstante la capacidad de una superficie para reflejar la luz visible no se puede considerar como una indicación de su factor de reflexión a los UV.


Accessible version: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/community/ventilation/uvgi.html>

Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) | COVID-19 |



Note: UVGI does not replace the need for cleaning or disinfecting surfaces where infectious SARS-CoV-2 droplets may be present.

Background
CDC recommends a layered strategy to reduce exposures to SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19. A layered strategy combines multiple prevention strategies such as **consistent and correct use of masks, physical distancing, cleaning and disinfection, hand hygiene, and ventilation.** Ventilation interventions can help reduce the number of infectious viral particles (e.g., SARS-CoV-2) in the air. Ventilation **interventions** include opening windows, using fans, adding high-efficiency particulate air (HEPA) fan/filter systems, and adding upper-room ultraviolet germicidal irradiation (UVGI). This factsheet presents information on upper-room UVGI, which can be effective at reducing exposures to SARS-CoV-2 in some group settings.



cdc.gov/coronavirus

Foto cortesía: CDC Manual Upper room UVC



Penetración de energía UV-C / Medición de la radiación UV-C

2

Medición de la radiación UVC:

La medición de la radiación UVC se debe realizar de acuerdo con el **método de medición de la Norma EN 14255-1**.

Para la medición in situ de la energía UVC se deben utilizar **radiómetros portátiles con sensores ajustados** para la lectura de longitudes de onda de 240 nm a 270 nm.

Las mediciones se deben realizar durante la instalación y antes de la puesta en marcha de la instalación UVGI para los dispositivos de desinfección UVC en conducto y de aire superior.



Foto cortesía: TersuMax - Planta Lima, Perú



Foto cortesía: Signify, Philips Polonia



3

Medición de los valores límites de umbral / Límites de exposición a los UV-C



Medición de los valores límites de umbral / Límites de exposición a los UV-C

3

Medición de los valores límites de umbral:

Los niveles de UVC se deben medir con un radiómetro de UV situado directamente en frente del dispositivo UVC (entre **1,83 m y 2,13 m**) en diferentes ubicaciones dentro del recinto y debe tomarse en la misma ubicación cada vez. Si los datos tomados indican una dosificación superior a **6 mJ/cm²** los sistemas UV se deben desactivar hasta que se puedan realizar los ajustes o contactar con el fabricante. Los dispositivos serán ajustados si la exposición a nivel de los ojos es superior a la **TLV (threshold limit value) de 8 h** para una longitud de onda de **UVC de 254 nm**.

Las mediciones de UVC se deberían realizar **al nivel de los ojos (entre 1,83 m y 2,13 m)** en los puntos cardinales para cada configuración. Se verifican las superficies reflectantes, por ejemplo las TV o las pantallas.



Foto cortesía: Signify, Philips Polonia



Medición de los valores límites de umbral / Límites de exposición a los UV-C

3



Foto cortesía: India, press web

Límites de exposición a los UVC

Los **Centros de Control y de Prevención de Enfermedades** (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) y el **Instituto Nacional de Seguridad y Salud Laboral** (NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health) han publicado en 1972 un límite de exposición recomendado (REL, Recommended Exposure Level) para la exposición a la radiación UV en el lugar de trabajo.

La finalidad del (REL) es **proteger a los trabajadores contra los efectos agudos de la exposición a los UV.**

Las personas fotosensibles y las expuestas de forma concurrente a productos químicos fotoactivos podrían no estar protegidas por la norma recomendada.



4

Exposición máxima admisible a los UV-C / Equipos de protección personal



Exposición máxima admisible a los UV-C / Equipos de protección personal

4

Tiempo admisible de exposición	Irradiancia efectiva ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
24 h	0,07
18 h	0,09
12 h	0,14
10 h	0,17
8 h	0,2
4 h	0,4
2 h	0,8
1 h	1,7
30 min	3,3
15 min	6,7
10 min	10
5 min	20
1 min	100
30 s	200
15 s	400
5 s	1 200
1 s	6 000

NOTA: Esta tabla se basa en los tiempos máximos de exposición UV del NIOSH/ACGIH.

Exposición UVC máxima admisible

Esta norma internacional adopta los REL (Recommended Exposure Level) máximos admisibles a la exposición a los UVC y la exposición máxima admisible a los UVC debe ser inferior o igual a la TLV del ACGIH (organismo norteamericano de Higiene Industrial) y del REL del NIOSH, es decir **6,0 mJ/cm²** para una exposición de **8 h diarias, 40 h semanales**, a la radiación UV a 254 nm.



Exposición máxima admisible a los UV-C / Equipos de protección personal

4

Exposición UVC máxima admisible

Exposiciones superiores a los niveles indicados en la tabla anterior requieren que los trabajadores utilicen equipos de protección personal (PPE, Personal Protective Equipment). Los EPP deben incluir lo siguiente:

Protección ocular resistentes a UV, como gafas de protección, máscaras, gafas de seguridad; se debe elegir un protector adecuado de los ojos de acuerdo con la Norma EN 170;
Vestimentas que se conocen como opacas a la penetración UVC que cubren la piel expuesta.



Foto cortesía: TersusMax, HRH MINSA, Lima, Perú



5

Formación en la seguridad del personal (Capacitación)



Formación en la seguridad del personal (Capacitación)

5

Los trabajadores deberían recibir tantas horas de formación como sea necesario incluyendo lo referente a la salud y la seguridad, y un cierto nivel de formación sobre la **manipulación de las lámparas y de los materiales** (especialmente en lo referente al mercurio contenido en las lámparas).

El personal que trabaja con dispositivos UVC o en la proximidad de instalaciones UVC debe recibir formación sobre:

- 1) Los EPP requeridos
- 2) Aspectos de salud y seguridad
- 3) La manipulación de las lámparas UVC
- 4) los riesgos asociados a una exposición accidental a UVC en las zonas de trabajo
- 5) La respuesta de primeros auxilios post exposición

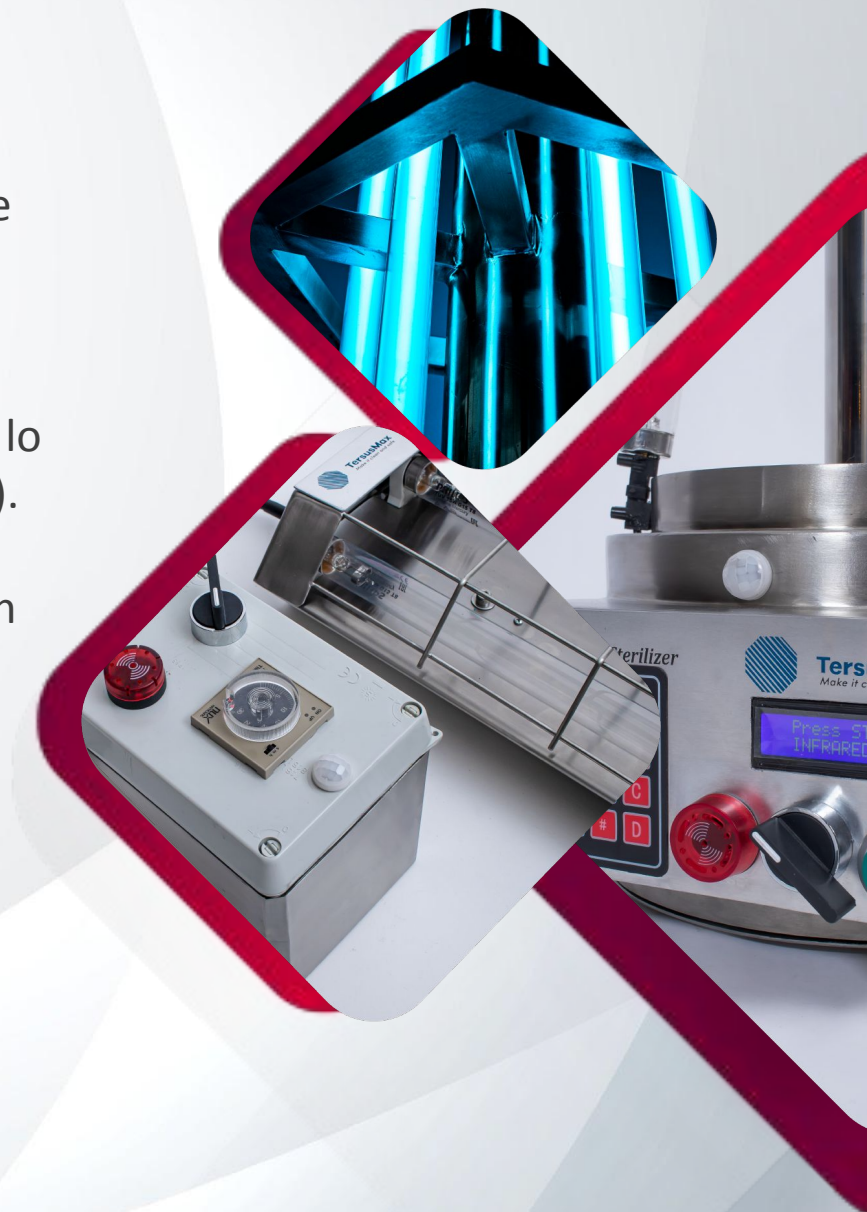


Foto cortesía: TersusMax, Proceso ISO 15858, Lima Perú

6

Recomendación / La normativa, calidad e innovación



6

Recomendación

01

Conocer y alertar sobre los riesgos a la exposición accidental a la luz ultravioleta tipo C de 254 nm (UVC)

02

Verificar la manufactura o procedencia del equipo o proceso de desinfección, de preferencia estar acorde con la normativa NTP ISO 15858

03

Identificar los sistemas de control y medidas tomadas en la aplicación del ultravioleta tipo C (UVC) que permitan una respuesta inmediata y acorde a la exposición accidental (NTP ISO 15858)

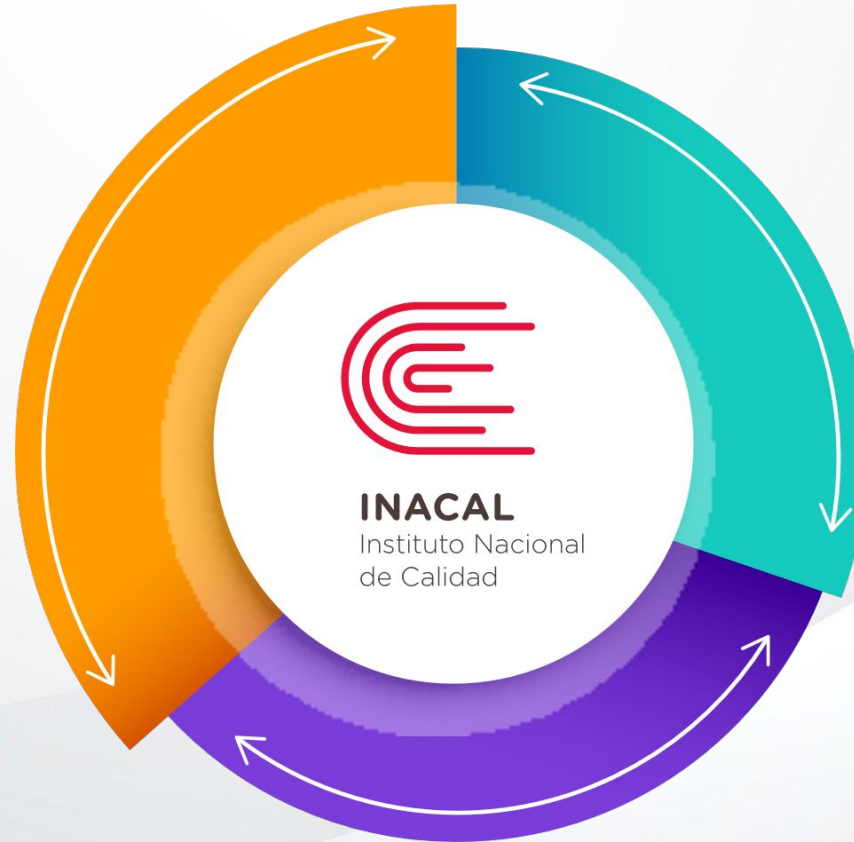
04

Implementar la tecnología UVC mediante estudios de dimensionamiento, eficacia y seguridad realizada por profesionales capacitados de preferencia multidisciplinario

La normativa, calidad e innovación

IMPACTO DE LA NORMATIVA

La normativa NTP ISO 15858 permite elevar los estándares de calidad sobre el equipamiento y aplicación del ultravioleta tipo C (UVC) de 254 nm



CALIDAD

La calidad se refleja en este caso en la seguridad y garantía en la aplicación del ultravioleta tipo C (UVC) sin riesgos y con nivel de respuesta coherente a las contingencias del proceso tecnológico utilizado.

INNOVACIÓN

Finalmente las exigencias de calidad determinan un nivel de competencia que favorece tanto al usuario como a las empresas, al incentivar la innovación en favor de los nuevos estándares exigidos.

ADECUACIÓN TECNOLÓGICA A LA NORMA TÉCNICA

Las exigencias en cumplir los estándares de la normativa NTP-ISO 15858 fomentan el rediseño de los equipos, para lo cual se implementan dispositivos electrónicos de control y gestión de la emisión del UVC mediante temporizadores, sistemas de detección de personas, programación y control a distancia. Finalmente se logran equipos más seguros y confiables.

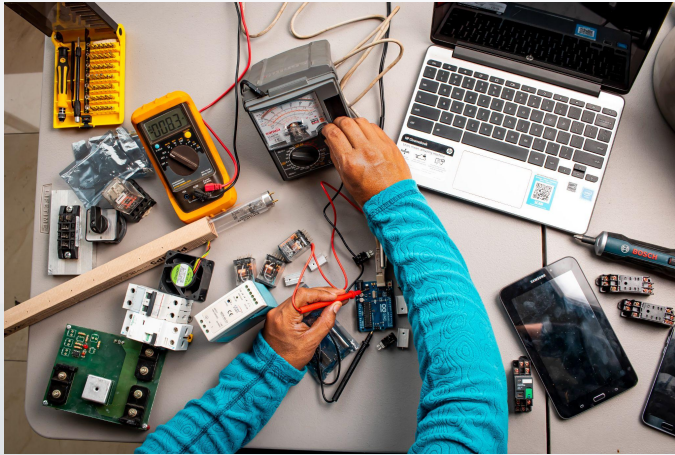
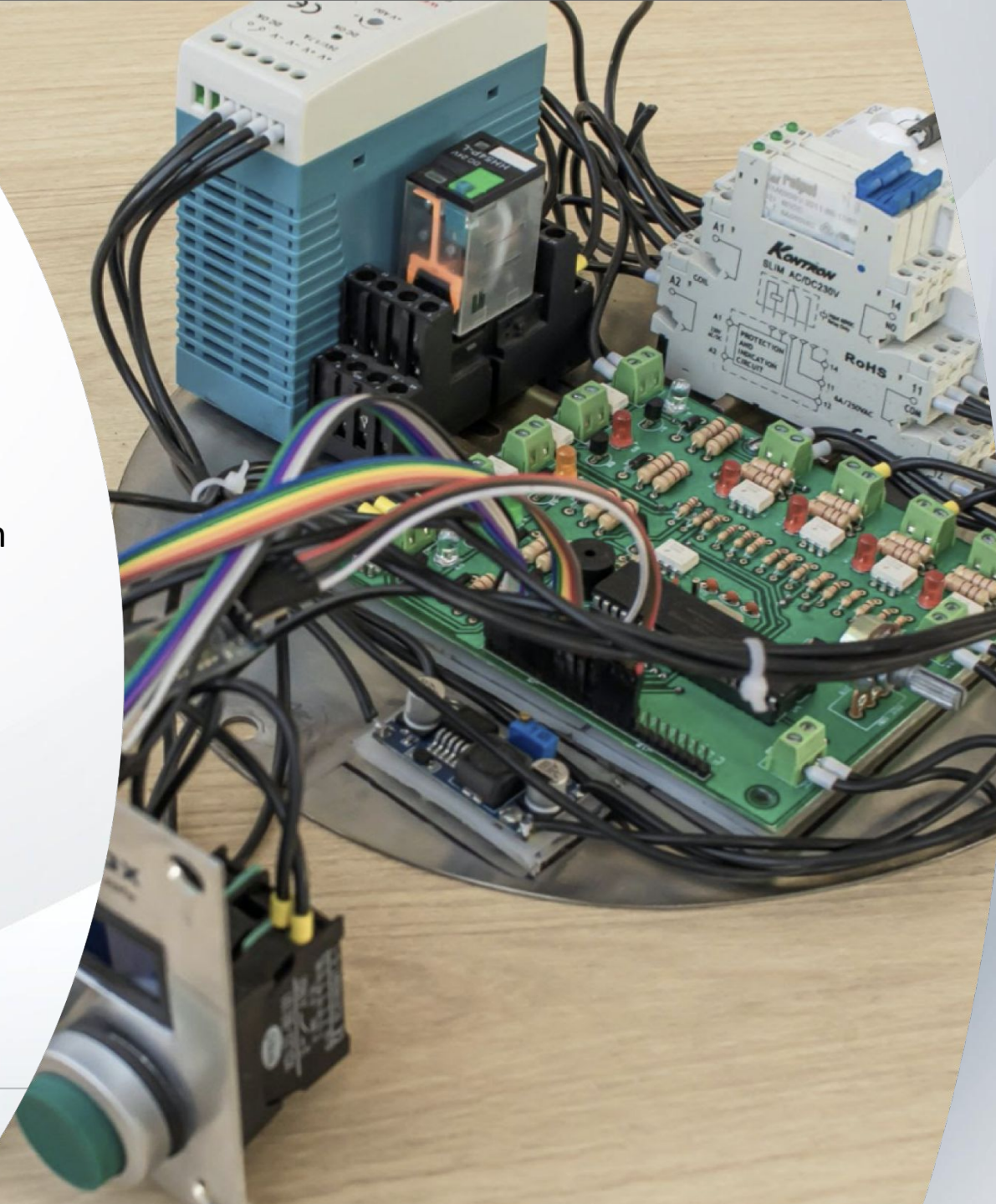


Foto cortesía: TersusMax, Sensores y detectores, ISO 15858, Lima Perú



ADECUACIÓN DE PROTOCOLOS A LA NORMA TÉCNICA

Sensibilizar al mercado sobre la normativa NTP-ISO 15858 desde el proveedor al usuario permite implementar protocolos de seguridad en la manufactura y operatividad de los equipos.



Foto cortesía: TersusMax, Sistema de control, delay - wifi, ISO 15858, Lima Perú



PROCESOS Y SERVICIOS DERIVADOS DE LA NORMA TÉCNICA

Mejora en la atención sobre las contingencias derivadas de las múltiples aplicaciones de la tecnología UVC y el futuro de esta en el soporte de las actividades productivas, laborales y la vida cotidiana en general.



Foto cortesía: TersusMax, Sistema de integración y gestión de equipos UVC, ISO 15858, Lima Perú



EL UVC Y SU IMPACTO EN LA GESTIÓN DE SALUD

Respuesta complementaria frente a la pandemia del COVID-19 y los temas relativos a las Infecciones Intrahospitalarias (**IIH**) o Asociadas a la Atención en Salud (**IAAS**) así como frente a los Microorganismos Multidrogo Resistentes (**MRB**).



Foto cortesía: TersusMax, Hospital Regional de Iquitos, Loreto, Perú / Agosto 2021



EL UVC Y SU IMPACTO EN LA SALUD OCUPACIONAL

Elevar los niveles de bioseguridad en las oficinas de trabajo y atención al público como bancos, oficinas de gobierno, etc. En Hong Kong, Singapur, China y Japón se han establecido ordenanzas a partir de las normas técnicas en referencia a la calidad del aire.



Foto cortesía: Ushio, Oficina de banco, Yokohama, Japón /Octubre 2021



EL UVC Y SU IMPACTO EN LA OFERTA DE SERVICIOS GASTRONÓMICOS

Los restaurantes son una de las zonas de mayor riesgo en la emergencia sanitaria y por lo tanto son prioridad en las ordenanzas municipales y decretos en los países asiáticos sobre el requerimiento de implementación de soluciones sobre calidad del aire.



Foto cortesía: Italy /Noviembre 2020



EL UVC Y SU IMPACTO EN LA OFERTA DE SERVICIOS EDUCATIVOS

La presencialidad en la Educación ha impulsado la implementación de sistemas ultravioleta presenciales y no presenciales con rutinas y protocolos que incorporan los espacios de recreo o breaks. En USA y Europa, en especial en Inglaterra 30 colegios han iniciado la experiencia financiada por el condado de Bradford.



Foto cortesía: NBC Press, USA /Agostoe 2021





PERÚ

Ministerio
de la Producción



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

GRACIAS

JORGE GAVIDIA

Biólogo, con mención en microbiología y parasitología de la UNMSM, investigador en epidemiología ecológica y las aplicaciones electrónicas en la Biología.

www.jorgegavidia.com



BICENTENARIO
PERÚ 2021