

Informe sobre el  
desempeño del

# SISTEMA VIDASHIELD™

Elaborado por el Dr. Wladyslaw J. Kowalski  
Confeccionado para Medical Illumination International, Inc.,  
547 Library Street, San Fernando, CA 91340, y utilizado por  
Armstrong con el permiso de Medical Illumination.

## RESUMEN EJECUTIVO

El desempeño insuperable del VidaShield™ (antes conocido como HRMS) permitirá la obtención de altos niveles de desinfección del aire, así como la consiguiente disminución del riesgo de infecciones nosocomiales transmitidas por el aire en cualquier entorno de atención médica. Este informe evalúa el desempeño del VidaShield™ con respecto a los índices de eliminación de patógenos nosocomiales conocidos o adquiridos en el hospital, que incluyen bacterias, virus y hongos. Los índices de eliminación debidos a la filtración y a la irradiación UV se evalúan mediante modelos informáticos y se tabulan en función de diversas condiciones de funcionamiento. Estos índices de eliminación, que disminuirán las concentraciones de agentes patógenos en el aire, se emplean para estimar el riesgo de infección para los ocupantes y este riesgo se expone en términos de Factor de Protección Zonal (ZPF, Zonal Protection Factor). El ZPF indica el porcentaje de ocupantes protegidos de la infección. Los índices de eliminación de la mayoría de los patógenos superan el 90% en las configuraciones principales. Con el flujo de aire nominal de diseño de 50 cfm, y con un filtro MERV 6 y una lámpara UV con 15 W de salida UV, el sistema VidaShield™ proporciona índices generales de eliminación de una sola pasada de aproximadamente el 97% en promedio para los 44 patógenos nosocomiales transmitidos por el aire que figuran en la base de datos. Para la superficie nominal de diseño de 100 ft<sup>2</sup>, la unidad proporcionará Factores de Protección Zonal que superan el 91% para la mayoría de los patógenos incluidos en la base de datos, con un ZPF promedio del 90%. Los datos de ZPF se presentan para flujos de aire alternativos que van de 50 ft<sup>2</sup> a 300 ft<sup>2</sup> como se muestra en la Tabla 6. Tanto los índices de eliminación en una sola pasada como los ZPF se acercan a los límites de lo que se puede conseguir con un sistema combinado de UV y filtración, y esta unidad debería superar a otras unidades similares mientras consume la menor cantidad de energía, ya que se ha optimizado tanto para un alto desempeño, como para un bajo consumo de energía. El funcionamiento silencioso también hace que esta unidad sea adecuada para cualquier entorno hospitalario y pueda utilizarse en salas generales, salas de procedimientos, pasillos, laboratorios y otras instalaciones.

## Introducción

La unidad VidaShield™ es un sistema de desinfección del aire mediante rayos ultravioleta incorporado a una luminaria de plafón, de manera que no tiene un perfil visible. Su finalidad es desinfectar el aire de bacterias, virus y hongos en entornos hospitalarios. El sistema incluye una lámpara ultravioleta (UV), un filtro y un ventilador que recircula el aire de forma local, como en un pasillo o una sala de procedimientos. Los deflectores de luz garantizan que no se filtren niveles peligrosos de UV en el área local. Este sistema pretende funcionar de forma silenciosa a la vez que suministra aire de la máxima pureza, con índices de desinfección cercanos al 100%. Los microorganismos objetivo son el SARM, el ERV, el Acinetobacter, las especies de Streptococcus, la gripe, el VZV, las Pseudomonas, el Clostridium difficile y otros agentes causantes de infecciones hospitalarias (HAI, hospital-acquired infections). Este informe resume el desempeño previsto de la unidad en cuanto a la dosis de UV, los índices de eliminación de filtros y los índices generales de desinfección o eliminación de microbios patógenos nosocomiales. Se presentan predicciones comparativas de las reducciones de las concentraciones de microbios en suspensión en el aire para determinadas superficies y volúmenes de salas. Estas reducciones de microbios en suspensión en el aire están relacionadas con el riesgo de menor cantidad de infecciones. Esta unidad también eliminará las esporas de hongos y bacterias en los índices que se especifican en este informe.

## Descripción del sistema

El sistema VidaShield™ se compone de una luminaria de plafón que incluye una lámpara UV, un filtro, deflectores de luz y una cámara de irradiación UV. La unidad aspira el aire, lo filtra y lo desinfecta, y lo devuelve al espacio aéreo local. Se incluye un filtro MERV 6 para mantener el polvo alejado de la lámpara UV, pero este filtro también sirve para eliminar un porcentaje de patógenos suspendidos en el aire. La Figura 1 muestra un despiece parcial de los principales componentes del sistema. De arriba a abajo se muestran la cámara de irradiación UV, los componentes de iluminación y la rejilla inferior.



Figura 1: Despiece parcial del sistema VidaShield™ que muestra los principales componentes.

La Figura 2 muestra la disposición interna de la cámara de irradiación UV, incluidas las lámparas UV y los ventiladores a la salida. La cámara de irradiación está revestida o recubierta con materiales reflectantes para aumentar la irradiación total.



Figura 2: Imagen esquemática de VidaShield™ que muestra las lámparas UV internas y la cámara de irradiación.

Las propiedades del material reflectante se indican en la documentación del fabricante. La reflectividad de la superficie de aluminio es de aproximadamente 75-85% en el espectro UV. Las dimensiones y especificaciones de diseño se resumen en la Tabla 1. Estas dimensiones se han ajustado a partir de las que se muestran en la figura anterior. Las dos configuraciones representan dos tamaños diferentes de lámparas UV. El flujo de aire nominal es de 50 cfm. El flujo de aire afecta a la velocidad del aire y al tiempo de exposición (Et, exposure time). Las dimensiones y las coordenadas de las lámparas no se han modificado con respecto a la Tabla 1. Con un flujo de aire nominal de 50 scfm, la velocidad del aire es de aproximadamente 252 fpm. Este es un flujo de aire aceptable y no disminuirá el desempeño del filtro - de hecho, este desempeño mejorará levemente con respecto a los resultados indicados en las tablas. El flujo de aire de diseño normal para una lámpara UV es de unos 400-600 fpm.

**TABLA 1: ESPECIFICACIONES PARA EL SISTEMA VIDASHIELD™**

Tipo de lámpara	T5
Cant. de lámparas	1
Potencia UV de la lámpara, W	15
Ancho, in.	14.5
Longitud, in	30.979
Altura, in	1.97
Ancho, ft	1.21
Largo, ft	2.58
Altura, ft	0.16
Ancho, cm	36.83
Largo, cm	78.69
Altura, cm	5.0038
Flujo de aire nominal, Q, cfm	50
Flujo de aire nominal, Q, m3/min 1.42	1.42
Velocidad, fpm	252
Velocidad, fps	4.20
Velocidad, cm/s	128.04
Velocidad, m/s	1.28
Superficie frontal, in <sup>2</sup>	28.57
Superficie frontal, ft <sup>2</sup>	0.1984
Superficie frontal, cm <sup>2</sup>	184.29
Superficie frontal, m <sup>2</sup>	0.0184
Tiempo de exposición, Et, s	0.6145
Cota final de la lámpara, x1, cm	18.42
Cota final de la lámpara, x2, cm	18.42
Cota final de la lámpara, y1, cm	2.50
Cota final de la lámpara, y2, cm	2.50
Cota final de la lámpara, z1, cm	10.77
Cota final de la lámpara, z2, cm	67.92
Largo del arco de la lámpara, arcl, cm	57.15
Radio de la lámpara, r, cm	0.79

Se incluye un filtro MERV 6 en la unidad y se adapta una curva de desempeño del filtro representativa de Kowalski y Bahnfleth (2002). La Figura 3 muestra la curva de desempeño del filtro. A partir de esta curva se puede calcular la eficacia de eliminación para cualquier tamaño de partícula microbiana.

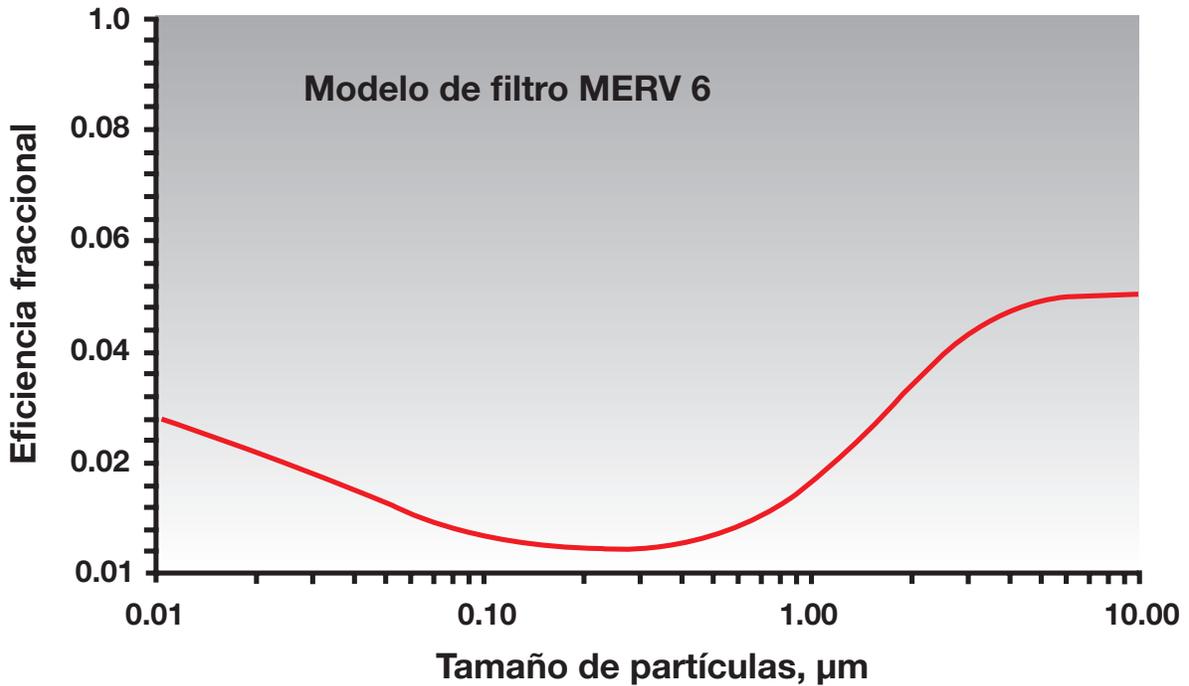


Figura 3: El desempeño de un filtro MERV 6 genérico. Según el modelo de Kowalski y Bahnfleth (2002).

### Pérdida de presión y ruido del ventilador

Uno de los criterios de diseño del VidaShield™ es que debe tener un funcionamiento silencioso y generar el menor nivel de ruido posible. El ruido se debe al flujo de aire que circula por el ventilador y a las turbulencias que se producen en el interior de la unidad. Cuanto mayor sea la caída de presión a través del sistema, mayor será la presión estática del ventilador y el nivel de ruido. La unidad incluye deflectores lisos para reducir las turbulencias en el interior de la unidad y la selección de los ventiladores responde a un funcionamiento silencioso. Para minimizar las pérdidas de presión se ha seleccionado un filtro MERV 6 de baja caída de presión.

### Resultados del análisis

La Tabla 2 enumera todos los microbios nosocomiales o que producen infecciones transmitidas en recintos de salud de los que se sabe o se sospecha que tienen un oponente en el aire en su ciclo de transmisión. Entre ellos se encuentran bacterias, virus, esporas de hongos y bacterianas. La Tabla 2 identifica el índice de eliminación del filtro previsto para todos estos microbios en función del modelo de filtro de la Figura 3. Estos índices de eliminación del filtro se combinarán con los índices de desinfección por UV para desarrollar los índices globales de eliminación de los patógenos. Los índices de eliminación del filtro se calculan en función del diámetro medio logarítmico de cada patógeno. El rango de tamaño de cualquier microbio en la naturaleza tendrá una distribución normal logarítmica, o una distribución normal (curva de campana) en una escala logarítmica. El diámetro medio logarítmico es una representación adecuada del tamaño medio de cualquier población microbiana (Kowalski et al, 1999). Por lo tanto, el diámetro medio logarítmico será un predictor adecuado de los índices de eliminación a través de cualquier filtro con una curva de desempeño conocida.

**TABLA 2: ÍNDICES DE ELIMINACIÓN DE PATÓGENOS NOSOCOMIALES SUSPENDIDOS EN EL AIRE CON FILTROS MERV 6**

Microbio	Tipo	Tamaño $\mu\text{m}$	Índice de eliminación del filtro MERV 6	
			Fracción	%
Acinetobacter	Bacterias	1.225	0.2089	20.9
Adenovirus	Virus	0.079	0.0853	8.5
Bordetella pertussis	Bacterias	0.245	0.0431	4.3
Coronavirus (SARS)	Virus	0.11	0.0643	6.4
Corynebacterium diphtheriae	Bacterias	0.698	0.1040	10.4
Coxsackievirus	Virus	0.027	0.1886	18.9
Enterobacter cloacae	Bacterias	1.414	0.2442	24.4
Enterococos	Bacterias	1.414	0.2442	24.4
Esporas de Aspergillus	Hongos	3.354	0.4476	44.8
Esporas de Blastomyces dermatitidis	Hongos	12.649	0.5000	50.0
Esporas de Clostridium difficile	Bacterias	2	0.3353	33.5
Esporas de Clostridium perfringens	Bacterias	1	0.1643	16.4
Esporas de Cryptococcus neoformans	Hongos	4.899	0.4872	48.7
Esporas de Fusarium	Hongos	11.225	0.5000	50.0
Esporas de Mucor	Hongos	7.071	0.4983	49.8
Esporas de Rhizopus	Hongos	6.928	0.4981	49.8
Haemophilus influenzae	Bacterias	0.285	0.0443	4.4
Haemophilus parainfluenzae	Bacterias	1.732	0.2973	29.7
Klebsiella pneumoniae	Bacterias	0.671	0.0988	9.9
Legionella pneumophila	Bacterias	0.52	0.0721	7.2
Mycobacterium avium	Bacterias	1.118	0.1879	18.8
Mycobacterium tuberculosis	Bacterias	0.637	0.0925	9.3
Mycoplasma pneumoniae	Bacterias	0.177	0.0464	4.6
Neisseria meningitidis	Bacterias	0.775	0.1190	11.9
Neumococo	Bacterias	0.707	0.1057	10.6
Nocardia asteroides	Bacterias	1.118	0.1879	18.8
Parvovirus B19	Virus	0.022	0.2104	21.0
Proteus mirabilis	Bacterias	0.494	0.0680	6.8
Pseudomonas aeruginosa	Bacterias	0.494	0.0680	6.8
Reovirus	Virus	0.075	0.0892	8.9
Rinovirus	Virus	0.023	0.2057	20.6
Rotavirus	Virus	0.073	0.0913	9.1
Serratia marcescens	Bacterias	0.632	0.0916	9.2
Staphylococcus aureus	Bacterias	0.866	0.1372	13.7
Staphylococcus epidermidis	Bacterias	0.866	0.1372	13.7
Streptococcus pyogenes	Bacterias	0.894	0.1428	14.3
Virus de la Influenza A	Virus	0.098	0.0709	7.1
Virus de la parainfluenza	Virus	0.194	0.0447	4.5
Virus de la rubéola	Virus	0.061	0.1062	10.6
Virus de la Varicela-Zoster	Virus	0.173	0.0469	4.7
Virus de las paperas	Virus	0.164	0.0483	4.8
Virus del sarampión	Virus	0.158	0.0493	4.9
Virus Norwalk	Virus	0.029	0.1809	18.1
VSR (Virus Sincitial Respiratorio)	Virus	0.19	0.0450	4.5

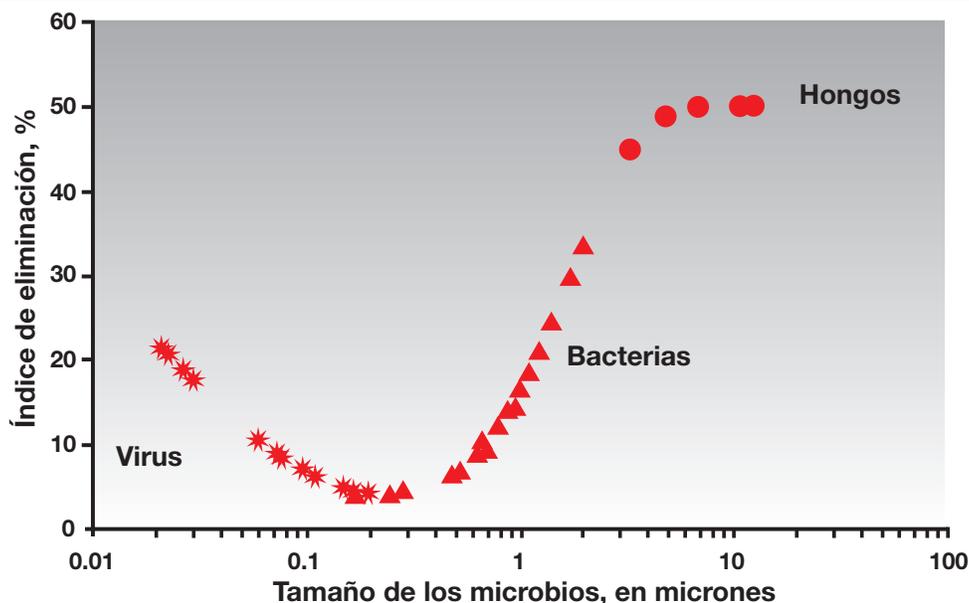


Figura 4: Índices de eliminación de patógenos nosocomiales dispuestos en un formato de curva de desempeño del filtro MERV 6 (véase la Figura 3).

El **Apéndice A** reproduce la información de la Tabla 2, pero ordena los microbios por orden de eliminación decreciente. La Figura 4 ilustra cómo los índices de eliminación de patógenos se correlacionan con el tamaño de los microbios. Este gráfico duplica básicamente la Figura 4, la curva de desempeño de un filtro MERV 6.

En la **Tabla 3** se enumeran los índices de desinfección de los patógenos suspendidos en el aire en función de la dosis producida por la lámpara UV. La lámpara de 15 W se ha modelado (utilizando los métodos de Kowalski 2009) y se ha determinado que genera una dosis de UV de 198 J/m<sup>2</sup> a 50 cfm. Esta dosis se utiliza para calcular la tasa de desinfección en función de las constantes de tasa de UV indicadas en la Tabla 3. La Tabla 3 se reproduce en el Apéndice B, donde los patógenos se enumeran en orden de disminución de las tasas de eliminación.

En la **Tabla 4** se enumeran los índices combinados de eliminación en una sola pasada para el conjunto de patógenos nosocomiales de las tablas anteriores. Esta tabla se muestra de nuevo en el Apéndice C, donde se han reordenado por orden de mayor a menor susceptibilidad.

Teniendo en cuenta los índices de eliminación indicados en la Tabla 4, se puede calcular el Factor de Protección Zonal (ZPF por sus siglas en inglés) suponiendo que la cobertura de la superficie del suelo es de 100 ft<sup>2</sup> y que la zona tiene un 15% de aire exterior (procedente del sistema de ventilación normal). El ZPF (también conocido como BPF [Building Protection Factor] o factor de protección del edificio) representa la protección teórica ofrecida a los ocupantes por el sistema VidaShield™. Debe calcularse para cada patógeno individual, ya que cada patógeno tiene un índice de eliminación (RR, removal rate) diferente. El ZPF se calcula mediante un análisis transitorio de las concentraciones

suspendidas en el aire en la zona y se basa en ocho horas de aire respirable en la zona ocupada. El ZPF es el porcentaje de ocupantes que es probable que estén protegidos de la infección. La inversa del ZPF (1-ZPF) representa el número de infecciones probables. Se calcula a partir del supuesto de que la condición de referencia no tiene limpieza de aire. La condición de referencia supone un índice de liberación de patógenos suficiente para causar un 99% de infecciones. Consulte Kowalski (2009) o Kowalski (2006) para obtener detalles más específicos sobre el cálculo del BPF o el ZPF.

La **Tabla 5** resume el ZPF previsto para cada uno de los patógenos nosocomiales considerados e indica que es posible obtener factores de protección muy elevados con el sistema VidaShield™, lo cual era de prever ya que los índices de eliminación son elevados para la mayoría de los patógenos y el índice de flujo de aire (50 cfm) es adecuado para la superficie del suelo en cuestión (100 ft<sup>2</sup>). El ZPF máximo es del 93% y no puede aumentarse más sin incrementar el flujo de aire. El ZPF mínimo aceptable para cualquier sistema es de aproximadamente el 50%, lo que significa que la mitad de los ocupantes están protegidos de la infección. En función de los resultados de la Tabla 5, el ZPF está por encima del mínimo para todos los patógenos, incluidas las esporas bacterianas y fúngicas.

Los resultados de la Tabla 5 se basan en el caudal de aire nominal de 50 cfm. Los resultados serán proporcionalmente más bajos para caudales de flujo de aire más bajos, ya que los índices de eliminación combinados (filtros más UV) están en gran medida al máximo. La Tabla 5 se reproduce en el Apéndice C, pero reordenada por orden decreciente de ZPF.

La **Tabla 6** proporciona los Factores de Protección Zonal para un rango de flujos de aire alternativos de 50 ft<sup>2</sup> a 300 ft<sup>2</sup>, ordenados por orden de ZPF descendente.

**TABLA 3: ÍNDICES DE DESINFECCIÓN MEDIANTE UV DE PATÓGENOS SUSPENDIDOS EN EL AIRE**

Microbio	Tipo	UV k m <sup>2</sup> /J	UV D90 J/m <sup>2</sup>	Índice de desinfección, %
				15 W
Acinetobacter	Bacterias	0.16	14	100
Adenovirus	Virus	0.054	43	100
Bordetella pertussis*	Bacterias	0.0364	63	100
Coronavirus (SARS)	Virus	0.377	6	100
Corynebacterium diphtheriae	Bacterias	0.0701	33	100
Coxsackievirus	Virus	0.111	21	100
Enterobacter cloacae	Bacterias	0.03598	64	100
Enterococos*	Bacterias	0.0822	28	100
Esporas de Aspergillus	Hongos	0.00894	258	83
Esporas de Blastomyces dermatitidis	Hongos	0.01645	140	96
Esporas de Clostridium difficile	Bacterias	0.0385	60	100
Esporas de Clostridium perfringens	Bacterias	0.0385	60	100
Esporas de Cryptococcus neoformans	Hongos	0.0167	138	96
Esporas de Fusarium	Hongos	0.00855	269	82
Esporas de Mucor	Hongos	0.01012	228	87
Esporas de Rhizopus	Hongos	0.00861	267	82
Haemophilus influenzae	Bacterias	0.11845	19	100
Haemophilus parainfluenzae*	Bacterias	0.03	77	100
Klebsiella pneumoniae	Bacterias	0.04435	52	100
Legionella pneumophila	Bacterias	0.2024	11	100
Mycobacterium avium	Bacterias	0.04387	52	100
Mycobacterium tuberculosis	Bacterias	0.4721	5	100
Mycoplasma pneumoniae	Bacterias	0.2791	8	100
Neisseria meningitidis*	Bacterias	0.1057	22	100
Neumococo	Bacterias	0.00492	468	62
Nocardia asteroides	Bacterias	0.0822	28	100
Parvovirus B19	Virus	0.092	25	100
Proteus mirabilis	Bacterias	0.289	8	100
Pseudomonas aeruginosa	Bacterias	0.5721	4	100
Reovirus	Virus	0.01459	158	94
Rinovirus*	Virus	0.0142	162	94
Rotavirus	Virus	0.02342	98	99
Serratia marcescens	Bacterias	0.221	10	100
Staphylococcus aureus	Bacterias	0.5957	4	100
Staphylococcus epidermidis	Bacterias	0.09703	24	100
Streptococcus pyogenes	Bacterias	0.8113	3	100
Virus de la Influenza A	Virus	0.119	19	100
Virus de la parainfluenza*	Virus	0.1086	21	100
Virus de la rubéola*	Virus	0.0037	622	52
Virus de las paperas*	Virus	0.0766	30	100
Virus del sarampión	Virus	0.1051	22	100
Virus Norwalk*	Virus	0.0116	198	90
Virus Virus Sincitial Respiratorio*	Virus	0.0917	25	100
VZV (Sustituto de la varicela k)	Virus	0.1305	18	100
Dosis de UV, J/m <sup>2</sup>		198		

Nota: El asterisco significa que la constante de la tasa UV es un valor predicho basado en el genoma completo.

**TABLA 4: ÍNDICES DE ELIMINACIÓN COMBINADOS DE UNA SOLA PASADA**

Microbio	Índices de eliminación de componentes		Índices de eliminación globales
	MERV 6	15 W	MERV 6 + 15 W
	Fracción	Fracción	%
Acinetobacter	0.2089	1.0000	100.0
Adenovirus	0.0853	1.0000	100.0
Bordetella pertussis	0.0431	0.9993	99.9
Coronavirus (SARS)	0.0643	1.0000	100.0
Corynebacterium diphtheriae	0.1040	1.0000	100.0
Coxsackievirus	0.1886	1.0000	100.0
Enterobacter cloacae	0.2442	0.9992	99.9
Enterococos	0.2442	1.0000	100.0
Esporas de Aspergillus	0.4476	0.8297	90.6
Esporas de Blastomyces dermatitidis	0.5000	0.9615	98.1
Esporas de Clostridium difficile	0.3353	0.9995	100.0
Esporas de Clostridium perfringens	0.1643	0.9995	100.0
Esporas de Cryptococcus neoformans	0.4872	0.9634	98.1
Esporas de Fusarium	0.5000	0.8160	90.8
Esporas de Mucor	0.4983	0.8652	93.2
Esporas de Rhizopus	0.4981	0.8182	90.9
Haemophilus influenzae	0.0443	1.0000	100.0
Haemophilus parainfluenzae	0.2973	0.9974	99.8
Klebsiella pneumoniae	0.0988	0.9998	100.0
Legionella pneumophila	0.0721	1.0000	100.0
Mycobacterium avium	0.1879	0.9998	100.0
Mycobacterium tuberculosis	0.0925	1.0000	100.0
Mycoplasma pneumoniae	0.0464	1.0000	100.0
Neisseria meningitidis	0.1190	1.0000	100.0
Neumococo	0.1057	0.6225	66.2
Nocardia asteroides	0.1879	1.0000	100.0
Parvovirus B19	0.2104	1.0000	100.0
Proteus mirabilis	0.0680	1.0000	100.0
Pseudomonas aeruginosa	0.0680	1.0000	100.0
Reovirus	0.0892	0.9444	94.9
Rinovirus	0.2057	0.9399	95.2
Rotavirus	0.0913	0.9903	99.1
Serratia marcescens	0.0916	1.0000	100.0
Staphylococcus aureus	0.1372	1.0000	100.0
Staphylococcus epidermidis	0.1372	1.0000	100.0
Streptococcus pyogenes	0.1428	1.0000	100.0
Virus de la Influenza A	0.0709	1.0000	100.0
Virus de la parainfluenza	0.0447	1.0000	100.0
Virus de la rubéola	0.1062	0.5193	57.0
Virus de la Varicela-Zoster	0.0469	1.0000	100.0
Virus de las paperas	0.0483	1.0000	100.0
Virus del sarampión	0.0493	1.0000	100.0
Virus Norwalk	0.1809	0.8994	91.8
VSR (Virus Sincitial Respiratorio)	0.0450	1.0000	100.0

**TABLA 5: FACTORES DE PROTECCIÓN ZONAL PARA PATÓGENOS NOSOCOMIALES**

Patógeno	Tipo	MERV 6 + 15 W	FA 100 ft²
		% de eliminación	% de ZPF
% de Factor de protección promedio			90
Acinetobacter	Bacterias	100.0	91
Adenovirus	Virus	100.0	91
Bordetella pertussis	Bacterias	99.9	91
Coronavirus (SARS)	Virus	100.0	91
Corynebacterium diphtheriae	Bacterias	100.0	91
Coxsackievirus	Virus	100.0	91
Enterobacter cloacae	Bacterias	99.9	91
Enterococos	Bacterias	100.0	91
Esporas de Aspergillus	Hongos	90.6	89
Esporas de Blastomyces dermatitidis	Hongos	98.1	90
Esporas de Clostridium difficile	Bacterias	100.0	91
Esporas de Clostridium perfringens	Bacterias	100.0	91
Esporas de Cryptococcus neoformans	Hongos	98.1	90
Esporas de Fusarium	Hongos	90.8	89
Esporas de Mucor	Hongos	93.2	89
Esporas de Rhizopus	Virus	95.2	90
Haemophilus influenzae	Bacterias	100.0	91
Haemophilus parainfluenzae	Bacterias	99.8	91
Klebsiella pneumoniae	Bacterias	100.0	91
Legionella pneumophila	Bacterias	100.0	91
Mycobacterium avium	Bacterias	100.0	91
Mycobacterium tuberculosis	Bacterias	100.0	91
Mycoplasma pneumoniae	Bacterias	100.0	91
Neisseria meningitidis	Bacterias	100.0	91
Neumococo	Bacterias	66.2	79
Nocardia asteroides	Bacterias	100.0	91
Parvovirus B19	Virus	100.0	91
Proteus mirabilis	Bacterias	100.0	91
Pseudomonas aeruginosa	Bacterias	100.0	91
Reovirus	Virus	94.9	90
Rinovirus	Virus	100.0	91
Rotavirus	Hongos	90.9	89
Serratia marcescens	Bacterias	100.0	91
Staphylococcus aureus	Bacterias	100.0	91
Staphylococcus epidermidis	Bacterias	100.0	91
Streptococcus pyogenes	Bacterias	100.0	91
Virus de la Influenza A	Virus	100.0	91
Virus de la parainfluenza	Virus	100.0	91
Virus de la rubéola	Virus	57.0	73
Virus de la Varicela-Zoster	Virus	100.0	91
Virus de las paperas	Virus	100.0	91
Virus del sarampión	Virus	100.0	91
Virus Norwalk	Virus	91.8	89
VSR (Virus Sincitial Respiratorio)	Virus	99.1	91

**TABLA 6: FACTORES DE PROTECCIÓN ZONAL PARA PATÓGENOS NOSOCOMIALES EN ÁREAS DE SALAS ALTERNAS**

Patógeno	MERV6 + 15 W	% de Factor de protección zonal						
	Eliminación	Área	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	%	50 ft <sup>2</sup>	75 ft <sup>2</sup>	100 ft <sup>2</sup>	125 ft <sup>2</sup>	150 ft <sup>2</sup>	200 ft <sup>2</sup>	300 ft <sup>2</sup>
Acinetobacter	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Adenovirus	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Bordetella pertussis	99.9	93	92	91	90	88	85	80
Coronavirus (SARS)	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Corynebacterium diphtheriae	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Coxsackievirus	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Enterobacter cloacae	99.9	93	92	91	90	88	85	80
Enterococos	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Esporas de Aspergillus	90.6	91	90	89	87	86	82	76
Esporas de Blastomyces dermatitidis	98.1	93	92	90	89	88	85	79
Esporas de Clostridium difficile	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Esporas de Clostridium perfringens	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Esporas de Cryptococcus neoformans	98.1	93	92	90	89	88	85	79
Esporas de Fusarium	90.8	91	90	89	87	86	82	76
Esporas de Mucor	93.2	92	91	89	88	86	83	77
Esporas de Rhizopus	95.2	92	91	90	88	87	84	78
Haemophilus influenzae	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Haemophilus parainfluenzae	99.8	93	92	91	90	88	85	79
Klebsiella pneumoniae	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Legionella pneumophila	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Mycobacterium avium	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Mycobacterium tuberculosis	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Mycoplasma pneumoniae	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Neisseria meningitidis	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Neumococo	66.2	83	81	79	77	74	69	61
Nocardia asteroides	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Parvovirus B19	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Proteus mirabilis	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Pseudomonas aeruginosa	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Reovirus	94.9	92	91	90	88	87	84	78
Rinovirus	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Rotavirus	90.9	91	90	89	87	86	82	76
Serratia marcescens	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Staphylococcus aureus	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Staphylococcus epidermidis	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Streptococcus pyogenes	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Virus de la Influenza A	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Virus de la parainfluenza	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Virus de la rubéola	57.0	78	75	73	70	67	62	53
Virus de la Varicela-Zoster	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Virus de las paperas	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Virus del sarampión	100.0	93	92	91	90	88	85	80
Virus Norwalk	91.8	92	90	89	87	86	83	76
VSR (Virus Sincitial Respiratorio)	99.1	93	92	91	89	88	85	79
% de Factor de protección promedio		92.2	91.1	90.0	88.8	86.9	83.8	78.3

## Resumen y debate de los resultados del análisis

El análisis presentado aquí indica que el VidaShield™ generará índices elevados de eliminación de todos los patógenos nosocomiales, incluidos bacterias, hongos y virus. El análisis también muestra que el riesgo de infección en las zonas en las que se instala la unidad se reducirá considerablemente, en función de la reducción prevista de las concentraciones de microbios suspendidos en el aire. La combinación de una lámpara UV de 15 W, un filtro MERV 6 y un flujo de aire de

50 cfm generará un índice promedio de eliminación superior al 97%, en una sola pasada, para todos los patógenos enumerados en la Tabla 5, excepto dos. La Tabla 7 ofrece una comparación de los sistemas UV unitarios que operan entre 30-100 cfm ordenados por dosis de UV. El sistema VidaShield™ proporciona una dosis de UV más alta que la mayoría de estos sistemas y tiene una filtración más eficiente que todos estos sistemas excepto uno.

**TABLA 7: COMPARACIÓN DE SISTEMAS UV UNITARIOS ENTRE 30-100 CFM**

Fabricante	Modelo	Flujo de aire/CADR		Prefiltro	Filtro principal	UVP W	Dosis J/m <sup>2</sup>	URV	Notas
		cfm	m <sup>3</sup> /min						
Virobuster	Steritube	44	1.25	G4	Ninguno	57	592	23	Varias velocidades
Virobuster	Steritube	59	1.67	G4	Ninguno	57	443	22	Varias velocidades
Virobuster	Steritube	74	2.083	G4	Ninguno	57	355	21	Varias velocidades
sterilAir AG	LSK2036-U	29.2	0.83	Ninguno	Ninguno	30	315	21	
Arcalux	HR Mgt System	50	1.42	Sí	MERV6	15	198	19	
sterilAir AG	UVR2250-1	88	2.50	opcional	Ninguno	27	190	19	
sterilAir AG	LSK2018	11.8	0.33	Ninguno	Ninguno	7	173	19	
Holmes Group	BAP920-U	100	2.83	Ninguno	MERV15	22	69.2	17	PCO
Sanuvox	P-900	35	0.99	Sí	Ninguno	4.76	48	15	Varias velocidades
Amcor	AM-45	30	0.85	Ninguno	Ninguno	1.96	26.9	13	
Amcor	AM-45C	31	0.88	Sí	Ninguno	25	23.2	13	PCO, carbono
Amcor	AM-45C	40	1.13	Sí	Ninguno	25	17.8	12	PCO, carbono
Amcor	AM-45C	45	1.27	Sí	Ninguno	25	15.9	12	PCO, carbono
Amcor	AM-45	60	1.70	Ninguno	Ninguno	1.96	13.5	11	

## Referencias y bibliografía

- Kowalski, W. J., W. P. Bahnfleth, T. S. Whittam (1999). "Filtration of Airborne Microorganisms: Modeling and prediction." ASHRAE Transactions 105(2), 4-17. <http://www.engr.psu.edu/ae/wjk/fom.html>.
- Kowalski, W. J., and Bahnfleth, W. P. (2000). "UVGI Design Basics for Air and Surface Disinfection." HPAC 72(1), 100-110.
- Kowalski, W. J., and Bahnfleth, W. P. (2002). "MERV filter models for aerobiological applications." Air Media Summer, 13-17.
- Kowalski, W. J., and Bahnfleth, W. P. (2004). "Proposed Standards and Guidelines for UVGI Air Disinfection." IUVA News 6(1), 20-25.
- Kowalski, W. J., Bahnfleth, W. P., and Mistrick, R. G. (2005). "A specular model for UVGI air disinfection systems." IUVA News 7(1), 19-26.
- Kowalski, W. J. (2006). Aerobiological Engineering Handbook: A Guide to Airborne Disease Control Technologies. McGraw-Hill, New York.
- Kowalski, W. J. (2007). "Air-Treatment Systems for Controlling Hospital-Acquired Infections." HPAC Engineering 79(1), 28-48.
- Kowalski, W. J. (2009). Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection. Springer, New York.
- Kowalski, W. J. (2011). Hospital Airborne Infection Control. Taylor & Francis/CRC Press, New York.

**APÉNDICE A: ÍNDICES DE ELIMINACIÓN DE PATÓGENOS NOSOCOMIALES SUSPENDIDOS EN EL AIRE CON FILTROS**

Microbio	Tipo	Tamaño µm	% de índice de eliminación
			MERV 6
Acinetobacter	Bacterias	1.225	20.9
Adenovirus	Virus	0.079	8.5
Bordetella pertussis	Bacterias	0.245	4.3
Coronavirus (SARS)	Virus	0.11	6.4
Corynebacterium diphtheriae	Bacterias	0.698	10.4
Coxsackievirus	Virus	0.027	18.9
Enterobacter cloacae	Bacterias	1.414	24.4
Enterococos	Bacterias	1.414	24.4
Esporas de Aspergillus	Hongos	3.354	44.8
Esporas de Blastomyces dermatitidis	Hongos	12.649	50.0
Esporas de Clostridium difficile	Bacterias	2	33.5
Esporas de Clostridium perfringens	Bacterias	1	16.4
Esporas de Cryptococcus neoformans	Hongos	4.899	48.7
Esporas de Fusarium	Hongos	11.225	50.0
Esporas de Mucor	Hongos	7.071	49.8
Esporas de Rhizopus	Hongos	6.928	49.8
Haemophilus influenzae	Bacterias	0.285	4.4
Haemophilus parainfluenzae	Bacterias	1.732	29.7
Klebsiella pneumoniae	Bacterias	0.671	9.9
Legionella pneumophila	Bacterias	0.52	7.2
Mycobacterium avium	Bacterias	1.118	18.8
Mycobacterium tuberculosis	Bacterias	0.637	9.3
Mycoplasma pneumoniae	Bacterias	0.177	4.6
Neisseria meningitidis	Bacterias	0.775	11.9
Neumococo	Bacterias	0.707	10.6
Nocardia asteroides	Bacterias	1.118	18.8
Parvovirus B19	Virus	0.022	21.0
Proteus mirabilis	Bacterias	0.494	6.8
Pseudomonas aeruginosa	Bacterias	0.494	6.8
Reovirus	Virus	0.075	8.9
Rinovirus	Virus	0.023	20.6
Rotavirus	Virus	0.073	9.1
Serratia marcescens	Bacterias	0.632	9.2
Staphylococcus aureus	Bacterias	0.866	13.7
Staphylococcus epidermidis	Bacterias	0.866	13.7
Streptococcus pyogenes	Bacterias	0.894	14.3
Virus de la Influenza A	Virus	0.098	7.1
Virus de la parainfluenza	Virus	0.194	4.5
Virus de la rubéola	Virus	0.061	10.6
Virus de la Varicela-Zoster	Virus	0.173	4.7
Virus de las paperas	Virus	0.164	4.8
Virus del sarampión	Virus	0.158	4.9
Virus Norwalk	Virus	0.029	18.1
VSR (Virus Sincitial Respiratorio)	Virus	0.19	4.5

**APÉNDICE B: ÍNDICES DE DESINFECCIÓN MEDIANTE UV DE PATÓGENOS SUSPENDIDOS EN EL AIRE**

Microbio	Tipo	UV K m <sup>2</sup> /J	UV D90 J/m <sup>3</sup>	% de Índice de desinfección
				15 W
Acinetobacter	Bacterias	0.16	14	100
Adenovirus	Virus	0.054	43	100
Bordetella pertussis*	Bacterias	0.0364	63	100
Coronavirus (SARS)	Virus	0.377	6	100
Corynebacterium diphtheriae	Bacterias	0.0701	33	100
Coxsackievirus	Virus	0.111	21	100
Enterobacter cloacae	Bacterias	0.03598	64	100
Enterococos* Bacteria 0,0822 28 100	Bacterias	0.671		9.9
Esporas de Aspergillus	Hongos	0.00894	258	83
Esporas de Blastomyces dermatitidis	Hongos	0.01645	140	96
Esporas de Clostridium difficile	Bacterias	0.0385	60	100
Esporas de Clostridium perfringens	Bacterias	0.0385	60	100
Esporas de Cryptococcus neoformans	Hongos	0.0167	138	96
Esporas de Fusarium	Hongos	0.00855	269	82
Esporas de Mucor	Hongos	0.01012	228	87
Esporas de Rhizopus	Hongos	0.00861	267	82
Haemophilus influenzae	Bacterias	0.11845	19	100
Haemophilus parainfluenzae*	Bacterias	0.03	77	100
Klebsiella pneumoniae	Bacterias	0.04435	52	100
Legionella pneumophila	Bacterias	0.2024	11	100
Mycobacterium avium	Bacterias	0.04387	52	100
Mycobacterium tuberculosis	Bacterias	0.4721	5	100
Mycoplasma pneumoniae	Bacterias	0.2791	8	100
Neisseria meningitidis*	Bacterias	0.1057	22	100
Neumococo	Bacterias	0.00492	468	62
Nocardia asteroides	Bacterias	0.0822	28	100
Parvovirus B19	Virus	0.092	25	100
Proteus mirabilis	Bacterias	0.289	8	100
Pseudomonas aeruginosa	Bacterias	0.5721	4	100
Reovirus	Virus	0.01459	158	94
Rinovirus*	Virus	0.0142	162	94
Rotavirus	Virus	0.02342	98	99
RSV*	Virus	0.0917	25	100
Serratia marcescens	Bacterias	0.221	10	100
Staphylococcus aureus	Bacterias	0.5957	4	100
Staphylococcus epidermidis	Bacterias	0.09703	24	100
Streptococcus pyogenes	Bacterias	0.8113	3	100
Virus de la Influenza A	Virus	0.119	19	100
Virus de la parainfluenza*	Virus	0.1086	21	100
Virus de la rubéola*	Virus	0.0037	622	52
Virus de las paperas*	Virus	0.0766	30	100
Virus del sarampión	Virus	0.1051	22	100
Virus Norwalk*	Virus	0.0116	198	90
VZV (Sustituto de la varicela k)	Virus	0.1305	18	100
Dosis de UV, J/m <sup>2</sup>		198		

**APÉNDICE C: ÍNDICES DE ELIMINACIÓN COMBINADOS DE UNA SOLA PASADA**

Microbio	Índices de eliminación de componentes		Índices de eliminación globales
	MERV 6	15 W	MERV 6 + 15 W
	Fracción	Fracción	%
Acinetobacter	0.2089	1.0000	100.0
Adenovirus	0.0853	1.0000	100.0
Bordetella pertussis	0.0431	0.9993	99.9
Coronavirus (SARS)	0.0643	1.0000	100.0
Corynebacterium diphtheriae	0.1040	1.0000	100.0
Coxsackievirus	0.1886	1.0000	100.0
Enterobacter cloacae	0.2442	0.9992	99.9
Enterococos	0.2442	1.0000	100.0
Esporas de Aspergillus	0.4476	0.8297	90.6
Esporas de Blastomyces dermatitidis	0.5000	0.9615	98.1
Esporas de Clostridium difficile	0.3353	0.9995	100.0
Esporas de Clostridium perfringens	0.1643	0.9995	100.0
Esporas de Cryptococcus neoformans	0.4872	0.9634	98.1
Esporas de Fusarium	0.5000	0.8160	90.8
Esporas de Mucor	0.4983	0.8652	93.2
Esporas de Rhizopus	0.4981	0.8182	90.9
Haemophilus influenzae	0.0443	1.0000	100.0
Haemophilus parainfluenzae	0.2973	0.9974	99.8
Klebsiella pneumoniae	0.0988	0.9998	100.0
Legionella pneumophila	0.0721	1.0000	100.0
Mycobacterium avium	0.1879	0.9998	100.0
Mycobacterium tuberculosis	0.0925	1.0000	100.0
Mycoplasma pneumoniae	0.0464	1.0000	100.0
Neisseria meningitidis	0.1190	1.0000	100.0
Neumococo	0.1057	0.6225	66.2
Nocardia asteroides	0.1879	1.0000	100.0
Parvovirus B19	0.2104	1.0000	100.0
Proteus mirabilis	0.0680	1.0000	100.0
Pseudomonas aeruginosa	0.0680	1.0000	100.0
Reovirus	0.0892	0.9444	94.9
Rinovirus	0.2057	0.9399	95.2
Rotavirus	0.0913	0.9903	99.1
Serratia marcescens	0.0916	1.0000	100.0
Staphylococcus aureus	0.1372	1.0000	100.0
Staphylococcus epidermidis	0.1372	1.0000	100.0
Streptococcus pyogenes	0.1428	1.0000	100.0
Virus de la Influenza A	0.0709	1.0000	100.0
Virus de la parainfluenza	0.0447	1.0000	100.0
Virus de la rubéola	0.1062	0.5193	57.0
Virus de la Varicela-Zoster	0.0469	1.0000	100.0
Virus de las paperas	0.0483	1.0000	100.0
Virus del sarampión	0.0493	1.0000	100.0
Virus Norwalk	0.1809	0.8994	91.8
VSR (Virus Sincitial Respiratorio)	0.0450	1.0000	100.0

**1 877 276 7876 (se habla español)**

Representantes de Servicio al Cliente  
De lunes a viernes, de 7:45 a. m. a 5:00 p. m.,  
hora del este

**TechLine:** información técnica, bosquejos detallados, asistencia con diseños CAD, información de instalación, otros servicios técnicos. Días y horarios de atención: de lunes a viernes, de 8:00 a. m. a 5:30 p. m., hora del este. FAX 1 800 572 8324 o correo electrónico: [techline@armstrongceilings.com](mailto:techline@armstrongceilings.com)

**[armstrongceilings.com/commercial](http://armstrongceilings.com/commercial) (seleccione su país)**

Últimas noticias sobre productos  
Información de productos estándar y personalizados  
Catálogo en línea  
Archivos CAD, Revit® y SketchUp®  
Herramienta visual de selección A Ceiling for Every Space®  
Muestras y literatura de productos – servicio express y ordinario.  
Contactos: representantes, dónde comprar, quién hará la instalación

VidaShield™ es una marca comercial de Medical Illumination International, Inc.  
Inspiring Great Spaces® es una marca comercial registrada de AFI Licensing LLC.  
Todas las demás marcas comerciales utilizadas en este documento son propiedad de AWI Licensing LLC o de sus empresas afiliadas.  
Impreso en los Estados Unidos de América

**[armstrongceilings.com](http://armstrongceilings.com) (seleccione su país)**

