



A Group Company of  Midea

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR Y PURIFICACIÓN

VENTAJAS DE LA RENOVACIÓN DE AIRE
Y LOS FILTROS ELECTRÓNICOS



frigicoll

Clivet SpA y Frigicoll S.A. persiguen la veracidad en toda la información contenida en este documento. Sin embargo, la aplicación de esta información, elección del sistema y diseño de las instalaciones es responsabilidad del lector.

Clivet SpA y Frigicoll S.A. no asumen ninguna responsabilidad por las acciones resultantes del uso de este documento ni por el uso indebido de la información contenida en él.

Los datos de este documento no son vinculantes y pueden ser modificados sin previo aviso.

Prohibida la reproducción total o parcial. Clivet, en cumplimiento del Reglamento 517/2014, informa que sus productos contienen u operan con el uso de gases fluorados de efecto invernadero.



SITUACIÓN ACTUAL

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

BIENESTAR EN ESPACIOS CERRADOS

CONTAMINACIÓN EN EDIFICIOS

RIESGOS DEBIDOS A LA EXPOSICIÓN

PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEBIDO A UNA MALA CALIDAD DEL AIRE

EVOLUCIÓN HACIA LA CORRECTA CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

CALIDAD DE AIRE INTERIOR EN EMERGENCIAS SANITARIAS

IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SALUD

LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y EL AHORRO ENERGÉTICO

FILTROS MECÁNICOS

TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN ELECTRÓNICA

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

EFICIENCIA DE LA FILTRACIÓN

DESCOMPOSICIÓN DE LOS MICROORGANISMOS

CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA

IONIZACIÓN DEL AMBIENTE

MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS

CONSTRUCCIÓN DE LOS FILTROS

ANÁLISIS ECONÓMICO

PREGUNTAS FRECUENTES

CONCLUSIONES

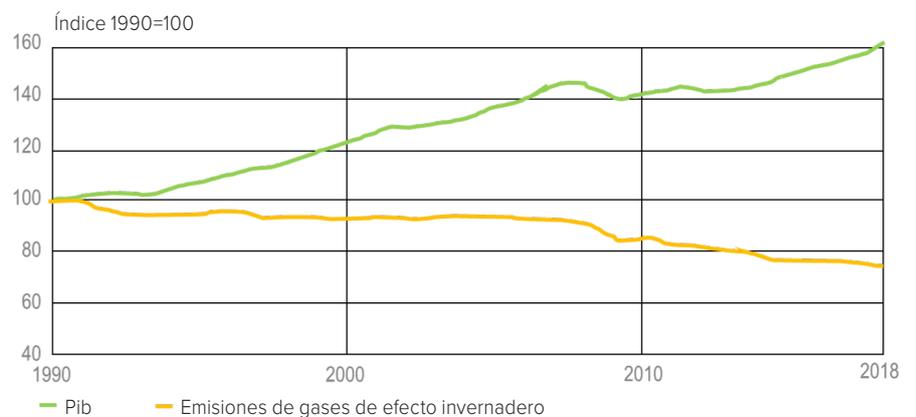
SITUACIÓN ACTUAL



"El cambio es ahora reconocido como uno de los desafíos cruciales del siglo XXI. Proteger la salud de las personas del cambio climático es un asunto de emergencia pública sanitaria." (Fuente: OMS)

El uso responsable de los recursos, el respeto por el medio ambiente y la calidad de vida cobran cada vez más importancia en las decisiones políticas y económicas en todo el mundo. Estos factores pueden influir **tanto en la dinámica social como en el cambio climático**, a menudo de forma irreversible.

Ya en 2007, la Unión Europea fijó objetivos climáticos y energéticos desafiantes, **siendo uno de los primeros organismos en hacerlo. El primer objetivo importante se fijó para 2020**: las emisiones de gases de efecto invernadero se reducirían en un 20% en comparación con 1990, con un 20% de las necesidades energéticas satisfechas por fuentes renovables, y la eficiencia energética mejoraría en un **20%**.



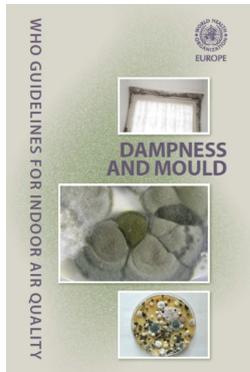
Debido a las medidas adoptadas en Europa, la economía creció un 61% entre 1990 y 2018, mientras que las emisiones de gases de efecto invernadero cayeron un 23%. (Fuente: Comisión Europea)

En base a los excelentes resultados obtenidos, en 2018 la Unión Europea **redefinió los objetivos** y el plazo, aumentando a 40%, 32% y 32,5%, respectivamente, en comparación con los niveles de 1990, para el año 2030.

Este proceso es coherente con el objetivo mundial de mantener el calentamiento global por debajo de 2°C en comparación con los niveles pre-industriales, tal como se establece en el Acuerdo de París de 2015. El nuevo proyecto europeo '**Green Deal**', presentado en 2019, hizo que el objetivo de la Unión Europea sea el de un **0% de impacto climático** para el año 2050. Una hoja de ruta que establece acciones para modernizar y transformar todos los sectores de la economía, desde la energía hasta la construcción, desde la industria hasta el transporte, protegiendo al mismo tiempo el medio ambiente.

- ✓ no se generarán más emisiones de gases de efecto invernadero en 2050.
- ✓ el crecimiento económico se desvinculará del uso de recursos naturales.
- ✓ no se hará ninguna excepción.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA



«En edificios con ventilación mecánica, los filtros en la impulsión son el método más importante para eliminar partículas.» (Fuente: 'Dampness and Mould', 2009, OMS)

El cambio climático se debe principalmente a las actividades humanas. Tiene impacto en el medio ambiente (sequías, inundaciones, tormentas...), pero también en la salud de las personas. La **contaminación del aire** es el principal vínculo entre el cambio climático y el deterioro de los niveles de salud. Este último está clasificado como uno de los efectos indirectos del cambio climático y es principalmente debido a las **partículas** y otros contaminantes liberados a la atmósfera por los principales sectores económicos como el transporte, la producción de energía, industria y agricultura.

Al mismo tiempo, estos últimos son también los principales responsables de la emisión de **gases de efecto invernadero** a la atmósfera, haciendo así que el cambio climático se relacione estrechamente con la calidad del aire.

Se estima que nueve de cada diez personas en todo el mundo respiran aire de menor calidad que la fijada como básica por la OMS, con un impacto sustancial en la salud de las personas, los sistemas de atención de salud, así como importantes implicaciones sociales y económicas.

Ya en 1987, cuando se publicaron las primeras directrices sobre los niveles máximos de contaminantes permitidos en la atmósfera, la OMS definió los principales contaminantes para ser considerados peligrosos.

Las principales sustancias que las directrices indican como un peligro potencial para la salud humana incluyen: Monóxido de carbono (**CO**), Dióxido de carbono (**CO₂**), óxidos de azufre (**SO_x**), óxidos de nitrógeno (**NO_x**), Ozono (**O₃**), **gases, polen y esporas**. Otros, menos conocidos, pero igualmente peligrosos son: Benceno, Formaldehído, Naftaleno, Radón, Tricloroetileno e Hidrocarburos aromáticos en general.

Los compuestos orgánicos volátiles (**VOC**) son otro tipo de contaminante. Emitidos por herramientas de trabajo como impresoras y copiadoras, materiales de construcción, muebles o productos de limpieza.

Las partículas en suspensión son peligros adicionales: una familia de contaminantes sólidos que se subdividen según el diámetro de sus partículas en **PM₁₀**, **PM_{2.5}** y **PM₁**. Según la OMS, este tipo de contaminante es el más complicado de monitorear y consecuentemente de eliminar.

Por último, la investigación sobre partículas ultrafinas, también conocidas como **micropartículas**, está revelando nuevos riesgos para la salud. Su desarrollo es de origen natural, principalmente después de erupciones volcánicas, ciclones, incendios o relámpagos. Sin embargo, la actividad humana ha aumentado su producción a partir de procesos de combustión para el transporte y calefacción, residuos de neumáticos y combustible, desgaste del asfalto, incineradoras, centrales térmicas, y desgaste de los materiales de construcción.

Esta es la razón por la que están particularmente extendidas en entornos urbanos.

BIENESTAR EN ESPACIOS CERRADOS



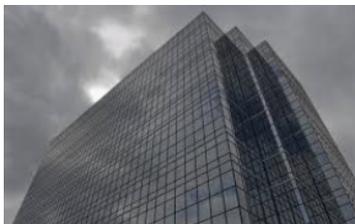
En 2013, la IARC (Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer) clasificó las PM como una de las causas del cáncer de pulmón. También se adopta ampliamente como un indicador para medir los efectos en la salud de la exposición a la contaminación atmosférica.

Las personas en la sociedad moderna pasan **más del 90% de su tiempo** en espacios confinados como casas, escuelas, oficinas y espacios comerciales.

Muchos estudios internacionales y regulaciones recientes muestran que la **calidad del aire interior (CAI)** es esencial para el bienestar físico y mental de las personas. Una calidad de aire baja supone una exposición prolongada a algunos contaminantes peligrosos que pueden conducir al desarrollo de varios tipos de enfermedades.

En los edificios modernos, los sistemas de aire acondicionado no sólo tienen la importante tarea de regular la temperatura y la humedad del aire interior, sino también la de garantizar que sea lo suficientemente puro como para ofrecer el mejor confort a los ocupantes.

CONTAMINACIÓN EN EDIFICIOS



En hogares, escuelas y lugares de trabajo, el aire tiene niveles de contaminantes orgánicos de dos a cinco veces más altos que el aire exterior. Incluso dependiendo de la actividad, los niveles internos, pueden llegar a ser hasta 100 veces más altos. (Fuente: 'Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality', 2016, EPA United States Environmental Protection Energy)

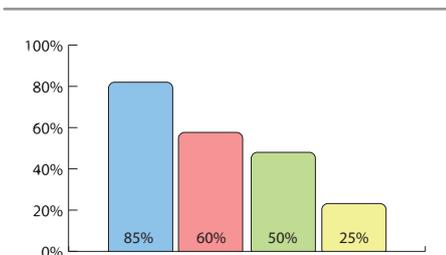
Una pobre calidad de aire interior depende parcialmente del aire exterior debido a ventanas abiertas, intercambio de aire o infiltraciones.

El desarrollo urbano continuo y la creciente preocupación sobre los niveles de contaminación han aumentado la concienciación sobre el ahorro de energía. En construcción civil se han seleccionado progresivamente materiales de construcción y aislamiento térmico mejores para hacer edificios más herméticamente sellados del entorno externo. Esto ha acentuado aún más la presencia de contaminantes dentro de los espacios internos.

En un edificio, **los contaminantes internos a menudo están presentes en cantidades más altas que los de origen externo**. A menudo provienen de las fuentes comunes como: actividad humana, mal mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado, combustión en cocinas y calefacciones, liberación de partículas orgánicas volátiles (VOC) de los materiales de construcción, muebles y herramientas de trabajo como impresoras o copiadoras.

FUENTES EXTERNAS	EQUIPACIÓN Y MUEBLES	OTRAS FUENTES
Contaminación externa	Calefacción y combustibles	✓ zonas de producción de alimentos
✓ polen, polvo, esporas	✓ moho en tuberías/tanques	✓ espacios para fumadores
✓ emisiones industriales	✓ desechos de combustión	✓ ambientadores
✓ tráfico	✓ polvo/escombros en tuberías	✓ emisiones en residuos
✓ maquinaria externa		✓ pinturas, selladores
		✓ pegamentos, barnices
Fuentes cercanas de contaminantes	Otros equipos	✓ ocupantes con enfermedades infecciosas
✓ zonas de carga/descarga	✓ equipos de oficina	✓ plumas/rotuladores
✓ olores	✓ equipos técnicos	✓ insectos y pesticidas
✓ chatarra o residuos de construcción	✓ productos de limpieza	✓ mascotas
		✓ productos de cuidado personal
		✓ tanques de combustible
		✓ equipos de jardinería
Fuentes subterráneas	Materiales de construcción	
✓ radón	✓ moho en materiales sucios/húmedos	
✓ pesticidas	✓ gases	
✓ fugas de tanques	✓ materiales que contienen amianto o similares	
	✓ materiales productores de polvo	
	Mobiliario	
	✓ emisiones de muebles y parqueté	
	✓ moho en muebles sucios/húmedos	

Las numerosas fuentes internas y externas de emisiones contaminantes hacen que la renovación del aire interior sea esencial para proteger la salud de los ocupantes.



Un porcentaje significativo de las Escuelas Europeas supera los valores límite de contaminantes internos marcados por la Organización Mundial de la Salud. Esto se considera la principal causa de enfermedad pulmonar, asma y déficit de atención entre los alumnos. (Fuente: 'SINPHONIE', 2014, JRC - Centro Común de Investigación)

La presencia significativa de contaminantes en el medio ambiente es destacado por el proyecto europeo SINPHONIE (Schools Indoor Pollution & Health: Observatory Network In Europe) que analiza la calidad de aire en edificios educativos para prevenir y reducir las enfermedades respiratorias.

El estudio destaca el impacto de los contaminantes interiores en las enfermedades respiratorias sufridas por estudiantes y profesores, sugiere acciones preventivas y proporciona asesoramiento para la mejora de calidad del aire interior. Las principales acciones recomendadas por SINPHONIE incluyen un control de la calidad del aire interior a través de sistemas de aire acondicionado. Destaca, en particular, **la importancia de filtrar la recirculación y el aire fresco en las habitaciones**.

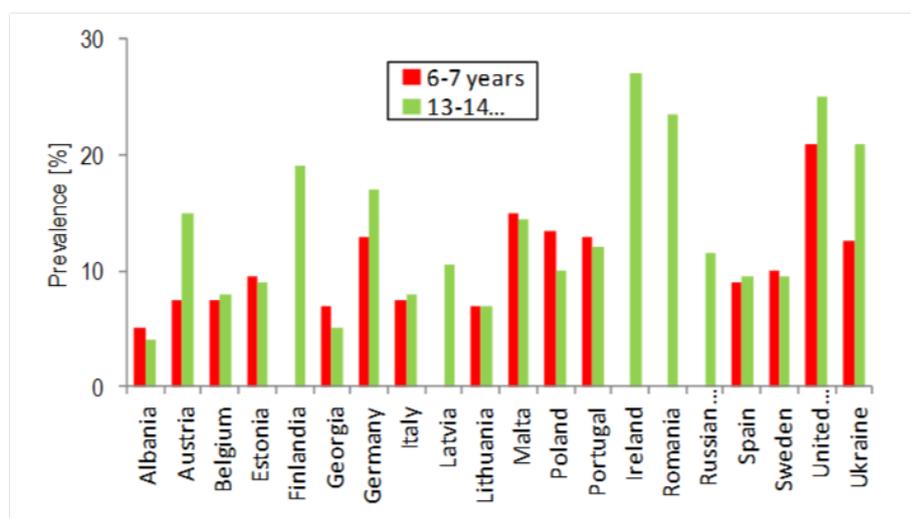
RIESGOS DEBIDOS A LA EXPOSICIÓN



En el mundo, la contaminación interna es responsable del 2,7% del total de las enfermedades. (Fuente: 'Global Health Risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks', 2009, OMS)

En Europa es responsable del 4,6% de las muertes por infecciones pulmonares agudas en niños de 0 a 4 años. (Fuente: 'Preventing disease through healthy environments', 2009, OMS)

Los contaminantes suelen estar presentes en concentraciones que no producen efectos graves en salas debidamente ventiladas. Sin embargo, debido a los prolongados tiempos de exposición, todavía pueden tener consecuencias para la salud humana. Las más frecuentes son **afectaciones leves al corazón y pulmones**, pero en el peor de los casos, pueden contribuir al **desarrollo de cáncer**.



Entre 1999 y 2004, la incidencia del asma en la población en edad escolar, aumentó. El asma es una de las principales enfermedades que requieren la hospitalización de adolescentes. (Fuente: 'Prevalence of asthma and allergies in children', 2007, ISAAC, ISAAC - Estudio Internacional del Asma y las Alergias de la Infancia, ENHIS - Sistema de Información Europeo sobre Salud y Medio Ambiente).

Desde la década de 1990, las principales organizaciones internacionales han llevado a cabo estudios médico-científicos. Entre ellos figuran la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Estudio Internacional del Asma y las Alergias en la Infancia (ISAAC), el Centro Común de Investigación (CCI), el Sistema de Información Europeo sobre Salud y Medio Ambiente (ENHIS), la Asociación de Protección Medioambiental americana (EPA) y la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) han destacado la relación de las enfermedades respiratorias con contaminantes específicos presentes en entornos cerrados. Enfermedades leves, agudas o crónicas del sistema respiratorio, la piel, las membranas mucosas o el sistema nervioso se han relacionado con el '**Síndrome del Edificio Enfermo**'. Según estimaciones de la OMS, el 20% de la población de Occidente, no es consciente que padece dolencias respiratorias con carácter más o menos grave.

Los edificios considerados con mayor riesgo son aquellos con **mayor densidad de ocupación**, mala ventilación y menos mantenimiento, tales como **escuelas, oficinas y zona de trabajo**. Sin embargo, la exposición a estos factores de riesgo también está presente en nuevos edificios con altos niveles de aislamiento.

PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEBIDO A UNA MALA CALIDAD DEL AIRE



Una filtración adecuada mejora la calidad del aire interior y aumenta la capacidad productiva, reduciendo los síntomas del SEE en más del 50% y las bajas por enfermedades en más del 60%. (Fuente: 'Socio-economic relevance of Sick Building Syndrome: a literatura study', 2005, ISIAQ)

El Síndrome de Edificio Enfermo (SEE, por sus siglas) causa síntomas físicos y psíquicos en las personas. Además de las posibles consecuencias para la salud, esto reduce la productividad en el lugar de trabajo y aumenta los costos de atención sanitaria, causando daños económicos significativos.

Para las empresas, el daño más crítico es la reducción del rendimiento de los trabajadores, difícil de cuantificar en términos económicos, pero ciertamente de alto impacto. En situaciones particularmente críticas, también pueden ocurrir bajas o ausencias para recibir atención sanitaria.

La ISIAQ (Sociedad Internacional de Calidad y Clima del Aire Interior) ha recopilado y resumido varios estudios de casos independientes realizados en Europa, Estados Unidos, Canadá y Sudáfrica, con una **reducción estimada del 22% al 55% en la productividad de los trabajadores debido al SEE**. En particular, la mala calidad del aire interior en los Estados Unidos cuesta 10.000 millones de dólares al año debido a las bajas por enfermedad, la reducción de la productividad, la pérdida de ingresos y los costos médicos.

ISIAQ concluye que **invertir en una mejor calidad del aire interior vale la pena**: con una mejora de los sistemas de purificación, una correcta selección de la climatización y el mantenimiento en los sistemas de aire acondicionado, los posibles beneficios valen al menos 10 veces más que la inversión inicial.

Para la sociedad, los principales daños son un mayor gasto público debido al tratamiento médico y la pérdida de vidas.

Las estimaciones económicas y humanas de la contaminación del aire interior y exterior son claras:

- ✓ En 2015, el gasto anual estimado ascendió a 2.600 millones de euros, más del 10% del PIB de la Unión Europea (OCDE, 2016, 'The economic consequences of outdoor air pollution')
- ✓ Cada año, la OMS estima 7 millones de muertes en todo el mundo, 3,8 millones de ellas por contaminación en entornos cerrados.

EVOLUCIÓN HACIA LA CORRECTA CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR



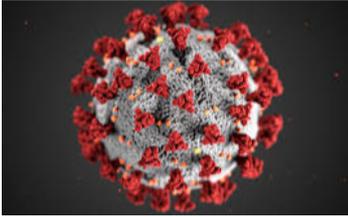
La certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) incluye una sección especial para la calidad de los espacios interiores llamada LEED IEQ.

El término CAI (Calidad de aire interior) siempre se ha centrado en el nivel de contaminantes tóxicos en el aire nocivos para la salud y otros principios que hacen que el aire interior sea seguro y cómodo.

En los últimos años se ha visto establecido el concepto de **calidad del ambiente interior**, para definir y mejorar la comodidad en el interior de los entornos, particularmente en lo respectivo al estado físico y mental de los ocupantes.

CAI reúne un conjunto de factores que definen el **bienestar en el interior de las viviendas**. Además de la calidad del aire interior ya incluida en la definición de CAI, otros puntos clave son el estudio de la iluminación y el confort acústico y térmico.

Centrada en estos problemas y objetivos, la norma EN 16798 proporciona herramientas e indicaciones útiles para el diseño de edificios.



El tamaño del Coronavirus varía entre 80 y 160 Nm. Los filtros tradicionales son eficientes con partículas PM_{10} , es decir, partículas 10 veces más grandes que el virus. Toda la comunidad científica del mundo está investigando estrategias para limitar su propagación.

A lo largo de la historia se han producido varias emergencias sanitarias en el aire a nivel regional y mundial: en 2003 el SARS-CoV, en 2006 (H5N1) también conocida como «gripe aviar», en 2009 A(H1N1) también conocida como «gripe porcina», en 2012 MERS-CoV, en 2020 SARS-CoV-2 también conocido como «Coronavirus». **Estas emergencias han puesto el foco de atención en la calidad del aire de los espacios donde vivimos, convirtiéndola en una prioridad creciente.**

Para hacer frente a la emergencia del coronavirus, las asociaciones líderes del mundo en el sector de la climatización, como ASHRAE y REHVA, emitieron rápidamente directrices sobre métodos y recomendaciones para frenar **la propagación del virus a través del control de la calidad del aire**, la gestión del aire acondicionado, la renovación del aire y los sistemas de filtración de aire.

Además de las diversas legislaciones nacionales y directivas centradas en promover el distanciamiento social y, la definición de nuevos estilos de trabajo o relaciones interpersonales, estas asociaciones han puesto el foco de atención sobre varios aspectos clave:

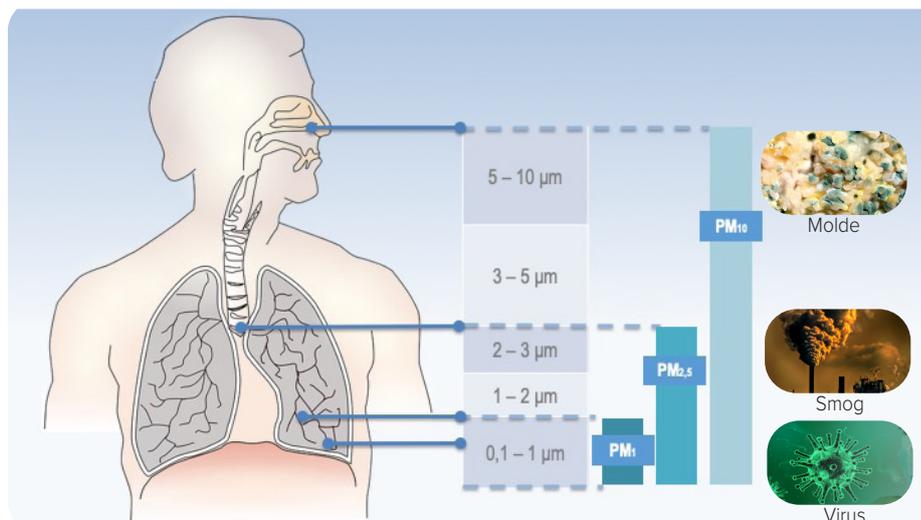
- ✓ Introducir aire exterior en salas cerradas, aumentando el caudal de aire exterior en la medida de lo posible en las instalaciones existentes;
- ✓ Mantener los aires acondicionados funcionando en las instalaciones para proporcionar comodidad térmica, evitando la presencia de personas cerca de las unidades terminales;
- ✓ Asegurar el mantenimiento adecuado del sistema de filtros, sustituyéndolos si es necesario;

Un factor crítico para frenar la propagación del virus es, por lo tanto, la **dilución** de los contaminantes atmosféricos a través del suministro de aire exterior. La suposición de este método es que el aire exterior está libre de virus.

SOLUCIONES DE RENOVACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Ventilación natural e infiltración de aire	Incontrolado, ineficiente y a menudo causa malestar interno
Ventilación mecánica controlada a través de recuperadores pasivos	Filtración del aire exterior. Las condiciones de admisión son a menudo imposibles de controlar. Recuperación parcial de la energía del aire de expulsión, implicando una baja eficiencia del sistema de ventilación
Ventilación mecánica controlada mediante sistemas de recuperación termodinámica activa	Filtración del aire exterior y control de las condiciones de admisión. Alta eficiencia en la recuperación de energía, también en primavera y otoño
Sistemas de aire acondicionado centralizado como Rooftops o unidades de tratamiento de aire (UTAs)	Filtración y toma de aire exterior. Control de las condiciones térmicas y cargas higrométricas. Recuperación de energía del aire de expulsión

IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SALUD

Numerosos estudios han demostrado la relación entre la exposición a contaminantes específicos y los impactos negativos en la salud. Una partícula clasificada como PM₁₀, PM_{2.5} y PM₁ (compuestas con un diámetro inferior a 10, 2,5 y 1 micrómetros respectivamente) pueden incluso pasar a través de los pulmones y entrar en la circulación sanguínea, causando incluso problemas respiratorios graves y enfermedades cardiovasculares.



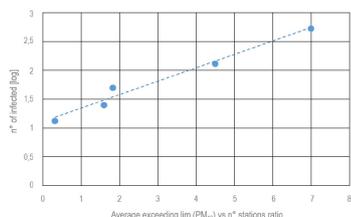
Las partículas más peligrosas para la salud humana son más de 10 veces más pequeñas que un cabello humano (100 µm)

En 2016, unas 400.000 personas perdieron la vida prematuramente en Europa como resultado de la exposición a contaminantes PM_{2.5}, según ha informado la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA - 'Calidad del aire en Europa - Informe 2019').

Durante las emergencias sanitarias, esto parece ser un riesgo adicional.

Ya en 2010, un equipo de investigadores taiwaneses habían relacionado la propagación de la gripe aviar (H5N1) en 2006 con la distribución de vientos en la región, lo que sugiere que las tormentas podrían transportar el virus. Utilizando una novedosa técnica, los investigadores habían rastreado estos fenómenos meteorológicos, analizando muestras de aire utilizando método de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (qPCR) comparándolas con muestras tomadas en condiciones normales. Al hacerlo, documentaron la presencia del virus de la gripe en el aire exterior, probablemente por primera vez, y concluyeron que sus datos apoyaban la posibilidad de transmisión de largo alcance del virus (Fuente: Perspectivas de salud ambiental).

Un grupo de investigación italiano alcanzó un resultado similar en 2020 durante la emergencia sanitaria del Covid-19. SIMA (Sociedad Italiana de Medicina Ambiental) en asociación con la Universidad de Bologna y la Universidad de Bari, comparó el número de casos infectados con el número de días en los que se excedieron los límites legales de PM₁₀ en las provincias italianas. El resultado es una relación lineal directa que sugiere una relación directa entre los dos fenómenos.



La mayoría de los casos de contagio de Covid-19 en Italia se han registrado en el Valle de Po. Esta es la zona con las mayores concentraciones de partículas de Italia.

LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y EL AHORRO ENERGÉTICO



La ventilación mecánica no solo debe limitarse al intercambio de aire, sino que debe filtrar y diluir contaminantes del exterior. (Fuente: 'Sinphonie', 2014, CCI - Centro Común de Investigación)

Como sugieren los estudios SINPHONIE e ISIAQ, la acción más sencilla posible para mejorar la correcta salubridad de un edificio, es seleccionar un sistema de aire acondicionado y purificación a través de la renovación y filtración. Con estas simples medidas se puede mejorar significativamente la calidad del aire, produciendo grandes beneficios a cambio de una baja inversión.

La introducción de sistemas de filtración eficaces y energéticamente eficientes nos permite obtener no sólo la mejor purificación de aire, sino también el máximo ahorro energético y económico.

FILTROS MECÁNICOS

Recientemente se ha introducido un nuevo estándar mundial de filtración siguiendo el camino trazado por la OMS, que identifica las partículas como una amenaza significativa para la salud humana: la norma **EN ISO 16890**.

Define una clasificación nueva y alternativa para los filtros de aire basados en su capacidad de retener partículas dispersas en el aire (PM₁₀, PM_{2.5} y PM₁) a través de nuevos métodos de prueba más estrictos y específicos.

Las normas anteriores en vigor, como EN 779-2012, ASHRAE 52.2 y otras normas locales, se unifican en una **sol**a para todos los países del mundo.



Los diversos tipos de filtros garantizan una mejor calidad del aire interior dependiente del tamaño de las partículas que puedan filtrar

TIPO DE FILTRO	ESTÁNDAR	CLASIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eficiencia BAJA ✓ Eficiencia MEDIA ✓ Eficiencia ALTA 	<p>EN ISO 16890 Filtros de aire para ventilación general</p> <p>Sustituye a la EN 779 Filtros de aire de partículas para ventilación general</p>	<p>ISO Grueso / ISO ePM₁₀ / ISO ePM_{2.5} / ISO ePM₁</p> <p>Reemplaza a las clases: G1, G2, G3, G4 / Medio: M5, M6 / Fino: F7, F8, F9</p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ABSOLUTO 	<p>EN 1822 Filtros de aire de alta eficiencia (EPA, HEPA y ULPA)</p>	<p>EPA: E10, E11, E12 HEPA: H13, H14 ULPA: U15, U16, U17</p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ELECTROSTÁTICO 	<p>UNI 11254 Filtros de aire electrostáticos con carga activa para ventilación general</p>	<p>A-EM, B-EM, C-EM, D-EM A-PE, B-PE, C-PE, D-PE</p>

Estándar para determina la eficiencia de la filtración.

Los sistemas de ventilación destinados a aplicaciones civiles suelen venir con una sección de filtración estándar que proporciona la base para garantizar un mínimo de calidad de aire y proteger las baterías de impurezas. Los filtros montados suelen ser filtros mecánicos de clase ISO Grueso (EN ISO 16890).

La calidad del aire mejorada requiere una alta eficiencia de filtración, pero por lo tanto implica un mayor consumo de energía.

Los filtros capaces de retener las partículas más pequeñas sufren de ensuciamiento rápido: esto exagera su caída de presión y aumenta aún más el consumo de energía para mover el caudal de aire necesario.

La acumulación de microorganismos que se produce en la suciedad puede causar proliferación biológica, haciendo necesario un reemplazo frecuente de los filtros para mantener la calidad adecuada del aire en las instalaciones.

Puesto que no se pueden regenerar, las celdas de los filtros deben cambiarse cuando alcanzan un grado especificado de obstrucción. Además, el proceso de eliminación requiere el uso de personal especializado en el tratamiento de residuos tóxicos especiales.

En aplicaciones civiles, los filtros deben ser reemplazados hasta cuatro veces al año.

TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN ELECTRÓNICA

La larga experiencia de Clivet en el campo del aire acondicionado hace que esta sea la empresa indicada para llevar a cabo el desarrollo de la tecnología de filtración electrónica para sistemas de aire acondicionado.

La electricidad estática se ha utilizado para filtrar el aire desde principios de 1900.

Gracias a la especialización, la evolución de los materiales, a los sistemas de control y de regulación, este principio de filtración puede aplicarse a usos específicos como la filtración del aire en el aire acondicionado como alternativa válida a los filtros tradicionales.

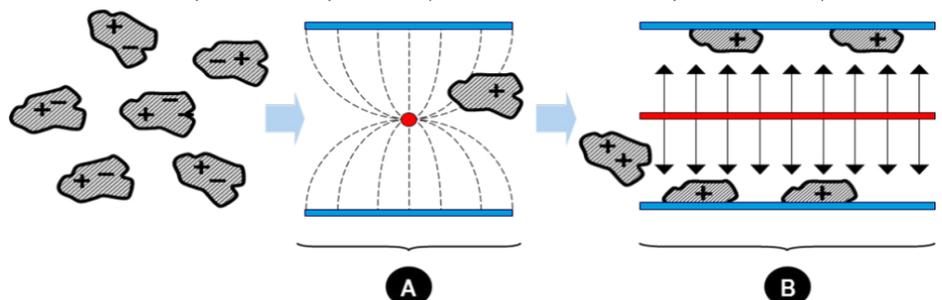
Además de la alta eficiencia de este tipo de filtración (comparable a un filtro absoluto), otra importante característica es la baja caída de presión que se produce en estos sistemas, proporcionando así una purificación de aire de menor coste y más eficiente.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En sistemas de aire acondicionado, generalmente hablamos de filtros electrónicos para distinguirlos de los precipitadores electrostáticos utilizados en la industria.

El caudal de aire pasa a través del dispositivo de filtraje, donde se ve afectado por las tres fases básicas del "principio de precipitación electrostática":

- ✓ transferencia de una carga eléctrica positiva a las partículas en el flujo de aire (ionización)
- ✓ captura de las partículas ionizadas
- ✓ eliminación de partículas capturadas (sin necesidad de reemplazo del filtro)



Precipitación electrostática, con polaridad positiva 'efecto corona'. El aire contaminado (izquierda) pasa a través de la fase de ionización (A) y la fase de captura (B).

En la **primera fase**, el aire pasa a través del **campo eléctrico** de ionización positiva, generado por un cable de alta tensión colocado entre dos placas conectadas a tierra. Este fenómeno se conoce generalmente como el '**efecto corona**': las cargas eléctricas que se mueven desde el electrodo a la superficie conectada a tierra, golpean las moléculas contenidas en el aire, ionizándolas.

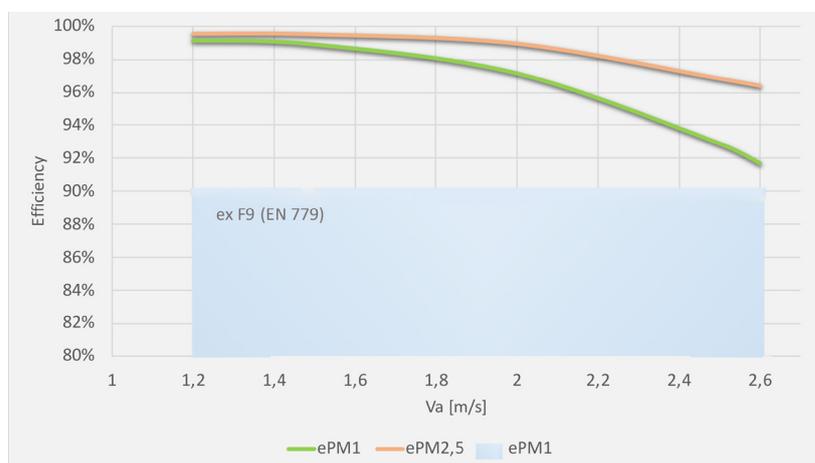
En la **segunda fase**, el flujo gaseoso cargado eléctricamente pasa por una sección que consta de placas cargadas positivamente y placas puestas a tierra, dispuestas alternativamente. En esta fase, las partículas sólidas contenidas en el aire son repelidas por las placas cargadas y al mismo tiempo atraídas por las placas conectadas a tierra (placas de captura), gracias a la combinación de fuerzas mecánicas, eléctricas y moleculares conocidas como 'Fuerzas Van der Waals'.

En la **tercera fase**, dependiendo de la concentración de contaminantes en el aire, las partículas precipitadas pueden ser retiradas periódicamente del colector con un simple lavado con detergente (en aplicaciones industriales, métodos basados en la acción mecánica de percusión o vibración también pueden ser utilizados para realizar este proceso de limpieza).

EFICIENCIA DE LA FILTRACIÓN

Los filtros electrónicos tienen una eficiencia de filtración muy alta, dependiendo de la velocidad del aire, como se muestra en la siguiente figura.

Este alto rendimiento también se obtiene con **pérdidas de presión** muy pequeñas, debido a un prefiltro metálico situado al principio para retener las partículas más gruesas, distribuyendo el flujo de aire uniformemente y finalmente ayudando a contener el campo magnético generado.



Eficiencia de filtración de filtro electrónico dependiendo de la velocidad de cruce (Va) en las unidades Clivet

El uso de filtros electrónicos, por lo tanto, permite no tener que aumentar la **presión estática de los ventiladores**, como es necesario en el caso de los filtros de alta eficiencia de ISO tradicionales PM₁ 60-90% (antiguos F7-F9), debido a la mayor caída de presión de los medios de filtración.

Dado que los ventiladores están encendidos durante toda la vida útil de la unidad y su consumo representa aproximadamente la mitad de su consumo total, el ahorro en costos de operación y consumo energético usando sistemas que permitan usar unos ventiladores de menor potencia es muy significativo y fácil de determinar.

DESCOMPOSICIÓN DE LOS MICROORGANISMOS

Los filtros electrónicos son eficaces con un amplio espectro de contaminantes, incluyendo polen, **polvo, micro y nanopartículas (VOC), tóner, moho y virus**. Está ampliamente documentado en la literatura técnica y en base a pruebas específicas, que los sistemas de filtración electrónica pueden incluso **eliminar entre el 98,5% y el 99,9%** de microorganismos tales como:

- ✓ bacterias transmitidas por el aire, como *Micrococcus luteus*;
- ✓ levaduras, como *Rhodotorula rubra*;
- ✓ mohos y gérmenes, presentes en el aire;
- ✓ partículas, como PM₁₀, PM_{2.5} y PM₁.

CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA

Los filtros electrónicos están alimentados por un panel eléctrico separado del principal y que cuenta con los dispositivos de seguridad y protección necesarios.

El **consumo eléctrico de los filtros**, incluso a plena carga, tiene un **efecto insignificante (menos del 1%)** sobre el consumo general de la unidad.

IONIZACIÓN DEL AMBIENTE

Los filtros electrónicos equipados con sistema de recogida de iones de "doble voltaje" son muy eficientes. Por lo tanto, los **iones positivos** creados quedan totalmente **bloqueados en los colectores** de la unidad, sin liberarse al ambiente.

MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS



El lavado y mantenimiento de filtros electrónicos puede ser realizado por técnicos no especializados. La capacidad de regenerarlos hace que se produzca un ahorro económico considerable en la vida total útil del sistema.

El mantenimiento de los filtros electrónicos es **sencillo y rápido**. Se pueden regenerar y reutilizar con la máxima eficiencia a través de operaciones de **lavado** fáciles y sin necesidad de reemplazar los filtros, como si pasa en sistemas de filtración tradicionales.

Una vez desmontados de la unidad utilizando el **sistema de desacople rápido**, rociamos los filtros con una solución de detergente alcalino diluido, los enjuagamos y los limpiamos con un detergente ácido. Para finalizar los volvemos a enjuagar, los dejamos secar y ya los podemos volver a acoplar a la unidad.

Estas operaciones de mantenimiento no dañan los sistemas de **potencia y control** del filtro ya que están protegidos por una cápsula especial de resina de alta resistencia estanca.

CONSTRUCCIÓN DE LOS FILTROS

Los sistemas de tratamiento de aire primario con recuperación termodinámica y rooftops Clivet utilizan filtros electrónicos alojados en guías dentro de las máquinas. Los filtros están protegidos por paneles **de seguridad**, con **extracción rápida**, y voltajes de alimentación inferiores a 10 kV.



Los filtros electrónicos de la unidad ZEPHIR³ son fácilmente accesibles a través del panel de acceso lateral de mantenimiento.

Los filtros electrónicos constan de "**celdas**" **modulares** en aleación de aluminio, de alta eficiencia y del tipo "**doble voltaje**" (configuración también conocida como configuración 'Penney'). Incorporan un prefiltro metálico que actúa como distribuidor del flujo de aire, una barrera de ionización de las partículas, seguido de un tubo colector que utiliza la mitad del potencial de ionización de la barrera.

El diseño de las fuentes de alimentación, puede mantener el funcionamiento del filtro en el **área de máxima eficiencia**, variando los parámetros eléctricos de acuerdo con la resistividad del polvo, las características del aire y el grado de suciedad de los filtros.

Se utilizan sensores especiales para indicar la necesidad de realizar un mantenimiento de los filtros, para evitar el riesgo de liberación de aglomerados debido a la saturación de los filtros. La fuente de alimentación detecta e indica que se han excedido los parámetros de funcionamiento.

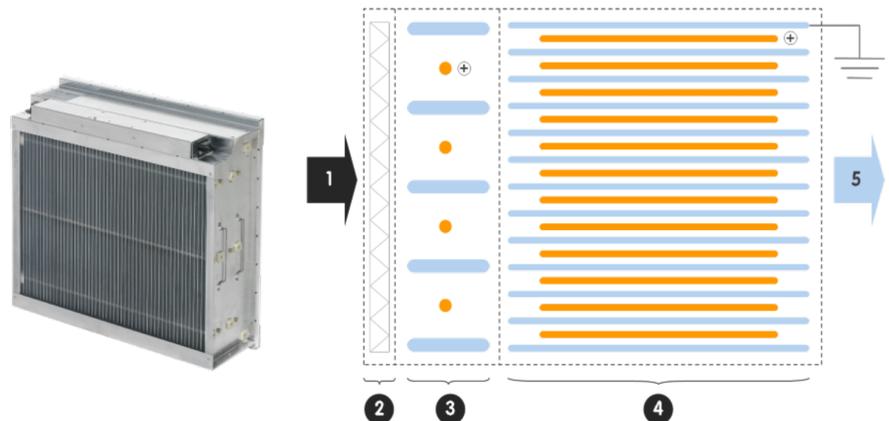


Diagrama funcional del filtro electrónico. Caudal de aire a filtrar (1), distribuidor o prefiltro (2), barrera de ionización (3), colector (4) y caudal de aire filtrado (5).

El alto rendimiento de los filtros electrónicos se une a un importante ahorro operativo, principalmente debido a:

- ✓ **pérdidas de presión casi nulas**, causadas casi exclusivamente por el prefiltro metálico. El resultado es una clara reducción del consumo de energía necesaria para la ventilación, con la eficiencia de filtración permaneciendo constante durante todo el ciclo de operación;
- ✓ **la vida útil de los filtros es igual a la de la propia máquina**: el nivel de obstrucción de los filtros electrónicos está indicado mediante un sensor que nos permite programar un mantenimiento periódico, sin necesidad de sustituir los medios filtrantes como es el caso de los filtros tradicionales.

A continuación se puede ver un **análisis detallado** de una unidad rooftop de tamaño medio, bomba de calor reversible aire-aire, equipada con filtros mecánicos de alta eficiencia contra una etapa de filtración de electrónica, manteniéndose el resto de características funcionales y de rendimiento iguales.



La filtración electrónica se utiliza en rooftops usados para climatizar centros comerciales o multi-cines. Este sistema es particularmente eficaz para la purificación del aire en áreas con densidad ocupacional alta.

Teniendo en cuenta el perfil de operación y funcionamiento típico para un centro comercial en Europa, procederemos a estimar el coste de funcionamiento anual para ambas versiones:

- ✓ consumo del ventilador de aire de suministro (modelo lineal)
- ✓ mantenimiento de la sección de filtraje (con piezas de repuesto originales de Clivet)

Pese a la mayor inversión inicial, **esta se recuperará en menos de dos años, con un importante ahorro económico y energético a lo largo del ciclo de vida de la unidad.**

CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD

Modelo Clivet	CSRN-XHE2 25.4 CCKP
Recuperación de calor termodinámica	Estándar
Free-cooling	Estándar
Caudal de impulsión/retorno	15.000 m ³ /h
Presión estática disponible en la impulsión	250 Pa
Presión estática disponible en el retorno	100 Pa

PERFIL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Horas/día de funcionamiento	-	16
Días/semana de funcionamiento	-	7
Semanas/año de funcionamiento	-	52
Horas/año de funcionamiento	h/año	5.824
Precio medio de la electricidad	EUR/kWh	0,15
Precio de mano de obra por hora para el mantenimiento del filtro de aire (excluidas las transferencias)	EUR/h	30

CÁLCULO DE AMORTIZACIÓN

Eficiencia de la etapa de filtración principal	-	ISO grueso 60% (G4)	ISO grueso 60% (G4)
Eficiencia de la segunda etapa de filtración	-	ISO ePM ₁ 55% (F7)	ISO ePM ₁ 90% (Filtro electrónico)
Precio unitario más alto para la opción 'Filtros electrónicos'	EUR	-	4.300

CONSUMO DE LA SECCIÓN DEL VENTILADOR DE SUMINISTRO

Pérdida de presión del filtro de alta eficiencia ⁽¹⁾	Pa	150	30
Presión estática total disponible	Pa	500	380
Ventilador de suministro, potencia instalada	kW	5,8	5,8
Ventilador de suministro, consumo de energía eléctrica	kW	4,1	3,3
Filtro electrónico, consumo de energía eléctrica	kW	0	0,1
Energía absorbida por el ventilador de suministro en un año	kWh	24.110	19.510
Costo del suministro de ventilación en un año	EUR	3.620	2.930

MANTENIMIENTO

Frecuencia de mantenimiento del filtro (intervenciones/año)	n°	4	2
Precio del mantenimiento del filtro (F7 reemplazo de filtro / limpieza y mantenimiento), por intervención	EUR	570	340
Tiempo de trabajo para el mantenimiento del filtro, por intervención	h	1	3
Precio de mano de obra para el mantenimiento del filtro, por intervención	EUR	30	90
Costo del mantenimiento del filtro en un año	EUR	2.400	860

COSTO ANUAL DE FUNCIONAMIENTO

Coste de funcionamiento anual (consumo + mantenimiento)	EUR/año	6.020	3.790
Diferencia costo de funcionamiento anual en comparación con el filtraje tradicional (G4 + F7)	EUR/año	-	-2.230

AMORTIZACIÓN

Tiempo de amortización de los 'Filtros electrónicos'	años	-	1,93
	meses	-	23,1

AHORRO DE DINERO

Ahorro en 15 años (ciclo de vida de la planta), neto de la opción electrónica	EUR	-29.150
---	-----	---------

(1) Nivel de suciedad medio

En comparación con filtros tradicionales ISO ePM1 60-90% (ex F7-F9), ¿Para qué otros contaminantes son eficaces los filtros electrónicos?

Los filtros electrónicos son particularmente adecuados para la eliminación de micropartículas y nanopartículas, partículas en suspensión debido a procesos de combustión, polen, bacterias, virus, hongos, esporas, tóner, humo de tabaco.

¿Cuáles son los estándares de referencia para los filtros electrostáticos?

La norma internacional EN ISO 16890, introducida en 2018, reúne los diferentes estándares de filtración, ordenados bajo cuatro clases relacionados con el rendimiento frente a diferentes fracciones de partículas (ISO Grueso, ISO ePM₁₀, ISO ePM_{2,5}, ISO ePM₁).

Los filtros electrónicos utilizados por Clivet tienen clase de filtración ePM₁ 95% bajo una velocidad del aire 2 m/s (velocidad de flujo nominal).

La norma internacional EN 1822, actualizada en 2019, se ocupa de los filtros de aire absolutos. Los filtros electrónicos utilizados por Clivet vienen con la clase de filtración E10 en flujo nominal.

La antigua norma italiana UNI 11254, introducida en 2007, trata específicamente la filtración electrostática para la ventilación. Los filtros electrónicos utilizados por Clivet fueron los primeros en certificarse de acuerdo con esta norma, con clase B en caudal nominal.

¿Qué otras certificaciones tienen los filtros electrónicos de Clivet?

Organismos y laboratorios independientes llevan a cabo muchas certificaciones, incluyendo el CNR (Consejo Nacional de Investigación, certificación 591/87) o el ILH (Instituto de Higiene del Aire en Berlín, sobre la capacidad de eliminar bacterias dispersas por aire, levaduras del aire y moho con un nivel de eficiencia que oscila entre el 98,53% y el 99,96%), el Policlínico S. Matteo di Pavia (demostrando el efecto bactericida y microbicida del contenido del aire y los componentes que se deposita en los filtros), Universidad de Lucerna (sobre la falta de liberación de los precipitados y partículas capturadas y depositadas en el filtro electrostático si la unidad de ventilación o el filtro se apagan), UL 867 (específico para filtros electrostáticos, en baja y alta tensión, riesgo de incendio, sobretensiones y sobrecorrientes, compatibilidad electromagnética EMC, emisión de ozono, componentes utilizados en la producción, construcción mecánica, sistemas de conexión e interconexión).

¿Los filtros electrónicos son eficaces contra los virus?

La literatura y las pruebas de laboratorio confirman la eficacia de los filtros electrónicos contra los virus y partículas en el aire. Una partícula contenida en la atmósfera actúa como portadora de muchos contaminantes químicos y biológicos, incluidos los virus. Existe una literatura científica extensa que relaciona la incidencia de la infección viral con concentraciones de partículas atmosféricas como PM₁₀ y PM_{2,5}. Incluso las partículas ultrafinas PM₁ (entre 0,3 y 1 micra de medida, según la EN ISO 16890) entran dentro del rango de eliminación de los filtros electrónicos de Clivet. Estos son eficaces incluso contra los virus contenidos en el aire, en particular cuando se combinan con un sistema de renovación de aire a través de la ventilación mecánica controlada. La captura y desactivación de virus por los filtros electrostáticos también está documentada por numerosos estudios y experimentos, entre los cuales se encuentra el realizado por el Departamento de energía de los EEUU (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19731701) y que es particularmente significativo.

¿Qué hace el prefiltro metálico?

El prefiltro metálico distribuye el flujo de aire por toda la sección de manera uniforme, contribuyendo a la contención del campo electrostático generado por el filtro electrónico y creando una barrera mecánica que evita el contacto con piezas cargadas de corriente.

¿Los filtros electrónicos calientan el aire manipulado?

No, los filtros electrónicos no cambian la temperatura del aire que pasa a través de ellos.

¿Los filtros electrónicos crean ozonización?

La cantidad de ozono producida por los filtros electrostáticos es considerablemente inferior a los valores máximos previstos, como lo demuestran las mediciones realizadas por laboratorios independientes siguiendo los procedimientos descritos en las normativas del sector (certificación SP de Suecia, con emisiones de 13 ppb en comparación con el límite de 91,68 ppb establecido por la OMS).

¿Es seguro el alto voltaje en los filtros electrónicos?

Los filtros electrónicos son seguros. Al igual que los tubos de rayos catódicos de las antiguas TV situadas en los hogares durante años, contienen corrientes muy bajas, de unos 15 kV. Además, los filtros electrónicos contienen todos los dispositivos de seguridad necesarios, como la conexión a tierra de la carcasa exterior, panel de acceso con interruptor de seguridad que elimina el voltaje del filtro y la impedancia interna correcta para una descarga rápida de tensión residual.

¿Puede el aire exterior particularmente húmedo causar cortocircuitos?

Con alta humedad, la formación de descargas eléctricas a tierra es inducida por micropartículas depositadas en el aislamiento de los contactos eléctricos. Por esta razón, en zonas con niebla o alta humedad, se recomienda revisar los filtros regularmente y en particular limpiarlos de forma más frecuente.

¿Los filtros electrónicos son adecuados para aplicaciones de salud y alimentos?

Sí, los filtros electrónicos son adecuados para aplicaciones hospitalarias y alimentarias. Esta tecnología ya se está aplicando en los prefiltros de quirófanos y como sistema de filtración en salas de hemodiálisis, salas de hospitalización y clínicas ambulatorias.

¿En qué consiste el mantenimiento de los filtros electrostáticos?

Clivet recomienda el mantenimiento periódico dependiendo de la concentración de contaminantes del aire en el lugar de instalación. Los filtros se pueden regenerar completamente lavando en agua con un detergente específico para eliminar la grasa y los residuos aceitosos. Los cables ionizantes dañados se pueden reemplazar individualmente.

¿Qué podría causar el fallo de un filtro electrónico?

Las posibles fallas en un filtro electrónico a menudo se deben a un mantenimiento incorrecto. La rotura de los cables ionizadores puede ocurrir debido a golpes durante la extracción incorrecta de los filtros electrónicos de su carcasa, o debido a una limpieza inadecuada que cause un desgaste prematuro. La rotura de los aislantes cerámicos puede ser causada por la deformación de las placas debido a un manejo incorrecto. Sin embargo, la disponibilidad de piezas de repuesto permite una reparación por parte del personal de mantenimiento.

¿El lavado puede dañar los componentes electrónicos y eléctricos?

No, los filtros electrónicos están especialmente diseñados para su limpieza mediante lavado. Las conexiones multipolo y el panel de control integrado son estancos. El resto del filtro está hecho de alambres y placas de aleación de aluminio. Simplemente deje secar bien el filtro antes de montarlo de nuevo en la unidad.

¿Los contaminantes capturados pueden desprenderse de las placas cuando la máquina está apagada?

No, la adhesión de contaminantes a la placa es molecular, y por lo tanto su eliminación sólo puede tener lugar por acción mecánica o por lavado. Naturalmente, el paso de aire a velocidades normales de funcionamiento no causa ningún desprendimiento de suciedad de los filtros. La Universidad de Lucerna ha certificado este aspecto.

¿Es posible realizar un mantenimiento correcto de los filtros electrónicos incluso cuando están en una unidad completamente canalizada, como en el caso de una instalación en interiores?

Sí, los filtros son totalmente accesibles desde el panel lateral. Al igual que con todos los tipos de equipos, debe respetarse la frecuencia de limpieza y mantenimiento recomendada.

¿Es posible actualizar unidades antiguas Clivet con filtros tradicionales a filtros electrónicos?

Sí, a través de un kit la mayoría de las unidades Rooftop y ZEPHIR ya instaladas pueden equiparse con filtros electrónicos de alta eficiencia. Se pueden instalar en lugar de los filtros F7 ya instalados o adicionalmente además de la primera etapa de filtración proporcionada como standard (ISO Grueso 60% - antiguo G4).

CONCLUSIONES

Estudios científicos de las principales organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud, demuestran la estrecha correlación entre la mala calidad del aire en los espacios interiores y **las de enfermedades respiratorias**.

En los Estados Unidos, esto hace perder a las empresas hasta **veinte mil millones de dólares en productividad** cada año.

En la Unión Europea, **el coste del tratamiento de las enfermedades** atribuibles a la contaminación ambiental supera el 10% del PIB.

El impacto parece aún más crítico durante las **emergencias sanitarias**, cuando la alta concentración de partículas ayuda a la propagación de patógenos transmitidos por el aire.

Por lo tanto, los sistemas de aire acondicionado y purificación de aire son actores clave para garantizar unas condiciones interiores cómodas y con una correcta calidad del aire en los edificios, para generar un bienestar psicológico y físico de los ocupantes.

Los **filtros mecánicos tradicionales** utilizados para este fin se caracterizan por:

- ✓ aumento significativo de la pérdida de presión;
- ✓ mayor consumo eléctrico de los ventiladores para superar esta pérdida de presión;
- ✓ una rápida obstrucción y la necesidad de ser reemplazados con alta frecuencia.

Los **sistemas de filtración electrónica** utilizan una tecnología ampliamente utilizada en entornos civiles e industriales, caracterizándose por:

- ✓ **alta eficiencia de filtración** en partículas de hasta la clase ISO ePM1 95%, **comparable a filtros mecánicos absolutos E10-E11 (EN 1822)**;
- ✓ **purificación completa del aire**, descomponiendo sustancias como polvo fino y nanopartículas, microorganismos como bacterias, polen, mohos y gérmenes;
- ✓ **ahorro de energía elevados en el tratamiento del aire**, gracias a caídas de presión casi nulas;
- ✓ **consumo de energía despreciable de los filtros (menos del 1% del total de la unidad)**;
- ✓ **ahorros significativos en los costos de reemplazo y mantenimiento**, ya que la vida útil de las células de filtraje es igual a la vida útil de toda la unidad
- ✓ **máxima fiabilidad**, sin piezas móviles.

En las comparaciones prácticas entre las dos soluciones, se puede ver un **retorno de la inversión inicial en menos de dos años**.

Esto se traduce en un **ahorro económico** durante el ciclo de vida total del sistema **comparable al valor inicial de toda la unidad de aire acondicionado**.



frigicoll

FRIGICOLL, S.A.
Blasco de Garay, 4-6
08960 Sant Just Desvern (Barcelona)
Tel. 93 480 33 22
www.frigicoll.es

 **CLIVET**
A Group Company of  **Midea**