

CALIDAD del AIRE INTERIOR en edificios de uso público





CALIDAD del
AIRE INTERIOR en
edificios de uso público

Edita:

Dirección General de Ordenación e Inspección.
Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

Autores:

Isabel Marta Morales. ^{(1), (2)}
Virgilio Blanco Acevedo. ^{(1), (2)}
Almudena García Nieto. ^{(1), (2)}

Coordinación:

José Frutos García García. Jefe de Servicio de Sanidad Ambiental. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Epidemiología.

Agradecimiento:

Deseamos expresar nuestros agradecimientos a todos los profesionales y asociaciones del sector: Francisco Vargas del Ministerio de Sanidad y Política Social, Saúl García del Instituto de Salud Carlos III, Julio Vidal de AELSA (Asociación de Empresas de Limpieza de Sistemas de Aire Acondicionado) y Milagros Fernández de Lezeta de ANECPLA (Asociación Nacional de Empresas de Control de Plagas).

De una forma especial a Sara Casas Lima ^{(1), (2)} y a la Comisión Técnica de Programa en la Comunidad de Madrid, por su trabajo de revisión, a Pilar Benítez Jiménez ^{(1), (3)} por su disponibilidad y contribución en los apartados sobre Biocontaminantes y Presencia de animales en edificios y a Paulino Pastor de FEDECAI (Federación Española de Empresas de Calidad Ambiental en Interiores) por su colaboración en el apartado de calidad del aire interior. Finalmente a Antonio López de los Muros por su apoyo en las labores administrativas.

⁽¹⁾ Servicio de Sanidad Ambiental.

⁽²⁾ Sección de Evaluación de Impacto Ambiental en Salud.

⁽³⁾ Sección de Zoonosis y Riesgos Biológicos.

Edición: Primera, diciembre 2010

Depósito Legal: M-48.739-2010

Diseño, maquetación: Caja Alta Edición y Comunicación (www.cajaalta.es)

Imprime: BOCM

→ Presentación

Las actividades cotidianas (educativas, laborales, sanitarias, ocio, etc.) obligan a diario a la permanencia prolongada de la población en todo tipo de edificios e instalaciones urbanas. Según la OMS, la población de las ciudades pasa entre el 80 y el 90% de su tiempo en ambientes cerrados, cuyo aire está contaminado en mayor o menor grado, lo que puede ocasionar graves problemas para la salud. En la actualidad existen suficientes indicios de que en escuelas, hospitales, áreas de oficinas, centros comerciales, residencias de ancianos, etc., coexisten bacterias, virus, ácaros, partículas, humo ambiental de tabaco, etc, capaces de alterar la calidad del aire interior y originar efectos nocivos en la salud de las personas.

Según estimaciones de la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (EPA) los niveles de contaminación en ambientes cerrados pueden llegar a ser de 10 a 100 veces más elevados que las concentraciones exteriores, lo cual aunado a las condiciones operativas no adecuadas de sistemas de ventilación y recirculación de aire, refrigeración y/o calefacción, hacen prever un problema potencial de la calidad del aire dentro de dichos espacios.

Los problemas de la calidad del aire interior son especialmente complejos y están interrelacionados: grupos heterogéneos de contaminantes, difícil relación causal, escaso conocimiento científico de nuevas moléculas de síntesis, etc., de aquí que las iniciativas legales para la mejora de la misma puedan verse obstaculizadas por dicha complejidad, pese a que los esfuerzos en este empeño se suceden tanto a nivel comunitario como estatal.

En este documento, elaborado por el Servicio de Sanidad Ambiental de esta Dirección General de Ordenación e Inspección de la Comunidad de Madrid, se describen los contaminantes más significativos en el aire interior, tanto por sus efectos en salud como por su frecuencia. Además, incluye un modelo de gestión del aire interior, contemplado desde el ámbito preventivo y de control, erigiéndose como un referente en este contexto.

Estoy plenamente convencido de que la presente publicación es pues, un punto de partida desde la situación con la que contamos, para que en un futuro próximo se regule mediante normativa determinados aspectos aún no normalizados y relacionados con el ambiente interior de los edificios públicos, en busca de asegurar la salud y bienestar de los usuarios de los mismos.

Manuel Molina Muñoz
Director General de Ordenación e Inspección

→ Índice

PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	13
1. CONTAMINANTES QUÍMICOS	15
Monóxido de Carbono (CO). Efectos en salud	16
Dióxido de Carbono (CO ₂). Efectos en salud	17
Óxidos de Nitrógeno (NO _x). Efectos en salud	17
Dióxido de Azufre (SO ₂). Efectos en salud	18
Partículas en suspensión PM ₁₀ y PM _{2,5} . Efectos en salud	18
Amianto. Efectos en salud. Limitaciones en su comercialización y uso	19
Ozono (O ₃). Efectos en salud	21
Compuestos orgánicos volátiles (COVs). Efectos en salud	22
Formaldehído (CH ₂ = O). Efectos en salud	26
Humo de tabaco. Efectos en salud	27
Radón. Efectos en salud	29
Creosota. Efectos en salud	30
Olores. Efectos en salud	31
2. CONTAMINANTES FÍSICOS	35
Confort térmico: Humedad y temperatura	36
Campos electromagnéticos. Efectos en salud	37
Ruido. Efectos en salud	39

3. BIOCONTAMINANTES	41
Humedad y Ventilación	44
Alérgenos de origen biológico	44
Alérgenos de animales de compañía. Efectos en salud	45
Alérgenos de los ácaros del polvo. Efectos en salud	46
Hongos: Mohos y Levaduras. Efectos en salud	46
4. OTROS: PRESENCIA DE ANIMALES EN EDIFICIOS Y SU ENTORNO	49
5. PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	53
Plan de prevención y control de la calidad del aire interior	55
Medidas de control de focos contaminantes	58
Valores de referencia en el aire ambiente y en el ámbito laboral	66
6. LEGISLACIÓN	81
7. BIBLIOGRAFÍA	85
8. DIRECCIONES DE INTERÉS	89

→ Introducción

La contaminación de los ambientes interiores de los edificios es la causa de múltiples problemas de salud de variada naturaleza, que pueden abarcar desde una simple fatiga o molestia, hasta síntomas compatibles con alergias, infecciones y cáncer, entre otras.

Los contaminantes presentes en el aire interior de los edificios, ya sean químicos, físicos o biológicos, varían en función de las actividades que se desarrollan en dichos espacios, el estado sanitario de los ocupantes, la infraestructura física del edificio y sus bienes materiales y la calidad del aire del entorno. En la actualidad contaminantes ambientales como: humo ambiental de tabaco, formaldehído, radón, fibras minerales, isocianatos y resinas epoxídicas, han sido identificados como algunos de los principales riesgos emergentes que pueden aumentar el riesgo de enfermedades como: alergias, asma, trastornos de la fertilidad y el cáncer.

Los **factores físicos que influyen en el confort** están relacionados principalmente con la humedad relativa, la velocidad media del aire, la temperatura y el ruido. Además existen **contaminantes químicos** entre los que están el dióxido de carbono (indicativo de insuficiente aire de renovación en el interior), monóxido de carbono, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles, partículas en suspensión, ozono, radón, etc. y diversos **agentes patógenos**. En definitiva, un "cóctel" de sustancias contaminantes a los que la población se enfrenta a diario no sólo en los edificios, también están presentes en el aire exterior, el agua, los alimentos, los productos de consumo, etc. y de los cuales resulta bastante complejo conocer su composición, la dosis de exposición diaria, y la **interacción** de las mismas con el cuerpo humano y el medio ambiente.

Por todo ello, resulta difícil **valorar los riesgos para la salud** (medición, nivel de tolerancia, tiempo de exposición, efectos...) en el ambiente interior, siendo relevante la labor preventiva y de control de las instalaciones implicadas al objeto de promover ambientes saludables.

Tabla 1. Contaminación en ambientes interiores.

Tipo de contaminación	Características y elementos relacionados	Origen contaminante	Contaminante
Contaminantes procedentes del ambiente exterior	Ubicación del edificio	Combustión (calderas, tráfico) Actividad Industrial próxima Terreno Vertederos, solares, escombros, cuencas fluviales ,obras...	CO, CO ₂ , NO _x , SO _x , partículas, metales NO _x , SO _x , COVs Radón, polvo Olores, polvo, insectos, roedores, bacterias
Contaminantes generados en el edificio	Uso y distribución del edificio: <ul style="list-style-type: none"> ✦ Zonas reprografía ✦ Restaurantes y cocinas ✦ Zonas de aparcamiento ✦ Aseos y vestuarios ✦ Materiales de construcción y elementos decorativos Instalaciones del edificio: <ul style="list-style-type: none"> ✦ Instalaciones de acondicionamiento de aire. ✦ Instalaciones de agua ✦ Gestión de residuos ✦ Depósitos de combustibles ✦ Almacenes, salas usos especiales ✦ Sistema de saneamiento 	Fotocopiadoras, impresoras láser Combustión Combustión Humedades, desagües Aislantes, conglomerados de madera, moquetas, barnices, pinturas	Ozono NO _x , olores CO, Partículas Mohos, Olores Amianto, radón, COVs, polvo, formaldehído, ácaros, creosota Legionella, olores, fibras, amianto COVs, bacterias, hongos, artrópodos, roedores
Contaminantes generados por los ocupantes y sus actividades	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Ocupantes ✦ Mantenimiento del edificio ✦ Remodelación del edificio 	Tabaco Operaciones de limpieza, desinfección, control de plagas, jardinería y plantas verdes, ambientes...	CO ₂ , humo de tabaco, amianto, polvo, plaguicidas, prod. químicos, hongos, ácaros, legionella, bacterias, artrópodos, roedores
Disconfort: factores físicos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Instalaciones de acondicionamiento de aire ✦ Sistema de calefacción ✦ Equipos y aparatos 	Sist. aire acondicionado, ventilación y calefacción Equipos informáticos Pantallas de visualización Cableado eléctrico	Humedad relativa Temperatura Ruido Vibraciones Campos electromagnéticos

Fuente: Sección Evaluación de Impacto Ambiental en Salud. (EIAS).



Contaminantes químicos

→ Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono se produce cuando los combustibles que contienen carbono se queman en condiciones donde el oxígeno es limitado. Los motores de gasolina son la principal fuente de monóxido de carbono. Se trata de un gas incoloro e inodoro y este hecho hace que sea extremadamente peligroso ya que, las personas expuestas lo inhalan sin percibirlo produciéndoles la muerte, no obstante, en ambientes interiores suele estar acompañado de otros productos de combustión que poseen olores característicos.

Las concentraciones de monóxido de carbono en las zonas urbanas están estrechamente relacionadas con la densidad del tráfico y las condiciones meteorológicas. Otras fuentes de menor importancia son las centrales eléctricas y las incineradoras de residuos. En el hogar, las calderas de gas defectuosas pueden liberar monóxido de carbono, también las estufas de carbón, braseros, hornos, el sistema de calefacción y el consumo de tabaco. Por tanto, la presencia de este contaminante en interiores está relacionada con garajes, cocinas,

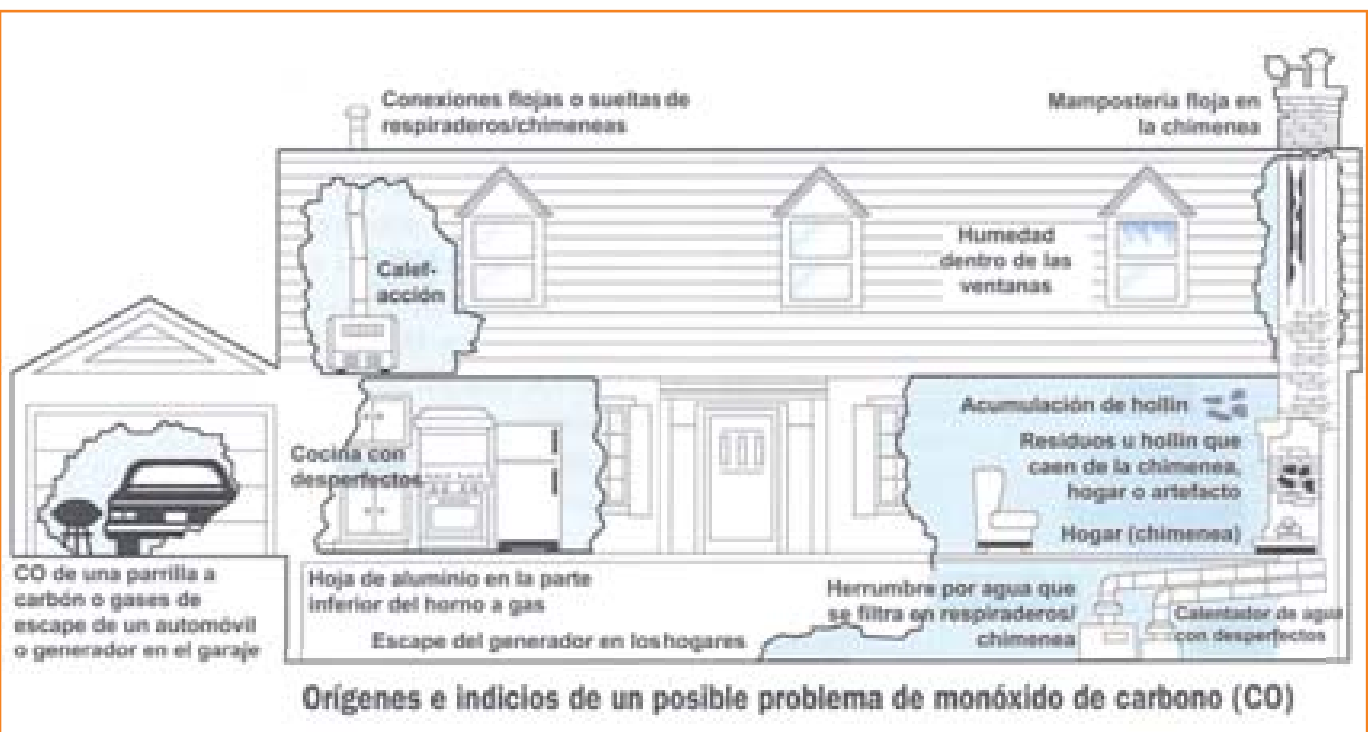
calentadores de agua, toma inadecuada del aire exterior y presencia de fumadores.

Efectos en salud

El principal efecto para la salud es que provoca la asfixia de las personas expuestas ya que impide la oxigenación de la sangre. En el proceso natural fisiológico de la respiración, el aire es aspirado por los pulmones hasta los alvéolos donde el oxígeno del aire se combina con la hemoglobina de la sangre formando oxihemoglobina, responsable del transporte de oxígeno a los tejidos. Cuando existe presencia de CO, éste presenta mayor afinidad por la hemo-globina, casi 250 veces mayor que el oxígeno, por lo que se combina fácilmente formando carboxihemoglobina, lo que impide la correcta oxigenación de la sangre que circula por los tejidos. Si en la sangre, más del 50% de la hemoglobina se encuentra en forma de carboxihemoglobina se puede producir la muerte.

A bajos niveles de exposición, el CO puede causar sensación de falta de aire, náuseas y mareos ligeros.

Figura 1.



→ Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es un componente del aire que se origina de forma natural en diferentes procesos como la actividad volcánica, incendios forestales y en la evaporación del agua de mar, pero sobre todo se libera por la respiración de los organismos vivos. Es un gas incoloro e inodoro, más denso que el aire y ligeramente soluble en agua donde forma ácido carbónico. La concentración de dióxido de carbono ha aumentado alrededor de un 30% desde la revolución industrial, principalmente como resultado de la combustión de los combustibles fósiles. En las zonas urbanas se genera en todos aquellos procesos en los que tiene lugar la combustión de sustancias que contienen carbono emitiéndose a la atmósfera desde las chimeneas de las industrias y de los vehículos de motor.

Tiene numerosas utilidades, entre ellas: líquidos de refrigeración, extinción de incendios y como gas conservante.

La principal preocupación ambiental con el dióxido de carbono es el papel que desempeña este compuesto como un gas de efecto invernadero que influye en el cambio climático.

Efectos en salud

El CO₂ en concentraciones muy elevadas conduce a la asfixia por desplazamiento del oxígeno. Una excesiva exposición (concentración superior a 30.000 ppm) puede afectar al cerebro y causar dolor de cabeza, falta de concentración, mareos, problemas respiratorios. Sin embargo, a las concentraciones a las que se encuentra habitualmente tanto en el ambiente exterior (300 a 400 ppm) como en el ambiente interior (de 600 ppm a valores superiores a 2000 ppm) no resulta tóxico, y más que considerarse un contaminante se considera como indicador de calidad del aire, ya que la principal fuente de emisión en interiores son las propias personas, siempre que no haya instalados aparatos de combustión.

Su concentración está directamente relacionada con el índice de ventilación del ambiente en que está presente.

Cuando los niveles de CO₂ exceden de 800 a 1.200 ppm en áreas interiores, muchas personas comienzan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, cansancio y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición, estos síntomas se agravan en el caso de los niños y se producen quejas de "ambiente cargado". Los efectos más graves se producen a partir de 5.000 ppm, donde pueden producirse incluso desvanecimientos, aunque estos niveles no suelen alcanzarse en los edificios en condiciones normales, son propios de ambientes cerrados confinados.

→ Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

El término "óxidos de nitrógeno" (NO_x) normalmente se usa para agrupar un conjunto de formas oxidadas del nitrógeno en la atmósfera, principalmente óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El óxido nítrico reacciona con el oxígeno o el ozono en el aire para formar dióxido de nitrógeno. Cuando el dióxido de azufre está presente con el dióxido de nitrógeno, puede tener un efecto sinérgico aumentando el daño a niveles superiores que los producidos por la suma de los efectos individuales de ambos.

La presencia de NO_x está relacionada con la quema de combustibles, fuentes móviles (vehículos), procesos industriales y algunos procesos naturales (relámpagos, microorganismos del suelo). Los procesos de combustión emiten una mezcla de óxido nítrico (90%) y dióxido de nitrógeno (10%). A su vez, el óxido nítrico reacciona con otras sustancias químicas en el aire para convertirse en dióxido de nitrógeno. En ambientes interiores la principal fuente de emisión de NO₂ son las calefacciones y las estufas y cocinas de gas, así como el humo de tabaco.

Efectos en salud

A concentraciones bajas, los óxidos de nitrógeno son irritantes del tracto respiratorio superior y de los ojos. En exposiciones prolongadas puede producir edema pulmonar. La exposición excesiva a los óxidos de nitrógeno puede causar efectos sobre la salud en la sangre, hígado, pulmón y bazo. El dióxido de nitrógeno es también uno de los gases que contribuyen a la lluvia ácida que causa daños a la vegetación, a los edificios y contribuye a la acidificación de los lagos y arroyos.

→ Dióxido de Azufre (SO₂)

La fuente primaria de óxidos de azufre es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre, como el carbón, ya que reacciona con el oxígeno originando dióxido de azufre. Es por tanto, un contaminante importante en el exterior, ya que es donde se encuentran la mayoría de las fuentes que lo originan. En ambientes interiores los niveles presentes son muy inferiores a los del exterior, siempre que no existan focos en el interior que lo originen como estufas de queroseno, calderas o chimeneas. Por este motivo no es un contaminante que genere grandes problemas en interiores. Sin embargo, la existencia de partículas produce un efecto sinérgico en presencia de dióxido de azufre, ya que la combinación de estas dos sustancias produce un efecto mayor que el de cada sustancia por sí sola. Los óxidos de azufre también contribuyen a la formación de lluvia ácida al igual que los NOx.

Efectos en salud

El dióxido de azufre provoca la irritación de mucosas sobre todo ojos, nariz y garganta y es causante de enfermedades respiratorias como broncoconstricción y bronquitis. En personas sensibles expuestas como las asmáticas puede agravar los síntomas, si bien los efectos dependerán de la sensibilidad del individuo, siendo más sensibles los grupos de

población más vulnerables como ancianos, niños y sujetos con enfermedades respiratorias crónicas. Estos efectos pueden agravarse cuando el dióxido de azufre se combina con partículas.

→ Partículas en suspensión PM₁₀ y PM_{2,5}

Las partículas en suspensión en el aire son una mezcla compleja de sustancias de distinta composición química y de diversa naturaleza física (suspensiones de sólidos o gotas de líquido) que presentan un tamaño variable que oscila desde 0,005 a 100 µm. En conjunto, las partículas pueden presentarse como hollín, nubes de polvo o neblina; aisladamente no pueden detectarse a simple vista. Los elementos que pueden encontrarse en las partículas son sumamente heterogéneos: carbón, hidrocarburos, sílice, sulfato de amonio, nitratos, metales como el plomo, hierro, aluminio o cadmio, polen, microorganismos, dioxinas, plaguicidas, etc. Debido a que la composición de las partículas es sumamente heterogénea no puede hacerse una valoración global de su toxicidad ya que dependerá del tipo de elementos que formen parte de su composición. En general, las partículas más pequeñas tienen en su composición elementos más tóxicos, como metales pesados o compuestos orgánicos de capacidad carcinógena, como por ejemplo el benzo-a-pireno. Por tanto, las partículas finas, más pequeñas son las que tienen efectos adversos sobre la salud de la población, ya que son las que pueden llegar a los alvéolos pulmonares.

Normalmente, a estas partículas se las denomina **partículas totales en suspensión (TSP)** y agrupa a todas las partículas con diámetro que van desde menos de 0,1 micras a 50 micras, ya que las de tamaño superior se depositan por gravedad. Las TSP se expresan como PM, materia particulada con un subíndice que hace referencia al diámetro de partícula, en peso de partículas por volumen

de aire (mg/m^3 o $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Cuanto mayor es el tamaño de las partículas, menor es el tiempo que permanecen suspendidas en el aire y menores son las distancias capaces de recorrer. Las partículas mayores de 10 micras caen rápidamente cerca de la fuente que las produce; las partículas PM_{10} (con diámetro ≤ 10 micras) pueden permanecer suspendidas durante horas y viajar desde 100 metros a 40 kilómetros mientras que las partículas $\text{PM}_{2,5}$ (con diámetro $\leq 2,5$ micras) pueden permanecer en el aire durante semanas y son capaces de trasladarse cientos de kilómetros, desplazándose con las corrientes de aire y penetrando en el interior de los locales a través de los sistemas de ventilación.

Las principales fuentes de partículas en el exterior son el tráfico rodado, especialmente los vehículos diesel, procesos industriales, incineradoras, canteras, minería, emisiones de chimeneas, calefacciones de carbón... También el polvo procedente de las labores agrícolas, de la construcción de carreteras, o del paso de vehículos por caminos sin asfaltar son otras fuentes importantes de partículas. Por otra parte, se encuentran presentes en casi todos los ambientes interiores procedentes fundamentalmente de aparatos de combustión y del humo del tabaco. También pueden tener un origen biológico como polen, esporas, bacterias y hongos. Normalmente, la mayor parte de las partículas de origen antropogénico están en el rango de 0,1 a 10 μ .

Efectos en salud

El rango de tamaño que puede considerarse peligroso en relación a originar efectos sobre la salud humana y afectar la calidad del aire está comprendido entre 0,1 a 10 micras de diámetro ya que en general, estas partículas una vez inhaladas tienen mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio. Las partículas PM_{10} se depositan en las vías respiratorias superiores (nariz) y en traquea y bronquios, mientras que las $\text{PM}_{2,5}$ de menor diámetro pueden alcanzar a los bronquiolos y alvéolos pulmonares.

Las partículas respirables pueden ser irritantes respiratorios, sobre todo en personas asmáticas. Los efectos sobre la salud dependen del tipo de partícula y su facilidad de penetración en el organismo. Entre estos síntomas están:

- ✘ Irritaciones e inflamaciones de vías respiratorias y ojos, (alveolitis, bronquiolitis, fibrosis...).
- ✘ Mayor incidencia y agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
- ✘ Aumento de la frecuencia de cáncer pulmonar a largo plazo.
- ✘ Enfermedades infecciosas.

→ Amianto

Amianto o asbesto es el nombre común de un grupo de minerales de origen natural constituidos por silicatos de hierro, aluminio, magnesio y calcio, cuyas fibras son muy fuertes y resistentes al calor. Se designan como amianto a las sustancias recogidas en la tabla siguiente:

Tabla 2. Identificación de tipos de amianto.

Crisotilo	Amianto blanco
Crocidolita	Amianto azul
Amosita (grunerita amianto)	Amianto marrón-gris
Antofilita amianto	Amianto blanco
Tremolita amianto	Amianto blanco
Actinolita amianto	

Todas estas variedades del amianto se caracterizan por ser buen aislante térmico, eléctrico y acústico, incombustible y resistente a altas temperaturas, propiedades que han hecho que fuese ampliamente usado en las décadas de los años 70 y 80.

Los principales tipos utilizados comercialmente son: crisotilo (90% del amianto utilizado), amosita y **crocidolita o amianto azul**. Ésta última es la variedad más peligrosa, por lo que en España está prohibido en todos sus usos desde el año 1987.

Los lugares en los que podemos encontrar amianto, entre otros, son:

- ✗ Elementos estructurales: paredes, puertas, baldosas, fachadas de edificios, suelos de linóleo, tejados (como productos de fibrocemento).
- ✗ Recubrimientos y pinturas texturizadas.
- ✗ Sistemas de calefacción como aislante térmico en tuberías, calentadores y calderas.
- ✗ Conductos de ventilación.
- ✗ Cortafuegos en huecos de techo.
- ✗ Aislante en armazones de acero de edificios.
- ✗ Sistemas de agua sanitaria: cañerías de agua corriente y residual, válvulas, rebordes, juntas, depósitos de agua potable (como fibrocemento), cisternas de sanitarios...
- ✗ Instalaciones eléctricas.

Amianto en estructura.



Fotografía: Paulino Pastor.

Efectos en salud

Las fibras de amianto están clasificadas toxicológicamente como **carcinógeno de categoría 1** (ver apartado Seguridad Química) y la vía de entrada al organismo es la respiratoria. La OMS establece que para los contaminantes de probado efecto cancerígeno no hay concentraciones de exposición segura y **por tanto debe evitarse cualquier exposición al amianto**. En el caso de exposición laboral, el valor límite ambiental (VLA, valor que indica el límite de exposición ocupacional) establecido es de 0.1 fibras/cc para 8 horas de trabajo continuo.

El riesgo para la salud se produce al disgregarse en fibras que se dispersan al ambiente y que pueden ser inhaladas por las personas expuestas. El tamaño de las fibras de amianto oscila entre 3-20 micras y debido a su reducido tamaño, estas microfibras al ser inhaladas producen enfermedades pulmonares como la asbestosis o amiantosis y distintos tipos de cáncer, principalmente de pulmón, aunque con menor frecuencia también pueden afectar a otros órganos. El riesgo de enfermedad aumenta con el tiempo de exposición.

La **asbestosis** está reconocida como enfermedad profesional en la normativa española (R.D 1299/2006) y es obligatorio para el Servicio Médico de Prevención de Riesgos Laborales notificar los casos que se presenten a los organismos competentes. La asbestosis es una enfermedad crónica pulmonar debida a la inhalación de fibras de asbesto en el polvo del aire, ocasionando progresivamente microcicatrices en el tejido alveolar produciendo un engrosamiento de la pleura. Los pulmones pierden progresivamente su capacidad de expandirse y contraerse, y de realizar el intercambio gaseoso entre el aire y la sangre. La asbestosis está directamente relacionada con la intensidad y la duración de la exposición a las fibras. Por lo general, transcurren menos de 10 años entre la exposición y la manifestación de la enfermedad.

EN CONSECUENCIA, POR LO DICHO ANTERIORMENTE, SIEMPRE QUE EL AMIANTO PERMANEZCA ÍNTEGRO (NO LIBERE FIBRAS AL AMBIENTE) NO SUPONE UN RIESGO PARA LA SALUD.

Limitaciones en su comercialización y uso.

En España, está prohibida la producción, comercialización, utilización e instalación, con algunas excepciones, de fibras de amianto crocidolita, amosita, antofilita, actinolita, tremolita y crisotilo o de materiales que lo contengan.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones en su comercialización y uso, en los productos que contengan este tipo de fibras, **Y QUE YA ESTUVIERAN INSTALADOS CON ANTERIORIDAD A LA PROHIBICIÓN**, siguen estando permitidos hasta su eliminación o fin de su vida útil. Por tanto, habrá que seguir contando durante años con la previsible presencia de amianto en edificios antiguos, y en el caso de remodelación o demolición de éstos deberá ser exclusivamente realizada por empresas registradas en el **Registro de empresas con riesgo por amianto (RERA)**. Estas empresas al objeto de proteger a sus trabajadores y a otras personas que puedan resultar expuestas, deben adoptar las medidas preventivas contenidas en el R.D. 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. A este respecto deberán contar con un Plan de Trabajo y cumplir con las medidas de seguridad establecidas en el Real Decreto, además de especificar el tipo de controles a realizar para evaluar la cantidad de esos compuestos especialmente tóxicos y su proceso de eliminación.

Por otra parte, en aquellos productos que contengan amianto y aún esté permitido su uso y comercialización limitada, deberán etiquetarse conforme a la normativa vigente, según el modelo de la figura 2. Actualmente debido a las restricciones en su uso se están utilizando

otros materiales alternativos al amianto. Entre dichas alternativas están las fibras minerales artificiales (lana de vidrio, lanas minerales, lanas de roca), fibras cerámicas, fibras orgánicas naturales, fibras orgánicas sintéticas (fibras de carbón, fibras de acero) etc., aunque en algunas de ellas se discute si su peligrosidad ha sido suficientemente valorada.

Figura 2. Etiquetado de productos con amianto.



→ **Ozono (O₃)**

El ozono (O₃) se produce de forma natural en las capas altas de la atmósfera (estratosfera) a partir de la disociación de moléculas de oxígeno por acción de la luz solar actuando como barrera frente a la radiación solar. Está compuesto por tres átomos de oxígeno y es un gas incoloro de olor penetrante y muy oxidante, capaz de reaccionar con todo tipo de sustancias, ya sean tejidos vivos o materiales inertes.

Además, a nivel de la troposfera también nos encontramos con ozono, que puede proceder de la entrada de ozono desde la estratosfera o bien ser originado (contaminante secundario) por la presencia de otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COVs) en presencia de luz solar (producción fotoquímica local). No obstante, otras veces puede aparecer por el transporte desde largas distancias de este contaminante producido en otras áreas.

En el ambiente interior se origina en aquellos equipos que generan una descarga de potencial entre placas metálicas o con existencia de radiaciones ultravioleta. Esto ocurre en máquinas fotocopiadoras, impresoras láser, equipos electrostáticos para purificación del aire, motores eléctricos y equipos con radiación UV, como los utilizados en desinfección.

El uso de generadores de ozono como desinfectante y desodorizante en locales cerrados para el control de microorganismos, olores, etc., debe realizarse siempre por personal experto y bajo condiciones de estricto control, sin presencia de personas en el área tratada y renovando el aire interior después de su aplicación.

Su uso se ha extendido en los últimos años en guarderías, donde conviene resaltar que en este colectivo, la exposición continuada al O_3 disminuye la capacidad de defensa inmunológica del organismo, ocasionando infecciones reiteradas en los niños, por lo que se debe insistir en su uso correcto, sin presencia de usuarios y en las horas de inactividad de estos centros, de acuerdo a las recomendaciones establecidas por organismos reconocidos internacionalmente como la OMS.

Efectos en salud

Debido a su poder oxidante los efectos inmediatos en salud se traducen en: irritación del tracto respiratorio y de los ojos, tos, dificultades respiratorias, etc. A medio plazo se puede

producir disminución general del rendimiento físico, así como síntomas de malestar general tales como, dolor de cabeza, cansancio, pesadez, etc. A largo plazo puede producir alteraciones en la función pulmonar (neumonitis y neumonía).

En general, los efectos de la exposición a ozono se acentúan cuanto mayor es su concentración, la duración de la exposición y los niveles de actividad durante la misma, si bien no se conoce la forma de la relación dosis-respuesta. La gravedad de la respuesta depende estrechamente de la sensibilidad del sistema respiratorio y, a menudo, del estado de salud de la persona expuesta.

→ **Compuestos orgánicos volátiles (COVs)**

Los compuestos orgánicos volátiles son un grupo de compuestos pertenecientes a diferentes familias químicas (alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres de glicol, terpenos, etc.) que tienen en común su base química de carbono y la particularidad de volatilizarse en el aire en estado gaseoso a temperatura ambiente, de forma más o menos rápida.

La OMS (1987) los clasifica por su punto de ebullición como:

- ✗ **Volátiles** entre 50 °C y 260 °C.
- ✗ **Muy volátiles**, si el punto de ebullición es inferior.
- ✗ **Semivolátiles** si es superior.

Se trata de parámetros importantes a tener en cuenta en la calidad del ambiente interior, debido a que la exposición prolongada a ciertos compuestos orgánicos volátiles puede presentar riesgos para la salud y el bienestar de las personas.

Los COVs son emitidos por diversas fuentes tanto de origen biogénico (origen natural) o antropogénico (origen humano), estando presentes tanto en el ambiente exterior como

en el interior. En el exterior las principales fuentes de emisión son debidas a los procesos de combustión en vehículos, en calderas y hornos e incendios, y a la emisión de ciertas industrias.

En el ambiente interior, dichos compuestos son ampliamente utilizados en la fabricación de diversos productos, materiales decorativos y de construcción: pinturas, barnices, colas, limpiadores, madera, alfombras, telas, ambientadores, biocidas, etc. En general, en los países desarrollados se observan concentraciones superiores de COVs en interiores que las existentes en el exterior.

En función del tipo de material, la emisión de estos compuestos variará tanto en su concentración, como en el tiempo de permanencia en el ambiente, siendo lo más habitual, su disminución de forma exponencial con el transcurso del tiempo. No obstante, también influirán factores ambientales como: temperatura, humedad, actividades y cambios en la ventilación del edificio.

En el caso de los materiales de construcción, la liberación de COVs alcanza su máxima expresión inmediatamente después de la instalación, cuando son nuevos. Esta liberación de gases disminuye a medida que las fuentes de COVs envejecen.

Muchos de estos compuestos pueden causar un gran número de efectos indirectos en la salud, ya que son considerados precursores de ozono, interviniendo en reacciones químicas complejas en la atmósfera y, en particular, en la formación de oxidantes fotoquímicos y en su principal constituyente, el ozono, fenómeno conocido comúnmente como "Smog de verano".

Además, en ambientes interiores, muchos de estos compuestos tienden a asociarse con otros compuestos presentes (por ejemplo Benceno con Tolueno y Xileno y D-Limoneno con Ozono) lo que dificulta el conocimiento de los efectos en salud de estas interacciones (aditivos, sinérgicos o antagónicos), así como el establecimiento de valores límite.



1. Contaminantes químicos

En la tabla 3 se resumen los COVs que más comúnmente se identifican en interiores y sus fuentes, de acuerdo a la literatura científica consultada.

Tabla 3. Origen de los principales COVs en interiores.

Familias	Compuestos	Fuentes potenciales de emisión Ambientes interiores
Acetato Aldehídos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Formaldehído ✦ Acetaldehído ✦ Hexaldehído ✦ Acroleína 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Madera prensada (tableros aglomerado y contrachapado etc.), panelados de madera o plástico/melanina, libros y revistas nuevas, pinturas y tratamientos catalizados por ácidos, humo tabaco, fotocopiadoras, tapicerías y cortinajes. ✦ Humo tabaco, fotocopiadoras, tableros aglomerado y contrachapado. ✦ Panelados de madera, libros y revistas nuevas, pinturas y tratamientos catalizados por ácidos. ✦ Humo de tabaco, algicida, combustión automóviles.
Hidrocarburos Aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Benceno ✦ Etil benceno ✦ 1,2,4-trimetilbenceno ✦ Estireno ✦ Tolueno ✦ m/p/o Xileno 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Combustión, humo tabaco, pinturas (látex y base acuosa), adhesivos a base agua, plásticos, fotocopiadoras. ✦ Carburantes, barnices. ✦ Carburantes, materiales plásticos, materiales de aislamiento impermeabilizantes, humo tabaco. ✦ Materiales plásticos, materiales de aislamiento, carburantes, humo tabaco. ✦ Pinturas de látex, barnices, adhesivos base de agua, tintas, moquetas. ✦ Pinturas, barnices, adhesivos, insecticidas.
Hidrocarburos Alifáticos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ n-Decano ✦ n-Undecano 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Tintes para madera, colas para el suelo, ceras, barnices, productos de limpieza para suelos, moquetas y tapicerías, placas de yeso.
Éteres y Ésteres de Glicol	<ul style="list-style-type: none"> ✦ 2-Etoxietanol ✦ 1-metoxi-2-propanol ✦ 2-butoxietanol ✦ 2 metoxietanol ✦ 2 metoxietilacetato ✦ Acetato de butilo ✦ 2-etoxietilacetato 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Panelado de cloruro de vinilo, panelado plástico/melanina, lacas, pinturas (látex), barnices, jabones, cosméticos, fungicidas, herbicidas, productos para el tratamiento de la madera.
Hidrocarburos Clorados	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Tricloroetileno ✦ Tetracloroetileno ✦ 1,4 diclorobenceno ✦ 1,1,1 tricloroetano 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pinturas, barnices, adhesivos, limpiadores de metales. ✦ Limpieza en seco, tapices, alfombras. ✦ Anti-ácaros, desodorante. ✦ Panelado de madera.
Terpenos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Alfa Pineno ✦ D-Limoneno ✦ Naftaleno 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Ambientadores, desodorantes, limpieza de suelos, ceras para muebles.
Alcoholes	<ul style="list-style-type: none"> ✦ 2-etil-1-hexanol 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Fabricación de plásticos (policloruro de vinilo), materiales de revestimiento, adhesivos, tintas de imprenta, y agentes de la impregnación, aromatizante bebidas y alimentos.

Efectos en salud

Sus efectos son, la mayoría de las veces, no bien conocidos y comprenden desde un alto grado de toxicidad, hasta efectos leves o desapercibidos. Esos efectos dependerán de la naturaleza de cada compuesto, y del grado y período de exposición. Así, los efectos atribuibles a diferentes compuestos van, desde la simple molestia olfativa, a náuseas, dolor de cabeza, vómitos, irritación de la piel y mucosas, etc. Entre los efectos más graves se encuentran los cancerígenos y mutagénicos. Algunos compuestos como el benceno o el cloruro de vinilo monómero, están asociados con la leucemia (en el caso de exposición ocupacional) y los éteres de glicol (2-Etoxietanol, 2-butoxietanol y 1-metoxi-2-propanol), son sospechosos de afectar a la reproducción y al desarrollo del feto.

La exposición a largo plazo a compuestos orgánicos volátiles puede causar lesiones del hígado, los riñones y el sistema nervioso central. La exposición a corto plazo puede causar irritación de los ojos y las vías respiratorias, dolor de cabeza, mareo, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náuseas y trastornos de la

memoria. El tolueno puede causar dolores de cabeza, confusión mental, somnolencia, etc., existe una clara preocupación, aunque sin evidencia científica, de que pueda ocasionar graves trastornos de carácter crónico por lesiones a nivel cerebral.

Según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) de la OMS, el benceno, el 1,3-butadieno y el formaldehído entre otros, son carcinógenos en humanos.

Las personas con mayor riesgo de afección a largo plazo por los citados compuestos son los trabajadores industriales que tienen una exposición ocupacional prolongada a los mismos, los fumadores y las personas expuestas por períodos prolongados a las emisiones del tráfico rodado. La inhalación de benceno se ha asociado con el desarrollo de un tipo particular de leucemia, llamada leucemia mieloi-de aguda (ATSDR 2005).

En la tabla 4 se reflejan los valores de referencia de la OMS para algunos de los COVs presentes en el aire, basados en los efectos conocidos sobre la salud humana.

Tabla 4. Clasificación de los principales COVs con disponibilidad de información toxicológica y de exposición.

COVs	Efectos agudos	Efectos crónicos	Carcinogenicidad hombre IARC
Formaldehído	Respiratorios	Cáncer nasal	1 Cancerígeno
Benceno	Inmunológicos	Leucemia	1 Cancerígeno
1,3 butadieno	Irritación/Neurológicos	Neurológicos	1 Cancerígeno
Acetaldehído	Irritación mucosas	Cáncer vías respiratorias	2B Posible Cancerígeno
Tolueno	Neurológicos	Neurológicos	3 Inclasificable
Tricloroetileno	Neurológicos	Cáncer testículos y pulmón	2A Probable Cancerígeno
Tetracloroetileno	Renal	Neurológicos	2A Probable Cancerígeno
Xileno	Neurológicos	Neurológicos	3 Inclasificable
1,4 diclorobenceno	Desarrollo	Nefrotóxicos	No evaluado
2 butoxietanol	Hematológicos	Hematológicos	2B Posible Cancerígeno
Estireno	Neurológicos	Neurológicos	2B Posible Cancerígeno
1,1,1- Tricloroetano	Neurológicos	Neurológicos	3 Inclasificable
D-Limoneno	Irritación mucosas	Dermatológicos/Alergias	3 Inclasificable

→ Formaldehído ($\text{CH}_2 = \text{O}$)

Se trata de un contaminante importante del aire interior y debido a sus propiedades químicas y a los graves efectos en la salud, se recomienda una evaluación individualizada. A temperatura ambiente, el formaldehído es un gas inflamable incoloro de olor penetrante característico. Entre sus propiedades físico-químicas se encuentran su capacidad de disolución en el agua, aunque por corto período de tiempo, y su degradación más o menos rápida en el aire, siendo sus productos de descomposición ácido fórmico y monóxido de carbono. El formaldehído no se acumula en plantas o en animales, y en los alimentos la cantidad apreciada no es significativa (se utiliza como conservante en la fabricación de aditivos gelificantes y en el proceso de ahumado o calentamiento a altas temperaturas de alimentos ricos en proteínas).

En el interior de los edificios, está a menudo presente en la estructura de las instalaciones y mobiliario de los edificios modernos, siendo sus concentraciones más elevadas en interiores que las que se encuentran en el exterior. La urea-formaldehído, espuma de aislamiento (UFFI), fue muy empleada en la construcción de casas hasta comienzos del decenio de 1980, aunque en la actualidad es rara su instalación. Las principales fuentes de exposición a formaldehído incluyen: aglomerados de madera, barnices, lacas, pegamentos, fibra de vidrio, alfombras, telas que no requieren planchado, productos de papel y ciertos productos de limpieza y desinfección. Debido a las concentraciones extremadamente altas del formaldehído en el humo del tabaco, fumar constituye una fuente importante de este compuesto. Cocinas y hornos a gas y chimeneas abiertas al aire son también fuentes de exposición a formaldehído.

Estudios realizados en Canadá desde comienzos del decenio de 1990 indican la presencia de

formaldehído en hogares en concentraciones que oscilan entre 2,5 y 88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio de entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Health Canadá, 2005).

Efectos en salud

La principal forma de exposición es la inhalación, también puede absorberse por contacto con la piel. Los principales efectos de la exposición aguda al formaldehído son la irritación de la conjuntiva ocular y de la mucosa del tracto respiratorio superior e inferior. Los síntomas son temporales y dependen del nivel y la duración de la exposición. La exposición a altas concentraciones de formaldehído puede causar quemaduras en ojos, nariz y garganta. A largo plazo, la exposición a concentraciones moderadas de formaldehído (exposición crónica) puede estar asociada a síntomas respiratorios y sensibilidad alérgica, especialmente en los niños. El contacto prolongado o repetido con la piel, da lugar a irritación y dermatitis.

A través de algunos estudios realizados en trabajadores de la industria, expuestos a concentraciones muy altas de este compuesto, parece observarse más casos de cáncer de la nariz y la garganta que lo esperado, sin embargo otros estudios no han confirmado estos resultados. No obstante, los estudios experimentales en roedores sí confirman el riesgo en estos, a contraer cáncer de nariz. Por todo ello, **el vapor de formaldehído ha sido clasificado como carcinógeno para el ser humano** por la OSHA, (Occupational Safety and Health Administration), IARC, y EPA (Agencia de Protección Ambiental Americana).

Los efectos del formaldehído en humanos según concentración y tiempo de exposición se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Efectos del formaldehído en humanos después de una exposición de corta duración.

Concentración media o promedio (mg/m ³)	Rango de tiempo o promedio	Efectos en salud en la población general
0.03	Exposición repetida	Umbral de detección de olor (percentil 10)
0.18	Exposición repetida	Umbral de detección de olor (percentil 50)
0.6	Exposición repetida	Umbral de detección de olor (percentil 90)
0.1-3.1	Exposición única y exposición repetida	Umbral irritación garganta y nariz
0.6-1.2	Exposición única y exposición repetida	Umbral irritación ojo
0.5-2	3-5 horas	Disminución secreción moco nasal
2.4	40 minutos en 2 días sucesivos con 10 minutos de ejercicio moderado el segundo día	Dolor de cabeza post-exposición (hasta 24 horas)
2.5-3.7	- ^b	Sensación de irritación en ojos y nariz
3.7	Exposición única y exposición repetida	Disminución de función pulmonar sólo con ejercicio pesado
5-6.2	30 minutos	Tolerable durante 30 minutos con lagrimeo
12-25	- ^b	Fuerte lagrimeo, con 1 hora de duración
37-60	- ^b	Edema pulmonar, neumonía, peligro para la vida
60-125	- ^b	Muerte

Fuente: OMS.

-^b: intervalo de tiempo promedio inespecífico.

→ Humo de tabaco

El origen del tabaco se remonta hace 1.500 años a los mayas que fueron de las primeras poblaciones humanas que usaron las hojas de tabaco para fumarlas con un carácter ceremonial y religioso, hasta que

los aztecas, a finales del siglo XII, invadieron el territorio maya y asimilaron la costumbre de fumar tabaco. Desde finales del siglo XIX hasta la actualidad el abaratamiento y la masificación de la producción han contribuido a extender el hábito de fumar debido a su fácil acceso.

El **humo de tabaco (HAT)** también denominado **humo de tabaco ajeno**, es la combinación del humo que procede de un cigarrillo ardiendo (pipa o cigarro) denominado **humo de flujo lateral (HL)** y del humo exhalado por el fumador o **humo de flujo central (HC)**. Se define como **humo ambiental del tabaco (HAT)** al material presente en el aire interior procedente del humo del tabaco. Por tanto, el HAT es el resultado de la combustión "libre" del cigarrillo ("corriente lateral") más el humo exhalado por los fumadores ("corriente principal"). Según estudios científicos realizados al respecto, ambas "corrientes" tienen importantes diferencias, poco relevantes desde el punto de vista ambiental, puesto que lo preocupante es la "mezcla".

Es una compleja mezcla de sustancias (por encima de 4.700) en las que se incluyen gases y partículas, de las cuales hay 243 que se conocen y pueden causar cáncer, por lo que constituye una forma de contaminación interior muy tóxica (tanto para los no fumadores

como para los fumadores). El HAT está formado por una **fase gaseosa**, en la que se encuentran unos 400-500 componentes de los 4.000 que lo componen, y una **fase de partículas** donde se hallan suspendidas más de 3.000 millones, cuyo diámetro oscila entre 0,1-1 micras.

Los elementos más importantes en la fase gaseosa son **monóxido de carbono (CO)**, **dióxido de carbono (CO₂)**, **óxidos de nitrógeno (NOx)**, **amoníaco (NH₃)**, **diversas nitrosaminas volátiles, aldehídos y cetonas**.

Los constituyentes más relevantes de la fase de partículas son **nicotina**, agua y **alquitrán**, el cuál no es otra cosa que el residuo que queda tras la extracción del agua y la nicotina de dicha fase particulada. Los alquitranes contienen un gran número de compuestos entre los que destacan los **hidrocarburos aromáticos policíclicos, diversos metales, elementos radioactivos, fenoles y nitrosaminas volátiles**.

Figura 3. Componentes del humo de tabaco.

componentes	Efectos biológicos	componentes	Efectos biológicos
Partículas total	T, CH	N-Nitrosomonilcotina (NNN)	C
Monóxido Carbono	T	Otras nitrosaminas	C
Nicotina	T	Hidracina	C
Acetaldehído	CT	Ureano	C
Acetona	CT	Cloruro de Vinilo	CH
Oxidos de nitrógeno	T	Benzoantraceno	C
Ac. Fórmico	CT	Benzo (a) pireno	C
Ac. Cianhídrico	CT, T	5-Metilcriseno	C
Catecol	CoC	Dibenzo (a, j) Jacridina	C
Amoníaco	T	2-Naftilamina	CH
Benceno	CH	4-Aminobifenil	CH
Acroleína	CT	2-Toluidina	C
Acilonitrilo	C	Polonio-210	C
Formaldehído	C		
Fenol	PT		
2-Nitropropano	C		

Abreviaturas	
T	Tóxico
CH	Carcinógeno para personas
CT	Citotóxico
C	Carcinógeno en animales
CoC	Cocarcinógeno
PT	Promotor tumoral

Efectos en salud

El tabaco ocupa el cuarto lugar entre los factores de riesgo de enfermedad más comunes. La exposición al humo ambiental de tabaco (HAT) es un reconocido factor de riesgo para la salud, tanto en ambientes cerrados como en el interior de los edificios. Está demostrada su nocividad a partir de 2.3 µg nicotina/m³ de aire. Algún estudio incluso habla de niveles menores. Esa concentración se alcanza con suma facilidad en cualquier lugar donde no esté expresamente prohibido fumar.

La OMS indica que el tabaco es la segunda causa principal de mortalidad, clasificando al HAT como carcinógeno humano conocido. Alemania y Finlandia lo han clasificado como carcinógeno profesional.

El Consejo de la Unión Europea estimó según ciertos cálculos manifiestos que en 2002, 7.300 adultos, entre ellos 2.800 no fumadores murieron como consecuencia de la exposición HAT en el lugar de trabajo en la UE. Otras 72.000 muertes de adultos, entre ellas las de 17.400 no fumadores, estaban relacionadas con la exposición HAT en el hogar.

Numerosos estudios han vinculado el consumo de tabaco con el cáncer de pulmón, afecciones cardiovasculares, enfisema y otras enfermedades.

Los efectos demostrados del HAT son:

- ✗Cáncer de pulmón.
- ✗Enfermedades cardiovasculares.
- ✗Afección del estado de salud de los no fumadores e incremento del daño en fumadores.

En niños, los efectos demostrados del HAT son:

- ✗Neumonías.
- ✗Bronquitis y bronquiolitis.
- ✗Otitis media.

- ✗Asma: Aumento del número y gravedad de los brotes y, posiblemente, esté relacionado con el Síndrome de Muerte Súbita del Lactante.

- ✗Retraso del crecimiento intrauterino.

→ Radón

El radón se considera la fuente más frecuente de radiación natural. Es un gas radiactivo, sin olor ni sabor, que se genera naturalmente en la desintegración del uranio, que se encuentra en pequeñas cantidades en la mayoría de las rocas y en el suelo. También procede de las minas de fosfatos y de uranio, y de la combustión del carbón, pudiéndose adherir al polvo y a otras partículas presentes en el aire o pasar desde el suelo al agua subterránea.

El uranio se degrada lentamente a otros productos como el radio, que a su vez se degrada a radón, que a su vez, sufre desintegración radiactiva transformándose en diferentes radioisótopos hasta llegar a uno estable, liberando radiación durante este proceso. Aunque la mayor cantidad del radón permanece en el suelo, una parte pasa a la superficie y de ahí llega al aire.

El radón que emana del suelo y rocas, se dispersa fácilmente en el exterior (vida media 3,8 días), pero tiene tendencia a concentrarse en espacios cerrados, sobre todo en sótanos y edificios, en los que es difícil su eliminación sin una ventilación adecuada, por lo que los niveles de radón en el aire exterior son muy bajos con respecto al ambiente interior.

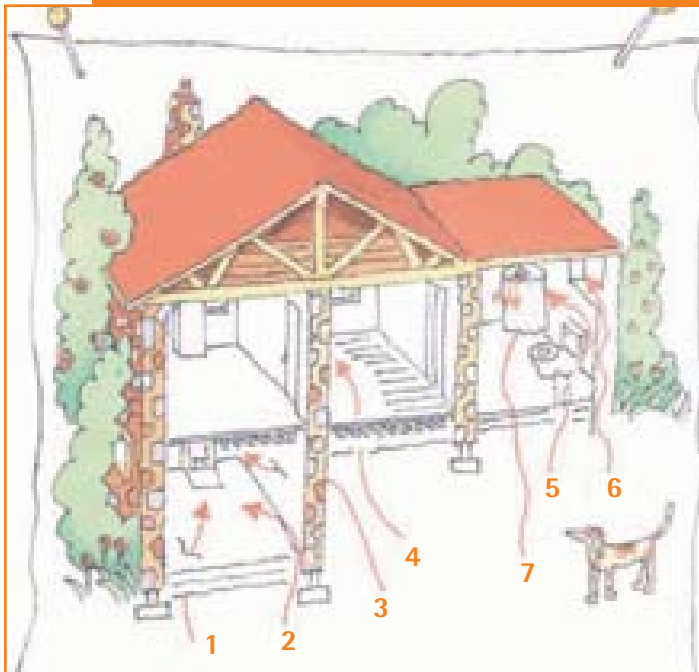
La exposición al radón para la mayor parte de la población tiene lugar principalmente en el interior de los edificios. Los niveles interiores dependerán de las características geológicas del terreno (niveles de uranio presentes y porosidad del suelo), de los materiales de construcción utilizados (granito, piedra pómez, pizarra de alumbre) y el grado de ventilación del edificio.

A partir de grietas, desagües, o en los cimientos de una vivienda, accede al interior de garajes, sótanos y a otras estancias en contacto con el suelo. En el caso de los materiales de construcción la emisión dependerá del tipo de material, la concentración de radio presente en los mismos, la porosidad del material y la preparación y acabado de las paredes.

Por otra parte, el radón puede hallarse en agua de pozo en niveles elevados y en el gas natural del subsuelo. La combustión de gas natural en estufas sin chimenea, en calentadores o en otros aparatos puede producir un aumento del radón en interiores. En el caso de cuartos de baño, esta situación se puede agravar debido al radón contenido en el agua y el gas natural utilizado para el calentador de agua, si la ventilación no es suficiente.

Figura 4. Puntos de entrada de radón al interior.

PUNTOS DE ENTRADA DEL RADÓN AL INTERIOR:



1. Grietas en suelos
2. Juntas de la construcción.
3. Grietas en paredes.
4. Espacios en suelos suspendidos
5. Espacios alrededor de las cañerías de servicios.
6. Cavidades en el interior de paredes.
7. Suministros de agua

Fuente: EPA. Manual Informativo sobre el Radón. 2005.

Efectos en salud

La IARC lo clasifica como **carcinógeno del Grupo 1 (cancerígeno probado en humanos)**. El Comité de riesgos para la salud de la exposición al radón del Consejo Nacional de Investigaciones (Beir VI, efectos biológicos de la radiación ionizante), establece que "sobre la base de las evidencias epidemiológicas la exposición a radón en ambientes interiores se considera una causa de cáncer de pulmón en la población general, la segunda causa de cáncer pulmonar después del tabaco", por lo tanto es la causa principal de dicho tipo de cáncer entre las personas que nunca han fumado. Es decir, la exposición a niveles altos de radón puede producir cáncer de pulmón y un aumento de la incidencia de enfermedades pulmonares como enfisema y fibrosis pulmonar. Así mismo, la incidencia de enfermedad del pulmón aumenta a medida que se incrementa la exposición al radón y el consumo de tabaco.

No hay límite de concentración por debajo del cual la exposición no presente ningún riesgo. Incluso bajas concentraciones de radón suponen un riesgo de cáncer de pulmón.

Recientemente la OMS ha publicado un manual "Who Handbook On Indoor Radon: A Public Health Perspective", que ofrece una perspectiva internacional sobre radón residencial como un problema de salud pública. Dicho documento se centra en proporcionar información sobre la selección de dispositivos para medir los niveles de radón y sobre los procedimientos para dicha medición, así como, medidas de prevención y control para reducir el riesgo del radón en la salud de la población.

→ Creosota

Creosota es el término usado para describir una variedad de productos que son el resultado de mezclas de gran variedad de sustancias químicas, originadas en la combustión de madera de haya y otras maderas, carbón, etc.,

(creosota de madera, creosota de alquitrán de hulla, alquitrán de hulla, residuo de alquitrán de hulla y volátiles del residuo de alquitrán de hulla).

Sus usos han sido muy variados: desinfectantes, medicamentos, insecticidas y fungicidas y la creosota de alquitrán de hulla como protector de la madera.

La reutilización de la madera tratada con creosota y empleada en recubrimientos de madera en interiores o en elementos decorativos (vigas, arcos de madera...) o de ocio (traviesas en parques infantiles), supone un riesgo para la salud, por lo que en la actualidad está prohibido su uso en estos ámbitos.

Efectos en salud

En la actualidad la IARC y la EPA han determinado que el alquitrán de hulla es carcinogénico en seres humanos y que la **creosota es probablemente carcinogénica en seres humanos**. Debido a sus efectos en la salud, en la actualidad la Unión Europea (Directiva 2001/90/CE) impone la limitación de comercialización y uso de la creosota y de la madera tratada con creosota, principalmente en las siguientes situaciones: en el interior de edificios (riesgo por inhalación) y en otras instalaciones como colegios, guarderías, zonas de acampada, instalaciones de ocio al aire libre, jardines, etc. (riesgo de contacto directo frecuente con la piel), por lo que en el caso de que ya exista en estos lugares, debe procederse a su retirada.

→ Olores

En los ambientes interiores una de las primeras sensaciones más directamente percibida por los usuarios u ocupantes de un recinto es el olor. El olor se define como la sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo, tratándose en algunas ocasiones de una cuestión subjetiva, ya que aunque se deba a sustancias químicas disueltas en el aire, varios factores psicológicos pueden desempeñar cierto papel en la percepción de los mismos.

Existen numerosas actividades industriales (industrias químicas, vertederos, depuradoras de aguas residuales, industrias alimentarias, ganaderas, etc.) que emiten una serie de sustancias olorosas y generan molestias en el entorno. Los malos olores pueden ser molestos, causa de rechazo, y afectar a la calidad de vida de las personas y animales del medio, por lo que pueden ser considerados como una forma de contaminación ambiental. En el ambiente interior de un edificio la problemática de los "malos olores" es un factor que afecta la **calidad y confort de los usuarios**, por lo que su abordaje será una actuación prioritaria.

En cuanto a su origen es importante distinguir entre fuentes contaminantes de olores **procedentes del exterior**, que pueden penetrar en el interior de un edificio (por los sistemas de renovación de aire o por infiltraciones del suelo o desagües, ventanas, puertas, aberturas, etc.) y los **generados en el interior del propio edificio** (ambientadores, fotocopiadoras, tapicerías, muebles, pinturas, acción humana, etc.). Los primeros están muy influidos por la situación del edificio respecto al entorno (proximidad de zonas de tráfico, vertederos, actividades ganaderas, instalaciones industriales, etc.). Sin embargo, la mayoría de los olores tienen su origen en el propio interior del edificio, siendo la causa principal los propios ocupantes y las actividades por ellos desarrolladas. Se sabe que algunos olores son provocados por agentes químicos específicos, como el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el disulfuro de carbono (CS_2) y los mercaptanos. Se ha comprobado que entre el 40% y el 100% de los compuestos presentes en un ambiente interior tienen olor.

Las unidades en las que se expresa el olor son el **olf** y el **decipol**. Un olf (del latín *olfactus*) es la contaminación emitida (bioefluentes) por una persona adulta estándar (adulto medio que trabaja en una oficina o en un puesto de trabajo de tipo no industrial similar, sedentario y en un ambiente térmico neutro, con un nivel de higiene personal equivalente a 0,7 baños al día).

Un **decipol** es la contaminación ambiental generada por una persona estándar (un olf), pero teniendo en cuenta un aporte de 10 l/s de aire no contaminado {1 decipol = 0,1 olf/(l/s)}.

A medida que aumente el número de decipoles disminuirá la calidad del aire y aumentará el número de personas insatisfechas. En edificios bien ventilados con fuentes de contaminación bajas (edificios sanos) la contaminación percibida en el aire está por debajo de 1 decipol lo cual, según los estudios realizados, implica un máximo del 15% de insatisfechos. Los espacios con poca renovación o con fuentes contaminantes de importancia, pueden percibir una contaminación en el aire de 10 decipol o un 60% de insatisfechos. En la práctica el objetivo de conseguir en un interior una calidad de aire de 0,1 decipol o de un 1% de insatisfechos es difícil de alcanzar.

<0,1 decipol	Alrededor de un 1% de individuos insatisfechos
< 1 decipol	Alrededor de un 15% de individuos insatisfechos (en edificios bien ventilados)
< 10 decipol	Alrededor de un 60% de individuos insatisfechos (edificios con renovación insuficiente)

Características de un olor.

- 1. Intensidad.** La intensidad es la fuerza de la sensación percibida y depende de la concentración en el aire del/los compuesto(s) que origina el olor.
- 2. Calidad o carácter.** Permite describir y diferenciar cualitativamente los distintos

olores (afrutado, mohoso, rancio, perfumado, olor a sudor, a alcantarilla, a nuez, a creosota, a podrido, a quemado, etc.).

- 3. Aceptabilidad,** o tono hedónico de un olor, es un factor totalmente subjetivo que diferencia entre olores agradables, desagradables, nauseabundos, etc. Una exposición continua y prolongada a ciertos olores puede causar una disminución en la habilidad para percibirlos al desarrollarse una adaptación olfatoria.
- 4. Umbral de olor.** Concentración mínima de un estímulo odorífero capaz de provocar una respuesta.

Dentro del umbral de olor hay que considerar:

- ✗ **Umbral de detección.** Concentración mínima del compuesto que producirá una respuesta sensorial olfativa en un porcentaje de la población dada, que por convención se considera el 50%. Este umbral está relacionado con la intensidad.
- ✗ **Umbral de reconocimiento.** Concentración mínima a la que una parte de la población (generalmente el 50%) es capaz de describir el olor de un compuesto. Este umbral guarda relación con la calidad.
- ✗ **Umbral de molestia.** Concentración a la que sólo una pequeña parte de la población (<5%) manifiesta molestias durante una pequeña parte del tiempo (<2%). Este umbral está relacionado con la aceptabilidad.

Este umbral de molestia ha sido definido por la OMS, en su Guía de Calidad de Aire para Europa. Este organismo propone unos valores de referencia para una serie de compuestos que no deben superarse para evitar molestias por olor (umbral de molestia) y que también incluye, a título comparativo, los valores de referencia propuestos para evitar efectos para la salud no cancerígenos (Tabla 6).

Tabla 6: Valores de referencia para algunas sustancias en aire, basados en molestias sensoriales por olor y en efectos para la salud no cancerígenos.

Compuesto	Valor de referencia basado en efectos sensoriales o molestias por olor (30 minutos)	Valor de referencia basado en efectos para la salud no cancerígenos (24 horas)
Estireno	70 µg/m ³	800 µg/m ³ (tracto respiratorio y sistema nervioso central)
Formaldehído	100 µg/m ³	100 µg/m ³ (irritación ocular)
Tetracloroetileno	8 mg/m ³	5 mg/m ³ (sistema nervioso central)
Tolueno	1 mg/m ³	8 mg/m ³ (irritación mucosas)
Sulfuro de carbono	20 µg/m ³ (fabricación viscosa)	100 µg/m ³ (cambios neurológicos)
Sulfuro de hidrógeno	7 µg/m ³	150 µg/m ³ (irritación ocular)

Fuente: OMS.

Para la determinación de la concentración de olor, en la norma UNE-EN 13725 "Calidad de aire-determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica", se definen unos métodos de medición de olores basados en la participación de jurados expertos. Según esta norma, la concentración de olor es "el número de unidades de olor europeas por metro cúbico en condiciones normales". La concentración de olor se mide en unidades de olor europeas y su símbolo es ouE.

En general, la concentración de olor es una unidad ficticia que se calcula a partir del número de veces que hay que diluir un gas para que pueda ser detectado por el 50% de un grupo de personas adecuadamente entrenadas para ello. La Asociación de Ingenieros Alemanes para los olores (VDI) ha desarrollado normas para la determinación de la intensidad del olor de sustancias diferenciándose 7 niveles desde "no perceptible" (0) hasta el

"extremadamente fuerte" (6) y la evaluación del grado de molestia (VDI 3882, VDI 3883).

Efectos en salud

Entre los efectos adversos ocasionados por la presencia de olores en un ambiente interior, ya sean "olores conocidos" como aromas, perfumes, humo de tabaco o bien "desconocidos", se encuentran efectos somáticos difícilmente justificables por las concentraciones presentes en aire. Entre los síntomas que pueden producirse están: dolor de cabeza, vómitos, náuseas, algunas reacciones aparentemente neurotóxicas, tales como comportamiento evasivo, pérdidas de memoria o problemas de concentración, interacciones con otros sistemas sensoriales o biológicos que provocan reacciones de hipersensibilidad y cambios en las pautas de respiración y estrés, especialmente frente a olores repetitivos y/o no identificados. Algunos de estos efectos dependen de la dosis y pueden aumentar con el tiempo.



2

Contaminantes
físicos

→ Confort térmico: Humedad y temperatura

En los ambientes interiores la capacidad de regulación de la temperatura viene dado por los sistemas de calefacción, ventilación y climatización. El cuerpo humano tiene la capacidad de regular su temperatura corporal en un margen de grados. Para que haya un confort térmico en un ambiente interior, la mayoría de las personas que lo habitan deben percibir una sensación de bienestar general de humedad y temperatura. El confort térmico significa sentirse bien desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona.

Los límites extremos, desde el punto de vista térmico, pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano. Ello es debido a que el ser humano es homeotérmico, es decir, debe mantener ciertas partes vitales a temperatura aproximadamente constante. Para conseguir una sensación de confort térmico la situación más aconsejable es que la temperatura ambiental sea ligeramente superior a la del aire y que el flujo de energía térmica radiante sea el mismo en todas las direcciones y no sea excesivo por encima de la cabeza.

En la norma UNE EN ISO 7730, *Confort térmico en ambientes moderados*, el **confort térmico** viene dado por el balance térmico del cuerpo con el entorno, es decir, una persona sentirá confort cuando el calor interno generado y las pérdidas por evaporación de su cuerpo se compensen con las pérdidas o ganancias por calor latente, sensible o radiante con respecto al entorno.

Algunas de las variables que determinan el confort térmico en ambientes interiores son:

Ambientales:

- ✗ Velocidad del aire.
- ✗ Temperatura seca del aire y temperatura operativa.
- ✗ Humedad relativa del aire.

Personales:

- ✗ Tipo de actividad desarrollada. Metabolismo basal de trabajo.
- ✗ Ropa (grado de aislamiento), tipo de vestido.
- ✗ Tiempo de permanencia (aclimatación).
- ✗ Constitución corporal de las personas que ocupan el edificio: sexo, edad y peso.

En este sentido, el *Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio*, modifica varias instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), con el objetivo principal de regular las condiciones de temperatura en ciertos establecimientos: **Administrativo, Comercial** (tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares), **Pública concurrencia** (teatros, cines, auditorios, centros de congresos, salas de exposiciones y similares), **Establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas, Restauración** (bares, restaurantes y cafeterías), **Transporte de personas** (estaciones y aeropuertos). En dichos establecimientos se establecen como valor límite de las temperaturas del aire en recintos calefactados (invierno) no superior a 21 °C y en los refrigerados (verano) no inferior a 26 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional. Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30 por 100 y el 70 por 100. Además, se establece que los edificios y locales con acceso desde la calle dispondrán de un sistema de cierre de puertas adecuado, con el fin de impedir que éstas permanezcan abiertas permanentemente con el consiguiente despilfarro energético.

→ Campos Electromagnéticos

Un campo electromagnético (CEM) es una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente producidas por la oscilación o la aceleración de cargas eléctricas. En el interior de edificios, el origen de los CEM es por acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de las estancias debido a corrientes eléctricas. Los CEM a tener en cuenta en edificios son los de frecuencias muy bajas (<50 Hz) o frecuencia extremadamente baja (FEB), campos asociados principalmente a la transmisión y uso de energía eléctrica.

<i>Unidades de Medida</i>	
Hz	Hercio
KHz	KiloHercio
MHz	MegaHercio
GHz	GigaHercio
THz	TeraHercio

Según lo anterior, las fuentes de CEM están relacionadas con la puesta en marcha de algún aparato eléctrico o cuando fluye corriente eléctrica:

- ✗ **Aparatos eléctricos**, con frecuencia extremadamente baja (FEB), generalmente de hasta 300 Hz. Las principales fuentes de campos de FEB son la red de suministro eléctrico y todos los aparatos eléctricos.
- ✗ **Otras tecnologías** producen campos de frecuencia intermedia (FI), con frecuencias de 300 Hz a 10 MHz. Las pantallas de ordenador, los dispositivos antirrobo y los sistemas de seguridad son las principales fuentes de campos de FI.
- ✗ **Campos de radiofrecuencia (RF)**, con frecuencias de 10 MHz a 300 GHz. Las principales fuentes de campos de RF son la

radio, la televisión, las antenas de radares y teléfonos celulares (móviles) y los hornos de microondas.

La intensidad de los campos eléctricos y magnéticos dependerá de diversos factores, como la distancia a que se encuentren las líneas de suministro de la zona, el número y tipo de aparatos eléctricos que se utilicen, o la configuración y situación de los cables eléctricos. En la mayoría de los electrodomésticos utilizados, los campos eléctricos no suelen ser mayores de 500 V/m, en tanto que los campos magnéticos no sobrepasan, por lo general, los 150 μ T. En ambos casos, estos niveles pueden ser bastante mayores a muy corta distancia, pero disminuyen rápidamente al alejarse.

Todos los equipos y cables eléctricos utilizados en las instalaciones generan campos eléctricos y magnéticos, además también generan campos, aunque mucho menores, aparatos del tipo de las fotocopiadoras o los monitores de vídeo. Diversos materiales reducen la intensidad de los campos eléctricos de las líneas de conducción eléctrica como:

- ✗ Metales.
- ✗ Materiales de construcción.
- ✗ Árboles.
- ✗ Paredes.
- ✗ Edificios.

Efectos en salud

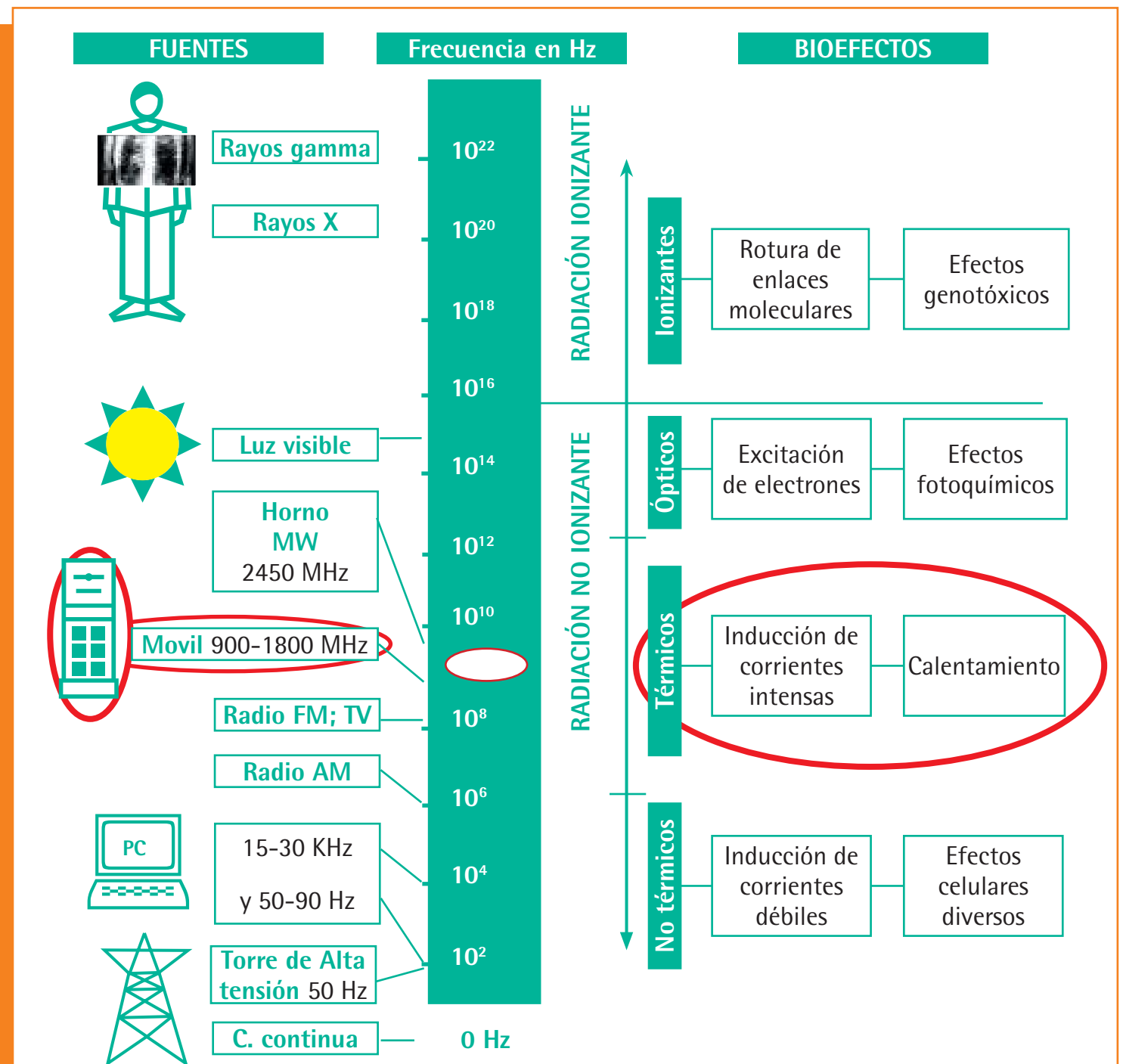
La definición de salud de la OMS, además de la ausencia de enfermedad, también contempla el bienestar psicológico y social, y es evidente que, hoy por hoy, en algunos grupos de ciudadanos existe una percepción negativa sobre los posibles efectos nocivos de la exposición a campos electromagnéticos ambientales. Esta percepción de riesgo en determinadas personas origina molestias diversas como insomnio, dolor de cabeza o tensión nerviosa, que se agrupan dentro del **síndrome de hipersensibilidad electromagnética**.

2. Contaminantes físicos

No pueden considerarse iguales todos los campos electromagnéticos a la hora de evaluar su posible influencia en la salud, ya que la naturaleza de la interacción entre los distintos campos y el material biológico, depende de las características de la emisión, frecuencia e intensidad. Según esto, dependiendo de su amplitud y frecuencia, pueden producir diversos efectos como calentamiento, sacudidas eléctricas, lipoatrofía semicircular, etc. En particular, es conveniente resaltar la no

existencia de valores de referencia toxicológica de FEB, debido a que la Comisión Internacional de Protección Contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), considera que la información científica sobre carcinogenicidad potencial de los campos FEB es escasa para establecer límites cuantitativos en la exposición.

Figura 5. Radiaciones electromagnéticas y efectos biológicos en función de las ondas electromagnéticas.



Fuente: Úbeda y Trillo 1999.



Desde el punto de vista de salud pública, los que más preocupan son los que se producen por medio de estaciones base de telefonía móvil o radiofrecuencia, transformadores eléctricos y líneas de suministro eléctrico. Las radiofrecuencias (espectro desde 1 MHz a 10 GHz), pueden originar sobre nuestro organismo efectos biológicos, es decir algún tipo de modificación en el organismo, sin que ello implique que estos efectos tengan que ser necesariamente negativos. Se distinguen efectos biológicos de dos tipos: térmicos y no térmicos

- 1) **Efectos térmicos:** Aunque no son capaces de provocar ionización, las radiaciones no ionizantes pueden inducir alteraciones en los sistemas biológicos, originadas por un ligero calentamiento del organismo al situarse en un campo de radiación directa. Las ondas penetran en los tejidos expuestos y, debido a la absorción de energía por parte de las moléculas que empiezan a oscilar, se produce un aumento de la temperatura corporal. Si el aumento de la temperatura corporal inducido por la exposición a la radiación es menor de 1 °C, la sangre circulante es capaz, en general, de disipar ese exceso moderado de calor. Sin embargo, si el incremento de temperatura corporal es superior a 1 °C, puede disminuir la capacidad para desempeñar tareas mentales o físicas a medida que aumenta la temperatura corporal.
- 2) **Efectos no térmicos:** Se ha generado preocupación por el posible aumento del riesgo de desarrollo de tumores, si bien los datos científicos de que se disponen actualmente indican que es poco probable que la exposición a este tipo de campos origine o favorezca su desarrollo.

La OMS indicaba en el año 2000, en el documento *“Campos Electromagnéticos y Salud Pública, los teléfonos móviles y las estaciones base”* que hasta el momento ningún

estudio permitía concluir que la exposición a CEM de radiofrecuencias emitidas por teléfonos móviles o sus estaciones base representen algún peligro para la salud. Posteriormente, en el año 2006, la OMS en un informe sobre campos electromagnéticos determina que no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de radiofrecuencia y redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud.

El **Comité Científico Director de la Unión Europea en Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente**, en el año 2002, en su informe sobre “Posibles efectos de los CEM, radiofrecuencias y microondas sobre la salud humana”, establece que los estudios realizados para radiofrecuencias y microondas no han proporcionado evidencias de efectos cancerígenos en niños o adultos, ni de citotoxicidad extrapolable a la población humana.

→ Ruido

La Organización Mundial de la Salud define el ruido como sonido no deseado cuyas consecuencias son molestas para la población, con riesgo para su salud física y mental, por tanto se considera como un sonido molesto, desagradable y perturbador, definiéndolo además como un tema de Salud Pública.

El oído humano solo percibe algunas ondas sonoras y es sensible a aquéllas cuya frecuencia está comprendida entre los 20 y 20.000 Hz. **Las vibraciones y otros sonidos de frecuencias muy bajas**, así como los de **alta frecuencia o ultrasónicos** (> de 20.000 Hz), no pueden ser percibidos por el oído humano, sin embargo, pueden afectar a los ocupantes de los edificios.

Los sonidos de **baja frecuencia** se pueden transmitir a través de las estructuras de los edificios produciendo distintas sensaciones, según la ubicación de las personas en diferentes lugares de una sala o del edificio, de aquí que las personas de una misma sala dependiendo de como estén expuestas notarán

o no las molestias o efectos de las mismas. Además, en los espacios cerrados, como las habitaciones, el sonido se refleja sucesivas veces en las paredes, lo que da lugar a la prolongación del sonido por algunos instantes. Este fenómeno se denomina **reverberación**, y para minimizarlo se pueden instalar barreras acústicas, como: paneles multicapas, fibras textiles, etc.

Cuando se miden los niveles de ruido, las pruebas están limitadas a frecuencias superiores a 20 Hz y en general, no existen normas específicas para el ruido de baja frecuencia. El Consejo de Investigación Nacional de Canadá (Proyecto COPE) ha establecido que el nivel ideal de ruido de fondo está entre 42 y 48 dBA. Por su parte, la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire (ASHRAE) recomienda un nivel de ruido de fondo inferior a 47 dBA y de 5 dBA de nivel medio.

El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico DB-HR **"Protección frente al ruido"**, fija como objetivo minimizar dentro de los edificios las molestias y riesgos asociados al ruido. Recoge una serie de

características mínimas de los materiales para la construcción y las características que éstos deben cumplir una vez instalados en el interior y exterior de los edificios, estableciendo valores límites de aislamiento acústico al ruido aéreo, al ruido de impactos y a las vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y también como limitar el tiempo de reverberación.

Efectos en salud

El efecto más conocido es la pérdida de la capacidad auditiva, que a menudo se relaciona con la dificultad de concentración, la interferencia en la comunicación hablada, etc. Además de las alteraciones auditivas, existen otras patologías asociadas como: estrés y alteraciones del sueño, que a su vez suelen vincularse a otras complicaciones a nivel digestivo y a un aumento del riesgo cardiovascular. Por otro lado, también se han señalado algunos síntomas asociados a frecuencias muy bajas, como son: náuseas, dolor de estómago, cefaleas, mareos, etc. En la tabla 7, se recogen otras alteraciones de la salud debidas al ruido:

Tabla 7. Efectos del Ruido en la salud de las personas.

Estrés	En personas sometidas a ruidos que perturban la atención, concentración, o comunicación. Ruidos que afectan a la tranquilidad y descanso de las personas.
Cansancio crónico	
Trastornos del sueño	Tendencia al insomnio, etc.
Fisiológicos	Puede influir en enfermedades cardiovasculares en personas sometidas a más de 65 dB, pudiendo aumentar la presión sanguínea, cardiaca, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, alteración de la circulación periférica, trastornos digestivos, etc.
Trastornos del sistema inmune	Debilitamiento del sistema inmune.
Trastornos psicofísicos	Depresión, aumento de la irritabilidad, ansiedad, manías, náuseas, jaquecas y en ocasiones, neurosis o psicosis.
Cambios conductuales	Especialmente comportamientos antisociales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social.
Trastornos auditivos	Presbiacusia o pérdida de capacidad auditiva unida al proceso de envejecimiento. Sordera temporal o sordera permanente.
Interferencias en la comunicación	Problemas para las relaciones sociales.



3

Biocontaminantes

La exposición a agentes biológicos en los ambientes interiores es un problema emergente, debido a su frecuente implicación como uno de los cofactores que pueden explicar el aumento constante de las enfermedades respiratorias, asmáticas y alergias, en grupos de población especialmente vulnerables. Por esta razón, en las políticas de investigación de Organismos Sanitarios de prestigio como la OMS, una de las líneas prioritarias son los estudios centrados en la relación entre la exposición a contaminantes biológicos y el desarrollo o la aparición de alergias o problemas respiratorios en los niños.

La correlación entre agentes patógenos en ambientes interiores y enfermedad está ampliamente documentada. Sin embargo, debido a su gran diversidad, sirva a modo de ejemplo los contemplados en la Tabla 8, se requiere seleccionar y priorizar estos según el ámbito y niveles de exposición y patogenicidad, al objeto de su prevención y control (Ej, en hospitales, infecciones nosocomiales, aspergilosis, influenza A (H1N1), etc.).

Tabla 8. Biocontaminantes en interiores.

Contaminación Biológica	Especies más frecuentes implicadas	
Bacterias	Gram -	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus spp. (S. pyogenes, S. agalactiae)</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Mycobacterium avium</i> <i>Actinomyces israelii</i> <i>Corynebacterium diphtheriae</i> <i>Enterococcus spp.</i> <i>Clostridium tetani</i> <i>Nocardia asteroides</i> <i>Micrococcus luteus</i> <i>Bacillus spp.</i>
	Gram -(*)	<i>Haemophilus influenzae</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Neisseria meningitidis</i> <i>Moraxella catarrhalis</i> <i>Legionella pneumophila</i> <i>Chlamydia psittaci</i> <i>Chlamydia pneumoniae</i> <i>Shigella spp.</i> <i>Bordetella pertussis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Acinetobacter baumannii</i> <i>Salmonella spp.</i>
Virus	ADN	Adenoviridae: Adenovirus (principalmente tipos 1 a 5, 7, 14 y 21) Enteroviridae Papillomaviridae: Papillomavirus humano 2 Parvoviridae: Parvovirus humano B19
	ARN	Coronaviridae: Coronavirus Orthomyxoviridae: Influenza (tipos A, B y C) Reoviridae: Rotavirus Paramyxoviridae: Parainfluenza (principalmente tipos 1, 2 y 3) y Virus respiratorio sincitial Picornaviridae: Rinovirus y VirusCoxsackie (grupos A y B)

Fuente: Sección de Evaluación de Impacto Ambiental en Salud. (EIAS).

Contaminación Biológica	Especies más frecuentes implicadas
Mohos y Levaduras	<i>Aspergillus spp.</i> (<i>A. fumigatus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. ochroaceus</i> , <i>A. oryzae</i> , <i>A. versicolor</i> , y/o <i>A. glaucus</i>) <i>Cladosporium spp.</i> (<i>C. cladosporoides</i> , <i>C. herbarum</i> , y/o <i>C. sphaerospermum</i>) <i>Epicoccum purpurascens</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Sistotema brinkmannii</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Botrytis cinérea</i> <i>Paecilomyces variotii</i> <i>Stachybotrys atra</i> <i>Phoma spp.</i> <i>Aureobasidium pullulans</i> (20% 30% de muestras) <i>Actinomyces thermophilus</i> <i>Stachybotrys chartarum</i> (<i>Stachybotrys atra</i>) <i>Rhodotorula spp.</i> <i>Candida albicans</i> <i>Pneumocystis carinii</i> Levaduras rosas y blancas
Algas y Amebas	<i>Acanthamoeba spp.</i> <i>Naegleria fowleri</i> Cianobacterias
Ácaros	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> <i>Dermatophagoides farinae</i> <i>Euroglyphus maynei</i> <i>Tyrophagus putrescentiae</i> <i>Glycyphagus domesticus</i> <i>G. destructor</i> <i>Acarus siro</i>
Otros alergenicos: Animales/Aves/ Insectos/Roedores/ Polen	

(*) *Bacterias Gram -*: Productoras de endotoxinas (lípidos A) que son cofactores desencadenantes de enfermedades en el ser humano, alergias respiratorias o no. (Ej. "fiebre de los lunes" en oficinas).

La presencia y multiplicación de agentes patógenos en el medio ambiente son atribuibles en la mayoría de los casos, al exceso de humedad y la falta de ventilación, por lo que el control de estos parámetros se estima ha de ser prioritario, no siendo recomendable en principio investigar agentes específicos: bacterias, virus y parásitos principalmente, salvo que se presente una patología concreta en los usuarios y sea necesario su investigación y control.

Según las premisas anteriores, la OMS en sus Directrices para la calidad del aire interior: humedad y moho, publicadas en 2009, recomienda la vigilancia de los siguientes parámetros y agentes, con objeto de abordar medidas eficaces para el control de los riesgos para la salud causadas por agentes biológicos:

- ✗ **Humedad y Ventilación.**
- ✗ **Alérgenos: Ácaros del polvo doméstico, Alérgenos de animales domésticos y Hongos y Levaduras.**

→ Humedad y Ventilación

La humedad es uno de los mejores indicadores de riesgo para patologías asociadas al ambiente interior. Se trata de un parámetro relevante en el desarrollo y multiplicación de los microorganismos, además de potenciar el inicio de procesos químicos y/o de degradación biológica de los materiales, lo que a su vez agrava el problema.

Una **ventilación adecuada** es un importante factor para el control de la humedad y prevención de la condensación. El hacinamiento y la falta de aportación de aire fresco, son factores que favorecen la transmisión de agentes infecciosos. También, el tipo de sistema de ventilación/climatización juega un papel preponderante en el riesgo de proliferación microbiológica, en su dispersión en el ambiente y en su transmisión a las personas expuestas. La mayoría de edificios comerciales y oficinas, disponen de sistemas mecánicos de suministro de aire fresco el cual puede ser filtrado, calentado o enfriado y en ocasiones humidificado. En estos equipos se pueden dar las condiciones idóneas para el crecimiento y dispersión de los microorganismos, si disponen de elementos nutritivos, y el pH y la temperatura son óptimos. Las principales fuentes de contaminación biológica relacionados con los sistemas de ventilación/climatización son: **el aire exterior** (granos de polen, bacterias, esporas fúngicas, etc.), **los sistemas de filtración, el sistema de refrigeración, los humidificadores, los materiales porosos** (conductos, aislantes acústicos, etc.) y **el aire del interior** (principalmente aerosoles generados por las personas ocupantes).

La inadecuada ventilación está fuertemente asociada con efectos adversos para la salud: Síndrome del Edificio Enfermo, infecciones, asma, etc., además de reducir el rendimiento en el trabajo y la capacidad de aprendizaje de los estudiantes en las escuelas. En general, la ventilación debe ser vista como la solución para la mayoría de los problemas de la calidad del ambiente interior.

→ Alérgenos de origen biológico

Un **alérgeno** es cualquier sustancia que el cuerpo percibe como una amenaza. Los expertos tienen identificados hasta 300 productos presentes en el medio ambiente de interiores con gran poder alergénico en las personas susceptibles, entre estos los más frecuentes son: excrementos de los ácaros del polvo, mohos, caspa animal y restos y detritus de cucarachas. El polvo es el origen de muchos trastornos alérgicos dado que en su composición entran a formar parte partículas pequeñas que incluyen: polen, mohos, fibras de tejido y caspa. También pueden causar alergia diferentes compuestos químicos como los isocianatos (pinturas y barnices), poliuretano y otros productos utilizados a nivel industrial.

Los tipos más comunes de alérgenos biológicos en interiores incluyen: Ácaros del polvo, Alérgenos de mascotas y cucarachas y Hongos.

La capacidad de desarrollar síntomas en las personas expuestas depende de la naturaleza del agente, de la carga contaminante y de la susceptibilidad de las personas expuestas. La sensibilidad varía con la predisposición genética (por ejemplo, las reacciones alérgicas no siempre se producen en todos los individuos), edad, estado de salud, y las exposiciones simultáneas. Por estas razones, y porque las mediciones de la exposición no están normalizadas y los marcadores biológicos de exposición a los alérgenos son en gran parte desconocidos, es difícil determinar niveles de exposición para las personas en general.

Los síntomas son variables, y en muchos casos poco conocidos, siendo los más comunes: rinitis, conjuntivitis, tos, dolor de cabeza, fatiga y crisis asmáticas. El asma es una enfermedad inflamatoria de las vías respiratorias, caracterizada por la aparición de "crisis", que son episodios con dificultad para respirar (disnea), tos, respiración sibilante, etc., y cuyos brotes se producen con mayor frecuencia en los niños. Su origen se considera multifactorial:



factores genéticos (susceptibilidad individual) y factores ambientales involucrados, por ejemplo: alérgenos (ácaros del polvo, moho, caspa animal, polen...), infecciones respiratorias, irritantes respiratorios (humo del tabaco, etc.).

Alérgenos de animales de compañía

Se estima que casi el 50% de la población infantil y juvenil madrileña convive con mascotas en sus hogares. Los gatos y perros son las principales causas de las alergias de origen animal. Las fuentes de infección comunes son: saliva, piel y glándulas sebáceas y anales.

Los gatos son responsables del 90% de las alergias a los animales. Los alérgenos del gato se encuentran sobre el pelo y se producen prioritariamente en las glándulas salivares y glándulas anales. Tocar el gato es sólo una vía de contacto, la más frecuente es debida a la suspensión en el aire de alérgenos, o bien a la presencia de estos asociados a las partículas presentes en moquetas, en sofás, en cortinas, etc.

En contraste con alérgenos de cucarachas; que permanecen suspendidos en el aire transitoriamente y cuando existen movimientos del polvo, los alérgenos de gato pueden permanecer suspendidos en el aire durante largos períodos de tiempo, en parte debido a que su proteína alergénica (Fel d 1) tiene la capacidad de asociarse en gran medida con partículas muy pequeñas de menos de 5 micras de diámetro. Además, los alérgenos de gato procedentes de la caspa (escamas diminutas de piel muerta), son más ligeros y se adhieren más fácilmente a otras partículas que los del perro, siendo su dispersión en el aire más lejana.

Por todo lo explicado, la alta capacidad de propagación de los alérgenos de gato, hace que además de ser detectados en los hogares sin gatos, también hayan sido detectados en lugares públicos como hospitales y escuelas.

Respecto a los alérgenos de perro, en contraste con los del gato, los de mayor poder alergénico se encuentran en la caspa. Estos también pueden ser transportados por corrientes de aire, aunque las zonas de mayor riesgo de ocasionar una reacción alérgica en personas susceptibles, se encuentran ligadas a los lugares donde se desenvuelve la vida del animal (con mayor probabilidad de acumulación de caspa): camastros, sofás, comederos y bebederos.

Efectos en salud

La reacción alérgica se produce cuando el sistema inmunológico de la persona responde ante una sustancia normalmente inofensiva asociada con el animal, generalmente algún tipo de proteína de su caspa, saliva u orina. Estas minúsculas proteínas quedan suspendidas en el aire, pudiendo depositarse en el revestimiento de la mucosa (revestimiento interno) de la nariz o los ojos. También pueden ser inhalados directamente y llegar a los pulmones. Una vez que la proteína entra en el cuerpo, se inicia una cascada de eventos que desencadena el sistema inmune y, finalmente, conduce a una reacción alérgica. La reacción alérgica puede afectar a la piel, tracto gastrointestinal, sistema respiratorio, o incluso al corazón y los vasos sanguíneos. Los síntomas incluyen estornudos, ojos llorosos y mucosidad, también pueden incluir dolor de garganta, tos, erupciones cutáneas y otros síntomas que pueden confundirse con cuadros gripales. Además pueden desencadenar ataques de asma en personas sensibles.

Diversos estudios han demostrado que hasta un 67% de los niños con asma son sensibles a alérgenos de animales. La incidencia de asma en los propietarios de gatos es significativamente más alta que los que están expuestos a otros animales. También hay estudios que concluyen que las personas con alergias al gato se encuentran en mayor riesgo de desarrollar asma crónica. Según la Fundación

Americana de Asma y Alergia (AAFA), los gatos pueden causar graves ataques de asma en aproximadamente un 20 o 30 por ciento de las personas con asma.

Alérgenos de los ácaros del polvo

Los ácaros son artrópodos microscópicos de la clase arácnida, que proliferan en ambientes interiores vinculados frecuentemente al polvo y a las escamas dérmicas de las personas, de donde obtienen su fuente de alimentación, de aquí que las mayores concentraciones se encuentren en lugares como: ropa de cama (colchones, edredones, almohadas), sofás y sillones de tela, alfombras y moquetas. La temperatura óptima de desarrollo está entre los 15 y 25 °C y la humedad relativa entre el 65 y el 80%, por lo que son abundantes en zonas templadas y costeras, donde están presentes todo el año y su concentración suele ser mucho mayor que en zonas del interior con clima más seco. Un ambiente con una humedad inferior al 50% limita bastante su presencia.

Efectos en salud

Los principales alérgenos se encuentran en los excrementos y restos corporales. Los ácaros (vivos y muertos) pueden encontrarse por centenares por cada gramo de polvo doméstico, además, cada ácaro produce gran cantidad de partículas fecales cada día, las cuales persisten en el polvo incluso tras la muerte del mismo. Por todo ello, se puede explicar el porqué los ácaros tienen mucha más importancia como fuente crónica y acumulativa de alérgenos que causan inflamación e hiperactividad bronquial, y como desencadenantes de crisis agudas de asma.

Se ha estimado que alrededor de un 5% de la población humana es sensible a los alérgenos de los ácaros del polvo. Las sustancias alérgicas al volatilizarse y tomar contacto con la mucosa nasal o bronquial, producen rinitis alérgica y/o asma bronquial. Además, por contacto dérmico pueden ocasionar eczema atópico y dermatitis. Se han descrito

numerosas especies de ácaros presentes en el polvo doméstico, aunque las principales son *Dermatophagoides pteronyssinus*, *D. farinae* y *Euroglyphus maynei*. Otras especies de ácaros conocidas como "ácaros de almacén" se alimentan de restos orgánicos, hongos, etc., por lo que es fácil encontrarlos en despensas, cocinas y suelos: *Tyrophagus putrescentiae*, *Glycyphagus domesticus*, *G. destructor*, *Acarus siro*, etc.

→ Hongos: Mohos y Levaduras

Los mohos son hongos microscópicos ampliamente distribuidos en la naturaleza, existen al menos 600 géneros, capaces de colonizar gran variedad de medios: madera, papel, tejidos, alimentos, si encuentran condiciones favorables de humedad y nutrientes. En el interior de los edificios, ya sean viviendas privadas o edificios públicos, como escuelas, las personas pueden estar expuestas de manera significativa.

En términos de salud pública son de interés tres aspectos de la composición bioquímica del hongo: un compuesto de la pared celular con propiedades inflamatorias; (1,3)-β-D-glucano; alérgenos de composición proteínica presentes en las esporas y en los fragmentos del micelio y por último, productos químicos que son citotóxicos o tienen otras propiedades tóxicas presentes en las esporas de algunas especies.

La inhalación de esporas, de fragmentos o de metabolitos (principalmente micotoxinas) y de compuestos orgánicos volátiles, a partir de una amplia variedad de hongos puede conducir a exacerbar reacciones inmunológicas de componente alérgico, causar efectos tóxicos y originar infecciones. La fuente habitual de contaminación es el medio ambiente exterior, introduciéndose en el interior de los establecimientos mediante diferentes medios mecánicos: personas, polvo, etc.

Para la mayoría de las especies, la humedad favorece su crecimiento, así instalaciones mal ventiladas, con deficiente aislamiento en paredes o presencia de grietas, son lugares propicios para su crecimiento. Por lo tanto, el factor crítico para su crecimiento, es la **disponibilidad de agua como sustrato**.

Efectos en salud

En las personas, la principal vía de transmisión es por inhalación de aerosoles que contengan hongos o sus productos. Otras formas posibles de contagio son la vía cutánea y por ingestión.

Las manifestaciones clínicas incluyen desde síntomas leves e inespecíficos como: malestar, incapacidad para concentrarse, fatiga, náuseas y dolores de cabeza, hasta cuadros de componente alérgico como: rinitis, asma, sinusitis, conjuntivitis, etc., y rara vez enfermedades más graves que afectan al pulmón, como la Neumonitis por Hipersensibilidad.

Existe un amplio espectro de enfermedades fúngicas, algunas de ellas más relacionadas con determinados sectores laborales (agricultura, construcción/rehabilitación), como el Síndrome del Polvo Orgánico (ODTS) caracterizada por la aparición brusca de fiebre y síntomas gripales, en las horas siguientes a una única exposición a un volumen importante de polvo con material orgánico, constituido por una amplia variedad de agentes biológicos incluyendo determinadas especies de hongos. Asimismo, la inhalación de grandes cantidades de conidios de *Aspergillus fumigatus* existentes en los silos donde se almacena la hierba y el grano puede causar una Alveolitis Alérgica Extrínseca o una Aspergilosis Broncopulmonar Alérgica.

Por lo común, sólo algunas especies de hongos están involucradas en cuadros infecciosos.

La Aspergilosis es una enfermedad infecciosa que suele ocurrir en personas inmunodeficientes y se manifiesta por diversos síndromes clínicos, uno de los más graves es la Aspergilosis pulmonar invasiva. Son varias las especies de *Aspergillus* que pueden originar la enfermedad, aunque las más comunes son: *A. fumigatus* y *A. flavus*, frecuentemente implicados en brotes registrados en hospitales como consecuencia de obras y/o remodelaciones y/o fallos en los sistemas de filtración del aire. La exposición a los hongos asociados con excrementos de aves y murciélagos (Ej. *Histoplasma capsulatum* y *Cryptococcus neoformans*), también pueden dar lugar a infecciones, generalmente leves con síntomas catarrales en individuos sanos, ocasionando cuadros más graves en personas con un sistema inmunitario deficiente.

Algunos hongos (*Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*) son capaces de generar efectos tóxicos en las personas, inducidos por la ingestión de unos metabolitos secundarios (micotoxinas), algunos de los cuales, como las aflatoxinas, son considerados potencialmente carcinogénicos.

La Hemorragia pulmonar o Hemosiderosis pulmonar idiopática en lactantes y niños de corta edad, es una enfermedad poco común de causa desconocida, aunque algunos estudios han sugerido que puede ser el resultado de la exposición a una combinación de algunos contaminantes ambientales como el consumo de tabaco, mohos, etc.

Respecto a las levaduras, se trata de organismos unicelulares algo más grandes que las bacterias. En general son poco conocidos sus efectos sanitarios.



4

Otros: presencia
de animales en
edificios y
su entorno

Hoy en día, cada vez es más frecuente la presencia en nuestras ciudades de una gran diversidad de especies animales que conviven con el hombre como mascotas: perros, gatos, periquitos, loros, peces, tortugas, etc., que pueden ocasionar riesgos a la salud de la población cuando sus propietarios no ejercen una tenencia responsable y éstos no se mantienen en las debidas condiciones higiénico-sanitarias. Además, también convergen en nuestras urbes otro tipo de animales sinantrópicos de vida libre, que merecen una atención especial por parte de las Autoridades Sanitarias, debido a su enorme trascendencia en la aparición de graves enfermedades a la población (Rabia, Peste, Psitacosis, etc.): roedores, artrópodos, murciélagos, palomas, etc. (Tabla 9).

Los incidentes sanitarios ocasionados a las personas por estos animales son fundamentalmente:

1. Transmisión de enfermedades zoonóticas, que son las definidas como las enfermedades que se transmiten de los animales al hombre.
2. Lesiones directas provocadas por una picadura, mordedura o contacto.

En relación a la presencia de animales de compañía en ciertos edificios públicos, la normativa en vigor prohíbe su presencia en la mayoría de ellos: establecimientos alimentarios y/o de restauración (comedores colectivos, bares, etc.), centros sanitarios (ambulatorios, hospitales), transporte público, etc., con la excepción de los perros-guía. Sin embargo, existe cierta permisividad respecto a otras especies animales utilizadas como mascotas, algunas de ellas exóticas, que también pueden ocasionar enfermedades en el hombre si no se adoptan las debidas medidas recomendadas por las Autoridades Sanitarias y Veterinarios clínicos: Ej. Galápagos en guarderías, loros y periquitos en centros sanitarios y residencias de la tercera edad y por último, núcleos o colecciones zoológicas (aviarios, etc.), en el exterior de edificios.

Por otro lado, es necesario llamar la atención sobre los problemas de salud pública asociados a la presencia de animales vagabundos y/o plagas en el entorno próximo del edificio. Ej.: colonias de gatos silvestres, perros vagabundos, palomas, etc. La situación sanitaria de estos suele ser bastante deficiente, siendo frecuente que presenten sarnas, dermatofitosis (tiñas) y, en general, enfermedades infecciosas y por lo tanto la posibilidad de su transmisión a las personas, además del daño que provocan por esparcimiento de basuras, el deterioro del paisaje, etc. En definitiva, es esencial para su control, promover la tenencia responsable de estos animales por parte de las Autoridades Públicas y Veterinarios Clínicos, es decir, concienciar a sus propietarios, multando el abandono y prohibiendo su alimentación en la vía pública.

Mención aparte merecen las especies de artrópodos y roedores, ya que muchos de ellos son reservorios de múltiples enfermedades para el hombre. De cara a la prevención y control habrá que tener en cuenta ciertos aspectos como: origen, densidad y distribución, así como, su ecología (afinidad por ciertos hábitats, movilidad, alimentación, etc.) y será fundamental el mantenimiento de las condiciones higiénico-sanitarias, la corrección de las alteraciones del medio origen de la plaga; en definitiva el cumplimiento de los Planes de Control Integral de Plagas.



Fotografía: UTCV - Salud Ambiental - Ayuntamiento de Madrid (Madrid Salud).

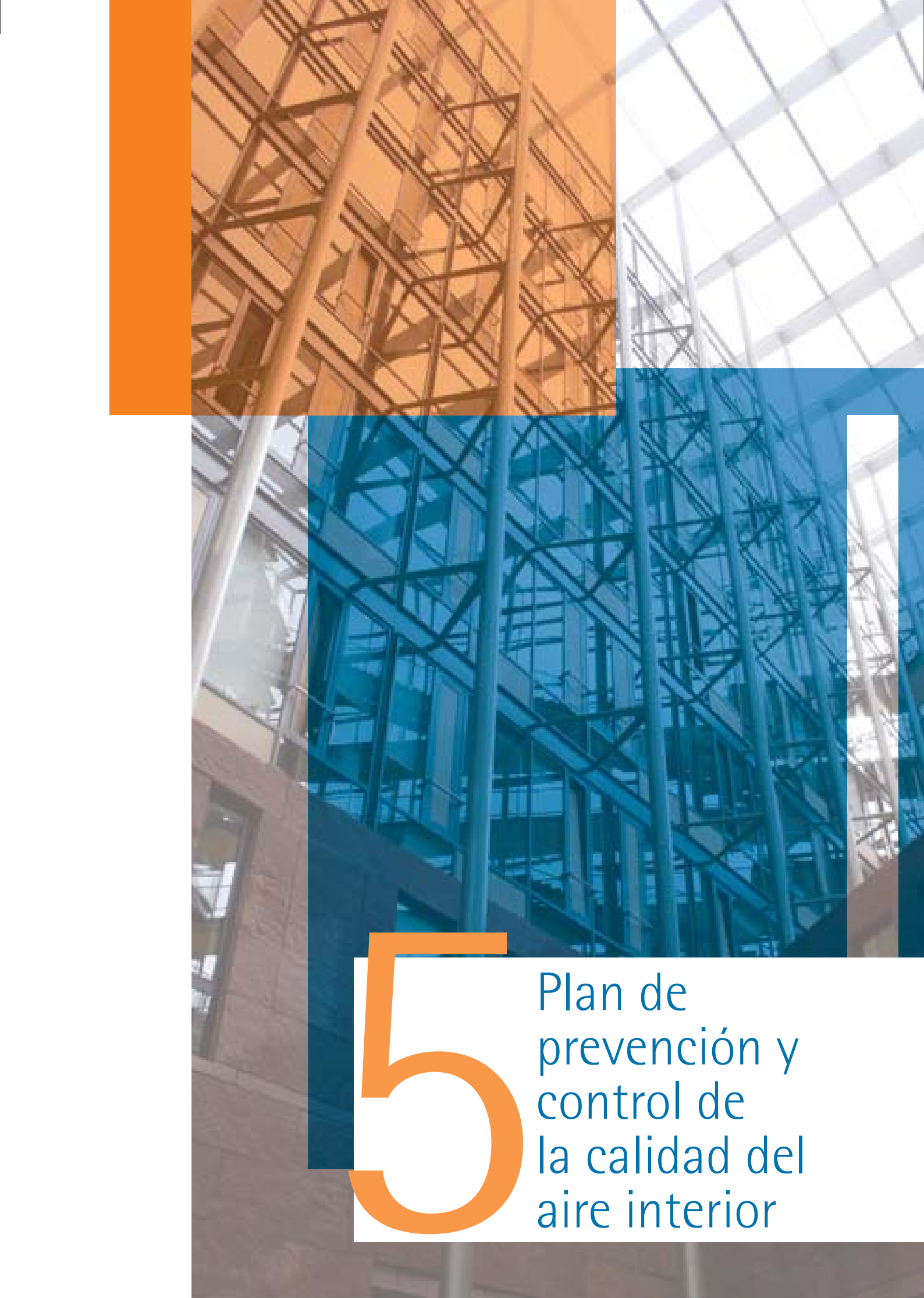
Tabla 9. Zoonosis de mayor interés sanitario, transmitidas por los animales de compañía en nuestro entorno geográfico.

Mascotas	Enfermedad	Agente causal	Observaciones
Perros	Leishmaniosis	<i>Leishmania infantum</i>	Trasmitida por mosquitos flebotomos. Patología cutánea o visceral según tipo.
	Hidatidosis	<i>Echinococcus granulosus</i>	Quiste hidatídico en hígado y pulmón principalmente.
	Fiebre Exantemática del Mediterráneo	<i>Rickettsia conorii.</i>	Trasmitida por garrapatas. Cuadro febril, cefalalgia, dolores musculares y articulares.
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	Transmisión: aguas, suelos y alimentos contaminados por orina de perros, ratas etc. También por mordedura, lamido, etc. Cuadro icterico o bien cuadro más leve similar a gripe.
	Fiebre recurrente por garrapatas	<i>Borrelia recurrentis</i>	Cuadro febril y erupciones petequiales.
	Larva migrans visceral y Larva migrans ocular	<i>Toxocara canis</i>	Fiebre, hepatomegalia, tos, alteraciones neurológicas y oculares.
	Larva migrans cutánea o erupción reptante	<i>Ancylostoma spp.</i> <i>Uncinaria stenocephala</i>	Perros (más frecuente) y gatos. Dermatitis pruriginosa.
	Ehrlichiosis	<i>Ehrlichia spp. (E. canis, E. sennetsu)</i>	La mayoría, transmisión por garrapatas. Patología dependiente de la especie implicada. En general fiebre, dolores musculares, vómitos, diarreas etc.
	Babesiosis	<i>Babesia spp. (B. canis, B. felis)</i>	Perros y gatos. Transmisión por garrapatas. Enf. leve habitualmente asintomática o fiebre, fatiga y anemia.
	Tiña	<i>Microsporum canis</i> <i>Microsporum gypseum</i>	Perros y gatos. Micosis. <i>M. canis</i> muy prevalente.
	Rabia	<i>Lyssavirus (ARN)</i>	Transmisión por mordedura, rasguño y lamedura de todos los animales de sangre caliente, más frecuente perro. Encefalomiелitis aguda grave. Península ibérica libre de rabia.
	Otras Infecciones por mordedura/lamido.	<i>Capnocytophaga spp.</i>	Perros y gatos. Enfermedades leves de tipo febril. Los cuadros graves: septicemia, meningitis, endocarditis, artritis.
	Tuberculosis	<i>Micobacterium tuberculosis</i> <i>M. bovis</i>	Poco frecuente. En ciudades es más frecuente la infección por <i>M. tuberculosis</i> , atribuida al contacto con personas.

Fuente: Sección de Evaluación de Impacto Ambiental en Salud. (EIAS)

4. Otros: presencia de animales en edificios y su entorno

Mascotas	Enfermedad	Agente causal	Observaciones
Gatos	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma Gondii</i>	Enf. asintomática o leve con fiebre y linfadenopatía. Los cuadros más graves, neumonía, miocarditis y encefalitis. Embarazadas: abortos, o lesiones en el feto(lesiones cerebrales, oculares, etc.). La patología puede aparecer después del nacimiento.
	Larva migrans visceral y Larva migrans ocular	<i>Toxocara cati</i>	
	Enf. Arañazo gato	<i>Bartonella spp.</i> (<i>B. henselae</i> / <i>B. quintana</i>)	Normalmente asintomático. Cuadros graves: fiebre prolongada, bacteriemia, endocarditis, encefalitis, etc.
	Pasteurellosis	<i>P. multocida</i> <i>P. haemolytica</i>	Transmisión mordedura. También en el perro (gato más frecuente) celulitis y dolor.
	Rabia	<i>Lyssavirus (ARN)</i>	
Mustélidos: Hurones, Visones	Rabia	<i>Lyssavirus (ARN)</i>	
	Otras Infecciones por mordedura/lamido.	<i>Capnocytophaga sp.</i> <i>Pasterellas</i>	
	Tuberculosis	<i>Micobacterium tuberculosis</i> <i>M. bovis</i>	
Roedores: ardilla, jerbo, cobayas, etc.	Tiña roedores	<i>Tricophyton mentagrophytes</i>	
	Infecciones mordedura	<i>Streptobacillus moniliformes</i>	
Aves psitácidas: loros, periquitos, cacatúas, etc.	Psitacosis	<i>Chlamydia psittaci</i>	Enfermedad frecuentemente asintomática y/o cuadros leves que se confunden con resfriados comunes. Más graves: neumonía atípica. Raramente endocarditis.
	Tuberculosis	<i>Micobacterium tuberculosis.</i> <i>M. bovis,</i> <i>M. avium</i>	Rarísima (sólo algún caso descrito).
Reptiles Galápagos Serpientes	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	Gastroenteritis aguda, dolores abdominales, diarrea, náuseas y a veces vómitos.



5

Plan de
prevención y
control de
la calidad del
aire interior



La calidad del ambiente interior depende en gran parte del correcto diseño, higiene, mantenimiento y funcionamiento de los sistemas de ventilación y climatización del edificio. Dichos sistemas tienden a cubrir las necesidades de calefacción, refrigeración y acondicionamiento del aire de un edificio, a menudo utilizando la misma instalación. Además estos sistemas deben crear condiciones térmicas aceptables (temperatura y humedad) procurando **confort térmico** para los ocupantes. Según la organización NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), los sistemas de climatización son responsables del 50% de las quejas de calidad ambiental interior de edificios.

Estos sistemas se distribuyen por todo el edificio aportando aire acondicionado por los difusores y transportando los distintos contaminantes que encuentra en su recorrido hasta las rejillas de retorno, por lo que existe un riesgo de propagación de contaminantes en el aire, con la consiguiente aparición de patologías de diferente índole como por ejemplo enfermedades nosocomiales en hospitales.

La ventilación en los edificios puede ser natural o mecánica. La **ventilación natural** se consigue a partir de las diferencias de presión que crea el viento en el edificio o que pueda resultar en un efecto acumulativo, debido a diferencias de temperatura. El aire penetra a través de las aperturas situadas en la parte inferior de la fachada y sale otra vez al exterior a través de otras aperturas situadas en la parte superior de la misma.

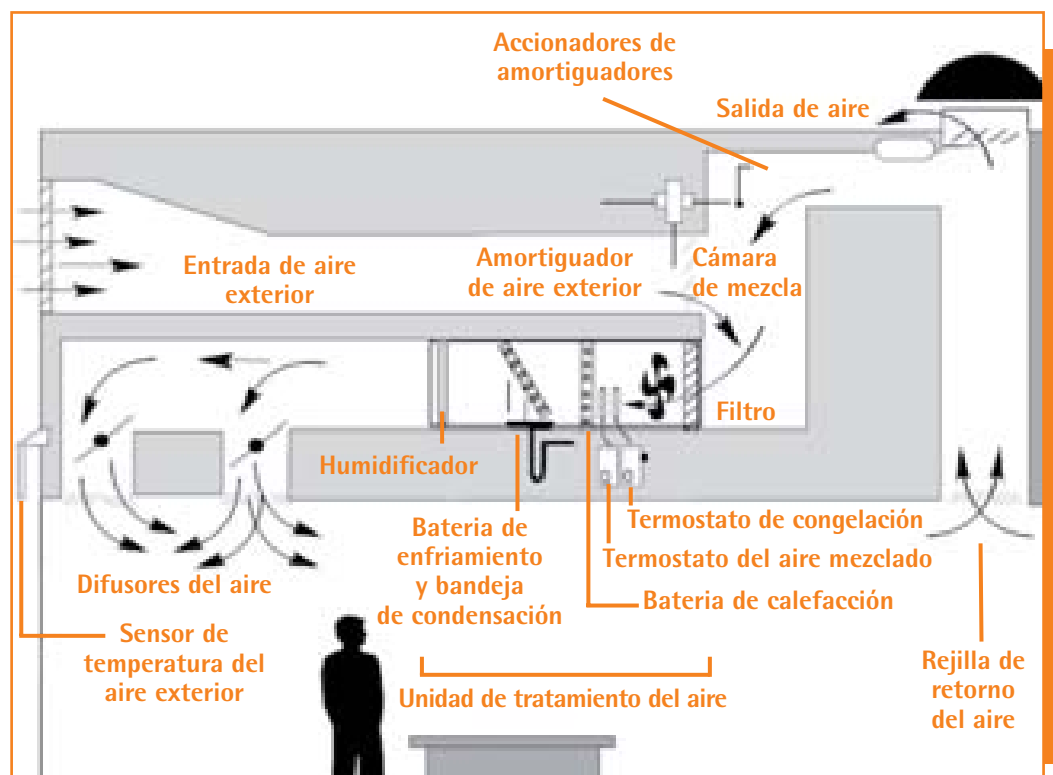
La **ventilación mecánica de caudal simple** introduce el aire de forma natural por ejemplo en las oficinas, gracias a los pasos de aire ajustables que están situados en las paredes exteriores mientras que el aire viciado se extrae mecánicamente (ventiladores) en el pasillo. Con esta extracción, se produce una depresión en las oficinas, que favorece la infiltración de aire nuevo.

En el caso de la **ventilación mecánica de caudal doble** hay dos conductos. El aire, filtrado y precalentado en invierno, entra en los recintos y salas del edificio a través de un conducto, generalmente situado en el falso techo.

El flujo de aire que entra a través de los difusores mueve, retiene y transporta los distintos contaminantes que encuentra en su recorrido desde su origen hasta las rejillas de retorno del aire junto con los contaminantes que transporta y se extrae mecánicamente por otro conducto. Además se pueden controlar las características térmicas del aire acondicionándolo.

Básicamente el sistema de aire acondicionado se puede representar en la siguiente figura:

Figura 6.



Fuente: *Building Air Quality*. EPA and NIOSH. 1991.

→ Plan de prevención y control de la calidad del aire interior

Para abordar la elaboración de un PCCAI, siguiendo el modelo genérico propuesto en el Sistema de Gestión se deberá llevar a cabo en las etapas siguientes:

- ✗ Diagnóstico de Situación de Calidad.
- ✗ Medidas de actuación: vigilancia y control.
- ✗ Evaluación.

Diagnóstico de Situación de Calidad

Primera Fase. Recogida de Información.

- ✗ Solicitud de información al responsable relacionada con los elementos e instalaciones implicadas en los SVAA (Sistema de ventilación y aire acondicionado): plano detallado del Sistema de ventilación y climatización, esquemas de instalaciones, memorias técnicas descriptivas, deficiencias, planes integrantes del SGCAI que afecten al SVAA (mantenimiento, legionelosis, limpieza y desinfección...) gestión de residuos, entorno exterior, registro de quejas, incidencias...
- ✗ Inventario de factores ambientales: Listado de los aspectos, instalaciones o elementos del SVAA que interactúan con la calidad ambiental.

1.- Ubicación del edificio

Los aspectos que pueden condicionar la calidad ambiental en interiores son entre otros:

Calidad del aire exterior de la zona. Dependiendo del tipo de calidad del aire exterior del edificio (ODA) y las exigencias de calidad de aire interior que debemos cumplir en función del tipo de edificio de que se trate (hospital, oficina, cines, garajes...), se dispondrá de un equipamiento específico de purificación del aire, conforme al RITE.

Orientación y condiciones climatológicas. Condicionará el confort térmico.

Usos del solar. En el caso de zonas verdes, el suelo es fuente de hongos y ocasionalmente puede ser emisor de olores a compost, así como de productos químicos usados como plaguicidas.

Ubicación de tomas de aire. Deben estar alejadas de focos de contaminación, así como de zonas ajardinadas y de torres de refrigeración cercanas. No deben estar próximas a cuartos de basuras o residuos y a almacenes de productos químicos.

Actividades desarrolladas en el área de influencia. Existencia de posibles focos de contaminación por actividades industriales, vertederos, etc. (gases, sustancias químicas, olores...).

2.- Usos, actividades y distribución del edificio

La modificación del proyecto original con compartimentación de espacios que fueron proyectados diáfanos suele constituir un problema habitual que afecta al confort térmico y a los SVAA.

3.- Materiales de construcción

Manipulación o instalación de materiales interiores no inertes en contacto con el aire que pueden aportar sustancias nocivas al aire, por ejemplo fibra de vidrio deteriorada que genere fibras en suspensión, compuestos orgánicos volátiles a partir de aislamientos, etc.

4.- Instalaciones e infraestructuras del edificio

Instalaciones de acondicionamiento del aire. Debe revisarse aspectos como aportes, renovación, recirculación, humidificación, filtros, limpieza...

Sistema de ventilación. Repercute notablemente en la calidad del aire interior, participando en la renovación del mismo. Los sistemas de ventilación con extracción localizada funcionan capturando el contaminante en la propia fuente o lo más cerca posible.

Humidificación. Pueden suponer un importante problema higiénico si no se realiza un mantenimiento exhaustivo, ya que la humedad es un factor potenciador de contaminación microbiana, fúngica y de ácaros. Debe estudiarse la idoneidad y necesidad de instalar humidificación en los sistemas de climatización.

Plenums. El uso de plenums dificulta los tratamientos de higienización. Los falsos techos usados como plenum de conducción de aire son difíciles de higienizar ya que existen multitud de elementos eléctricos, bandejas de cableados, luminarias, etc., y los materiales constitutivos del propio falso techo o el material aislante, suelen ser fuente de fibras de vidrio o celulosa, que pueden afectar negativamente a la calidad del aire del edificio.

Instalaciones de agua.

Debe tenerse en cuenta si existe presencia de instalaciones que transfieren agua al aire y que estén considerados dispositivos de riesgo por legionelosis como torres de refrigeración, condensadores evaporativos, humectadores y equipos de enfriamiento evaporativo.

Otras instalaciones como: cuarto de basuras o conductos de recogida de residuos urbanos, depósitos de combustibles, instalaciones de transporte vertical y comunicación entre plantas, zonas de aparcamiento y almacenes o salas de usos especiales.

Pueden emitir contaminantes (gases, humos, olores, artrópodos...) que afecten a puntos de captación de aire al interior o directamente difundirse a las diferentes estancias y recintos del edificio, pudiendo afectar a los SVAA.

Determinadas salas, como zonas de reprografía, cocinas, almacén de productos químicos, deben mantenerse en depresión respecto al resto del edificio y, si es preciso, con sistemas de tratamiento de aire específicos.

5.- Planes transversales

Otros planes con especial incidencia en la calidad del aire son los de carácter transversal contemplados en este capítulo.

Segunda Fase. Análisis de Peligros.

A partir de la información recopilada se identificarán los posibles peligros **seleccionando** los que realmente se consideren **significativos** y se establecerán como Punto de Control Crítico para su posterior **valoración** mediante la inspección y toma de muestras.

Tercera Fase. Inspección y toma de muestras.

El RITE establece valores que deben cumplir los parámetros que conforman el bienestar térmico como son:

- ✗ Temperatura seca del aire y operativa.
- ✗ Humedad relativa.
- ✗ Temperatura radiante media del recinto.
- ✗ Velocidad media del aire en la zona ocupada.
- ✗ Intensidad de la turbulencia.

La mayoría de Organismos reconocidos en la materia establecen una serie de parámetros mínimos a tener en cuenta en la calidad del aire interior:

- ✗ Temperatura y humedad relativa.
- ✗ Dióxido de carbono.
- ✗ Monóxido de carbono.
- ✗ Partículas en suspensión (PM10).
- ✗ Bacterias en suspensión.
- ✗ Hongos en suspensión.

Otros parámetros adicionales que pueden muestrearse según los resultados obtenidos en el análisis de peligros son:

- ✗ Fibras en suspensión (amianto, fibra de vidrio, etc.) si se observa presencia de materiales de construcción o aislantes a base de fibras minerales.
- ✗ Radón, si es propio del terreno o materiales empleados (graníticos).
- ✗ Compuestos orgánicos volátiles, si existe una presencia significativa de olores,

sobre todo en edificios recién construidos o reformados con mobiliario nuevo se medirá formaldehído.

- ✗ Ozono en fotocopiadoras, impresoras, ozonizadores.
- ✗ Ácaros del polvo en zonas de almacenamiento, sobre todo de papel o con escasa limpieza, con presencia de moquetas, mascotas...
- ✗ Benceno, nicotina y aldehídos si existe presencia de fumadores.
- ✗ Iluminación y ruido ambiental.

Para valorar los biocontaminantes presentes se determinan bacterias y hongos en suspensión, sin embargo estos métodos microbiológicos "convencionales" empleados en la evaluación de interiores y basados en recuento de colonias, presentan grandes limitaciones que hacen que su utilidad sea cuestionable (patógenos que inhiben el crecimiento de otros, crecimientos selectivos según medio, etc.). Actualmente, se tiende a la determinación de marcadores de crecimiento para detectar microorganismos patógenos o toxinas microbianas.

Cuarta Fase. Valoración de resultados e informe final.

Los resultados obtenidos deben compararse con un valor de referencia que nos indique si la calidad del aire interior es conforme o no. Los valores de referencia son los establecidos en las normativas vigentes y por lo tanto de obligado cumplimiento. En caso, de carecer de regulación, se aplicarán de forma prioritaria los valores recomendados por Organismos Sanitarios (OMS, CDC, etc.). Así mismo, y en el caso de que no se dieran los supuestos anteriores, se seguirán los valores prescritos por otros Organismos reconocidos en la materia. (Normas UNE/EN/ISO, EPA, ACGH, etc.).

El Diagnóstico de Situación de la Calidad del Aire Interior quedará plasmado en un documento **que como mínimo** incluirá información referente a:

Información técnica de las instalaciones del aire

- ✗ Tipo de ventilación (natural, mecánica, mixta) y sistema de extracción y purificación del aire (filtros). Localización de la toma de aire, recirculación, sistemas de enfriamiento y/o humidificación. Renovaciones: aporte de aire exterior y aportes promedio y mínimo por persona (litros/segundo persona) y su cálculo (estimado, medido).
- ✗ En el caso de oficinas, superficie por persona y volumen de aire por persona (promedio y mínimo).
- ✗ Dispositivos de riesgo por legionelosis. Existencia de dispositivos, cumplimiento del Plan de Autocontrol de Legionelosis.
- ✗ Condiciones higiénico-sanitarias de las instalaciones de aire. Procedimientos de higienización (método, frecuencia, productos empleados).
- ✗ Materiales y recubrimientos en suelos, paredes y techos cuando tengan repercusión en la calidad del aire interior.
- ✗ Reformas o remodelaciones realizadas durante los últimos años. Materiales y productos utilizados.

Resultados del Análisis de Peligros.

- ✗ Parámetros analizados y justificación.
- ✗ Resultados analíticos obtenidos y criterios de calidad considerados.
- ✗ Medidas preventivas y de control y Acciones correctoras propuestas.

Medidas de actuación: Vigilancia y Control

A partir del Diagnóstico se elabora el Cuadro de Gestión que recogerá de forma planificada las medidas de control y vigilancia del PCCAI.

→ Medidas de control de focos contaminantes

La fuente de contaminación puede controlarse por varios medios, entre los que destacan:

Higiene. La higienización en los SVAA tiene como objetivo eliminar la suciedad y los contaminantes presentes mediante la limpieza de los mismos, pudiendo completarse con un tratamiento de desinfección, si se precisase.

El **Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, RITE**, (R.D 1027/2007) establece en su instrucción técnica relativa a las **pruebas de recepción de redes de conductos de aire**, la preparación y limpieza de éstas antes de la conexión de las unidades terminales: *“la limpieza interior de las redes de conductos de aire se efectuará una vez se haya contemplado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento del aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles”*, cumpliendo las condiciones prescritas en la norma UNE 100.012, *Higienización de sistemas de climatización*.

La norma UNE 100012 desarrolla criterios de valoración, de descontaminación (higienización) y de validación (eficacia) de la calidad higiénica del SVAA, aplicable a todos los elementos del sistema desde la entrada hasta la salida del aire, así como a todas las superficies del SVAA en contacto con el aire circulante. El proceso de limpieza puede ir acompañado, sólo en los casos en que se considere necesario, de un proceso de desinfección.

Eliminación. Es el método ideal para controlar la calidad del aire en interiores. Eliminar la fuente de contaminación es una medida permanente que no requiere de operaciones de mantenimiento posteriores. Se aplica cuando se conoce la fuente de la contaminación, como en el caso del humo del tabaco.

Sustitución. En algunos casos hay que sustituir el producto que origina la contaminación. A veces es posible cambiar los productos

utilizados (limpieza, decoración, etc.) por otros que presten el mismo servicio pero que sean menos tóxicos o presenten un riesgo menor para las personas que los utilizan.

Aislamiento o confinamiento espacial. El objeto de estas medidas es reducir la exposición limitando el acceso a la fuente. Es un método por el que se interponen barreras (parciales o totales) o medidas de contención alrededor de la fuente de contaminación para minimizar las emisiones al aire circundante y limitar el acceso de personas a la zona próxima a la fuente de contaminación. Los recintos deben estar equipados con sistemas de ventilación suplementarios que puedan extraer aire y suministrar un flujo de aire dirigido donde sea necesario. Por ejemplo salas de calderas, salas de fotocopiadoras.

Sellado de la fuente. En este método se utilizan materiales y/o productos que eviten o minimicen la emisión de contaminación. Se ha propuesto como medio para evitar la dispersión de fibras de amianto sueltas de antiguos aislantes, así como para reducir la emisión de formaldehído de las paredes tratadas con resinas. En edificios contaminados por gas radón, esta técnica se utiliza para sellar bloques de hormigón y fisuras en paredes de sótanos, utilizándose polímeros para evitar la inmisión de radón del suelo. Las paredes de sótanos también pueden tratarse con pintura epoxídica y un sellador polimérico de polietileno o poliamida para evitar contaminación que pueda filtrarse a través de las paredes o por el suelo.

Extracción localizada. Los sistemas de extracción localizados funcionan capturando el contaminante en la propia fuente o lo más cerca posible de ella. La captura se realiza con una campana concebida para atrapar el contaminante en una corriente de aire que fluye a través de conductos hacia el sistema de depuración con ayuda de un ventilador. Si no es posible depurar o filtrar el aire extraído, deberá evacuarse al exterior y no volverá a utilizarse en el edificio.

Ventilación. El sistema más empleado para corregir o prevenir los problemas de contaminación del aire en interiores es la ventilación, ya que la renovación del aire interior con aire nuevo de mejor calidad diluye los contaminantes que se encuentran dispersos por todo el edificio debido a las diferentes fuentes de contaminación presentes en ellos.

Las medidas de prevención y control básicas a aplicar en los sistemas de ventilación están relacionadas con la calidad y cantidad del aire aportado:

- a.- sistema de purificación o filtración
- b.- aporte de aire o renovación

a.- Sistema de purificación o filtración. Respecto a la **calidad del aire interior**, el RITE establece que los sistemas de ventilación y climatización, centralizados o individuales, se diseñarán para controlar el ambiente interior desde el punto de vista de la calidad con los métodos que en él se establecen.

La calidad del aire interior (IDA) que debe alcanzarse en función del uso del edificio se categoriza como:

Tabla 11: Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios (IDA).

Categoría	Calidad	Edificio
IDA 1	Aire de óptima calidad	Hospitales, clínicas Laboratorios Guarderías
IDA 2	<i>Aire de buena calidad</i>	Oficinas Residencias (locales comunes de hoteles y similares) Residencias de ancianos y estudiantes Salas de lecturas, aulas de enseñanza y asimilables Museos Salas de tribunales Piscinas
IDA 3	<i>Aire de calidad media</i>	Edificios comerciales Cines, teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías, bares Salas de fiestas Gimnasios, locales de deporte excepto piscinas Salas de ordenadores
IDA 4	<i>Aire de calidad baja</i>	

Fuente: Real Decreto 1027/2007, por el que se aprueba el RITE.

5. Plan de prevención y control de la calidad del aire interior

Además el RITE establece 5 categorías de calidad del aire exterior disponible (ODA):

Categoría	Calidad
ODA 1	Aire puro que contiene temporalmente partículas sólidas
ODA 2	Aire con alta concentración de partículas
ODA 3	Aire con alta concentración de contaminantes gaseosos
ODA 4	Aire con alta concentración de contaminantes gaseosos y partículas
ODA 5	Aire con muy alta concentración de contaminantes gaseosos y partículas

El RITE establece unas exigencias respecto al tipo de filtración a aplicar en ese edificio en función de la calidad de aire interior o IDA requerida y la calidad exterior (ODA). Por ejemplo, para un hospital o un laboratorio que está catalogado como calidad de aire IDA 1 (aire de óptima calidad) ubicado en una zona

clasificada como ODA 3 (aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos) se requiere una filtración de tipo F7/F9.

También se clasifica el aire de extracción en función del edificio o local en las siguientes categorías:

Categoría	Calidad	Origen contaminantes	Edificio
AE 1	Bajo nivel de contaminación	Materiales de construcción y decoración Personas	Oficinas, salas reuniones, aulas Pasillos, escaleras Espacios de uso público
AE 2	Moderado nivel de contaminación	Mas contaminantes que anterior Humo de tabaco	Restaurantes, bares Habitación hoteles Vestuarios Almacenes
AE 3	Alto nivel de contaminación	Producción de productos químicos Humedad	Aseos, saunas Cocinas Laboratorios químicos Imprentas Salas, habitaciones de fumadores
AE 4	Muy alto nivel de contaminación	Sustancias olorosas Contaminantes perjudiciales para la salud superando la concentración límite permitida	Aparcamientos Extracción de campanas de humo Locales manejo de pinturas Almacén de basuras Salas de fumadores uso permanente Laboratorios químicos

Únicamente el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco puede ser re-
tornado a los locales mientras que el de categoría AE 2 puede recircularse hacia locales de servicio, aseos y garajes.

El aire de categoría AE 3 y AE 4 no puede recircularse y su expulsión al exterior debe ser por lugar distinto que el aire de categorías AE 1 y AE 2, para evitar contaminación cruzada.

b.- Aporte de aire o renovación. Respecto a la cantidad de aporte de aire exterior o renovaciones de un edificio, local... debe aportarse un determinado flujo de aire exterior por horas y por ocupante, estableciendo unos valores mínimos recomendables.

El RITE establece diferentes exigencias (caudal mínimo) de aire exterior de ventilación según

la categoría de aire interior, proporcionando diferentes métodos para su cálculo. Para el caso de hospitales y clínicas son válidos los valores de la norma UNE 100713.

La norma UNE 100713:2005. Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales clasifica en dos grupos los locales del hospital según las exigencias higiénicas, incluyendo a todos los locales del bloque quirúrgico dentro de la clase I, con mayores exigencias. El caudal mínimo de aire exterior en quirófanos es de 1200 m³/h y un mínimo de 20 recirculaciones/hora.

En el resto de edificios para calcular el caudal mínimo de aire exterior de ventilación el RITE establece diferentes métodos que se recogen de forma resumida en la siguiente tabla:

Categoría	M. indirecto caudal de aire exterior por persona	M. directo por calidad del aire percibido	M. directo por concentración de CO ₂	M. indirecto caudal de aire por unidad de superficie	M. de dilución
IDA 1	20 dm ³ /s persona	0,8 dp	350 ppm	No aplicable	Cálculo según norma UNE-EN 13779 sin superar concentración límite fijada por autoridad sanitaria
IDA 2	12,5 dm ³ /s persona	1,2 dp	500 ppm	0,83 dm ³ /(s·m ²)	
IDA 3	8 dm ³ /s persona	2 dp	800 ppm	0,55 dm ³ /(s·m ²)	
IDA 4	5 dm ³ /s persona	3 dp	1.200 ppm	0,28 dm ³ /(s·m ²)	

5. Plan de prevención y control de la calidad del aire interior

El RITE asigna los valores IDA anteriores a los diferentes locales en virtud de una serie de consideraciones:

	M. caudal aire exterior/persona	M. calidad aire percibido	M. concentración CO ₂	M. caudal aire/superficie	M. de dilución
Reducida actividad física, con baja producción de contaminantes y con prohibición de fumar	69				
Reducida actividad física, con baja producción de contaminantes y con prohibición de fumar Permitido fumar	2 x caudal exterior				
Valoración de CAI por método olfativo		69			
Elevada actividad física, y presencia de personas con prohibición de fumar (discotecas,gimnasios...)			69		
Elevada producción de contaminantes sin conocer composición y caudal (bares, cafeterías, restaurantes...)			69		
Elevada producción de contaminantes conociendo composición y caudal (bares, cafeterías, restaurantes...)					69
Espacios no dedicados a ocupación humana permanente				69	
Piscinas climatizadas	2,5 dm ³ /s/m ² de lámina de agua y de playa				

A continuación, a modo de ejemplo, se detallan algunas de las actuaciones que dependiendo de las características y estructura del edificio se deberían aplicar. En el caso de edificios de nueva construcción que aún se encuentren en fase de proyecto o diseño, se considerarían como medidas preventivas.

- ✗ Ubicar las tomas de aire exterior alejadas de focos de contaminación y de torres de refrigeración, localizadas en fachada del edificio y lo más alto posible.
- ✗ Proteger las unidades de tratamiento de aire ubicadas a la intemperie frente a

la lluvia y la radiación solar, ya que las uniones entre chapas no siempre son estancas y es posible la infiltración de agua al interior.

- ✘ Preservar también las tomas de aire exterior de la acción de la lluvia y de la radiación solar que deteriora los materiales de éstas.
- ✘ Evitar en lo posible disponer superficies horizontales junto a las tomas de aire exterior, ya que pueden ser superficies de acumulación de agua de lluvia favorecedora del crecimiento microbiano, o acumularse excretas y plumas debido a pájaros que se posen sobre ellas, con riesgo de presencia de ácaros y otros contaminantes.
- ✘ Instalar extractores localizados en las fuentes de contaminación. En los recintos con fuentes de contaminación localizadas deberían mantenerse a presión negativa en relación con la presión atmosférica exterior.
- ✘ Situar a los ocupantes junto a los difusores de aire, expulsando el aire mezclado con contaminantes por la vía más corta posible.
- ✘ Emplear materiales interiores en contacto con el aire totalmente inertes, utilizando material no poroso para evitar la acumulación de bacterias, hongos o huevos de insectos y resistentes a las futuras operaciones de limpieza y desinfección, que habrán de llevarse a cabo periódicamente. Al no utilizar material poroso se evita la contaminación fúngica del falso techo en caso de que se produzcan derrames de las conducciones de agua o infiltraciones del exterior.
- ✘ El revestimiento interior de conductos deberá ser resistente a la acción agresiva de los productos de desinfección y la acción mecánica de las operaciones de limpieza a las que se le sometan.
- ✘ Evitar el uso de plenum (espacio situado entre un forjado y un techo suspendido o un suelo elevado) para distribución de aire. Cuando se utilicen deben estar delimitados por materiales que cumplan las condiciones requeridas a los conductos y con accesibilidad para su limpieza y desinfección. Si se usan salas de máquinas como plenum de mezcla de aire, las uniones entre pared y suelo serán redondeadas para facilitar su limpieza evitando la acumulación de microorganismos e insectos. Las paredes de tales salas serán preferiblemente impermeables y no porosas y los puntos de desagüe, si existen, deben estar cerrados herméticamente y abrirse únicamente cuando sea necesario evacuar agua.
- ✘ El agua que se emplee para la humectación deberá tener calidad sanitaria. No está permitida la humectación del aire mediante inyección directa del vapor procedente de calderas, salvo que el vapor tenga calidad sanitaria.
- ✘ La humidificación por pulverización, está totalmente desaconsejada, ya que se ha probado su relación con diversos episodios de la denominada fiebre del humidificador o de Pontiac, por riesgos elevados si el agua de aporte se encontrase contaminada con bacterias de la especie *Legionella*.
- ✘ Disponer de espacio suficiente en todos los elementos del sistema de tratamiento de aire (unidades de tratamiento de aire, plenum, sistemas de conductos) para permitir un mantenimiento higiénico adecuado. El acceso a los diferentes elementos facilita la labores de inspección y mantenimiento, ya que durante la vida útil de la instalación se ensucia y requiere de una limpieza física para retirar los depósitos acumulados.

5. Plan de prevención y control de la calidad del aire interior

Tabla 12.- Modelo de Cuadro de Gestión del Plan de Prevención y Control de la Calidad del Aire Interior.

Aspecto de influencia en la calidad del aire	Elementos/ instalaciones implicadas	Acciones preventivas/ criterios de diseño
HIGIENE	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones de acondicionamiento de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Accesibilidad - Materiales resistentes a los procesos de limpieza y desinfección
CONTROL DE FUENTES	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación del edificio 	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar calidad del aire exterior en el diseño de sistemas de purificación según RITE.
	<ul style="list-style-type: none"> Usos, actividades y distribución del edificio: Zonas de reprografía Restaurantes y cocinas 	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicación en salas especiales de uso exclusivo con filtración especial y en depresión y extracciones localizadas. - Zona de extracción localizada.
	<ul style="list-style-type: none"> Materiales de decoración y construcción 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar materiales de baja emisión de sustancias químicas.
	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones de acondicionamiento de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Correcta ubicación de tomas de aire exterior, extracciones, etc. - Selección de equipos de baja emisión de calor y ruido.
	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones de riesgo por legionelosis 	<ul style="list-style-type: none"> - Correcta ubicación de tomas de aire y extracciones y emisiones de contaminantes.
	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de fugas y derrames.
	<ul style="list-style-type: none"> Gestión de residuos y desagües 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de fugas y derrames de sustancias contaminantes.
	<ul style="list-style-type: none"> Depósitos de combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de fugas y derrames de sustancias contaminantes.
	<ul style="list-style-type: none"> Zonas de aparcamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación de plantas bajo rasante y correcta ubicación de extracciones.
	<ul style="list-style-type: none"> Almacenes y salas de usos especiales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Máximo aislamiento e impermeabilización en zona de contacto del suelo con los locales.
	<ul style="list-style-type: none"> Plantas ornamentales 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de prevención y control de plagas.
	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento del edificio 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir plan de mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> Control de plagas 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de prevención y control de plagas. 	
<ul style="list-style-type: none"> Remodelación del edificio 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de prevención de CAI en remodelaciones 	
VENTILACION	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones de acondicionamiento de aire 	<ul style="list-style-type: none"> - Correcta ubicación de tomas de aire exterior. - Determinación de caudales de ventilación adecuados - Sistemas de control del sistema de climatización y ventilación - Selección de sistemas de purificación acorde a los niveles de contaminación exterior.

Fuente: Sección de Evaluación de Impacto Ambiental en Salud (EIAS).

	Medidas de control	Medidas de vigilancia
	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de Unidades de Tratamiento - Limpieza de sistemas de conductos - Cumplimiento RITE. Cumplimiento UNE 100012 - Cumplimiento RD 865/2003 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspecciones visuales - Control de microorganismos - Control de polvo depositado en superficies - Control de alérgenos
	<ul style="list-style-type: none"> - Si se ha detectado en el análisis presencia de radón, aplicación de medidas oportunas de control: sellado de grietas en suelos... 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspecciones visuales - Vigilancia (muestreo o monitoreo) de:
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de sistemas de extracción. 	<ul style="list-style-type: none"> Partículas Ozono VOC's Monóxido de carbono Formaldehído Amianto (si existe) Humo de tabaco (si existe) Microorganismos Olores Temperatura y humedad relativa Gas radón
	<ul style="list-style-type: none"> - En función de riesgo detectado en el análisis de peligros respecto al amianto: señalización; protección de superficies o estabilización con productos sellantes; encapsulado del material con barrera física o retirada del material. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y sustitución de sistemas de purificación. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica cumplimiento del Plan de autocontrol de Legionelosis. - Revisión circuitos del sistema. - Revisión parámetros del RD 140/2003 	<ul style="list-style-type: none"> Otros parámetros en función de los productos empleados en mantenimiento (plaguicidas, ambientadores..)
	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación y revisión parámetros del RD 140/2003. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión estado mantenimiento de depósitos, fugas, circuitos, etc. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Si se ha detectado en el análisis presencia de radón, aplicación de medidas oportunas de control: sellado de grietas en suelos... 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar y comprobar planes de control de plagas. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - En función de riesgo detectado en el análisis de peligros aplicar medidas correctoras. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica cumplimiento del Plan de control integrado de plagas. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de sistemas de ventilación - Revisión y sustitución de sistemas de purificación - Cumplimiento RITE 	<ul style="list-style-type: none"> - Dióxido de carbono - Partículas - Temperatura - Humedad relativa - Tasa renovación aire

Evaluación

La **evaluación de la calidad del aire** en ambientes interiores y su gestión requiere de la aplicación de valores de referencia o estándares, al igual que ocurre con la calidad del aire exterior o aire ambiente y con los ambientes laborales. Un valor de referencia debería representar un nivel de concentración que para la mayoría de individuos suponga la ausencia de efectos perjudiciales sobre la salud, y cuando se exceda, requiera emprender acciones para asegurar su reducción en el edificio afectado.

Los valores recomendados para contaminantes en aire establecen un nivel o concentración referido a un tiempo promedio de exposición y también suelen establecer un método de medición. El establecimiento de valores límites de referencia para aire interior presenta ciertas dificultades que deben abordarse siempre bajo la perspectiva de la salud y el confort de los usuarios, priorizando el control y seguimiento de los contaminantes según tipo de efectos negativos en salud y/o frecuencia...

En la actualidad, para la mayoría de los contaminantes no existe un único valor límite recomendado de aceptación general. En la práctica se toman a menudo como referencia los valores documentados para ambientes laborales, para aire exterior o posiblemente, los más adecuados para calidad de aire en general, ya que los efectos en salud de un contaminante no varían dependiendo del medio en que se encuentre.

→ Valores de referencia en el aire ambiente y en el ámbito laboral

Los estándares que se refieren a la calidad del aire exterior tienen como finalidad la protección de la población en general frente a los efectos adversos sobre la salud y sólo consideran aquellos compuestos que pueden estar presentes, de forma habitual, en el aire

exterior. En algunas ocasiones, la concentración de éstos es notablemente mayor en el ambiente interior e incluso pueden llegar a combinarse entre ellos, por ejemplo d-limoneno y ozono. Estos criterios de calidad deberán tenerse en consideración en los procedimientos de toma de muestras, ya sea para llevar a cabo el diagnóstico de calidad o como medida de actuación para el control, vigilancia o evaluación del Plan.

Valores de referencia ambientales

Los valores de referencia que se indican a continuación son los establecidos **en las normativas vigentes** y por lo tanto de obligado cumplimiento. En caso, de carecer de regulación, se aplicarán de forma prioritaria los valores recomendados por Organismos Sanitarios (OMS, CDC, etc.). Así mismo, y en el caso de que no se dieran los supuestos anteriores, también se indican los valores prescritos por otros Organismos reconocidos en la materia. (Normas UNE/EN/ISO, EPA, ACGIH, etc.).

Ministerio de la Presidencia. En nuestro país, el Ministerio de la Presidencia ha promulgado el *R.D 1796/2003 relativo al ozono en el aire ambiente* y el *R.D 1073/2002 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono* que definen y establecen valores límite para la protección de la salud para una serie de compuestos presentes en el aire ambiente, así como unos márgenes de tolerancia aplicables hasta la entrada en vigor de estos valores, que en algunos contaminantes como SO₂, CO o partículas PM10 (fase 1), ya se ha cumplido ese plazo.

EPA (Environmental Protection Agency). En EE.UU, la Agencia de Protección Medioambiental también establece estándares de calidad del aire exterior que son de dos tipos.

Los **estándares primarios**, que fijan límites destinados a proteger la salud pública, incluyendo a la población más sensible tales como, asmáticos, niños y ancianos, y los **estándares secundarios** que fijan límites para proteger el bienestar de la población y otros daños como a la vegetación, animales, edificios...

OMS. Este organismo actualiza periódicamente unas **Directrices sobre Calidad del Aire** con valores guía que son niveles de contaminación del aire por debajo de los cuales la exposición crónica o la exposición durante un tiempo dado no constituye un riesgo significativo para la salud, pero si se superan esos niveles se incrementa el riesgo de estos efectos adversos, aunque no significa que se produzcan automáticamente.

Estos valores están basados en datos epidemiológicos y toxicológicos de un contaminante inhalado, independientemente que se encuentre en aire interior o exterior obtenidos de la relación exposición-respuesta característica de cada contaminante, utilizando los conceptos de "Nivel sin efecto adverso observado" - "Nivel sin efecto observado" (NOAEL - NOEL) y de "Nivel con efecto adverso observado más bajo" - "Nivel con efecto observado más bajo" (LOAEL - LOEL) a los que se aplican factores de seguridad en función de la incertidumbre de los datos.

Puesto que la contaminación, tanto en espacios interiores como al aire libre, constituye un grave problema de salud que afecta a los países desarrollados y en desarrollo por igual, estas Directrices están concebidas para ofrecer una orientación mundial a la hora de reducir las repercusiones sanitarias de la contaminación del aire. Las primeras directrices, publicadas en 1987 y actualizadas en 1997, se circunscribían al ámbito europeo.

Las nuevas *Directrices sobre Calidad del Aire*, elaboradas en 2005 ([http://whqlibdoc.](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)

[who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)), son aplicables a todo el mundo y se basan en una evaluación de pruebas científicas actuales llevada a cabo por expertos. En ellas se recomiendan nuevos límites de concentración de algunos contaminantes en el aire: partículas en suspensión (PM), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂). Además de los valores recomendados, las Directrices proponen, en cuanto a la contaminación ambiental, unas metas provisionales para cada contaminante con el fin de fomentar la reducción gradual de las concentraciones, ya que de alcanzarse estas metas, cabría esperar una considerable reducción del riesgo de efectos agudos y crónicos sobre la salud.

Los nuevos límites establecidos están fundamentados en:

- ✘ Existen graves riesgos para la salud derivados de la exposición a las PM y al O₃ en numerosas ciudades de los países desarrollados y en desarrollo. Es posible establecer una relación cuantitativa entre los niveles de contaminación y resultados concretos relativos a la salud, como el aumento de la mortalidad o la morbilidad. Este dato resulta útil para comprender las mejoras que cabría esperar en materia de salud si se reduce la contaminación del aire.
- ✘ Los contaminantes atmosféricos, incluso en concentraciones relativamente bajas, se han relacionado con una serie de efectos adversos para la salud (Tabla 13).

La mala calidad del aire en espacios interiores puede suponer un riesgo para la salud de más de la mitad de la población mundial.

5. Plan de prevención y control de la calidad del aire interior

Tabla 13. Valores guía OMS de contaminantes ambientales, basado en efectos conocidos para la salud.

Compuesto	Efectos en salud	Valor guía	Tiempo de exposición
Dióxido de azufre	Cambios en la función pulmonar en asmáticos. Aumento de los síntomas respiratorios en individuos sensibles	500 µg/m ³	10 minutos
		125 µg/m ³	24 horas
		50 µg/m ³	1 año
Dióxido de nitrógeno	Ligeros cambios de la función pulmonar en asmáticos	200 µg/m ³ (0,1 ppm)	1 hora
		40 µg/m ³ (0,02 ppm)	1 año
Monóxido de carbono	Nivel crítico de CO(Hb) <2,5%	100 mg/m ³ (90 ppm)	15 minutos
		60 mg/m ³ (50 ppm)	30 minutos
		30 mg/m ³ (25 ppm)	1 hora
		10 mg/m ³ (10 ppm)	8 horas
Ozono	Respuestas de la función respiratoria	120 µg/m ³	8 horas
Formaldehído	Irritación en humanos de nariz y garganta	100 µg/m ³	30 minutos
Plomo	Nivel crítico de Pb en sangre <100-150 µg Pb/l	0,5 µg/m ³	1 año
Acroleína	Irritación ocular en humanos	50 µg/m ³	30 minutos
Diclorometano	Formación de COHb en sujetos normales	3 mg/m ³	24 horas
Estireno	Efectos neurológicos en trabajadores	260 µg/m ³	1 semana
Tolueno	Efectos sobre el sistema nervioso central en trabajadores	260 µg/m ³	1 semana
Xileno	Efectos sobre el sistema nervioso central en voluntarios humanos	4.800 µg/m ³	24 horas
	Neurotoxicidad en ratas	870 µg/m ³	1 año

Fuente: OMS. 2005.



Valores límites de exposición laboral.

En los ambientes laborales u ocupacionales, se aplican valores límites de exposición laboral, referidos a población en edad de trabajar y expuestos durante un periodo de tiempo concreto, por lo que no pueden ser aplicados directamente a la población general en ambientes interiores sin efectuar una adaptación a las distintas condiciones de exposición.

Para conseguirlo deben aplicarse factores de corrección para compensar los distintos tiempos de exposición en ambientes laborales, (estimado en 40 horas/semana, mediante exposición de 8 horas diarias repetidas durante 5 días consecutivos cada semana) y en ambientes interiores y las diferencias en la población expuesta en dichos ambientes en cuanto a edad y estado de salud. Por esta razón, en algunos casos, se ha propuesto aplicar a estos valores factores de corrección de 1/10 e incluso más limitativos.

INSHT. En España son de aplicación los **valores límites ambientales (VLA)** que son "los valores de referencia para concentraciones de los agentes químicos en el aire, para los que se cree, en base a conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos". Los VLA están elaborados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) como límites de exposición profesional. Existen dos tipos de valores:

- ✘ **VLA-ED (Exposición Diaria).** Es la concentración media ponderada en el tiempo, de un agente químico en el aire, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.
- ✘ **VLA-EC (Exposición de corta duración).** Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para

cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

También está definido el **Indicador Biológico (IB)**, que sería un parámetro apropiado en un medio biológico del trabajador, que se mide en un momento determinado, y está asociado, directa o indirectamente, con la exposición global, es decir, por todas las vías de entrada, a un agente químico. Como medios biológicos se utilizan el aire exhalado, la orina, la sangre y otros. Según cuál sea el parámetro, el medio en que se mida y el momento de la toma de muestra, la medida puede indicar la intensidad de una exposición reciente, la exposición promedio diaria o la cantidad total del agente acumulada en el organismo, es decir, la carga corporal total.

Se consideran dos tipos de indicadores biológicos:

- ✘ **IB de dosis.** Es un parámetro que mide la concentración del agente químico o de alguno de sus metabolitos en un medio biológico del trabajador expuesto.
- ✘ **IB de efecto.** Es un parámetro que puede identificar alteraciones bioquímicas reversibles, inducidas de modo característico por el agente químico al que está expuesto el trabajador.

Por otra parte, en EE.UU existen tres instituciones que tienen establecidos valores límites para contaminantes químicos en el ambiente de trabajo:

- ✘ Occupational Safety and Health Administration (OSHA).
- ✘ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- ✘ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

OSHA. La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional Americana es el órgano de la Administración federal con competencia en el

establecimiento de normas legales relativas a la prevención de riesgos y promoción de la salud en el ámbito laboral. Los valores que propone la OSHA se denominan "Permissible Exposure Limits" (PEL) y son los únicos que tienen validez desde el punto de vista legal.

✘ **Límite de exposición permisible (PEL).**

Es la cantidad máxima o concentración de un producto químico a la que un trabajador puede estar expuesto y que puede definirse de dos formas diferentes:

✘ **Valores techo.** Este límite de exposición no debe ser excedido en ningún momento. A veces se denota con la letra C (del inglés "ceiling", que significa "techo").

✘ **Medias ponderadas de 8 horas (TWA).**

Valor medio de exposición durante un turno de 8 horas. Los niveles TWA son normalmente más bajos que los valores techo. De esta forma, un trabajador puede estar expuesto a un nivel más alto que el TWA durante parte del día (pero más bajo que el valor techo) siempre y cuando la exposición sea a valores por debajo del TWA durante el resto del día.

NIOSH. Es una institución dependiente de la Administración Federal de EEUU que, entre otras actividades, desarrolla y revisa periódicamente recomendaciones para límites de exposición a sustancias potencialmente peligrosas en el ámbito de trabajo. Estas recomendaciones son publicadas y tenidas en cuenta por los organismos competentes de la Administración para su empleo en la promulgación de normas legales. Los valores que establece el NIOSH se denominan "Recommended Exposure Limits" (REL) y no tienen valor legal.

ACGIH. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno de Estados Unidos es una asociación que agrupa a profesionales de la higiene del trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades de todo el mundo. Estos valores TLV son sólo unos límites recomendados. Normalmente, cuando se citan los valores TLV

de USA sin más especificación se está haciendo referencia a los valores propuestos por la ACGIH. También ha establecido unos valores límites recomendados con criterios técnicos de exposición semejantes a los VLA, **Threshold Limit Values** o **valores límite umbral (TLV)** que se basan en criterios científicos de protección de la salud, estableciendo un valor de referencia para una exposición segura de los trabajadores ante un agente químico o físico:

✘ **TLV-TWA: Límite de Exposición Permissible-Media de Tiempo Ponderado**

(time weighted average). Se define como la concentración media de contaminante para una jornada de 8 horas diarias o 40 semanales, a la que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos. Se calcula la media de las exposiciones producidas en el tiempo.

✘ **TLV-STEL: valor límite umbral de exposición de corta duración.**

(short term exposure level). Es el nivel de exposición a corto plazo que se define como "límites de exposición que no deben durar más de 15 minutos, que no deben repetirse más de cuatro veces por día y que deben estar espaciados en el tiempo al menos 1 hora".

✘ **TLV-C (ceiling): valor límite umbral-techo.**

Es la concentración del contaminante que no debe superarse en ningún momento de la jornada laboral.

Tanto los TLVs como los VLAs se refieren a niveles de contaminante en el ambiente, pero también existen criterios biológicos de valoración, que se refieren a valores límite del contaminante, sus metabolitos o bien otros parámetros como enzimas, medidos en el propio trabajador.

Los valores límites biológicos que propone la ACGIH son los **BEIs (Biological Exposure Index) o Indicadores Biológicos de Exposición**, que permiten comparar el nivel máximo recomendable con el nivel de contaminante que encontramos en el trabajador.

Todos estos índices (TLV y BEIs) no mantienen un valor fijo en el tiempo y evolucionan debido a los avances científicos, adopción de criterios de salud más estrictos, por lo que se recomienda consultar la edición más reciente de estos valores.

CO

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (Valor límite horario para la protección de la salud humana)	Media de 8 horas máxima en un día	10 mg/m ³
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 29 mg/m ³ (25 ppm)
OMS	15 minutos	87 ppm
	30 minutos	52 ppm
	1 hora	26 ppm
	8 horas	9 ppm
EPA	8 horas promedio	10 mg/m ³ (9 ppm)
	1 hora promedio	40 mg/m ³ (35 ppm)
OSHA	8 horas media ponderada	PEL-TWA: 40 mg/m ³ (35 ppm)
	15 minutos	PEL-STEL: 229 mg/m ³ (200 ppm)
ACGIH	8 horas diarias	TLV-TWA: 55 mg/m ³ (50 ppm)
		TLV-STEL: 440 mg/m ³ (400 ppm)
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental interior.		< 5 ppm Valor Límite Máximo: 19 ppm

CO₂

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1027/2007, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios. Concentración de CO ₂ en locales con elevada actividad metabólica, por encima de la concentración en el aire exterior	-----	IDA* 1.- 350 ppm
	-----	IDA* 2.- 500 ppm
	-----	IDA* 3.- 800 ppm
	-----	IDA* 4.- 1.200 ppm
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 5.000 ppm (9.150 mg/m ³)
OSHA	8 horas diarias	TLV-TWA.: 18.000 mg/m ³ (10.000 ppm)
	15 minutos	TLV-STEL.: 54.000 mg/m ³ (30.000 ppm)
ACGIH	8 horas diarias	TLV-TWA.: 9.000 mg/m ³ (5.000 ppm)
	15 minutos	TLV-STEL.: 54.000 mg/m ³ (30.000 ppm)
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental en interior.		Interior-Exterior: <600 ppm Valor Límite Máximo: 2.500 ppm

* Según categorías descritas en Tabla 11.

NO₂

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (Valor límite horario para la protección de la salud humana para NO ₂ y NO _x)	1 hora	200 µg/ m ³ de NO ₂ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil. Margen de tolerancia: 80 µg/ m ³ , reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses, 10 µg/ m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 5,7 mg/m ³ (3 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 9,6 mg/m ³ (5 ppm)

Continuación NO₂

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
OMS	Media de 1 hora	200 µg/m ³
EPA	Media aritmética anual	0,053 ppm (100 µg/m ³)
	Promedio de 1 hora	0,12 ppm (235 µg/m ³)
OSHA	15 minutos	PEL-STEL: 1,8 mg/m ³ (1 ppm)
ACGIH	8 horas diarias	TLV-TWA: 5,6 mg/m ³ (3 ppm)
	15 minutos	TLV-STEL: 2,5 mg/m ³ (2 ppm)

 SO₂

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1073/2002 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente	Promedio: 1 hora Valor límite horario para la protección de la salud humana	350 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 24 ocasiones por año civil.
	Promedio: 24 horas Valor límite diario para la protección de la salud humana	125 µg/m ³ , que no podrán superarse en más de 3 ocasiones por año civil.
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 5,3 mg/m ³ (2 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 13 mg/m ³ (5 ppm)
OMS	Promedio 10 minutos	500 µg/m ³
	Promedio 24 horas	20 µg/m ³
EPA	Promedio anual	80 µg/m ³ (0,03 ppm)
	Promedio 24 horas	365 µg/m ³ (0,14 ppm)
	Promedio 3 horas	1.300 µg/m ³ (0,50 ppm)
OSHA	8 horas diarias	PEL-TWA: 5,2 mg/m ³ (2 ppm)
	15 minutos	PEL-STEL: 13 mg/m ³ (5 ppm)
ACGIH	8 horas diarias	TLV-TWA: 5,2 mg/m ³ (2 ppm)
	15 minutos	TLV-STEL: 13 mg/m ³ (5 ppm)

0₃

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1796/2003, relativo al ozono en el aire ambiente	8 horas	120 µg/m ³ Protección de la salud humana.
INSHT	8 horas diarias	Trabajo pesado: 0,1 mg/m ³ (0,05 ppm) Trabajo moderado: 0,16 mg/m ³ (0,08 ppm) Trabajo Ligero: 0,2 mg/m ³ (0,1 ppm) Trabajo pesado, moderado o ligero (≤ 2 horas): 0,4 mg/m ³ (0,2 ppm)
OMS	Promedio 8 horas	100 µg/m ³
EPA	Promedio 8 horas	157 µg/m ³ (0,08 ppm)
OSHA	8 horas diarias	PEL-TWA: 0,2 mg/m ³ (0,1 ppm)
	15 minutos	PEL-STEL: 0,6 mg/m ³ (0,3 ppm)
ACGIH	8 horas diarias	TLV-TWA: 0,2 mg/m ³ (0,1 ppm)

PM₁₀

En el caso de las partículas, en el RD 1073/2002 se definen dos fases para alcanzar los objetivos deseados. Los valores límite de la fase 2 (2010) deberán revisarse a la luz de una mayor

información acerca de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia en la aplicación de los valores límite de la fase 1 (2005) en los Estados miembros.

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente	FASE 1 24 Horas Valor límite horario para la protección de la salud humana	50 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año
	FASE 2 24 horas Valor límite horario para la protección de la salud humana	50 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año civil
INSHT	8 horas diarias	Fase inhalable: 10 mg/m ³
	8 horas diarias	Fase respirable: 3 mg/m ³

Continuación PM_{10}

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
OMS	Promedio 24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio anual	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
EPA	Promedio 24 horas	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio anual	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental en interior	PM_{10}	< 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valor Límite Máximo: 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Conteo de partículas	Clase ISO 9 <35.200.000 part. de 0,5 micras/ m^3

Benceno

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (Valor límite para la protección de la salud humana)	Año civil	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Margen de tolerancia: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1/1/06 y posteriormente cada 12 meses, 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 3,21 mg/m^3 (1 ppm)
EPA	Año civil	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 de enero de 2010)

Amianto

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto	8 horas diarias	0,1 fibras/ cm^3
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 0,1 fibras/ cm^3

Fibras vítreas artificiales (fibra de vidrio, lana mineral, etc.)

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
INSHT	8 horas diarias	VLA-ED: 1 fibra/cm ³
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental en interior.		0,1 fibra/cm ³

Radón

Normativa-Valores de referencia	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
R.D. 783/2001, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes	5 años oficiales consecutivos. Límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos.	100 mSv
	1 año oficial (365 días) Límite de dosis efectiva máxima para trabajadores expuestos.	50 mSv
	1 año oficial. Límite de dosis efectiva para la población no expuesta.	1 mSv
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental en interior.		200 Bq/m ³

Compuestos Orgánicos Volátiles. Valores Límite Ambientales (VLA) establecidos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año 2009

Compuesto	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
Formaldehído	15 minutos	VLA-EC: 0,37 mg/m ³ (0,3 ppm)
Tolueno	8 horas diarias	VLA-ED: 192 mg/m ³ (50 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 384 mg/m ³ (100 ppm)
Xileno	8 horas diarias	VLA-ED: 221 mg/m ³ (50 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 442 mg/m ³ (100 ppm)

Continuación de Compuestos Orgánicos Volátiles. Valores Límite Ambientales (VLA) establecidos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año 2009

Compuesto	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
D-Limoneno	8 horas diarias	VLA-ED: 110 mg/m ³ (20 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 220 mg/m ³ (40 ppm)
1,3 butadieno	8 horas diarias	VLA-ED: 4,5 mg/m ³ (2 ppm)
Percloroetileno	8 horas diarias	VLA-ED: 172 mg/m ³ (25 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 689 mg/m ³ (100 ppm)
Estireno	8 horas diarias	VLA-ED: 86 mg/m ³ (20 ppm)
	15 minutos	VLA-EC: 172 mg/m ³ (40 ppm)
Nicotina	8 horas diarias	VLA-ED: 0,5 mg/m ³

Compuestos Orgánicos Volátiles

Organismos	Compuesto	Tiempo de exposición	Valores límites ambientales
OMS	Formaldehído	30 minutos	100 µg/m ³
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental en interior.	Formaldehído	Ambientes tipo residencial u hospitalario de permanencia continua	0,12 mg/m ³
OMS	Tolueno	7 días	260 µg/m ³
OMS	Estireno	7 días	260 µg/m ³
OMS	Tetracloroetileno	1 año	0,25 mg/m ³
UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental en interior	Compuestos Orgánicos Volátiles totales	Rango de confort Rango de exposición multifactorial Rango de disconfort Rango tóxico	< 200 µg/m ³ 200-3.000 µg/m ³ 3.000-25.000 µg/m ³ > 25.000 µg/m ³

Temperatura

Normativa-Valores de referencia	Tipo de Edificios	Valores límites de la temperatura del aire
R.D. 1.826/2009, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Administrativo 2. Comercial: tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares. 3. Pública concurrencia: <ol style="list-style-type: none"> a) Culturales (teatros, cines, auditorios, centros de congresos, salas de exposiciones y similares) b) Establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas. c) Restauración: bares, restaurantes y cafeterías. d) Transporte de personas: estaciones y aeropuertos 	<p>Recintos* calefactados: ≤ 21 °C</p> <p>Recintos* refrigerados: ≥ 26 °C</p> <p>Humedad relativa: 30-70%</p>

*Cuando para ello requiera consumo de energía convencional.

Ruido

Las exigencias del Código Técnico de la Edificación (CTE) y su DB-HR (Documento Básico de Protección frente al ruido), son:

Niveles de aislamiento a ruido aéreo

Las particiones tanto horizontales como verticales deben cumplir, en función del uso del local y la procedencia del ruido:

Uso	Procedencia ruido	Nivel aislamiento
Recinto protegido	Mismo uso	$R_A \geq 33$ dBA
	Distinto uso	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA
	Zonas comunes	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA
	Inst/actividad	$D_{nT,A} \geq 55$ dBA
	Exterior	$D_{2m,nT,Atr} = 30$ a 47 dBA (depende del uso del edificio y valor L_d de mapas de ruido)
Recinto habitable	Mismo uso	$R_A \geq 33$ dBA
	Distinto uso	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
	Zonas comunes	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
	Inst./actividad	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
Habitable/protegido	Edificio colindante	$D_{2m,nT,Atr} = 40$ dBA (medianera) $D_{nT,A} = 50$ dBA (conjunto cerramientos)

Niveles de aislamiento a ruido de impactos

Los elementos de separación horizontal deben cumplir, para recintos protegidos:

Uso	Procedencia ruido	Nivel de transmisión
Recinto protegido	Distinto uso	$L'_{nT,w} \leq 65$ dB
	Zonas comunes	$L'_{nT,w} \leq 65$ dB
	Inst/actividad	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB

Valores límite de tiempo de reverberación

Los elementos constructivos, acabados y revestimientos, tendrán una absorción acústica tal que:

Uso	Tiempo de Reverberación
Aulas, salas conferencias vacías, $V_0 \leq 350$ m ³	$t \leq 0,7$ s
Aulas, salas conferencias con butacas, $V_0 \leq 350$ m ³	$t \leq 0,5$ s
Restaurantes y comedores vacíos	$t \leq 0,9$ s
Zonas comunes	$A_{equiv} = 0,2$ m ² /(m ³ recinto)

Diseño y dimensionado

Respecto al aislamiento a ruido aéreo y de impactos, las opciones de diseño son de dos tipos: simplificada y general. La información básica de los materiales es: masa por unidad de superficie (Kg/m²), el índice de reducción acústica R_A , y el índice de transmisión L_{nw} . También se debe conocer el parámetro L_d (ruido ambiental) de la zona de ubicación del edificio. La opción simplificada está dirigida a viviendas de uso residencial y con elementos horizontales con forjados de hormigón.

Biocontaminantes

Actualmente no existe ninguna normativa legal sobre valores límites de biocontaminantes en el ambiente interior. En nuestro país, el R.D 664/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, regula este aspecto en el ámbito laboral.

La norma UNE 171330-2: 2009. Procedimientos de Inspección de calidad ambiental interior, establece para un edificio en condiciones de operación normal los siguientes valores:

Relación interior/externo	Bacterias	Hongos
Exterior	1	1
Interior: en salida de difusores de impulsión de aire	<1,5	<0,5
Interior: en área ocupada según la definición de esta norma	<1,75	<0,75

Sin embargo, los métodos microbiológicos "convencionales" de evaluación de interiores basados en recuento de colonias, presentan grandes limitaciones que hacen que su utilidad sea cuestionable (patógenos que inhiben el crecimiento de otros, crecimientos selectivos según medio, etc.). En este sentido, la Nota Técnica de Prevención 335. Calidad de aire interior: evaluación de la presencia

de polen y espora fúngicas del INSHT, indica que un valor límite ambiental para la concentración de bioaerosoles cultivables no tiene justificación científica.

Actualmente, se tiende a la determinación de marcadores de crecimiento para detectar microorganismos patógenos o toxinas microbianas: β -glucanos, ergosterol, lipopolisacáridos, COVs, etc.



6

Legislación

- × **Recomendación de la Comisión de 21-02-1990** relativa a la protección de la población contra los peligros de una exposición a radón en el interior de edificios.
- × **Directiva 93/43/CEE, de 14 de junio de 1993**, del Consejo, relativa a la higiene de los productos alimenticios.
- × **Directiva 96/62/CE, de 27 de septiembre de 1996**, sobre evaluación y gestión de la calidad de aire ambiente.
- × **Directiva 2000/69/CE, de 16 de noviembre de 2000**, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente.
- × **Directiva 2001/90/CE, de 26 de octubre de 2001**, por la que se adapta al progreso técnico por séptima vez el anexo I de la Directiva 76/769/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (creosota).
- × **Directiva 2003/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de marzo de 2003**, por la que se modifica la Directiva 83/477/CEE del Consejo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.
- × **Reglamento Nº 1907/2006 (CE), de 18 de diciembre de 2006**, relativo al Registro, Evaluación y Autorización de Productos Químicos (REACH).
- × **R.D 783/2001, de 6 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- × **R.D 1066/2001, de 28 de septiembre**, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- × **R.D 1073/2002, de 18 de octubre**, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- × **R.D 117/2003, de 31 de enero**, sobre limitación de emisiones de COV debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, al que deberán adaptarse las instalaciones existentes antes del 31 de octubre de 2007.
- × **R.D 1796/2003, de 26 de diciembre**, relativo al ozono en el aire ambiente.
- × **R.D 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- × **R.D 396/2006, de 31 de marzo**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- × **R.D 1299/2006, de 10 de noviembre**, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- × **R.D 1027/2007, de 20 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- × **Ley 34/2007, de 15 de noviembre**, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- × **Orden VIV/984/2009, de 15 de abril**, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre. (Incluye modificación en el documento básico Protección frente al ruido.DB-H).
- × **R.D 1826/2009, de 27 de noviembre**, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- ✗ Recomendación del Consejo de 30 de noviembre de 2009, sobre los entornos libres de humo.
- ✗ Norma UNE 400201:1994. Generadores de ozono. Tratamiento de aire. Seguridad química.
- ✗ Norma UNE 100166:2004. Climatización, Ventilación de aparcamientos.
- ✗ Norma UNE-EN 13725:2004. Calidad de aire. Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.
- ✗ Norma UNE-EN 13779:2005. Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
- ✗ Norma UNE 100012:2005. Higienización de los Sistemas de Climatización.
- ✗ Norma UNE-EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD.
- ✗ Norma UNE 171330-1:2008. Calidad Ambiental en Interiores. Parte I: Diagnóstico de calidad ambiental interior.
- ✗ Norma UNE 171330-2:2009. Calidad Ambiental en Interiores. Parte II: Procedimientos de inspección de calidad ambiental interior.
- ✗ Norma UNE 100718-2005. Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.



7

Bibliografía

- ✗ Manual para la Prevención de la Legionelosis en instalaciones de riesgo. Documentos de Sanidad Ambiental. Instituto de Salud Pública. Consejería de Sanidad y Consumo. Comunidad de Madrid. Abril 2006.
- ✗ Campos Electromagnéticos, Telefonía Móvil y Salud Pública. Documentos de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública y Alimentación C.M. 2006.
- ✗ Guía Técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en Instalaciones. Ministerio de Sanidad y Consumo.
- ✗ Environmental Health Criteria 232. Static Fields. WHO 2006.
- ✗ Arizmendi L.J. Cálculo y Normativa Básica de las Instalaciones en los Edificios. 6ª edición. Universidad de Navarra. 2003.
- ✗ Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la O.I.T. Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- ✗ Building Air Quality. EPA and NIOSH. 1991.
- ✗ Joe Thornton, Ph.D. Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride Building Materials. Healthy Building Network, Washington, D.C. The United States. 2002.
- ✗ A Guide on Indoor Air Quality Certification Scheme for Offices and Public Places. Indoor Air Quality Management Group the Government of the Hong Kong Special Administrative Region. September 2003.
- ✗ Guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación. OMS. 2006.
- ✗ World Health Organization Regional Office for Europe. Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality. Report on a Working Group Meeting. Bonn, Germany. 23-24 October 2006.
- ✗ Organización Mundial de la Salud. Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente. A. Prüss-Üstün and C. Corvalán. Resumen de Orientación. 2006.
- ✗ La Ventilation des Bâtiments D'Habitation: Impacts sur la santé respiratoire des occupants. Direction Risques Biologiques, l'Environnement aux et Occupationnels. Institut National de Santé Publique. Québec. Février 2006.
- ✗ Indoor Air Quality Guideline Value Proposals Carbon monoxide REPORT. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de Environnement et du Travail. Rapport d'expertise collective March 2007.
- ✗ Jean-François Arenes, Christian Cochet, Michael Derbez, Cédric Duboudin, Patrick Elias, Anthony Gregoire, et al. Campagne nationale Logements: Etat de la qualité de l'air dans les logements francais. Rapport final. Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Mayo 2007.
- ✗ Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Évaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour le toluène (n° CAS: 108-88-3). L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de L' Environnement et du Travail. Rapport d'expertise collective. Juin 2008.
- ✗ Guidelines on Assessment and Remediation of Fungi in Indoor Environments. New York City Department of Health and Mental Hygiene. November 2008.
- ✗ Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Évaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour l'acétate de 2-butoxyéthyle (ou acétate de 2-butoxyéthanol) [n° CAS: 112-07-2]. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail. Rapport d'expertise collective. Décembre 2008.

- ✗ Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Évaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour le formaldéhyde. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail. Rapport d'expertise collective. Décembre 2008.
- ✗ Risques sanitaires liés aux émissions de composés organiques volatils par les produits de construction et d'aménagement intérieur. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail. Rapport d'expertise collective. Décembre 2008.
- ✗ Élaboration de protocoles de surveillance du formaldéhyde, du benzène et du monoxyde de carbone dans l'air des lieux clos ouverts au public. Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité del Air. INERIS. République Française Décembre 2008.
- ✗ Jean-Paul Lucas, Olivier Ármalo, Séverine Kirchner, Jacques Ribéron. Etat de la ventilation dans le parc de logements français. Observatoire de la Qualité de l'air intérieur, Junio 2009.
- ✗ World Health Organization. Who handbook on indoor radon a public health perspective. 2009.
- ✗ Recenser, prévenir et limiter les risques sanitaires environnement aux dans les bâtiments accueillant des enfants Guide à l'usage des collectivités territoriales. Ministère de L'écologie, du Développement et de L'aménagement Durables. République Française.
- ✗ Indoor Air Pollution: An Introduction for Health Professionals. American Lung Association, the American Medical Association, the U.S. Consumer Product Safety Commission, and the U.S. Environmental Protection Agency.
- ✗ Guidelines for Indoor Air Quality Dampness and Mould. WHO Regional Office for Europe. 2009.
- ✗ Damp and mould. Health risks, prevention and remedial actions. WHO Regional Office for Europe. 2009.



Direcciones
de interés

Organismos nacionales

✗ Comunidad de Madrid. Consejería de Sanidad. Dirección General de Ordenación e Inspección. Servicio de Sanidad Ambiental. C/ Julián Camarillo, 6 A. Bajo C. Teléfono: 91 205 22 50 · Fax: 91 205 22 79. www.madrid.org

Comunidad de Madrid. Dirección General de Ordenación e Inspección. Servicios de Salud Pública:

✗ Servicios de Salud Pública Áreas I, IV y VII
C/ Cincovillas, nº 5. Madrid.
Tlf: 91 494 24 79 · Fax: 91 494 07 19.

Camino del Molino, s/n.
28500 Arganda del Rey.
Tlf: 91 871 58 55 - 91 871 57 12.

✗ Servicio de Salud Pública Área II
C/ Océano Pacífico, nº 3.
28821 Coslada.
Tlf: 91 672 32 18 · Fax: 91 204 38 22.

✗ Servicio de Salud Pública Área III.
Avda. Reyes Magos, s/n.
28806 Alcalá de Henares.
Tlf: 91 880 60 07 · Fax: 91 882 84 06.

Avda. Unión Europea, 4.
(Centro de Salud "La Plata").
28850 Torrejón de Ardoz.
Tlf: 91 231 60 80 · Fax: 91 204 38 33.

✗ Servicio de Salud Pública Área V
Avda. de Bruselas, nº 38, edificio A,
1ª planta.
28108 Alcobendas.
Tlf: 91 490 41 29/30/31.
Fax: 91 661 42 96.

C/ Dr. Cecilio de la Morena Arranz, 1.
28770 Colmenar Viejo.
Tlf: 91 846 45 89/91 846 32 88.
Fax: 91 846 42 78.

✗ Servicio de Salud Pública Área VI
Avda. Guadarrama, nº 4.
28220 Majadahonda.
Tlf: 91 227 69 00.
Fax: 91 204 38 26 - 91 634 94 73.

C/ Mataelpino, 5.
28400 Collado Villalba.
Tlf: 91 840 67 84.
Fax: 91 204 38 35 - 91 850 45 73.

✗ Servicio de Salud Pública Área VIII
Avda. de Leganés, nº 25.
28925 Alcorcón.
Tlf: 91 621 10 40 - 91 621 00 90.
Fax: 91 610 05 27.

C/ Doctora, nº 10.
28600 Navalcarnero.
Tlf: 91 810 15 05 - 91 811 32 00.
Fax: 91 811 32 56.

✗ Servicio de Salud Pública Área IX
Avda. Juan Carlos I, nº 84, 1ª planta.
28916 Leganés.
Tlf: 91 248 49 00 - 91 685 00 50.
Fax: 91 686 38 11.

✗ Servicio de Salud Pública Área X
C/ Francisco Gasco Santillana, nº 2,
portal B, 2ª planta.
Polígono San Marcos. 28906 Getafe.
Tlf: 91 696 41 66 · Fax: 91 696 63 51.

✗ Servicio de Salud Pública Área XI
Plaza Parejas, nº 11, esc. 10, 1º Izda.
28300 Aranjuez.
Tlf: 91 892 90 10/11 · Fax: 91 891 01 66.

C/ Benimamet, 24 a, 2ª Planta.
28021 San Cristobal de los Ángeles.
Tlf: 91 710 97 65 - 91 710 96 67.
Fax: 91 798 01 32.

✗ Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid
C / Alcalá, nº 16. 3ª planta.
28014 Madrid.
Tlf: 91 438 27 78 - 91 438 22 00.
www.madrid.org

✗ Ministerio de Sanidad y Política Social
c/ Paseo del Prado, 18-20. Madrid.
Tlf. 91 596 10 00 · Fax: 91 596 11 41.
www.msc.es

- ✗ **Federación de Empresas de Calidad Ambiental en Interiores . (FEDECAI)**
C/ Capitán Haya, nº 47, 9ª Planta,
Oficina 904.
28020 Madrid.
Tlf: 91 571 46 34 · Fax: 91 425 18 54.
www.fedecai.org
- ✗ **Asociación de Empresas de Limpieza de Sistemas de Aire Acondicionado. (AELSA)**
C/ Capitán Haya, 47, 9ª Planta,
Oficina 905.
28020 Madrid.
Tlf: 91 572 05 15 · Fax: 91 425 18 54.
www.aelsa.es.
- ✗ **Asociación de Mantenedores de Instalaciones de Calor y Frío. (AMICYF)**
C/ Recoletos, 11.
28001 Madrid.
Tlf: 91 575 61 29.
- ✗ **Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración. (ATECYR)**
C /Navaleno, 9.
28033 Madrid.
Correo electrónico: info@atecyr.org.
Tlf: 91 767 13 55 · Fax: 91 767 06 38.
www.atecyr.org.
- ✗ **Asociación Madrileña de Empresas de Desinfección. (AMED)**
Paseo de las Delicias, 96. 3º B.
28045 Madrid.
Correo electrónico:
amed@amed-ddd.com.
Tlf: 91 530 14 19 – 91 539 11 75.
www.amed-ddd.com
- ✗ **Asociación Nacional de Empresas de Control de Plagas. (ANECPLA)**
Edificio Hormigueras, 3º izda.
Polígono Industrial de Vallecas.
Ctra. Villaverde- Vallecas nº 265.
28031 Madrid.
Tlf: 91 380 76 70 · Fax: 91 777 99 45.
www.anecpla.com

- ✗ **Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. (AEAS)**
C/ Sor Ángela de la Cruz, 2, 13ª.
28020 Madrid.
Correo electrónico: aeas@aeas.es.
Tlf: 91 449 09 10 · Fax: 91 571 35 23.
www.aeas.es

Organismos internacionales

- ✗ **Organización Mundial de la Salud. (OMS)**
20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza.
Correo electrónico: bookorders@who.int.
Tlf: +41 22 791 3264.
Fax: +41 22 791 4857.
www.who.int/indoorair/en/
- ✗ **Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (IARC)**
www.iarc.fr
- ✗ **Portal de Salud Pública de la Unión Europea. (Portal Salud-UE)**
www.ec.europa.eu/health-eu/index_es.htm
- ✗ **Observatorio de la Calidad del Aire Interior (Francia)**
www.air-interieur.org
- ✗ **Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (CDC)**
www.cdc.gov/spanish
- ✗ **Agencia Europea de Medioambiente. (EMA)**
www.glossary.eea.europa.eu
- ✗ **Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA)**
www.epa.gov/iaq
- ✗ **Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los EE.UU. (OSHA)**
www.osha.gov/as/opa/spanish
- ✗ **Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (NIOSH)**
www.cdc.gov/spanish/niosh/index.html
- ✗ **Sociedad Internacional de Calidad de Aire Interior y el Clima. (ISIAQ)**
www.isiaq.org

8. Direcciones de interés

- ✗ Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales. (ACGIH)
www.acgih.org
- ✗ Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. (ASHRAE)
www.ashrae.org
- ✗ Consejo Internacional para la Investigación y la Innovación en el Edificio y la Construcción
www.cibworld.nl
- ✗ Asociación Americana de Higiene Industrial. (AIHA)
www.aiha.org
- ✗ Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante. (ICNIRP)
www.icnirp.net

