

EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

DOCUMENTOS DIVULGATIVOS

EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO

EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO

**GUÍA PRÁCTICA
PARA SU EVALUACIÓN**

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

EQUIPO DE TRABAJO

Coordinadora

Berenguer Subils, M^a José

Autores

Berenguer Subils, M^a José
Guardino Solá, Xavier
Hernández Calleja, Ana
Martí Solé, M^a Carmen
Nogareda Cuixart, Clotilde
Solé Gómez, M^a Dolores

Diseño

Latorre Alcoverro, Guillem

Edita

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
Torrelaguna, 73 - 28027 MADRID

Composición

Centro Nacional de Condiciones de Trabajo - BARCELONA

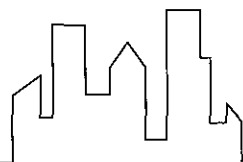
Impresión

Servicio de Ediciones y Publicaciones. I.N.S.H.T. - MADRID

I.S.B.N.: 84-7425-393-4
Dep. Legal: M-20.363-94
N.I.P.O.: 211-94-016-2

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CONCEPTOS BÁSICOS	7
1. Definiciones	9
2. Características comunes a los edificios enfermos.....	10
3. Efectos sobre la salud relacionados con un edificio enfermo. Síntomas y diagnóstico	11
4. Posibles factores de riesgo	13
Contaminantes ambientales.....	13
Olores	14
Iones	14
Iluminación	14
Ruido	15
Vibraciones	15
Ambiente térmico	15
Humedad relativa	15
Ventilación	16
Factores ergonómicos	17
Factores psicosociales	17



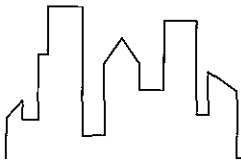
5. Causas más frecuentes de una mala calidad del aire en los ambientes cerrados	17
Ventilación inadecuada	17
Contaminación interior	18
Contaminación exterior	18

COMO EFECTUAR UNA INVESTIGACIÓN ASOCIADA A UN EDIFICIO

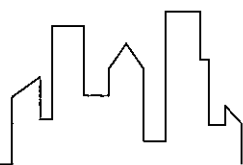
1. Desarrollo de la investigación	24
Primera fase. Investigación	24
Segunda fase. Medidas de inspección y guía	29
Tercera fase. Medidas de ventilación, indicadores de clima y otros factores implicados	31
Cuarta fase. Examen médico e investigaciones asociadas	33
Conclusiones	35
2. Muestreo y análisis de contaminantes ambientales ..	35
3. Criterios de valoración	39
Contaminantes químicos	40
Contaminantes biológicos	43
Confort térmico	45
Humedad relativa	45
Renovación de aire	45
Iluminación	47
Ruido	48
Vibraciones	48

COMO SOLUCIONAR PROBLEMAS

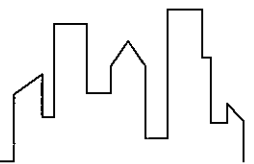
1. Métodos usuales de control de la calidad del aire ...	52
--	----



Control de las fuentes contaminantes del edificio	53
Control de la ventilación	55
Control de la limpieza del aire	58
Control de la exposición	61
2. Soluciones para quejas no atribuibles a una pobre calidad del aire	61
3. Casos prácticos y soluciones.....	63
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXO 1 Contaminantes químicos y biológicos más frecuentes	89
ANEXO 2 Cuestionarios	101
ANEXO 3 Guía general para mediciones sobre la calidad de un aire interior	119
ANEXO 4 Organizaciones y publicaciones relacionadas con guías y normas sobre la calidad del aire	133
ANEXO 5 Guías y valores de referencia	141

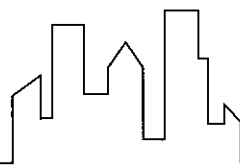


INTRODUCCIÓN



La asociación entre la ocupación de un edificio como lugar de trabajo o como vivienda y la aparición, en ciertos casos, de síntomas que pueden llegar a definir una enfermedad, es un hecho sobre el cual existen hoy en día pocas dudas. La causa principal suele ser la contaminación de diversa índole existente en el interior del edificio, expresada como una “mala calidad del aire interior”. Sin embargo, no deben descartarse nunca a priori aspectos ergonómicos relacionados con la iluminación, ruido y condiciones termohigrométricas. En ambientes laborales también debe tenerse en cuenta la existencia de factores psicosociales asociados al trabajo (problemas de organización, horarios, estrés, falta de comunicación, dificultades en las relaciones interpersonales, etc.) y su posible contribución en la aparición del problema.

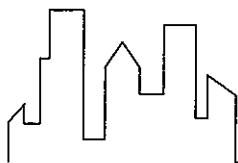
Los efectos adversos derivados de una mala calidad del aire en los ambientes cerrados son un problema que afecta a toda la comunidad, ya que está demostrado que el hombre urbano pasa entre el 80 y el 90% de su tiempo en ambientes cerrados, contaminados en mayor o menor grado. Esta problemática se ha visto potenciada con el diseño de edificios más herméticos y con un mayor grado de recirculación del aire con objeto de asegurar un ahorro energético, admitiéndose que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural pueden



ser áreas de exposición a contaminantes. Entre ellos se encuentran oficinas, edificios públicos, escuelas y guarderías, edificios comerciales e, incluso, residencias particulares. No se conoce con exactitud la magnitud de los daños que pueden representar para la salud, ya que los niveles de contaminantes que se han determinado, principalmente en estudios realizados en oficinas y en residencias particulares, suelen estar muy por debajo de los respectivos límites permisibles de exposición para ambientes industriales, existiendo muy pocos datos que permitan el establecimiento de correlaciones exposición-efecto. Por otro lado, las causas primarias de esta situación son, en muchos casos, difíciles de identificar y las técnicas tradicionales de la higiene industrial resultan, con frecuencia, inadecuadas o insuficientes para encontrar soluciones.

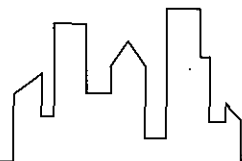
La calidad del aire en el interior de un edificio es función de una serie de variables que incluyen la calidad del aire exterior, el diseño del sistema de ventilación/climatización de aire, las condiciones en que este sistema trabaja y se revisa, la compartimentación del edificio y la presencia de fuentes contaminantes interiores y su magnitud. Entre estas últimas cabe citar: las diferentes actividades que se realizan, el mobiliario, los materiales de construcción, los recubrimientos de superficies y los tratamientos del aire. Las situaciones de riesgo más frecuentes para sus ocupantes son la exposición a sustancias tóxicas, irritantes o radioactivas y la inducción de infecciones o alergias. Por otra parte las quejas más generalizadas se derivan de condiciones termohigrométricas no confortables y olores molestos.

Desde el punto de vista de las condiciones de trabajo, la problemática de la calidad del aire en locales en los que no se realizan actividades de tipo industrial, está adquiriendo una cierta relevancia. La sintomatología presentada por los afectados no suele ser severa y, al no ocasionar un exceso de bajas por enfermedad, se tiende a menudo a minimizar los efectos que, sin embargo, se traducen en una sensación general de disconfort. En la práctica estos efectos son capaces de alterar

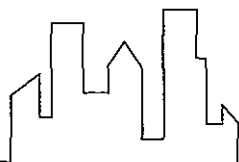


la salud del trabajador, pudiendo aumentar y potenciar situaciones de estrés y por tanto influir en el rendimiento laboral. Cuando los síntomas llegan a afectar a más del 20% de los ocupantes de un edificio, se habla del “Síndrome del Edificio Enfermo”.

El objetivo de este texto es ayudar en la prevención de los problemas derivados de la calidad del aire en los edificios cerrados, presentando un procedimiento para su detección, facilitar sugerencias para su solución en el caso de que éstos se manifiesten y contribuir a la mejora de las condiciones ambientales, lo cual permitirá disponer de “edificios sanos”. En ella se plantea la problemática general derivada del llamado Síndrome del Edificio Enfermo y la metodología de actuación que el I.N.S.H.T. ha adoptado para su tratamiento y que surge de la necesidad de sistematizar y ordenar la variedad de actuaciones que se generan cuando se aborda el estudio de un edificio en el que se sospecha la presencia de un problema de esta índole. En el texto se recogen, además de la citada metodología en fase de validación, las tendencias actuales sobre este tema que aparecen en la bibliografía especializada.



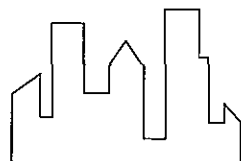
CONCEPTOS BÁSICOS



DEFINICIONES

Términos y expresiones tales como edificio enfermo y síndrome del edificio enfermo han sido motivo de frecuentes discusiones, entre los autores dedicados a estos temas, desde su primera utilización a finales de los años 70; así algunos autores prefieren hablar de edificios con problemas o de enfermedades relacionadas con un edificio y otros prefieren referenciarlos como el síndrome de la enfermedad del edificio, el síndrome de los edificios de oficinas herméticas o referirse simplemente a oficinas mal ventiladas. En este texto se ha preferido seguir la nomenclatura más ampliamente aceptada y nos referiremos al síndrome del edificio enfermo sin entrar a discutir si se trata realmente de una enfermedad que un individuo puede adquirir al visitar un edificio o si se trata de un conjunto de síntomas que caracterizan al llamado edificio enfermo.

En la práctica, los edificios enfermos, que forman parte de los edificios que presentan problemas, están, generalmente, equipados con sistemas de ventilación/climatización forzada del aire, aunque no se excluye que puedan tener ventilación natural, y sus ocupantes manifiestan quejas referentes a su salud, en una proporción mayor de la que sería razonable



esperar (>20%). Las causas de estas quejas tienen, en muchos casos, un origen multifactorial por lo que pueden ser difíciles de identificar.

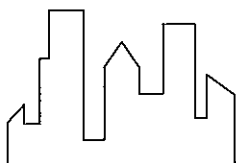
Podría decirse que síndrome del edificio enfermo (SEE) es el nombre que se da al conjunto de síntomas diversos que presentan, predominantemente, los individuos en estos edificios, existiendo una relación temporal positiva. Estos síntomas no van en general acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico y se diagnostican, a menudo, por exclusión.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) diferencia entre dos tipos distintos de edificio enfermo. Los edificios temporalmente enfermos, entre los que se incluyen edificios nuevos o de reciente remodelación donde los síntomas disminuyen y desaparecen con el tiempo, aproximadamente medio año, y los edificios permanentemente enfermos donde los síntomas persisten, a menudo durante años, a pesar de haberse tomado medidas para solucionar las deficiencias halladas.

CARACTERÍSTICAS COMUNES A LOS EDIFICIOS ENFERMOS

Normalmente, para ningún edificio debe considerarse como evidente su pertenencia a la categoría de edificio permanentemente enfermo. Sin embargo, en la práctica, estos edificios presentan una serie de características comunes que la OMS define como las siguientes:

- Tienen, casi siempre, un sistema de ventilación forzada de aire común a todo el edificio o a amplios sectores del mismo y existe recirculación, como mínimo parcial, del aire. Algunos edificios tienen la localización de la toma exterior de aire en lugares inadecuados mientras que otros usan intercambiadores de calor que transfieren los contaminantes desde el aire de retorno al aire de suministro.



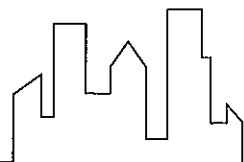
- Con frecuencia, la calidad de la construcción, ligera y poco costosa, es deficiente.
- Las superficies interiores están en gran parte recubiertas con material textil, incluyendo paredes, suelos y otros elementos de diseño interior, lo cual ocasiona una elevada relación entre superficie de dicho material textil y volumen del edificio.
- Practican el ahorro energético y se mantienen relativamente calientes o fríos buscando un ambiente térmico homogéneo.
- Se caracterizan por ser edificios herméticos en los que las ventanas no suelen ser practicables.

Otras características, descritas en la literatura, están relacionadas con sus ocupantes y entre ellas destaca que la experiencia demuestra que la manifestación de los síntomas es más frecuente por la tarde que por la mañana, que el personal auxiliar es más propenso que el directivo a experimentar molestias y que las quejas son más abundantes cuanto menos control tiene la gente sobre su entorno.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD RELACIONADOS CON UN EDIFICIO. SÍNTOMAS Y DIAGNÓSTICO

Los síntomas que definen el SEE pueden agruparse, según Mølhavé, en cinco categorías que incluyen irritación de los ojos, de la nariz y/o la garganta, irritación de la piel, síntomas de neurotoxicidad, reacciones no específicas y quejas relacionadas con los sentidos del olfato y del gusto. Los síntomas más característicos asociados al SEE son los siguientes:

- **OCULARES.** Escorzo y/o enrojecimiento. Lagrimeo.
- **VÍAS RESPIRATORIAS SUPERIORES.** Rinorrea (goteo nasal). Congestión nasal. Picor nasal. Estornudos en salva. Hemorragia nasal. Sequedad de garganta. Dolor de garganta. Ronquera. Sed.



- **PULMONARES.** Opresión torácica. Sensación de ahogo. Pitidos. Tos seca.
- **CUTÁNEOS.** Eritema (enrojecimiento). Sequedad cutánea. Prurito generalizado. Prurito localizado.
- **GENERALES.** Dolor de cabeza. Somnolencia. Letargo. Dificultad para concentrarse. Irritabilidad. Náuseas. Mareos.

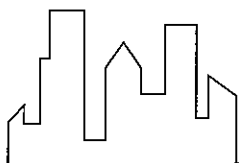
El factor que debe llevar al diagnóstico del SEE, además de una prevalencia elevada de estos síntomas, debe ser la relación temporal de los mismos con el edificio problema. Por un lado, el inicio de los síntomas habrá de ser posterior al inicio del trabajo en el edificio y por otro, los síntomas tendrían que desaparecer o mejorar al final de la jornada laboral, durante los fines de semana o en los períodos vacacionales.

Otra cuestión de naturaleza distinta son las enfermedades relacionadas con los edificios, que son menos frecuentes, pero a menudo más graves, y van frecuentemente acompañadas de signos físicos muy definidos y hallazgos claros de laboratorio.

Las enfermedades más frecuentes relacionadas con el edificio son las siguientes:

- **POR HIPERSENSIBILIDAD.** Neumonitis por hipersensibilidad y Fiebre de los humidificadores. Asma. Rinitis. Dermatitis.
- **INFECCIOSAS.** Legionelosis. Fiebre de Pontiac. Tuberculosis. Gripe. Resfriado común.
- **DE ORIGEN QUÍMICO O FÍSICO CONOCIDO**

Aunque las enfermedades relacionadas con el edificio deben diferenciarse de los síntomas y manifestaciones propias del edificio enfermo, a lo largo de este texto nos referiremos también a ellas en aquellos casos en que las condiciones del edificio favorezcan su posible aparición.



POSIBLES FACTORES DE RIESGO

Son numerosos los factores de riesgo que se pueden considerar en el caso de un edificio enfermo.

En este apartado se hace referencia a la presencia en el ambiente tanto de compuestos químicos como de agentes biológicos. El número de posibles contaminantes es elevado y sus orígenes pueden ser muy diversos. Los más significativos son, entre otros, dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), aldehídos, óxidos de nitrógeno, metales y vapores orgánicos.

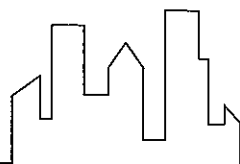
Los propios ocupantes del edificio suelen ser una de las fuentes más importantes de contaminación ya que el ser humano produce de forma natural dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos, siendo a la vez responsable de la presencia de otros contaminantes entre los que destaca el humo de tabaco en el que se han identificado más de 3000 compuestos.

Los materiales de construcción y decoración del edificio así como los muebles y demás elementos pueden también ser la causa de la presencia en el aire de formaldehído, vapores orgánicos y polvo. El polvo presente en un aire interior está formado por partículas tanto orgánicas como inorgánicas, muchas de las cuales pueden clasificarse como fibras (amianto, vidrio, textiles). El polvo total dependerá de la ventilación, la limpieza, la actividad en la zona y el grado de presencia de humo de tabaco.

Por otra parte, los materiales usados para el trabajo de oficina, en las instalaciones o para el mantenimiento y limpieza pueden aportar contaminantes al ambiente. Son ejemplos los correctores de mecanografía, el ozono desprendido por las fotocopiadoras, los biocidas, los productos de limpieza y los desodorantes u odorizantes.

No hay que olvidar los casos en que estos contaminantes proceden del exterior del edificio, como son los humos de escape de automóviles, el dióxido de azufre o el radón.

Contaminantes Ambientales



Por su parte, los contaminantes biológicos (bacterias, virus, hongos, ácaros, etc.) pueden ser responsables de enfermedades infecciosas y también de alergias.

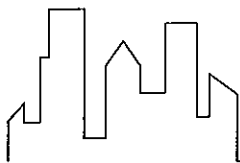
En el ANEXO 1 se relacionan los contaminantes químicos y biológicos más frecuentes.

Olores Algunos gases y vapores ocasionan disconfort sensorial debido a olores y molestias ligeramente irritativas que pueden, además, producir sensación de ansiedad y estrés, especialmente cuando sus fuentes no están identificadas. Recientemente se han introducido dos nuevas unidades, el olf y el decipol, para intentar cuantificar fuentes de contaminación y niveles de contaminación tal como los percibe el ser humano. Se considera al hombre una fuente de contaminación y se define un olf como la intensidad con que emite contaminantes (bioefluentes) una persona estándar, sedentaria y en situación de confort térmico. Cualquier otra fuente de contaminación se expresará en número de olfs, es decir en número de personas estándar necesarias para que el aire resulte igualmente insatisfactorio. 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.

Iones Algunos autores sostienen la hipótesis de que la ausencia de iones negativos en un ambiente cerrado puede ser el origen de un SEE. No existe sin embargo hasta el momento evidencia científica de que la utilización de generadores de iones tenga beneficios demostrables.

Iluminación Un nivel de iluminación bajo, un contraste insuficiente, los brillos excesivos y los deslumbramientos son causa de estrés visual generador de irritación de ojos y dolores de cabeza. El uso prolongado de pantallas de visualización de datos (P.V.D.) requiere una iluminación particularmente bien diseñada. La falta de luz natural puede también estar en el origen de quejas inicialmente relacionadas con una pobre calidad del aire.

Algunos autores señalan la frecuencia de parpadeo de los



fluorescentes como causa de algunas molestias, mientras que otros los presentan como focos generadores de contaminación fotoquímica.

Un entorno ruidoso puede reducir la capacidad de concentración de las personas y producir una situación en la que se manifiestan síntomas concretos, tales como estrés, dolor de cabeza y fatiga. El ruido también puede, en casos de, por ejemplo, exceso de personal en un área determinada, generar situaciones de insatisfacción en el trabajo y sensación de discomfort. Conviene mantener los niveles de presión sonora dentro de límites confortables para evitar la aparición de problemas. La naturaleza del ruido es también un factor importante ya que está demostrado que los infrasonidos, los ruidos de baja frecuencia, los tonos puros y los ruidos discontinuos no periódicos pueden causar irritabilidad y molestias.

Ruido

Las vibraciones producidas en las cercanías de un edificio o debidas a máquinas instaladas en el mismo también pueden afectar a sus ocupantes. Las vibraciones de baja frecuencia pueden incluso pasar desapercibidas y sus efectos ser confundidos con los descritos y atribuidos a la contaminación ambiental.

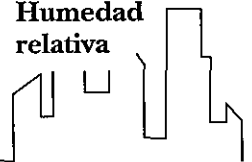
Vibraciones

Son varios los parámetros que intervienen cuando se estudia el ambiente térmico: temperatura seca del aire, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire. Además, cada persona tiene unas necesidades propias en función del nivel de actividad que desarrolla, de las características del vestido, de su edad y de su fisiología. El adecuado balance entre ellas, conducirá a situaciones en las que si bien no todo el mundo se encontrará térmicamente confortable, si lo estará la mayoría de la población expuesta a este ambiente térmico.

Ambiente térmico

Es un factor fundamental dentro del confort térmico, ya que un aumento de la humedad relativa reduce la facilidad de pérdida de calor por transpiración y evaporación, con lo

Humedad relativa



cual el efecto es equivalente a un aumento de temperatura. Por otro lado, las humedades extremas pueden crear problemas de discomfort. Niveles inferiores al 30% pueden ocasionar sequedad en las membranas mucosas mientras que niveles muy altos de humedad, mayores del 70%, pueden favorecer el crecimiento o desarrollo de hongos y otros contaminantes biológicos.

Ventilación

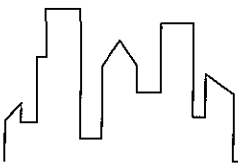
Una ventilación insuficiente es una de las causas a la que más frecuentemente se atribuye el SEE. La ventilación de un edificio se basa en el aporte y distribución en el mismo de aire nuevo o de aire recirculado, distinguiéndose entre ventilación forzada y ventilación natural.

La ventilación forzada implica la introducción por medios mecánicos de aire en el edificio, que puede consistir desde un 100% de aire exterior hasta un 100% de aire recirculado.

La ventilación natural, por otro lado, consiste en diseños que permiten la transferencia hacia el interior del edificio de aire exterior (y salida del interior) a través de aberturas que facilitan el movimiento del aire por diferencia de presión o temperatura entre los diferentes ambientes.

En un edificio no diseñado específicamente desde el punto de vista de lograr una ventilación controlable, el aire entra en el mismo, principalmente, a través de las ventanas y puertas efectuándose la ventilación de una manera no regulada. En cambio, cuando se pretenden satisfacer las necesidades de los ocupantes de un edificio en cuanto a ventilación y confort térmico se recurre a la climatización, es decir, a un aire “preparado” consistente en una mezcla en diferentes proporciones de aire exterior y aire recirculado que ha sido filtrado, calentado o enfriado, humidificado o deshumidificado en función de las necesidades del edificio y del tipo de aire exterior.

El control de la ventilación suele ser la herramienta más útil e inmediata en la toma de decisiones operativas para la solución de un problema de calidad de aire interior.



La aparición de fatiga, dolores musculares y problemas de circulación, pueden ser debidos a la utilización de un mobiliario inadecuado o mal dispuesto para las tareas a desarrollar. En el mundo laboral, los aspectos ergonómicos se tienen cada vez más en cuenta en el diseño y organización de un puesto de trabajo.

Factores ergonómicos

Los factores psicosociales vienen determinados, por una parte, por las interacciones entre el trabajo y su medio ambiente y, por otra, por las capacidades de los trabajadores, sus necesidades y sus expectativas.

Factores psicosociales

La situación conflictiva aparece cuando hay un desequilibrio entre las demandas del entorno –físico, psíquico y social– y las capacidades del individuo. Puede ser debida a que el entorno no satisface las necesidades del trabajador o, por el contrario, a la existencia de unas exigencias excesivas a las que el individuo no puede dar respuesta.

Como factores de tipo psicosocial, y según la clasificación de la OMS, se pueden considerar los que se refieren a la organización del trabajo: horario, participación en el trabajo, ritmo de trabajo, responsabilidad, etc. y los que se refieren a la propia tarea: contenido de la misma, repetitividad, *monotonía, status, etc.*

Los factores desencadenantes más comunes en trabajadores de oficina incluyen: consideración del puesto, ambigüedad de roles, demandas conflictivas, trabajo repetitivo, escasa posibilidad de promoción y falta de implicación con los objetivos de la empresa.

CAUSAS MAS FRECUENTES DE UNA MALA CALIDAD DEL AIRE EN LOS AMBIENTES CERRADOS

Una ventilación inadecuada es una de las principales causas de la mala calidad del aire en los ambientes cerrados. Las posibles deficiencias de un sistema de ventilación son muchas, destacando entre las más corrientes un insuficiente

Ventilación inadecuada



suministro de aire fresco, debido a una elevada recirculación del aire o a un bajo caudal de impulsión, y la incorrecta ubicación y orientación de las tomas de aire exterior en el edificio.

Otro de los problemas habituales de ventilación consiste en una mala distribución y, consecuentemente, una mezcla incompleta con el aire de los locales, que puede provocar estratificaciones del aire y zonas exentas de ventilación. Pueden ocurrir, además, diferencias de presión entre los distintos espacios del edificio, originando corrientes de aire no deseadas y cambios continuos en las características termohigrométricas observables al desplazarse por el edificio.

Señalemos finalmente que, a menudo, se efectúa una incorrecta filtración del aire por falta de mantenimiento o por un inadecuado diseño del sistema de filtración, especialmente grave en caso de un aire exterior de mala calidad o de una elevada recirculación.

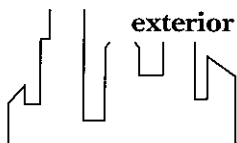
Contaminación interior

Principalmente la que tiene como origen: materiales inadecuados o con defectos técnicos empleados en la construcción, el propio individuo, el trabajo, el exceso o mala utilización de productos habituales (pesticidas, desinfectantes, de limpieza, de abrillantado), los gases de combustión (de fumar, de cocinas o cafeterías, de laboratorios) y la contaminación cruzada procedente de otras zonas poco ventiladas que difunde hacia lugares próximos y los afecta.

La contaminación biológica no suele ser frecuente, pero en aquellos casos en que se presente puede provocar una situación sanitaria delicada. El origen más frecuente de problemas de este tipo está en la existencia de agua estancada y sucia, de materiales impregnados de agua, escapes etc. y en el deficiente mantenimiento de los humidificadores y torres de refrigeración.

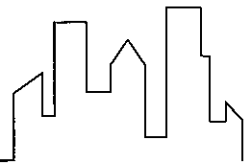
Contaminación exterior

Debida fundamentalmente a la entrada en el edificio de humos de escape de vehículos, gases de calderas, productos utilizados en trabajos de construcción y mantenimiento (as-



falto, por ejemplo) y aire contaminado del propio edificio, previamente desechado al exterior, que vuelve a entrar a través de las tomas de aire acondicionado. Otro origen puede ser las infiltraciones a través del basamento (vapores de combustibles, emanaciones de cloacas, fertilizantes, insecticidas, desinfectantes, etc.).

Está demostrado que al aumentar la concentración en el aire exterior de un contaminante, aumenta también su concentración en el interior del edificio, aunque más lentamente, e igual ocurre cuando disminuye. Por ello se dice que los edificios presentan un efecto de escudo frente a los contaminantes exteriores.



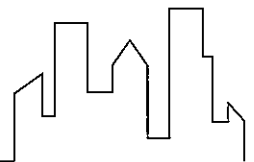
**COMO EFECTUAR
LAS INVESTIGACIONES ASOCIADAS
A UN EDIFICIO ENFERMO**



Los problemas relacionados con un edificio se originan, normalmente, cuando algunos de sus ocupantes expresan quejas referentes a olores, molestias e incomodidades e, incluso, presentan problemas de salud con una sintomatología común.

La primera actuación frente a este planteamiento debe ser una comprobación de las instalaciones generales del edificio, especialmente las referentes a la regulación y adecuado funcionamiento del sistema de ventilación/climatización, según los estándares establecidos en el momento de su instalación. Es importante en este sentido considerar el hecho de que las personas afectadas tengan la posibilidad de modificar las condiciones de su entorno. Caso de que el edificio no disponga de sistemas de ventilación forzada deberá estudiarse el grado de efectividad de la ventilación natural existente.

Si tras revisar, y en su caso ajustar, las condiciones operacionales de los sistemas de ventilación éstos se consideran adecuados a normas y a pesar de ello las quejas continúan, hay que iniciar una investigación técnica de tipo general para determinar la extensión y la naturaleza del problema. Esta investigación permite también estimar si los problemas pueden considerarse sólo desde un punto de vista funcional del



edificio o si han de intervenir especialistas en higiene y psicología.

En toda investigación de un SEE es muy importante mantener informados de su desarrollo a los posibles afectados; por ello, cuando se llega a una conclusión inicialmente válida respecto al tipo de problema y a las acciones que van a arbitrarse, conviene comunicarlo al personal que manifestó los problemas.

La Comisión de las Comunidades Europeas recomienda un protocolo de actuación para estudiar este tipo de problemas que se desarrolla en cuatro fases de aplicación gradual en las que las acciones se llevan a cabo en función de la intensidad e importancia de los problemas detectados; el paso a la fase siguiente vendrá condicionado por los resultados obtenidos en la anterior y por la dificultad de identificar y solucionar los problemas.

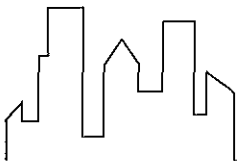
A continuación se expone un protocolo de actuación basado en este último, en el bien entendido de que se trata de una guía de actuación, existiendo evidentemente otras posibilidades alternativas que el encargado de la investigación de un SEE debe valorar en cada caso particular.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Primera fase Investigación inicial

Cuando se plantea la investigación de un posible SEE, la primera fase, llamada investigación inicial, es la fase más importante de todo el proceso. El hecho de que en ella se realicen unas acciones iniciales de tipo prospectivo puede inducir la idea, equivocada, de que se trata meramente de unos contactos previos con el problema, antes de entrar a fondo en el mismo.

La práctica diaria en estudios en este campo demuestra que no es así, sino que el rendimiento de todo el conjunto del proceso está íntimamente relacionado con la efectividad



obtenida en esta primera fase de investigación. Por ello, una información exhaustiva sobre los síntomas detectados, sobre el conjunto de datos de todo tipo del edificio y de todas las posibles mediciones iniciales orientativas, sentarán la base del éxito posterior de la investigación. Incluso no debe descartarse el encontrar en el transcurso de esta fase la posible causa del supuesto SEE investigado.

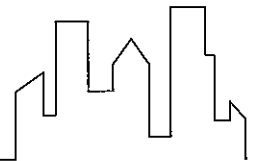
Otra razón a esgrimir en apoyo de la importancia de la investigación inicial es el aspecto de los costes del conjunto de la investigación, ya que estos aumentan de manera exponencial con el desarrollo de las diferentes fases de la misma.

Investigación de los síntomas

En esta fase preliminar se realiza una revisión general del edificio. En ella se pretende identificar el tipo y la gravedad del problema manifestado, para decidir si son precisas más investigaciones o incluso asesoramientos externos. Esta fase se concreta en la necesidad de responder a una serie de cuestiones que en la práctica van a permitir obtener información sobre la calidad del aire en el edificio a partir de su estructura, de las actividades que en él se desarrollan y de los ocupantes del mismo.

La información ha de obtenerse a partir de los ocupantes del edificio, de los registros existentes y de una inspección directa del edificio realizada por el técnico responsable de la investigación.

La obtención de información a partir de los ocupantes del edificio se lleva a cabo principalmente a través de un cuestionario que se aplica a una muestra estadísticamente seleccionada y representativa de la plantilla. También se podrán obtener, en algunos casos, datos a partir de conversaciones con personas concretas. El cuestionario utilizado debe ser sencillo incluyendo tanto las quejas debidas a diversos factores, como los síntomas padecidos por las personas. El tratamiento de los datos recogidos en los cuestionarios permitirá realizar el diagnóstico del SEE (prevalencia de síntomas >20% y relación temporal) así como definir cuales son los



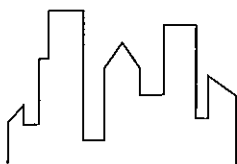
síntomas más frecuentes, dónde se producen en relación a las diferentes plantas o secciones del edificio y cuando se producen, es decir, si existe una relación entre los síntomas y ciertas actividades, días u horas del día específicas. Este cuestionario debería poder distinguir entre los síntomas experimentados en el interior y en el exterior del edificio. Debe también incluir aspectos psicosociales y será estrictamente confidencial.

En el ANEXO 2 se incluye y comenta el cuestionario de síntomas que el INSHT ha preparado y validado para el estudio de edificios con posibles problemas.

Obtención de datos del edificio

El personal de mantenimiento podrá informar, en general, sobre los registros existentes referentes al edificio y los datos obtenidos a partir de ellos serán la base de la revisión técnica del edificio y de las condiciones de instalación. Deberá proporcionar información sobre la construcción del edificio, incluidos los planos del mismo, y sobre las modificaciones realizadas en los últimos tiempos, tanto respecto a remodelación y utilización de las distintas áreas como a ubicación del personal. También deberá suministrar una descripción completa del equipo de ventilación y de acondicionamiento del aire junto con los registros periódicos de revisión y mantenimiento del mismo. Un listado de los datos concretos que conviene conseguir sería el siguiente:

- Edad del edificio.
- Información sobre las renovaciones realizadas durante los últimos años: trabajos; fechas.
- Número de personas por oficina (promedio y máximo).
- Área de oficina por persona (promedio y mínimo).
- Volumen de aire por persona (promedio y mínimo).
- Sistema de calefacción: tipo; sistema de regulación.
- Sistema de ventilación: ventilación natural; extracción y/o sistema de suministro de aire mecánico; filtros.



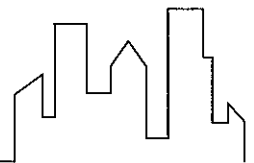
- Para sistemas de suministro de aire, información adicional sobre: recirculación; humidificación; enfriamiento del aire; localización de la toma de aire.
- Regulación de la ventilación: aporte de aire exterior; aportes promedio y mínimo por persona (litros/segundo y persona), indicando si estos valores se basan en presunciones, criterios de diseño o medidas realizadas; operatividad de los difusores y retornos del aire.
- Programas de mantenimiento y limpieza de las instalaciones de ventilación/climatización: periodicidad.
- Procedimiento de funcionamiento para los sistemas de calefacción y ventilación: parada nocturna; recirculación; humidificación.
- Procedimientos de limpieza del edificio: diaria; semanal; mensual; procedimientos anuales para los suelos, muebles, etc.; cambios recientes en las metódicas.
- Medidas efectuadas del clima interior.

En caso de disponer de registros médicos, también será conveniente recoger una relación de las quejas y síntomas más frecuentes entre los empleados.

La información obtenida a partir de los registros se completará con una inspección directa del edificio por parte del responsable de la investigación. Es conveniente que el encargado de realizar esta inspección inicial disponga para su desarrollo de una lista de "chequeo" que describa el edificio, los materiales de construcción, el tipo de instalaciones y el estado general del mismo.

Una posible lista de este tipo debería incluir por ejemplo cuestiones tales como:

- Suelos: material y recubrimiento.
- Paredes: material y recubrimiento.
- Techo: material y recubrimiento.
- Condiciones de iluminación: general e individual.

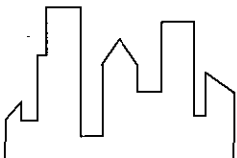


- Equipos generadores de: ruido; contaminación; calor: tipo y localización.
- Utilización de productos que pueden ocasionar el deterioro de la calidad del aire: productos de limpieza; insecticidas y fertilizantes para plantas, etc.
- Escapes de agua (anteriores o actuales).

En la práctica esta fase consiste básicamente en una recogida lo más amplia posible de información, para lo cual se llevan a cabo una serie de acciones que facilitan el obtener unos datos esenciales para la investigación, que se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1.
Recogida de información

LA PARTE DE	PARA OBTENER DATOS QUE PERMITAN
<p style="text-align: center;">LOS OCUPANTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios. • Entrevistas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar la posible existencia del SEE. • Evaluar la importancia del problema y su distribución en el edificio. • Identificar posibles causas.
<p style="text-align: center;">LOS REGISTROS EXISTENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño y construcción del edificio. • Sistema de ventilación y aire acondicionado: instalación, funcionamiento, mantenimiento. • Registros de quejas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer: los planos del edificio; las modificaciones en su utilización; las últimas modificaciones; descripción del sistema de ventilación y de aire acondicionado (funcionamiento y mantenimiento) • Conocer: la ubicación del personal; el grado de ocupación; las opiniones del personal.
<p style="text-align: center;">LA INSPECCIÓN DIRECTA DEL EDIFICIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión general: lista de chequeo, medidas de parámetros básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el estado general del edificio. • Identificar las áreas donde pueden presentarse problemas. • Obtener una relación de fuentes potenciales de contaminación y de posibles problemas de fácil solución.



En el ANEXO 2 se incluye también el cuestionario descriptivo del edificio con el que se pretende obtener datos del edificio, de los trabajadores, de los materiales utilizados y del sistema de ventilación y climatización del aire.

Primeras mediciones orientativas

De manera complementaria es aconsejable en esta fase efectuar medidas sencillas y directas de parámetros básicos que sean orientativos del estado general del edificio como los siguientes:

- Volúmenes de aire en los difusores de entrada y en las rejillas de salida, comprobación de la operatividad de difusores y retornos
- Concentración de CO₂
- Temperatura
- Humedad relativa
- Diferenciales de presión

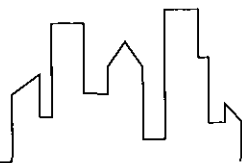
Al final de esta fase ha de haberse determinado la posible existencia o no de un SEE. En caso de que los cuestionarios personales hayan reflejado un número total de quejas inferior al 20% y de que la revisión inicial y las medidas efectuadas no hayan puesto de manifiesto posibles problemas, no sería preciso continuar la investigación ni pasar a la fase siguiente. Por el contrario, si se evidencia la existencia de una situación de SEE se iniciará la segunda fase.

Medidas de inspección y guía

En esta fase se comparará el uso y el funcionamiento actual del edificio con el diseño y la función de la planta original y se tomarán acciones correctoras puntuales. Para ello se plantearán hipótesis de trabajo a partir de las observaciones realizadas y del estudio de los cuestionarios.

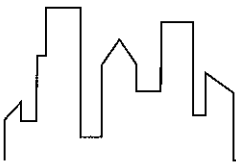
Hay que considerar cuidadosamente aspectos tales como los relacionados a continuación:

Segunda fase



- Humo de tabaco. Lugar y cantidad de su presencia. Posible recirculación.
- Materiales de construcción y mobiliario.
- Localización de las fotocopiadoras e impresoras laser. ¿Están en habitaciones separadas y ventiladas?
- Olores. Caracterización e identificación de las fuentes.
- Nivel de limpieza. Polvo en alfombras, moquetas, estanterías, etc.
- Manipulación de gran cantidad de papel. Fuentes de polvo y bioaerosoles.
- Procesos de impresión. Gases y vapores.
- Presencia de plantas verdes. Utilización de productos químicos para su tratamiento.
- Humedades, escapes de agua.
- Presencia de mohos.
- Infiltraciones de aire procedente de garajes, laboratorios, restaurantes, tiendas, etc. del mismo edificio.
- Situación de la toma de aire exterior teniendo en cuenta su separación de la salida de contaminantes por los extractores de los sistemas de ventilación.
- Dirección de los vientos predominantes en la zona
- Uso de humidificadores, tipo y situación. ¿Se limpian regularmente?
- Aberturas de entrada y salida de aire. ¿Están limpias o llenas de polvo?
- Uso de protectores de sol.
- Número de empleados en las oficinas. ¿Son los inicialmente planificados?

Se completarán las medidas de indicadores de eficacia de la ventilación y de clima, tales como CO₂ y temperatura del aire, se controlaran las corrientes de aire utilizando tubos de humo, se tendrá en cuenta el olor y se evaluarán aquellos



factores que en los cuestionarios se mencionen como molestos (por ej. ruido o iluminación). Se revisarán paralelamente habitaciones con y sin problemas.

Si pasado un tiempo (meses) las acciones correctoras aplicadas, de las cuales en el capítulo siguiente se citan una serie de posibilidades, no logran disminuir los problemas se pasará a la fase siguiente.

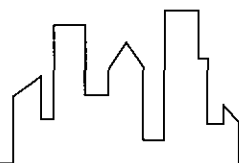
Medidas de ventilación, indicadores de clima y otros factores implicados.

Tercera fase

En esta fase se realizará un análisis completo del sistema de ventilación y de ventilación/climatización del edificio, de la calidad del aire interior y de otros factores relacionados con la existencia del SEE. Este análisis podrá implicar la realización de medidas concretas de algunos de los aspectos que en las fases previas se han revelado como significativos, por ejemplo un número excesivo de equipos potencialmente contaminantes, presencia de materiales y/o productos contaminantes, niveles de ruido inconfortables, etc. Si se cree conveniente se volverá a pasar el cuestionario inicial unos meses después de haber tomado las acciones correctoras previas. Evidentemente, en el caso de que se presenten variaciones estacionales en los síntomas y en las quejas, respecto a factores climáticos específicos, puede complicarse la evaluación de esta segunda versión del cuestionario. A continuación se recoge una relación de revisiones y mediciones más específicas a realizar en esta fase respecto a la ventilación, la calidad del aire y otros factores relacionados. A partir de ellos se tomarán las acciones más adecuadas.

Ventilación

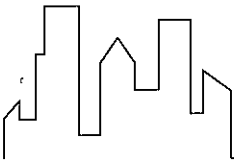
- Inspección visual de la acumulación de suciedad agua y polvo en los filtros, baterías de calentamiento y de enfriamiento y en los intercambiadores de calor, humidificadores, torres de refrigeración y unidades climatizadoras tipo "fan-coil".



- Control del ajuste de temperaturas, interruptores de inicio y parada.
- Comprobación del funcionamiento de los sistemas de control automático.
- Medida del grado de recirculación.
- Medida de los flujos de suministro y extracción para todo el sistema y muestreo representativo de las habitaciones.
- Medidas del intercambio de aire.
- Medidas de la eficacia de la ventilación cuando se sospechen riesgos debidos a que ésta sea baja.
- Medidas de la correcta distribución de las corrientes de aire.

Calidad del aire

- Se estudiarán las fuentes de contaminación, tanto exteriores (tráfico, garajes, etc.) como interiores (fotocopiadoras, almacenes, materiales y muebles, etc.) identificadas en las fases anteriores y se medirá el suministro exterior de aire. Para identificar las fuentes hay que comprobar por separado las distintas zonas compartimentadas. Se realizarán medidas de contaminantes, teniendo en cuenta los posibles cambios que puedan presentarse a lo largo del día, de algunos factores específicos que estén sugeridos por la inspección inicial y por las respuestas del cuestionario (ozono, óxidos de carbono y de nitrógeno, etc.).
- En edificios de nueva construcción o reformados, si la presencia de olores es significativa, se medirá la presencia de compuestos orgánicos volátiles totales o individuales (en especial irritantes fuertes) y si los materiales de construcción o los muebles son una posible fuente de olor importante, también se medirá el formaldehído. Hay que tener en cuenta que pueden darse amplias variaciones de los niveles en cortos períodos de tiempo (horas).



- En aquellas habitaciones en las que se observe la presencia de materiales aislantes a base de fibras minerales no protegidos o dañados habrá que efectuar mediciones de fibras. En estos casos se recomendará siempre la sustitución de estos materiales o como mínimo su sellado.
- Cuando se sospeche una escasa limpieza o se manipulen grandes cantidades de papel, situación que puede ocurrir en los edificios dedicados a oficinas, habrá que medir el contenido de polvo en el aire y en el suelo y, si es posible, evaluar su composición.

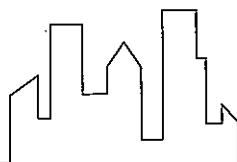
Otros factores

- Medidas de ambiente térmico. En ellas, además de los parámetros ya evaluados se prestará especial atención a la temperatura de los planos radiantes y su posible contribución a situaciones de discomfort.
- Medida de la iluminación. Incluso en ausencia de quejas, las personas que realizan ciertos trabajos, como los usuarios de pantallas de ordenadores, pueden tener problemas de iluminación no reconocidos.
- Medidas de ruido. Hay que prestar una especial atención a los ruidos de baja frecuencia generados por los sistemas de ventilación u otras maquinarias así como a aquellos sonidos propios de las máquinas de oficina.
- Habrá que tener en cuenta cualquier otro tipo de medida que el investigador considere directa o indirectamente relacionada con el problema. En este aspecto es fundamental la experiencia del encargado de la investigación.

Examen médico e investigaciones asociadas

Antes de iniciar esta fase habrá que comprobar si las acciones tomadas en las fases anteriores han conseguido solucionar los problemas existentes. Para ello, algún tiempo después de que las medidas correctoras derivadas de la tercera fase hayan sido puestas en práctica, se volverá a pasar

Cuarta fase

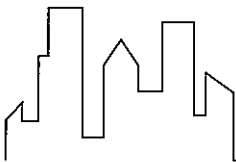


el primer cuestionario original. Del estudio de las respuestas podrá deducirse si la situación ha mejorado algo, en cuyo caso se harán nuevas modificaciones para intentar optimizar la mejora, o si ya es adecuada para la mayoría de ocupantes del edificio, con lo cual se podrán hacer definitivas las medidas correctoras y dar por terminada la investigación. En el caso de que no se consiga la mejora deseada o la situación esté igual o quizás peor deberá continuarse con la cuarta fase.

En esta fase se efectuará un examen médico en el que puede ser necesario examinar empleados con y sin síntomas. El examen lo realizará, de preferencia, una unidad médica con experiencia en medicina ocupacional.

Estos estudios se harán en base a unas causas concretas, asociadas a unas hipótesis. Los parámetros o pruebas que nos permitirán objetivar las alteraciones que conforman el SEE serán, además de una exploración física cuidadosa:

- **SÍNTOMAS OCULARES:** La irritación ocular puede estudiarse mediante la prueba de Schirmer (test de la lágrima) y la de la coloración corneal.
- **VÍAS RESPIRATORIAS SUPERIORES:** El uso de la rinomanometría y el estudio de las células presentes en el lavado nasal pueden ser de ayuda en la demostración de la irritación de las vías nasales.
- **PULMONARES:** Se utilizarán las pruebas respiratorias pertinentes, desde las espirometrías forzadas a los estudios del pico de flujo en y fuera del edificio.
- **CUTÁNEOS:** Además de la inspección de la piel, puede ser conveniente el uso de las pruebas epicutáneas en aquellos trabajadores en los que se sospeche una dermatitis de tipo alérgico.
- **GENERALES:** En este apartado son dignos de mención los tests neurocomportamentales, habiéndose utilizado, entre otros, la batería de tests que conforman el NES (Sistema de evaluación neurocomportamental) y el WAIS o algunos subtests del mismo.



Todas estas pruebas se han de realizar en el contexto de una revisión médica general que incluirá para cada órgano o sistema todas aquellas pruebas que se estimen imprescindibles para descartar patologías asociadas que puedan dar lugar a los síntomas del SEE.

La evolución temporal de estos tests dentro y fuera del edificio puede estudiarse realizándose antes, durante y después de la jornada laboral, en un día determinado, o comparando los resultados obtenidos el lunes por la mañana, antes del trabajo, y el viernes al final de la jornada laboral.

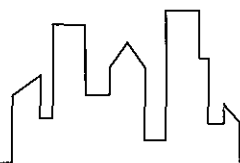
Normalmente no debería ser necesario llegar a la última fase ya que en general los problemas en los edificios tendrían que haberse solucionado con las decisiones tomadas en las fases anteriores, derivadas del completo estudio realizado. Como habrá podido observarse, la investigación o estudio de un SEE resulta ser en muchos casos un complejo y dificultoso trabajo en el que deben intervenir higienistas, médicos, psicólogos, técnicos especialistas, etc. En el Cuadro 2 se recoge, a modo de resumen, un diagrama de flujo de posible aplicación en este tipo de investigación programada en un edificio enfermo.

Conclusiones

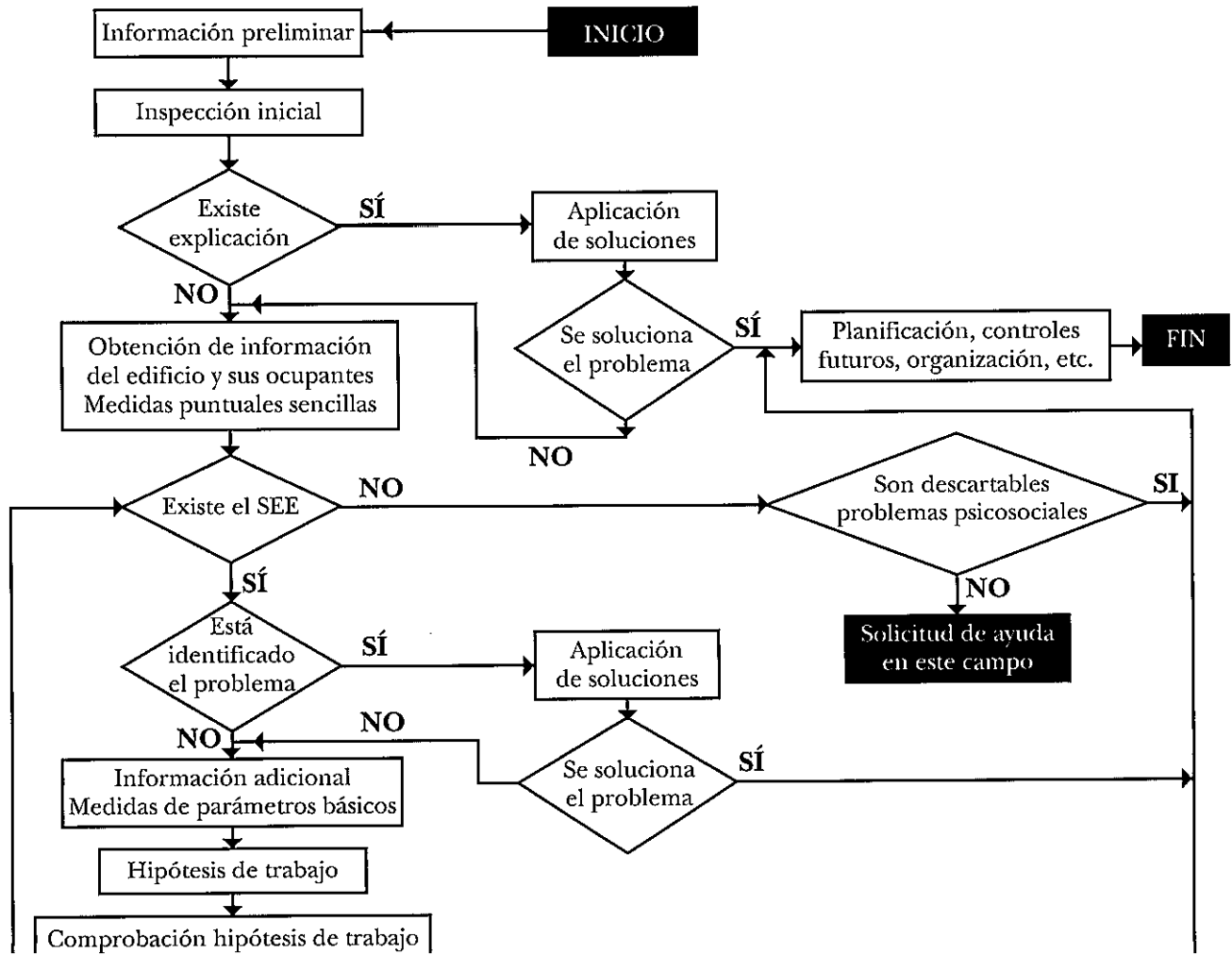
MUESTREO Y ANÁLISIS DE CONTAMINANTES AMBIENTALES

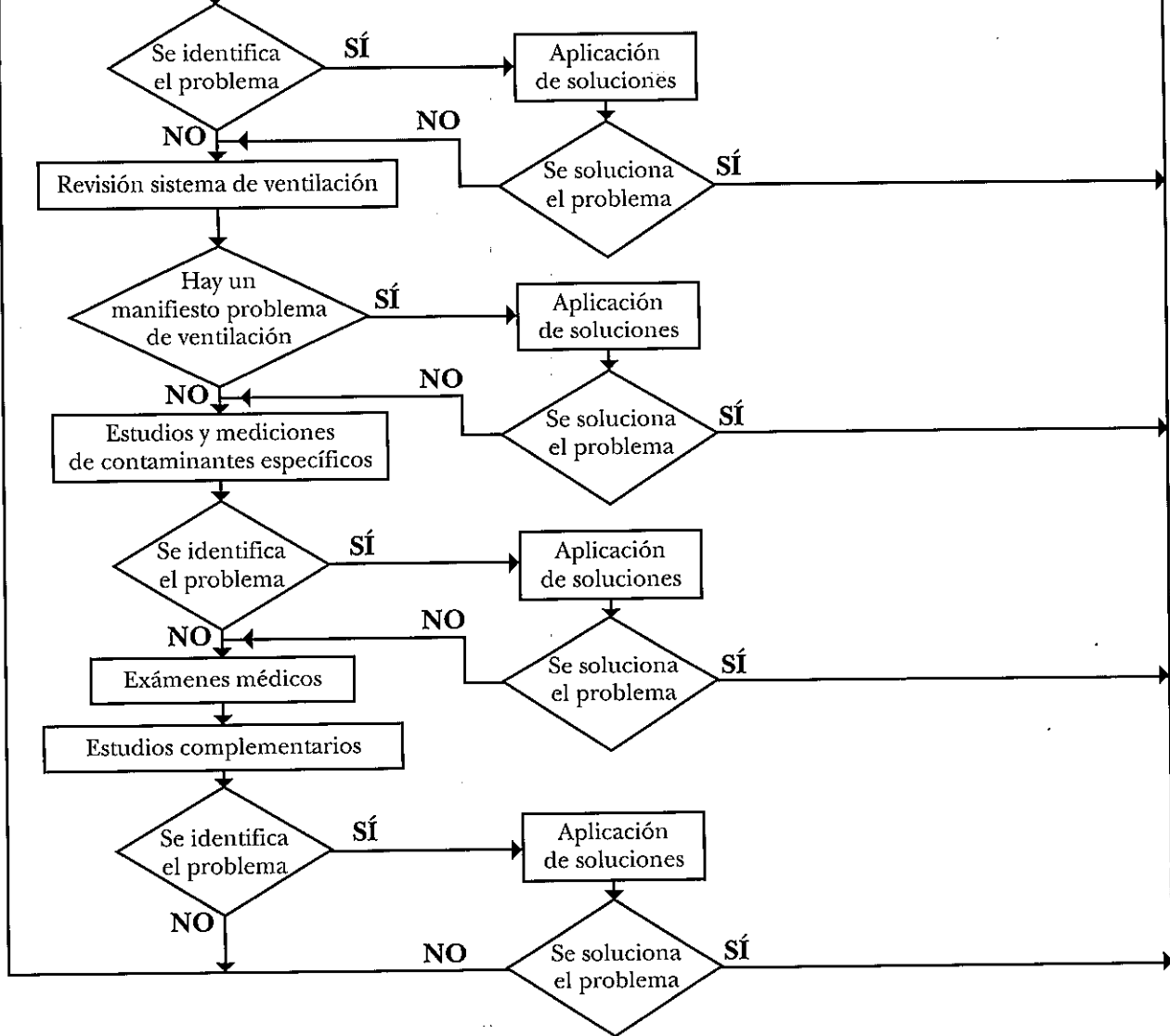
La investigación de los contaminantes presentes en un aire interior sólo tiene sentido si forma parte de una secuencia lógica de actuación y después de haber recogido el máximo de información posible, ya que existe una manifiesta relación inversa entre la información que se dispone o se suministra y el coste (en tiempo y dinero) del proceso analítico a aplicar para obtener datos cuali-cuantitativos sobre la presencia de contaminantes en aire.

Los cuatro interrogantes básicos que plantea cualquier muestreo, “¿Qué? ¿Cómo? ¿Dónde? y ¿Cuándo?” deben estar dilucidados en la medida de lo posible antes de iniciar



Cuadro 2. Diagrama de flujo de la investigación programada de un edificio.



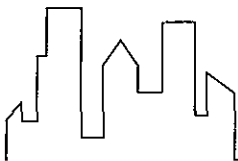


el proceso de la medición de contaminantes. Los factores a tener en cuenta antes de iniciar un muestreo son los siguientes:

- Dinámica del ambiente interior
- Número de espacios independientes
- Tipos de fuentes contaminantes
- Perfiles de contaminación variables según las zonas
- Objetivo de la medida
- Representatividad de la muestra
- Tipo de contaminante o clase de contaminantes que se quiere determinar
- Imposibilidad de utilizar equipo analítico de elevado tamaño y ruidoso

Los parámetros determinantes para una estrategia de muestreo correcta en el caso de contaminantes químicos y biológicos en ambientes interiores variarán en función de las circunstancias y vienen dados principalmente por la dinámica y distribución del ambiente interior, el objetivo del muestreo y en función del contaminante o clase de contaminantes que interese analizar. La dinámica de un ambiente interior es función de las diferencias entre espacios, de las diferentes condiciones de ventilación y climáticas, de la variabilidad de emisión en el tiempo y también puede depender de los distintos tipos de contaminantes. La elevada compartimentación existente en la mayoría de edificios, la cual es necesaria para delimitar zonas que favorecen la realización de distintas actividades, unida a los diferentes tipos de fuentes contaminantes que pueden encontrarse, lleva a tener diferentes perfiles de contaminación según las zonas.

Los objetivos del muestreo deben estar perfectamente definidos antes de iniciar el estudio. Estos pueden consistir en la determinación de concentraciones promedio o de concentraciones pico, aunque a veces puede interesar, para



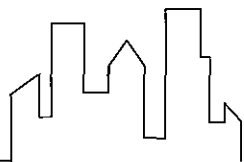
conocer la exposición individualizada de los ocupantes del edificio o el grado de cumplimentación con los valores de referencia indicados en las guías, obtener datos sobre concentraciones personales. Otros posibles objetivos pueden ser el efectuar estudios para identificar fuentes contaminantes, el determinar los modelos de contaminación del aire, etc. Debe garantizarse no sólo que se utilice correctamente la metódica adecuada sino considerar, también, el momento en que se toma la muestra y las condiciones en que se encuentra el edificio (época del año, hora, situación de funcionamiento del aire acondicionado, grado de ocupación etc.).

Desde el punto de vista analítico la metódica a utilizar dependerá básicamente del tipo de contaminante que se quiera analizar y de las disponibilidades analíticas. En general existe una amplia gama de posibilidades, tanto de equipos como de métodos, que pueden aplicarse al análisis de un aire interior. Muchos de ellos han sido diseñados especialmente y otros se han adaptado a partir de métodos inicialmente validados para el análisis de aire exterior o para su aplicación en ambientes industriales. Además, dado el tipo de actividad que suele realizarse en un edificio no industrial, está totalmente desaconsejada la utilización de equipo analítico de gran tamaño y ruidoso que pueda interferir con las actividades normales. En general se procura, por tanto, tomar las muestras *con sistemas relativamente pequeños y silenciosos*.

En el ANEXO 3 se recogen, junto a las instrucciones básicas para la realización de medidas indicativas de confort térmico y de la efectividad de la ventilación, información sobre las metódicas analíticas generales y sobre algunas concretas que se aplican a los contaminantes más significativos presentes en ambientes interiores.

CRITERIOS DE VALORACIÓN

El desarrollo de una investigación de SEE presenta, inicialmente, una serie de dificultades. Entre ellas destaca la problemática de la medida de los diferentes factores que intervie-

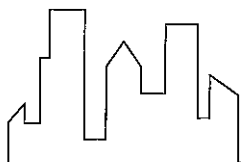


nen y la interpretación de todos los datos obtenidos. A continuación se exponen algunos de los criterios más utilizados para la evaluación y control de las condiciones generales de un edificio.

Contaminantes químicos

En lo que afecta a contaminantes químicos ambientales, la mayoría de los valores de referencia en aire están pensados para su aplicación en ambientes industriales, donde deben proteger, ante todo, a los trabajadores frente a efectos agudos, tales como irritación de mucosas o del tracto respiratorio superior, o evitar intoxicaciones con efectos sistémicos. Muchos autores utilizan como referencia, en ambientes interiores, los valores límites de exposición para ambientes industriales establecidos por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists de E.E.U.U. denominados "Threshold Limit Values" (TLV), que son válidos para jornadas de trabajo diarias de 8 horas y 40 horas de trabajo semanales. Para adaptar los TLVs a las condiciones del ambiente interior de un edificio se aplican factores numéricos; es frecuente reducir estos valores por un factor de dos, diez o incluso cien según sea el tipo de efecto para la salud y el tipo de población que esté afectada. Algunas razones aducidas para aplicar factores que reduzcan los valores TLV cuando se aplican a exposiciones de este tipo incluyen los siguientes puntos:

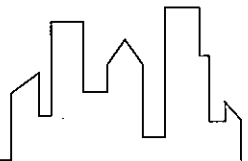
- En ambientes no industriales el personal está expuesto simultáneamente a bajas concentraciones de muchas sustancias químicas normalmente desconocidas capaces de actuar sinérgicamente de una manera difícilmente controlable mientras que se acepta que, generalmente, en un ambiente industrial el número de sustancias peligrosas que requieren control es conocido y, muchas veces, limitado aunque, evidentemente, su concentración suele ser mucho más elevada.
- En muchos países, los medios industriales se controlan con el objeto de comprobar el cumplimiento de los valores de referencia establecidos, práctica que no suele



sucedan en los ambientes no industriales. Por tanto, en estos últimos puede ocurrir que, ante la utilización puntual de algunos productos, se dé el caso de que se produzcan concentraciones elevadas de algún o algunos compuestos, sin ningún control y desconociéndose las exposiciones alcanzadas.

- En principio, los riesgos inherentes a una actividad industrial se conocen o deberían conocerse y, en consecuencia, existen medidas para su control y reducción. Los trabajadores están (o deberían estar) informados y disponer de elementos de reducción y de protección frente al riesgo: campanas de extracción, ventilación forzada, protecciones personales, controles médicos periódicos, etc.
- En los medios industriales trabajan adultos con buena salud y una forma física aceptable, mientras que en un ambiente interior puede encontrarse, en general, un espectro más amplio de población. En una oficina, por ejemplo, pueden estar desarrollando una actividad laboral normal personas con limitaciones físicas o susceptibles de manifestar respuestas alérgicas, que no podrían estar en determinados ambientes laborales. Un caso extremo de este planteamiento es la utilización del edificio como vivienda familiar.
- Como ya se ha indicado, los TLVs, al igual que otros estándares ocupacionales, están basados en exposiciones de ocho horas diarias, 40 horas a la semana. Esto representa menos de una cuarta parte del tiempo de exposición de una persona que esté continuamente en un mismo ambiente o expuesta a una determinada sustancia durante las 168 horas de la semana. Los valores de referencia se basan en estudios que incluyen exposiciones semanales y que respetan tiempos de no exposición entre las exposiciones (16 horas entre días y 64 horas el fin de semana).

La conclusión que obtienen la mayoría de autores a estos

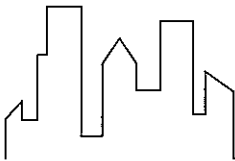


considerandos es que en el caso de un aire interior, no industrial, los valores de referencia utilizados deben incluir un margen de seguridad muy amplio.

Desde hace años diferentes organizaciones nacionales e internacionales, tanto gubernamentales como privadas, vienen desarrollando guías y estándares de exposición que permitan definir unos criterios para la valoración de la calidad del aire. En el ANEXO 4 se recogen las organizaciones más activas en este campo, así como algunas de sus publicaciones más destacadas.

La mayoría de estándares existentes, tanto nacionales como internacionales, toman como referencia las normas publicadas por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), pensadas para facilitar a los profesionales del aire acondicionado el diseño de las instalaciones. El propósito de algunos de sus estándares, concretamente del ASHRAE Standard 62-1989, es especificar, en un edificio, los mínimos aportes de ventilación y la calidad del aire interior aceptable para sus ocupantes, sin que se presenten efectos adversos para su salud. Este estándar recomienda concretamente para el CO_2 , que la mayoría de autores no consideran como un contaminante dado su origen humano pero que se usa como indicador de la calidad del aire interior para establecer el correcto funcionamiento de los sistemas de ventilación, un límite de 1000 ppm para satisfacer criterios de confort (olor).

Este mismo estándar sugiere, para aquellos contaminantes químicos que no tienen establecido un valor de referencia propio, una concentración de 1/10 del valor recomendado (TLV) para ambientes industriales por la ACGIH. Sin embargo los valores para contaminación ambiental son mucho más bajos: por ejemplo, 1/30 de los valores límites (Ley de protección del medio ambiente atmosférico, Art. 46.IV.) o $40/168 \times 1/100$ TLV (Ameg, "Ambient Multimedia Environmental Goal" para el aire), concentración que representa para la mayoría de compuestos la concentración más alta para la cual no se observan efectos nocivos en las personas



más sensibles. También existen valores de referencia dados por la Environmental Protection Agency (EPA).

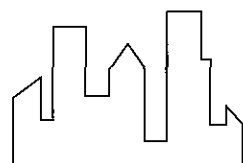
La Organización Mundial de la Salud ha establecido unas guías destinadas a “proporcionar una base para proteger la salud pública de efectos adversos debidos a la contaminación del aire y para eliminar o reducir al mínimo aquellos contaminantes del aire que se sabe o se sospecha que son un peligro para la salud y el bienestar humano” (WHO 1987). Estas guías no diferencian el tipo de exposición de que se trata por lo cual cubren tanto la exposición debida a un aire exterior como la que puede presentarse en los ambientes cerrados.

En el ANEXO 5 se recogen algunos de los valores de referencia más utilizados para contaminantes químicos. Se recomienda, sin embargo, en casos complejos acudir a las referencias originales.

En cuanto a contaminantes biológicos, no existen criterios de valoración de tipo técnico al estilo de los TLVs de la ACGIH para contaminantes químicos, aplicables a ambientes industriales o a interiores. Ello es, quizás, debido a la existencia de una gran variabilidad de factores propios de la naturaleza de los contaminantes biológicos (su capacidad de reproducción, el hecho de que en una misma especie microbiana existan cepas con distinto poder patogénico o que alteraciones de factores ambientales tales como la temperatura, la humedad, etc. puedan condicionar su presencia en un determinado ambiente), que inciden en la dificultad de establecer unos criterios de valoración generalizados y validados para cualquiera que sea la situación problema planteada.

No obstante, a pesar de las dificultades existentes, el Comité sobre Bioaerosoles de la ACGIH ha dado a conocer un documento sobre: “Microorganismos viables en ambientes de oficina: protocolo de muestreo y procedimientos analíticos”, haciendo especial hincapié en que se trata de un borrador y que no se puede hacer uso inmediato del mismo

Contaminantes biológicos



en estudios de campo. Asimismo, anuncia que está desarrollando protocolos similares para 7 ambientes diferentes, además del anteriormente mencionado (oficinas).

En dicho protocolo, en el que se establecen sistemas y estrategias de muestreo, procedimientos analíticos, interpretación de datos y recomendaciones sobre medidas correctoras, se afirma que la utilización del mismo debería estar

Cuadro 3 Recomendaciones frente a una contaminación biológica

Número total de ufc/m³ > 10000

- Aplicar de inmediato las medidas correctoras descritas en el protocolo.

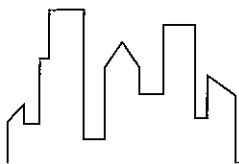
Número total de ufc/m³ < 10000

- Identificar los posibles agentes etiológicos incluidos en los tres grupos siguientes:
- Hongos (por ej.: *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*)
- Bacterias (por ej.: Formas gram negativas o *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus salivarius*, *Corynebacterium sp.*)
- Actinomicetos termofílicos (por ej.: *Micropolydyspora faeni*, *Thermomonospora s.p.*)

Si la presencia de alguno de los agentes identificados excede de 500 u.f.c./m³ y si no hay indicios de respuesta alérgica a partículas procedentes del exterior, aplicar las medidas correctoras descritas en el protocolo.

* ufc/m³: unidades formadoras de colonias por metro cúbico.

NOTA: Se menciona un cuarto grupo de posibles agentes causantes de la enfermedad, en el que se incluyen: protozoos, micotoxinas, endotoxinas, etc. y se recomienda su estudio en el caso en que una vez aplicadas las medidas correctoras y habiendo disminuido el número de los demás agentes etiológicos mencionados, persistieran los efectos adversos.



basada en información médica o clínica que indicara la existencia de enfermedades relacionadas con: fiebre del humidificador, neumonitis hipersensitiva y alergias relacionadas con contaminantes biológicos. Un aspecto interesante a destacar de este protocolo es el que hace referencia a la interpretación de los datos obtenidos y del que se infieren las acciones a realizar que se recogen en el Cuadro 3.

Este protocolo, que como se ha mencionado está en fase de discusión, es o será válido para un ambiente determinado, el de las oficinas, persistiendo el problema de como evaluar aquellas situaciones para las que no se posee criterio de valoración específico.

El confort térmico se basa en un equilibrio entre la actividad física y la ropa que se utiliza, por un lado, y la humedad relativa, la temperatura y la velocidad del aire, por otro. Se han desarrollado varios estándares sobre el tema, aplicables a espacios cerrados y que deben garantizar una situación de confort a la mayoría de la población (aproximadamente el 80%). El más aceptado son el conjunto de las normas de ambiente térmico recomendadas en el anexo A de la norma ISO 7730-1984, revisada recientemente por la ISO/DIS 7730-1992, que establece un intervalo óptimo de temperaturas (aire, superficie y planos radiantes), velocidad del aire y condiciones para personas con diferentes niveles de actividad y usando diferentes tipos de indumentaria. Los valores recomendados se resumen en el Cuadro 4.

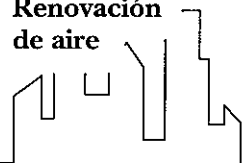
Confort térmico

Respecto a la humedad relativa, independientemente de su contribución al confort térmico, no existe acuerdo sobre cuál es el intervalo ideal, aunque el más generalizado se fija entre el 30 y el 70% y, preferiblemente, entre el 40 y el 60%.

Humedad relativa

Como ya se ha comentado a lo largo del texto, una ventilación insuficiente suele ser una de las causas más frecuentes del SEE. Existen normativas sobre aportes mínimos de aire

Renovación de aire

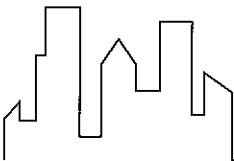


Cuadro 4
Valores de las
variables
recomendados
para el confort
térmico

- Temperatura operativa del aire: $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para invierno y $24,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5$ para verano.
- Diferencia vertical de temperatura del aire entre 1,1 m y 0,1 metros (cabeza y tobillo) inferior a 3°C .
- Temperatura de superficie de suelo entre 19 y 26°C (29°C para sistemas de calefacción por suelo).
- Velocidad media del aire inferior a 0,15 m/seg en invierno y 0,25 m/seg en verano.
- Asimetría de temperatura radiante debida a planos verticales (ventanas, etc.) inferior a 10°C .
- Asimetría de temperatura radiante debida a planos horizontales (techos, etc.) inferior a 5°C .

exterior en muchos países, pero varían de unos a otros, así como entre zonas de no fumadores y de fumadores (intervalo entre 2,5 y 20 l/s y por persona). La International Energy Agency (IEA) indica que un aporte de aproximadamente 8 l/s (cerca de $30\text{ m}^3/\text{h}$) por persona (actividad sedentaria) será adecuado para eliminar los bioefluentes humanos (olores) en áreas de no fumadores. En zona de fumadores el aporte de aire fresco debe ser mayor.

Por su parte el estándar ASHRAE 62-1989 propone, para obtener una calidad aceptable de aire interior, una serie de aportes mínimos de aire fresco. Estos valores pretenden mantener el CO_2 y otros contaminantes dentro de un margen adecuado en función de una variabilidad en el tipo de espacios interiores, presuponiendo en la mayoría de los casos que la contaminación producida es proporcional al número de personas que los ocupan. Así para una oficina se recomienda un aporte mínimo por persona de 10 l/s (cerca de $36\text{ m}^3/\text{h}$) y para una sala de fumadores este valor debe aumentarse hasta 30 l/s por persona.



Cuadro 5
Condiciones
establecidas por
la Ordenanza
General
de Seguridad
e Higiene
en el Trabajo

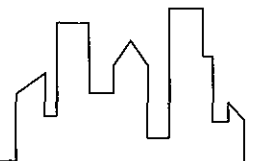
SUMINISTRO DE AIRE	> 30 - 50 m ³ /hora/trabajador o Renovación total del aire: > 6 veces/hora (trabajos sedentarios) > 45 veces/hora (trabajos con esfuerzo físico)
VELOCIDAD DEL AIRE	> 15 m/min (temperatura normal) > 45 m/min (ambiente caluroso)
TEMPERATURA	17 a 22° C (trabajos sedentarios) 15 a 18° C (trabajos ordinarios) 12 a 15° C (trabajos que exijan acusado esfuerzo físico)
HUMEDAD RELATIVA	40 - 60% > 50% (si se puede generar electricidad estática)

En España, la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo establece una serie de condicionantes respecto a aporte de aire, velocidad del aire, temperatura y humedad relativa, que se recogen en el Cuadro 5.

También las normas IT.IC. del Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (Orden de 16 de julio de 1981) recoge en la IT.IC.02 las exigencias ambientales y de confortabilidad (temperaturas, humedad, ventilación y velocidad del aire).

En cuanto a las condiciones de iluminación adecuadas, cada actividad requiere un determinado nivel de iluminación nominal que debe existir como valor medio en la zona en que se desarrolla la misma y que está en función de factores tales como el tamaño de los detalles a visualizar, la distancia entre observador y objeto observado, el factor de reflexión del objeto observado, el contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca, el tiempo empleado en la

Iluminación

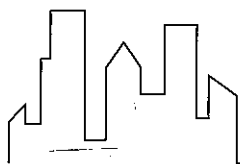


observación y la rapidez de movimiento del ojo. Según la Norma Técnica DIN 5053, donde se relacionan actividades y niveles de iluminación, el nivel recomendado para trabajos de oficina está en el intervalo 500–1000 lux.

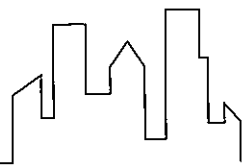
En cuanto a trabajos continuados con P.V.D., la mayoría de autores recomiendan 150–300 lux en pantalla para caracteres claros y fondo oscuro y 500 lux en teclado y documentos. (Ver la Nota Técnica de Prevención N° 243).

Ruido Respecto al ruido conviene mantener los niveles de presión sonora en los límites de 60–70 dB(A) recomendados como confortables ya que valores superiores pueden producir fatiga. La Norma ISO 1996.2–1987 hace referencia a esta problemática.

Vibraciones Sobre el tema de las vibraciones se recomienda el cumplimiento de las Normas ISO 2631.1 y 2631.3–1985.



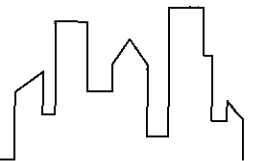
COMO SOLUCIONAR PROBLEMAS



En el transcurso de la investigación se habrán ido desarrollando una o más hipótesis de trabajo que podrían explicar las molestias y problemas manifestados, a menudo en forma de quejas, por los ocupantes del edificio. Estas hipótesis ayudarán al investigador en su actuación mediante la confirmación o negación de las mismas. Es posible que a lo largo del estudio aparezcan problemas potenciales que aún no se hayan planteado como evidencias, pero que también, dentro de lo posible, deberán solucionarse.

Del estudio de las diferentes hipótesis establecidas puede deducirse que no existe una única explicación razonable para cada uno de los problemas sino que éstos son debidos a varias causas. Sería un ejemplo de ello la existencia de un área con poca ventilación en la que además hay una fuente de contaminación importante.

Siempre que sea posible se intentará comprobar las hipótesis establecidas cambiando los aportes de aire de ventilación, modificando las diferencias de presión entre espacios, protegiendo o eliminando las supuestas fuentes de contaminación, aislando áreas, cambiando temporalmente de localización al personal afectado, etc. Si con estas actuaciones disminuyen las quejas de los ocupantes, se habrá comprobado que



la hipótesis es razonable. Los cambios realizados con esta comprobación de hipótesis pueden ser tan sólo temporales o representar en sí soluciones operativas ya definitivas.

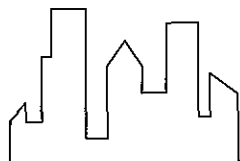
Para aplicar unas soluciones correctoras adecuadas se necesita la colaboración no sólo de las personas afectadas sino también de todos los ocupantes del edificio, incluido el cuadro directivo y, en su caso, de los propietarios del mismo.

Como se ha ido exponiendo a lo largo de este texto son muchos los factores que pueden intervenir en un SEE, los cuales en un tanto por ciento muy elevado, se manifiestan tras algún tipo de renovación. Entre todos ellos, el deterioro de la calidad del aire interior es uno de los que con más frecuencia se considera como responsable y frente al cual hay unas posibilidades generales de actuación, adaptables según las circunstancias, que son utilizadas por diferentes autores para el control de la calidad del aire y que se exponen a continuación. No hay que olvidar, sin embargo, solucionar también quejas derivadas de problemas no atribuibles a una pobre calidad del aire pero que pueden ser significativos, tales como los relacionados con la iluminación, el ruido, o el estrés.

METODOS USUALES DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se basan en los métodos tradicionales de la higiene industrial, es decir métodos desarrollados inicialmente para ambientes industriales pero que a lo largo del tiempo han permitido el desarrollo de una serie de estrategias de corrección para solucionar problemas de calidad del aire en interiores. Básicamente podrían diferenciarse cuatro tipos de estrategias encaminadas a controlar:

- Las fuentes contaminantes
- Las deficiencias en la ventilación
- La limpieza del aire.
- La exposición de los ocupantes del edificio

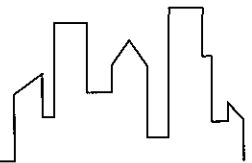


El control de las fuentes implica, ante todo, su correcta identificación para a continuación, si es posible, actuar sobre las mismas. Entre las distintas formas de actuación, en el caso de un edificio, las más adecuadas serán:

Eliminar o reducir la fuente

Para ello se intentará aislar el foco contaminante con medidas tales como:

- Prohibiendo fumar en el interior del edificio o limitando el fumar a áreas restringidas con aire no recirculante.
- Trasladando el equipo contaminante, por ejemplo las fotocopiadoras, a áreas donde, por estar menos ocupadas y por tener una renovación del aire más adecuada, no presenten problemas.
- Evitando la existencia de zonas en las que, respecto al diseño de los sistemas de ventilación del edificio, exista un exceso de ocupación.
- Eliminando humedades. Si las humedades son debidas a condensación debe procurarse que esto no ocurra, reduciendo la humedad ambiental o aumentando el aislamiento de los elementos fríos para evitar superficies de condensación. Si las humedades son debidas a goteras, filtraciones o escapes de agua, deben efectuarse las reparaciones con la máxima rapidez para evitar que puedan dar lugar a desarrollo microbiano y transformarse en focos de emisión.
- Efectuando las operaciones de mantenimiento rápidamente. Debe actuarse con la mayor diligencia ante fugas de gases, humo de chimeneas o fluidos de cualquier tipo. Las grietas y desconchados deben ser analizados y reparados con celeridad ya que pueden ser señal de posibles fugas o daños mayores.
- Evitando la acumulación de suciedad y desechos. No dejar aumentar residuos, basura y desechos que puedan convertirse también en focos de emisión.



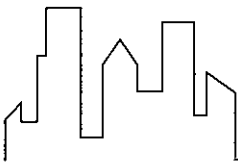
Sustituir la fuente

Si no se puede eliminar la fuente contaminante o reducir su incidencia hasta niveles aceptables se intentará la sustitución total de la causa como sería el caso de:

- Sustituir los humidificadores. Algunos humidificadores, debido a sus características y a un mantenimiento deficiente, pueden convertirse en focos de emisión de bioaerosoles. En este caso debe procederse a su sustitución por otro tipo, por ejemplo, humidificadores por aporte de vapor en lugar de los de rociado de agua recirculada.
- Sustituir materiales de decoración del edificio que sean: defectuosos en su fabricación, como por ejemplo muebles y paneles de madera que liberen formaldehído; capaces de absorber en ciertas condiciones compuestos volátiles y reemitirlos con posterioridad, como algunas moquetas, especialmente las de pelo largo; difíciles de limpiar y mantener, que recojan polvo y que a su vez puedan ser fuente de emisión de fibras, como algunos materiales textiles; substratos que puedan ser afectados por un exceso de humedad y ser adecuados para el crecimiento de mohos, hongos, bacterias, etc.
- Sustituir materiales de construcción que estén dañados o sean defectuosos, como sería el caso de falsos techos que dejan a la intemperie las conducciones generales del edificio.
- Sustituir materiales de oficina inadecuados tales como correctores de máquina que contengan disolventes o muebles accesorios, tipo estanterías, susceptibles de almacenar polvo.

Mitigar la acción de la fuente

Para aquellas fuentes que no puedan ser eliminadas o sustituidas se procurará limitar sus efectos con distintas medidas, por ejemplo:



- Recubriéndolas con pinturas adecuadas u otras barreras.
- Sellando los materiales de construcción que puedan emitir contaminantes (fibras, compuestos orgánicos volátiles, etc.)
- Mejorando el almacenado de materiales que puedan generar contaminación (productos de limpieza, repuestos, etc.) organizando estas tareas y formando al personal responsable.
- Instruyendo al personal sobre el correcto funcionamiento de los equipos y sobre las medidas de precaución a tomar (por ejemplo, con las fotocopiadoras).

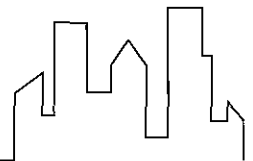
Modificar el entorno

Esta posibilidad contempla actuaciones muy variadas, tales como:

- Cambiar decoraciones que incluyan moquetas en suelos y paredes para evitar la adsorción de determinados contaminantes y su reemisión.
- Por lo que hace referencia a contaminación biológica, en aquellos caso en que sea necesario, debe procederse a desinfecciones periódicas, modificando las condiciones generales del local (humedad, temperatura, ventilación) para impedir su aparición y desarrollo.
- Mejorar el mantenimiento y limpieza general del edificio para evitar la presencia de polvo y suciedad.

Modificar las condiciones en que trabaja el sistema de ventilación es uno de los métodos más habituales para disminuir hasta unos niveles aceptables la concentración de los contaminantes presentes y corregir así la calidad de un aire interior. Puede ser una solución efectiva en el caso de edificios con fuentes contaminantes no identificadas o no controlables, como sería el caso de zonas con ocupación muy variable o excesiva. Las principales actuaciones en este campo son: aislar o eliminar los contaminantes controlando las

Control de la ventilación



relaciones de presión y diluir los contaminantes con un aire exterior mas contaminado.

Aislar o eliminar los contaminantes controlando las relaciones de presión

Si la fuente contaminante está identificada, esta solución es la más efectiva. Las técnicas para controlar las relaciones de presión consisten en ajustar los reguladores y en instalar extracción localizada.

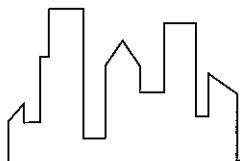
Las estrategias pueden consistir en:

- Instalar una extracción localizada de aire efectiva para la fuente contaminante.
- Evitar la recirculación de aire contaminado. Es decir mantener un circuito independiente para las zonas contaminantes (cocina, laboratorios, almacén, etc.)
- Situar a los ocupantes del edificio cerca de los suministros de aire y las fuentes contaminantes cerca de los registros de extracción del aire.
- Usar técnicas adecuadas para mantener diferencias de presión permanentes y eliminar los caminos de propagación de los contaminantes.
- Asegurarse de que se cierran las puertas en aquellos casos en que interese separar zonas. Para ello puede ser conveniente la difusión de unas instrucciones concretas de actuación.

La utilización de extracción localizada de aire evita la propagación de los contaminantes, captándolos cerca de la fuente y expulsándolos al exterior.

La extracción localizada ha de estar diseñada e instalada de tal manera que no exista recirculación del aire de extracción.

En algunos casos, para completar la efectividad de otras técnicas de control, es importante el sellado de los caminos de propagación de posibles contaminantes, aunque éstos son a veces difíciles de establecer ya que pueden discurrir, por



ejemplo, a través de falsos techos, patinejos, suelos superpuestos o paredes de ladrillo.

Diluir los contaminantes con un aire exterior menos contaminado

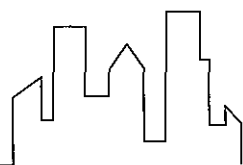
La disminución de la concentración de los contaminantes presentes en el aire se logra mediante su dilución en un volumen de aire limpio considerablemente mayor. Según la velocidad de generación de los contaminantes, su peligrosidad o la calidad del aire requerida, se calcula el aporte necesario de renovación.

La dilución es un método habitual de actuación y la base de algunas normas sobre calidad del aire como la ASHRAE Standard 62.

Esto puede lograrse de distintas maneras, como por ejemplo: aumentando el suministro total del aire en las áreas afectadas, para lo cual, se abrirán más los difusores o se ajustarán los reguladores; aumentando la relación de aire exterior respecto al total suministrado; disminuyendo la recirculación; facilitando la extracción o retorno; cambiando la distribución del aire.

Puede ser también muy importante la forma de las rejillas difusoras y su disposición física respecto a los ocupantes del área considerada. Si todo el suministro de aire de renovación está localizado en un extremo y el retorno en el otro, las personas situadas cerca del aire de entrada pueden tener un aire más limpio, mientras que cerca de los puntos de salida el aire puede contener ya algunos contaminantes procedentes de las fuentes existentes en aquella área.

El coste económico que pueden representar los aumentos en los aportes de aire de ventilación no tiene necesariamente que significar un aumento importante del gasto. Muchos autores afirman que, en edificios comerciales típicos, esta solución representa un gasto menor frente a gastos generales tales como la iluminación y que en muchos casos está compensado por el ahorro energético que pueda representar la mejora en el mantenimiento de los equipos.



Control de la limpieza del aire

La aplicación de estrategias en este sentido está muchas veces relacionada con el control de las fuentes contaminantes y de las deficiencias de una incorrecta ventilación, aunque en algunos casos es la única posibilidad, sobre todo cuando la fuente contaminante sea exterior al edificio.

Los equipos de ventilación disponen en general de sistemas de filtros más o menos complejos cuya finalidad es evitar la contaminación del propio sistema, evitar una disminución de su eficiencia y también mejorar, si es necesario, la calidad de un aire exterior deficiente. Estos sistemas de filtrado deben estar adaptados a las características de cada edificio y de la contaminación que cabe esperar en él. Es importante proceder a un mantenimiento regular y sistemático de los mismos para asegurar su correcto funcionamiento, ya que en caso contrario pueden convertirse a su vez en una importante fuente de contaminación.

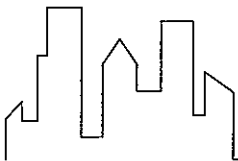
Las tecnologías básicas para eliminar contaminantes en un aire interior se describen a continuación.

filtrado de partículas

Con el filtrado de partículas se eliminan los aerosoles líquidos y sólidos que por su tamaño forma y masa permanecen en el aire en las condiciones de velocidad existentes. Los filtros disponibles en el mercado cubren una amplia gama de eficacias (rendimientos). Hay que tener en cuenta que a mayor eficacia del filtro, mayor será la caída de la presión en el sistema de distribución de aire y si no se tiene en cuenta este factor se reducirá el flujo total de aire circulante. Es por tanto muy importante seleccionar un filtro adecuado para cada aplicación específica y asegurarse de que los sistemas de ventilación y aire acondicionado del edificio continúan trabajando correctamente después de su instalación. Cualquier modificación realizada a posteriori puede descompensar completamente el sistema de ventilación del edificio.

precipitación electrostática

La precipitación electrostática se basa en la atracción de



cargas eléctricas opuestas. El aire es ionizado mediante un campo eléctrico, formándose partículas cargadas que son recogidas por fuertes campos eléctricos generados entre electrodos de carga opuesta. Este sistema permite una eficiencia de filtración de partículas respirables relativamente elevada, con bajas pérdidas de presión en el suministro de aire. Los sistemas de precipitación electrostática pueden instalarse en las zonas de distribución del aire o en áreas concretas. Al igual que otros tipos de filtros debe procederse al mantenimiento regular de los mismos. Hay que tener sin embargo en cuenta que, en cantidades variables y según los distintos modelos, los sistemas de precipitación electrostática pueden generar ozono.

absorción

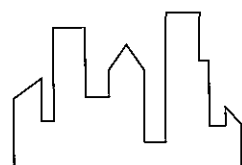
La absorción directa de contaminantes a través de un líquido, o de un sólido impregnado con él, es un método adecuado para el control de contaminantes gaseosos tales como dióxido de azufre o dióxido de nitrógeno. Los contaminantes se disuelven o reaccionan con el absorbente quedando así el aire libre de su presencia.

adsorción

La adsorción de gases y vapores mediante la utilización de diferentes materiales sólidos puede proporcionar excelentes resultados para el control de pequeñas cantidades de compuestos presentes en el aire susceptibles de causar problemas debidos a olores, siendo un método efectivo para vapores orgánicos, especialmente de elevado peso molecular. Se instalan formando parte del sistema de distribución de aire y su coste puede ser elevado, especialmente porque requieren un mantenimiento continuado. Los adsorbentes más frecuentemente utilizados son carbón activo, alúmina activada, sílica gel y tamices moleculares.

utilización de ozonizadores para controlar olores y microorganismos

Los ozonizadores se han venido utilizando profusamente para la eliminación de olores y microorganismos debido a su



elevada eficacia. Sin embargo, dadas las especiales características de toxicidad atribuidas al ozono, su uso se está restringiendo enormemente. El problema básico que se plantea es que hasta el momento no existen procedimientos rápidos y eficaces de autocontrol en la generación de ozono que permitan garantizar una presencia de éste en el aire interior a unos valores de referencia que son muy bajos (el TLV es de 100 ppb, techo).

empleando productos químicos antagónicos

Existen algunos casos puntuales descritos en la bibliografía en los que se puede eliminar un contaminante presente en el aire empleando otro producto químico que reaccione con él. Un ejemplo conocido y aplicado con una cierta asiduidad, es el empleo de gas amoníaco (generado a partir de una solución amónica en agua, NH_4OH) para neutralizar la presencia de formaldehído en aire.

secado del aire

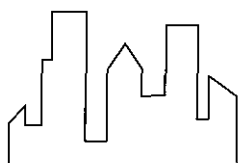
Como ya se ha comentado antes, la elevada humedad en el aire es un factor no contaminante pero sí posible foco de posteriores problemas. Por ello, en los casos que fuera necesario, una reducción de la humedad del aire puede considerarse en este sentido como una acción preventiva.

radiación ultravioleta

Para la eliminación de microorganismos se utilizan radiaciones UV de distinta potencia que pueden, bien incluirse en los circuitos de distribución del aire, bien colocarse directamente en la zona que se quiere mantener en unas adecuadas condiciones de ausencia de microorganismos. Por otra parte hay que tener en cuenta que estos equipos pueden generar ozono.

generación de iones negativos

Los generadores de iones negativos usan cargas estáticas para eliminar partículas presentes en el aire interior que al adquirir una determinada carga son atraídas por superficies



tales como paredes, suelos, muebles, cortinajes o por los propios ocupantes del edificio. Suelen ser unidades portátiles independientes y, al igual que los precipitadores electrostáticos y los equipos de radiación ultravioleta, pueden producir ozono. Como ya se ha indicado en otro punto de este texto, no existe hasta el momento evidencia científica de su utilidad.

Consiste en actuar sobre el receptor limitando la exposición del personal afectado. Esto puede lograrse de dos maneras principalmente:

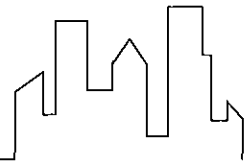
Control de la exposición.

- Informando sobre la realización de actividades que pueden generar contaminación, por ejemplo aplicación de tratamientos de pesticidas, inicio de obras de albañilería que puedan generar polvo, etc. Con esta medida los ocupantes de la zona afectada no se verán sorprendidos durante su trabajo habitual y las personas sensibles podrán evitar el entrar en contacto con los contaminantes. Siempre que sea posible las actividades que puedan ser molestas se realizarán fuera del horario normal de trabajo.
- Cambiando de sitio a las personas sensibles y trasladándolas a zonas donde no manifiesten síntomas. No es una solución deseable pero en algunos casos concretos puede ser la única. Por ejemplo las personas que presenten alergias asmáticas a ácaros y polvo se trasladarán a zonas con menos polvo, sin cortinas y sin moqueta.

SOLUCIONES PARA QUEJAS NO ATRIBUIBLES A UNA POBRE CALIDAD DE AIRE

Descartada una mala calidad del aire en cuanto a presencia de contaminantes o de una elevada concentración de CO₂, existe la posibilidad de actuar sobre una serie de factores que se resumen a continuación.

El confort térmico de las personas está afectado por muchas variables que dependen de las características, hábitos y parti-

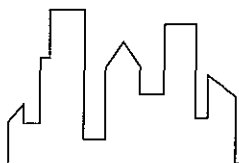


cularidades de cada una de ellas, por lo que existen importantes dificultades para encontrar unas condiciones que satisfagan a la mayoría de los ocupantes de un edificio en cada uno de los ambientes. Dado que los factores determinantes de un nivel de confort dependen básicamente de la temperatura, la humedad relativa y el movimiento del aire, éstos son los factores a tener en cuenta para establecer el rango óptimo de confort térmico.

La iluminación incorrecta puede ser causa de molestias y quejas. Una revisión completa de los sistemas de iluminación permitirá detectar las deficiencias que éstos presentan en función del trabajo que se realice en cada ambiente. Una iluminación general escasa o descompensada, un exceso de contrastes o una disposición inadecuada de los puestos de trabajo suelen ser las causas, normalmente solucionables con cierta facilidad, de quejas en este sentido. La adecuada instalación de los puestos de trabajo con P.V.D. es un aspecto específico de esta cuestión que debe ser especialmente cuidado.

Es relativamente sencillo localizar los focos de ruido y vibraciones; en cambio la solución desde el punto de vista técnico es más complicada, ya que la reducción eficaz del ruido, si no se puede eliminar el foco, suele ser costosa. Existen, sin embargo, soluciones paliativas del problema como son, por ejemplo, una redistribución del personal, el aislamiento de las fuentes de ruido y vibraciones o la colocación de aislantes acústicos

La solución a los problemas mencionados puede requerir modificaciones en los equipos y/o muebles acompañadas, según las circunstancias, de renovaciones en el edificio. En todo caso, y especialmente cuando se realicen renovaciones o redistribuciones de muebles y equipos debe prestarse un especial cuidado a los aspectos de diseño del puesto de trabajo. Las deficiencias en este campo pueden precisar de cambios en el mobiliario o en la metódica de trabajo que implicarán, con toda probabilidad, campañas de formación e información del personal afectado.



En el apartado de criterios de valoración pueden encontrarse, a título indicativo, los valores recomendados (o las referencias donde encontrarlos) para las variables que intervienen en el confort térmico, los datos de ventilación, y los criterios de referencia para iluminación, ruido y vibraciones. Su adaptación a cada edificio, y dentro de él a las distintas áreas de trabajo, se hará en función de las circunstancias que en ellas concurren en cada caso (despacho, sala de reunión, cafetería, zona de paso, vestíbulo, almacén, etc.).

Un aspecto complementario es la detección de situaciones de estrés, problemas de relación entre el personal o, dicho de una manera más general, problemas de orden psicosocial que no deben descartarse nunca en colectividades humanas como posible origen de situaciones de insatisfacción. Pueden existir problemas sutiles cuya identificación o solución sea muy compleja y para los cuales se necesita recurrir a personal especializado. De una manera general se puede afirmar que la solución a problemas psicosociales precisa muchas veces de nuevas formas de organización del trabajo o rediseño del mismo.

CASOS PRÁCTICOS Y SOLUCIONES

A continuación, y a título de ejemplo, se exponen algunos casos estudiados, con indicación de las posibles causas y las soluciones sugeridas.

CASO 1

En el edificio se encuentran contaminantes procedentes del exterior que penetran a través del aire de renovación

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- La realización de ciertas actividades en las cercanías facilita la llegada al edificio de contaminantes: trabajos de asfaltado y movimientos de tierras; construcciones.
- Las tomas de aire exterior de renovación para el edificio están situadas en zonas inadecuadas: en el interior de parkings; en zonas de carga y descarga; en las proximidades de los puntos de expulsión del aire viciado del propio edificio).

POSIBLES SOLUCIONES:

- Eliminar la fuente, si es posible, limpiando las zonas próximas a las tomas de aire.
- Reinstalar las entradas de aire exterior separando las tomas de aire de las posibles fuentes contaminantes, incluidas las salidas de aire del propio edificio que conviene estén a un nivel superior.
- Controlar los caminos de entrada de aire exterior (puertas, ventanas, etc.) manteniendo en el interior del edificio una relativa presurización respecto al exterior. Cerrar grietas y orificios en paredes exteriores.
- Equipar, según sea la índole del problema, el sistema de toma de aire con unidades de filtración adecuadas al mismo.

En el edificio se encuentran contaminantes procedentes del exterior a través del subsuelo.

CASO 2

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Existencia en las cercanías del edificio de tanques enterrados de gasolina, gas oil u otros tipos de productos químicos volátiles.
- Según el tipo de terreno se puede considerar la existencia de radón.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Control y revisión de depósitos, estanqueidad, etc.
- Sanear o aislar el terreno contaminado.
- Controlar los caminos de entrada exterior a través de los basamentos manteniendo en el interior del edificio una relativa presurización respecto al exterior. Cerrar grietas y orificios en paredes interiores.

CASO 3

En el edificio se encuentran contaminantes generados por actuaciones del personal que lo ocupa

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Desequilibrios en los sistemas de renovación de aire por causas tales como:
 - El fumar
 - El cerrar los difusores para evitar corrientes
 - El apagar los ventiladores u otros equipos para evitar ruidos.
- Algunas actividades propias del trabajo, pueden estar también en el origen de algunos problemas, como:
 - Utilización de correctores de máquina
 - Fotocopiadoras
 - Operaciones de limpieza de instrumentos y material

POSIBLES SOLUCIONES:

- Eliminar la causa eliminando la actividad. Este sería por ejemplo el caso de fumar o de manipular de forma incontrolada los sistemas de aire acondicionado.
- Reducir la fuente seleccionando materiales y métodos de trabajo menos contaminantes.
- Instalar sistemas de extracción localizada de aire en zonas concretas.
- Incrementar los volúmenes de aire exterior para obtener una mayor dilución de los contaminantes.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Algunos productos de limpieza generan olores aportando al ambiente compuestos químicos.
- El barrido y aspirado de suelos y paredes facilita el paso de partículas al aire durante los trabajos de limpieza. Si la frecuencia de esta limpieza es insuficiente habrá un aumento de la concentración de contaminantes en aire.
- Trabajos generales de pintura, reparación o engrasado.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Eliminar las fuentes modificando los procedimientos o la frecuencia de las actividades de limpieza y mantenimiento. Por ejemplo:
 - Efectuar estas actividades en horarios de no ocupación del edificio, especialmente las de limpieza, desinfección y pintado.
 - Mejorar el almacenado de productos contaminantes.
 - Facilitar los trabajos de mantenimiento simplificando el acceso a los equipos.
- Reducir la fuente utilizando materiales, que siendo seguros y eficaces, tengan emisiones mínimas:
- Utilizar extracción localizada, ya sea de forma permanente en zonas de almacenamiento o de forma temporal para situaciones puntuales que se presenten en zonas de trabajo.
- Aplicar los productos (limpieza) siguiendo las recomendaciones (cantidades, diluciones, etc.).

CASO 5

La contaminación en el edificio proviene de áreas con actividades especiales

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- En el edificio existe servicio de cocina.
- Existe una imprenta.
- Existe un laboratorio.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Modificar las vías de propagación de los posibles contaminantes ya sea instalando sistemas de presurización que mantengan las zonas contaminantes a presión negativa respecto a las circundantes o instalando sistemas de extracción localizada y ajustando el sistema de ventilación con un aporte adicional de aire limpio.
- Eliminar la fuente, reubicando o reprogramando las actividades incompatibles.
- Reducir la fuente utilizando materiales que minimicen la emisión de contaminantes manteniendo unas condiciones de seguridad y eficacia adecuadas.
- Disponer de sistemas de ventilación/climatización exclusivas de esas zonas, evitando la recirculación de ese aire a otras.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Realización de obras y/o algunas actividades temporales que generan contaminantes y olores molestos para el personal que continúa trabajando en las zonas cercanas, por ejemplo:
 - Instalaciones de mobiliario y moquetas nuevas.*
 - Cambios en la compartimentación de zonas interiores.*
 - Redecoración en general.*
- Finalizadas las obras, si éstas no incluían una revisión del sistema de renovación de aire, puede suceder que el existente resulte inadecuado para la nueva localización del personal.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Seleccionar antes de las obras la utilización de materiales que con unas condiciones de seguridad y eficacia adecuadas aseguren durante las mismas y con posterioridad una emisión de contaminantes mínima.
- Modificar durante las obras el sistema de ventilación para evitar la recirculación de contaminantes. Para ello puede ser conveniente instalar sistemas temporales de extracción localizada, aislar áreas de trabajo y cerrar algunas tomas de aire durante algunas de las operaciones de remodelado.
- Reducir durante las obras los focos, programando adecuadamente el momento de ejecución de las actividades más contaminantes.
- Durante las obras y después de las mismas, asegurarse de que el diseño del sistema de renovación de aire es el adecuado y, si es necesario, efectuar las modificaciones pertinentes.
- Realizar las obras fuera del horario de normal ocupación del edificio o zona. Ventilar abundantemente ésta antes de volverla a ocupar.

CASO 7

Se detecta un porcentaje bajo de renovación del aire

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Un mal funcionamiento del sistema de ventilación. Este puede generar muchos problemas corrientes, debidos a olores que proceden de los propios ocupantes del edificio y de las actividades normales de oficina. Se manifiestan en forma de dolores de cabeza, pesadez y sensación de disconfort. Estos casos son relativamente sencillos de detectar dado que una medida de los aportes de aire nos indicará que no se cumplen las especificaciones aconsejadas por las obras especializadas (por ejemplo con la ASHRAE 62-1989). En general, en estos casos, la concentración de CO₂ superará los 1000 ppm aconsejados para evitar los problemas de olor.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Abrir, ajustar o reparar el sistema de distribución de aire
- Aumentar la proporción de aire exterior limpio según las posibilidades del sistema
- Modificar, si es necesario, el sistema de aire de renovación.
- Poner al día el sistema de ventilación
- Reducir la contaminación y/o la carga térmica del sistema de acondicionamiento de aire. Para ello se puede, por una parte, reducir la densidad de ocupación cambiando de ubicación a algunos ocupantes del edificio y, por otra, limitar el uso de equipos generadores de calor.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- La distribución del aire de ventilación en el edificio es desigual según las zonas existentes. Aunque los aportes de aire exterior están de acuerdo con las indicaciones de las guías, se notan olores molestos y se observa un aumento de las quejas de tipo general debidas a:

El número de ocupantes.

Una temperatura demasiado elevada o demasiado baja.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Abrir, ajustar o reparar el sistema de distribución de aire.
- Asegurarse de que la distribución del aire es la adecuada y si es posible mejorarla.
- Controlar las relaciones de presión entre distintas zonas.
- Modificar, si es necesario, el sistema de distribución de aire.

CASO 9

Se detecta una presencia elevada de contaminantes biológicos en el aire

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Los sistemas de ventilación/climatización pueden actuar como focos de contaminación microbiológica puesto que en determinadas partes de los mismos (filtros, unidades de refrigeración, paneles aislantes interiores, etc.) pueden darse las condiciones adecuadas (humedad, temperatura y nutrientes) para el desarrollo de agentes biológicos, facilitando un medio óptimo para el crecimiento de microorganismos que luego son distribuidos por el propio sistema a través del suministro de aire por todo el edificio. Así en los paneles interiores, conductos y filtros es frecuente la formación de hongos y bacterias.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Eliminar las fuentes contaminantes mejorando el mantenimiento. Para ello se inspeccionará el equipo buscando señales de corrosión y humedades elevadas, se sustituirán las partes estropeadas, se limpiará a fondo el sistema incluyendo paneles y tomas de aire exterior y se usarán biocidas y desinfectantes preveyendo que la exposición de los ocupantes del edificio a los mismos sea mínima.
- Programas periódicos de mantenimiento de las instalaciones.
- Realizar cambios periódicos del agua contaminada en los depósitos (humidificadores, torres de refrigeración).
- Aplicar tratamientos (antical, anticorrosivos, desinfectantes) al agua, prestando especial atención a su compatibilidad química y a la disponibilidad de que estos compuestos puedan incorporarse al flujo de aire que entra en el edificio.
- Disponer de sistemas eficaces de drenaje del agua (condensada o vertida) para evitar su acumulación.
- Asegurarse de que los filtros están completamente secos tras su limpieza, antes de su reinstalación.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Existencia de afombras y moquetas situadas en zonas frías y húmedas
- Existencia de superficies y paredes interiores próximas a zonas con elevadas diferencias térmicas.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Limpiar y eliminar todo el moho existente.
- Prevenir posibles reapariciones del problema usando biocidas y desinfectantes procurando que la exposición de los ocupantes del edificio sea mínima.
- Reducir las humedades entre las zonas de condensación (eliminar fugas, deshumidificar, etc.)
- Secar siempre las moquetas, demás textiles y otros materiales después de limpiarlos y sustituir o tratar los materiales dañados.
- Aislar más.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Algunos problemas de tipo alérgico o incluso vírico pueden deberse a problemas originados como consecuencia de:

Escapes de agua, que generan humedades en paredes y moquetas.

Residuos orgánicos, tales como restos de insectos, roedores o incluso pájaros, presentes en rincones y zonas no siempre fácilmente accesibles del edificio o en las cercanías de las tomas de aire.

La propia ocupación del edificio. Los ocupantes pueden actuar como focos de contaminación.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Limpiar las zonas donde se aprecien acúmulos de suciedad especialmente las correspondientes al sistema de aire acondicionado.
- Sustituir los materiales y recubrimientos estropeados.
- Prevenir posibles reparaciones del problema usando biocidas y desinfectantes procurando que la exposición de los ocupantes del edificio a los mismos sea mínima.
- Ajustar los caudales de aire exterior o de renovación siguiendo los criterios expresados en las recomendaciones, en función del grado de ocupación.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Pueden ser muy variadas y en muchos casos difíciles de establecer. Sin embargo, la aparición entre el personal de un edificio de enfermedades tales como la enfermedad del legionario, neumonitis u otras enfermedades con peligro para la vida de sus ocupantes, deben ser diagnosticadas a través de pruebas médicas concluyentes y frente a estas situaciones debe actuarse con rapidez.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Actuar de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por las autoridades sanitarias.
- Eliminar la fuente, limpiando y descontaminando todas las zonas susceptibles de favorecer la reproducción y distribución de los microorganismos peligrosos. Conviene realizar estas operaciones utilizando el equipo de protección adecuado.
- Revisar el sistema y mejorar su mantenimiento.

CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Durante las actividades normales del edificio pueden originarse situaciones puntuales en las que se generen problemas tales como:
 - Vertidos y roturas de recipientes conteniendo productos químicos utilizados en trabajos de imprenta, mantenimiento, limpieza, etc.
 - Después de un incendio es posible que el personal manifieste molestias.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Recoger el contaminante con métodos adecuados y eliminarlo
- Sustituir los materiales estropeados y todos los restos del suceso

No se detecta objetivamente la existencia de la causa de la queja.

CASO 14

Así, por ejemplo, un grupo de trabajadores se queja de la existencia de corrientes de aire; se revisa el local y se comprueba que la velocidad del aire es imperceptible. O bien un colectivo de trabajadores se queja de que el aire se nota "viciado" y que, al cabo del tiempo, aparece sensación de malestar; se revisa el local y se comprueba una buena renovación del aire a lo largo de toda la jornada.

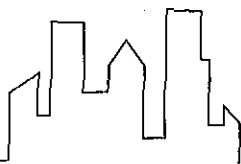
CAUSAS MAS FRECUENTES:

- Mala organización del trabajo. Los trabajadores no están seguros del trabajo que deben hacer o como hacerlo y temen equivocarse.
- Existe un fuerte control por parte de la jefatura sin apenas intervención de los trabajadores sobre las decisiones que afectan directamente el trabajo de éstos.
- Existe una distribución de las mesas de trabajo (por ej. en líneas paralelas) que aumenta la sensación de monotonía y malestar.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Modificar el mecanismo de formación-información a los trabajadores.
- Cambiar el sistema de mando.
- Reestructurar los puestos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA





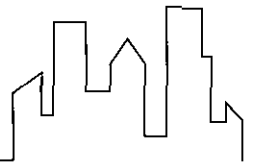
ACGIH. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1992-1993*; American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Cincinnati, Ohio, 1992.

ACGIH. *Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment*; American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Cincinnati, Ohio, 1989.

ASHRAE. *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*; ASHRAE Standard 62-1989; American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers: Inc., Atlanta, GA., 1989.

BERENGUER, M. J.; GUARDINO, X. *Indoor Air Quality Assesment: Analitical Methodology*; Clean Air at Work. New Trends in Assessment and Measurement for 1990s. Ed. by Brown, R. H., Curtis, M., Saunders, K. J., Vandendriesche, S.; Royal Society of Chemistry: Cambridge. 1992; 374-376.

BERENGUER, M. J. ; MARTÍ, M. C. Calidad del aire en los ambientes cerrados. INSHT, NTP-243: Barcelona, 1989 y *Salud y Trabajo*. 1990, 5(81), 28-37.



BERENGUER, M. J. Síndrome del edificio enfermo: Factores de riesgo. INSHT, NTP-289: Barcelona, 1991.

BISHOP, V. L.; CUSTER, D. E.; VOGEL, R. H. The Sick Building Syndrome: What It Is and How to Prevent It. *Nat. Safety Health News*. 1985, 132(6), 31-38.

BURGE, S.; HEDGE, A.; WILSON, S.; BASS, J. H.; ROBERTSON, A. Sick Building Syndrome: A study of 4373 office workers. *Ann. Occup. Hyg.* 1987, 31, 493-504

BURGE, H. A.; HOYER, M. E. Indoor Air Quality. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 1990, 5(2), 84-93.

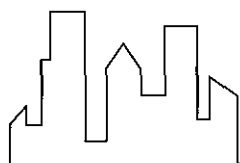
CONE, J. E., HODGSON, M. J., Eds. Problem Buildings: Building-Associates Illness and the Sick Building. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*. 1989, 4(4) .

DOUVILLE, J. A. The chemical nature of indoor air pollution. *Dangerous Properties of Industrial Material Reports*. 1984, 4(3), 2-8

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 1 (1988) Radon in Indoor Air. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 2 (1989) Formaldehyde Emissions from Wood Based Materials: Guideline for the Establishment of Steady State Concentrations in Test Chambers. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 3 (1989) Indoor Pollution by NO₂ in European Countries. Commission of the European Communities, Luxembourg.



EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 4 (1989) Sick Building Syndrome: A Practical Guide. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 5 (1989) Project Inventory. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 6 (1989) Estrategy for Sampling Chemical Substances in Indoor Air. Commission of the European Communities, Luxembourg.

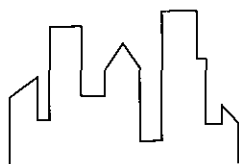
EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 7 (1990) Indoor Air Pollution by Formaldehyde in European Countries. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 8 (1991) Guidelines for the Characterization of Volatile Organic Compounds Emitted from Indoor Materials and Products Using Small Chambers. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 9 (1991) Project Inventory - 2nd Updated edition. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 10 (1991) Effects of Indoor Air Pollution on Human Health. Commission of the European Communities, Luxembourg.

EUROPEAN CONCERTED ACTION (COST 613). Report No 11 (1992) Guidelines for Ventilation Requirements in Building. Commission of the European Communities, Luxembourg.



FINNEGAN, M. S.; PICKERING, C. A. C.;BURGE, P.S. The Sick Building Syndrome: Prevalence Studies. *Br. Med. J.* **1984**, *289*, 1573-1575

FORTMANN, R. C.; NIREN, L.; NAGDA; KOONTZ, M. D. "Indoor air quality measurements". *Sampling and calibration for atmospheric measurements* ASTM STP 957, Taylor, J. K. Ed. American Society for Testing and Materials: Philadelphia. **1987**, 35-45.

GAMBERALE, F.; KJELLBERG, A.; ÅKERSTEDT, T.; JOHANSSON, G. Behavioral and psychophysiological effects of the physical work environment. Research Strategies and Measurement Methods. *Scand. J. Work Environ. Health*, **1990**, *16(suppl 1)*, 5-16.

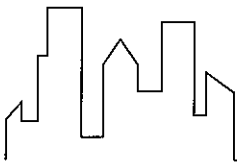
GOYER, N. Chemical contaminants in office buildings. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* **1990**, *51(12)*, 615-619.

GREEN, G. H. The health implications of the level of indoor air humidity; Indoor Air.,Vol II, Swedish Council for Building Research, 1984.

GUIDOTTI, T. L.; ALEXANDER, R. W.; FEDORUK, M. J. Epidemiological features that may distinguish between building associated illness outbreaks due to chemical exposure or psychogenic origin. *JOM.* **1987**, *29(2)*, 148-150

HARRISON, R. M.; COLBECK, I.; SIMMONS, A. Comparative evaluation of indoor and outdoor air quality-chemical considerations. *Environmental Technology Letters.* **1988**, *9*, 521-530

HERNÁNDEZ, A.; MARTÍ, M. C. Contaminantes biológicos: Evaluación en ambientes laborales. INSHT, NTP- 203: Barcelona, 1988



HERNÁNDEZ, A. El síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. *Montajes e Instalaciones*. 1992, Marzo, 49-53

HERNÁNDEZ, A. Calidad del aire interior: Riesgos microbiológicos asociados a los sistemas de ventilación/climatización. INSHT, NTP-313: Barcelona, 1992

HOLNESS, G. V. R. Human confort and indoor air quality. *Heating / Piping / Air Conditioning*. 1990, February, 43-52.

INDOOR AIR QUALITY UPDATE. A Guide to the Practical Control of Indoor Air Problems. Cutter Information Corp.: Broadway, Arlington, USA (Publicación mensual).

INDOOR ENVIRONMENT. The Journal of Indoor Air International; S. Karger Pub.

JONES, W. Sick. building syndrome. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 1990, 5(2), 74-83.

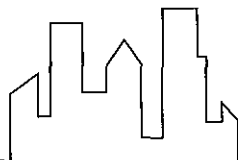
KASUGA, K. Ed. *Indoor Air Quality*; Springer-Verlag; Berlín Heidelberg, 1990.

MARTÍ, M.C.; OBIOLS, J. Síndrome del edificio enfermo: Enfermedades relacionadas y papel de los bioaerosoles. INSHT, NTP-288: BARCELONA, 1991.

McNALL, P. E. The HVAC engineer and indoor air quality. *Heating / Piping / Air Conditioning*. 1988, February, 65-70.

MØLHAVE, L.; BACH, R.; PEDERSON, O. F. Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds. *Environ. Inter.* 1986, 12, 167-175.

MONGOMERY, D. D.; KALMAN, D. A. Indoor / outdoor air quality: Reference Pollutant Concentrations in complaint-free residences. *Appl. Ind. Hyg.* 1989, 4, 17-20.



MOREY, P. R.; FEELEY, J. C.; OTTEN, J. O., Eds. *Biological Contaminants in indoor environment*; ASTM. STP 1071: Baltimore, 1990.

NAGDA, N. L., RECTOR, H. E. y KOONTZ, M. D. *Guidelines for monitoring indoor air quality*; Hemisphere Publishing Corporation: Washington, 1986.

NATO: Committee on the Challenges of Modern Society. *Pilot Study on Indoor Air Quality*; IRSST, 1990.

NIOSH. *Guidance for monitoring indoor air quality investigations*. National Institute for Occupational Safety and Health. Hazards Evaluation and Technical Assistance Branch. Division of Surveillance Hazard Evaluation and Field Studies: Cincinnati, Ohio, 1987.

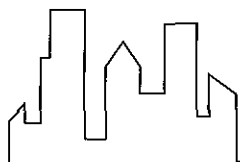
NIOSH. UNIVERSITY OF WASHINGTON CONFERENCE. Indoor air problems: The Office Environment. *A National Epidemic*, 1982, Dec., 7-9.

PARAT, S.; PERDRIX, A.; GRILLOT, R.; CROIZE, J. Prévention des risques dus à la climatisation. Stratégie d'intervention. *Arch. Mal. Prof.* 1990, 51(1), 27-35.

ROBERTSON, A. S.; BURGE, P.S. Building sickness. *Practitioner*. 1985, 229, 531-534.

SOLÉ, M. D.; PEREZ, J. El síndrome del edificio enfermo: Cuestionario para su detección. INSHT, NTP-290: Barcelona, 1991.

SKOV, P.; VALBJORN, O. Danish indoor climate study group. The "sick" building syndrome in the office environment: The danish town hall study. *Environ. Int.* 1987, 13, 339-349.



STELLMAN, M. J. Air quality and ergonomics in the office: Survey results and methodologic issues. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1985, 46(5), 286-293.

STERLING, E. M.; McINTYRE, E. D.; COLLETT, C. W.; MEREDITH, J.; STERLING, T.D. *Field measurements for air quality in office buildings: A three-phased approach to diagnosing building performance problems. Sampling and Calibration for Atmospheric Measurements.* ASTM SPT 957. Taylor, J. K. Ed., American Society for Testing and Materials: Philadelphia, 1987, 46-65.

STERLING, T. D., COLLETT, C. W. y STERLING, E. M. Environmental tobacco smoke and indoor air quality in modern office environments. *JOM.* 1987, 29, 57-62.

SYKES, J. M. Sick building syndrome. Specialist Inspector Reports. No 10. Health and Safety Executive: London. 1988 June (Reprinted 1989 August).

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *Building Air Quality. A guide for Building Owners and Facility Managers;* DHHS (NIOSH) Publication No 91-114, 1991.

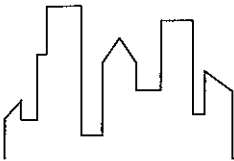
WADDEN, R. A. y SCHEFF, P. A. *Indoor Air Pollution. Characterization, Prediction and Control;* John Wiley & Sons: New York, 1983.

WALLACE, L. A. The sick building syndrome: A review. Proceeding of the Annual Meeting of APAC: Dallas, Texas. 1988, June, 19-24.

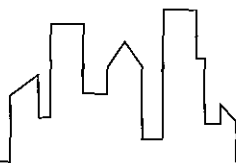
WALLACE, L. y BROMBERG, S. Plan and preliminary results of the U.S. Environmental Protection Agency's Indoor Air Monitoring Program 1982. *Indoor Air Vol. I* Swedish Council for Building Research, 1984.



- WALLINGFORD, K. M. Indoor air quality investigations in office buildings. *Industrial Hygiene News Reports*. 1986, 29(11),1.
- WEEKES, D. M. y GAMMAGE, R. B., Eds. *The practitioner's Approach to Indoor Air Quality Investigations*; AIHA: Akron, Ohio, 1990.
- WHORTON, M. D., LARSON, S. R., GORDON, N. J. y MORGAN, R. W. Investigation and work-up of tight building syndrome. *JOM*. 1987, 29, 142-147.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Indoor air pollutants: Exposure and health effects. EURO Reports and Studies No 78, WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, 1983.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Indoor air quality research. EURO Reports and Studies No 103, WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, 1986.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No 23: Copenhagen, 1987.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Indoor air quality: Organic pollutants. EURO Reports and Studies No 111, WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, 1987.
- YOCOM, J. E.; McCARTHY, S. M. *Measuring Indoor Air Quality. A practical Guide*; John Wiley & Sons, Inc.: Chichester, 1991.



**ANEXO 1 CONTAMINANTES
QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS
MÁS FRECUENTES**



CONTAMINANTES QUÍMICOS

En el cuadro 1 de este anexo se presentan los contaminantes químicos más frecuentes en el aire interior de los edificios, clasificados en función de su posible procedencia.

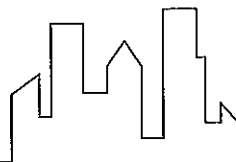
La presencia de un importante número de contaminantes químicos en el interior de un edificio es debida a productos procedentes de combustiones. La utilización de cocinas, estufas, secadoras, refrigeradores y quemadores de gas-oil, facilita la presencia de óxidos en el aire (CO , CO_2 , NO , NO_2 y SO_2), los cuales a menudo son irritantes respiratorios.

Algunos de estos contaminantes pueden llegar al aire interior a partir de fuentes exteriores debido a tomas de aire inadecuadas. Entre todos ellos destacan por su frecuencia los siguientes:

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un gas que se forma por combustión de sustancias que contienen carbono. En locales no industriales la principal fuente está en la respiración humana y el fumar. Es un asfixiante simple cuya presencia a concentraciones altas provoca falta de oxígeno.

Productos de Combustión



Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono se forma por combustión incompleta de sustancias que contienen carbono. Su presencia en medios no industriales es debida a la emisión por motores de combustión interna en garajes dentro del edificio, la toma inadecuada de aire fresco exterior y el fumar. Tiene un efecto asfixiante al unirse a la hemoglobina de la sangre (formando carboxihemoglobina) y disminuir la capacidad de aporte de oxígeno hasta los tejidos.

Humo de Tabaco

El hecho de fumar representa la liberación en el aire de una mezcla compleja de productos químicos (más de 3000 contaminantes conocidos). Además de monóxido de carbono, dióxido de carbono y partículas, se producen óxidos de nitrógeno y una amplia variedad de otros gases y compuestos orgánicos entre los que destacan aldehídos, tales como formaldehído y acroleína, hidrocarburos aromáticos policíclicos, incluido benzoapireno (BAP), nicotina, nitrosaminas, cianuro de hidrógeno, cetonas y nitrilos, así como cantidades apreciables de arsénico y cadmio.

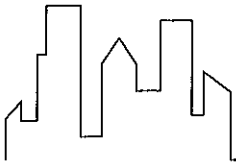
Aproximadamente un 95% de las partículas del humo de tabaco se hallan dentro del intervalo respirable (diámetro $7\mu\text{m}$). En este sentido, su presencia en el aire del interior de un edificio es un problema que afecta tanto a fumadores como a no fumadores.

Materiales de Construcción

Entre los materiales de construcción se hallan los empleados para el aislamiento térmico y acústico tanto general del edificio como de las instalaciones de ventilación/climatización. De entre ellos cabe destacar las fibras, principalmente la de vidrio y el amianto, y distintos tipos de compuestos orgánicos volátiles.

Fibras

La fibra de vidrio y el amianto son dos tipos de fibras que presentan un riesgo potencial de contaminación tanto si se



generan en un ambiente industrial como en uno no industrial.

La fibra de vidrio está formada por material sintético amorfo a base de silicatos. Se usa como refuerzo en plásticos, cauchos, papel y tejidos y como aislante térmico y acústico en los sistemas de ventilación/climatización.

El término amianto abarca distintas formas de silicatos minerales naturales empleados normalmente en materiales de aislamiento. Aunque su utilización está prohibida o muy limitada en los edificios de nueva construcción, aún es frecuente encontrarlos en edificios antiguos, pudiendo ser fuente de contaminación durante la realización de trabajos de mantenimiento y remodelación, así como consecuencia de la degradación de los materiales que los contienen.

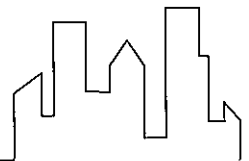
Compuestos orgánicos volátiles

Formaldehído

El formaldehído se emplea extensamente en la formulación de plásticos y resinas, especialmente usadas como aislantes térmicos, barnices, muebles y decoración. Una inadecuada formulación, un mal curado, así como la degradación producida con el paso del tiempo, son las causas de la emisión de este compuesto al aire ambiente. El formaldehído puede ocasionar irritación en las vías respiratorias y alergias y está considerado como una sustancia sospechosa de inducir procesos cancerígenos.

Disolventes

Otros materiales de construcción que pueden ser fuente de contaminación por liberación de compuestos químicos en el aire del interior de un edificio son los muebles y elementos de decoración de madera y caucho, los agentes sellantes, colas, barnices, y materiales textiles. Entre los disolventes detectados con una mayor frecuencia se hallan: hidrocarburos alifáticos y aromáticos y algunos clorados, entre ellos los freones y 1,2-dicloroetano.



Productos de Consumo

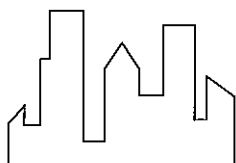
Los productos de consumo llegan continuamente al ambiente a través del propio usuario. Se incluyen en este grupo productos que ya han sido utilizados en la construcción, tales como pinturas, de base acuosa (algunas pueden contener mercurio como fungicida) y de aceite (hidrocarburos), barnices, plásticos, colas, disolventes, productos para sellado (muchos contienen anhídrido acético) y recubrimiento, fibras textiles, papel de pared y colas para empapelar. Además hay que incluir otros nuevos como pesticidas y repelentes (incluido el vehiculizante), productos de limpieza en general (quitamanchas, limpia hornos y jabones para muebles y alfombras) y siliconas abrillantadoras, cosméticos, desodorantes, lacas para pelo, etc. Aparte de los compuestos orgánicos ya citados en materiales de construcción, entre los productos de consumo destacan los que suelen agruparse como partículas y los pesticidas.

Partículas

Las partículas respirables pueden ser irritantes respiratorios, con efectos especialmente importantes para personas asmáticas. En los ambientes no industriales la principal fuente de partículas finas ($2-3\mu\text{m}$) es el humo de cigarrillo y los aerosoles procedentes de distintos tipos de pulverizadores. Los aerosoles de partículas de mayor tamaño ($3-10\mu\text{m}$) incluyen fibras de algodón y textiles sintéticos desprendidas de alfombras, suciedad y polvo transportado desde el exterior, etc. y también en este grupo de partículas se incluyen, aunque tengan un origen biológico, las escamas de piel humana. A menudo la exposición a partículas en un interior de un edificio es superior a la existente en el exterior.

Pesticidas

En este grupo se incluye una gran variedad de dicumarinas, organofosforados, carbamatos y órganoclorados que se usan contra todo tipo de insectos, roedores y hongos y todo tipo de crecimiento microbiológico en general. Mientras algunos son volátiles y tienen un tiempo de residencia limitado, otros pueden acumularse en el polvo y redistribuirse. Como ocurre



en otros casos, se desconocen los efectos para la salud asociados a exposiciones prolongadas a bajas concentraciones de muchos pesticidas y sus subproductos.

Ozono

Es un oxidante que en determinadas condiciones está presente en el aire exterior. En el aire interior se genera principalmente a partir de las máquinas fotocopiadoras, lámparas de descarga de altas frecuencias, lámparas ultravioletas y descargas de arco eléctrico. La utilización de ozonizadores como desodorizantes y desinfectantes es, obviamente, una fuente importante de su presencia en el aire.

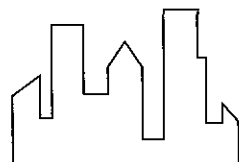
Metales y compuestos metálicos

La presencia de plomo es debida generalmente a fuentes exteriores. También se ha detectado la presencia de hierro y manganeso sin poder justificar su origen. Por su parte, el sistema de ventilación/climatización libera aerosoles conteniendo $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{HCl}$ y $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CO}_2$ procedentes de la corrosión del aluminio, metal del que está construido normalmente parte del mismo.

Radón

Algunos contaminantes presentes en los suelos que rodean los edificios pueden también infiltrarse en el mismo a través de grietas en los cimientos, como es el caso del radón. El radón es un elemento gaseoso radiactivo procedente de la desintegración del radio y perteneciente a la familia de los gases nobles que emite partículas alfa. La exposición a esta emisión se ha relacionado con deterioro de tejidos e incluso con cáncer. El radón y sus productos de desintegración se encuentran en las zonas graníticas y en yacimientos de fosfatos. En algunos casos puede también formar parte de los materiales de construcción.

**Otros
contaminantes
de interés**



CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

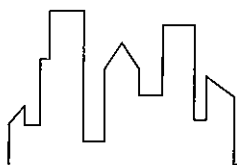
De la misma manera que se han considerado los contaminantes químicos, cabe también considerar a los microorganismos presentes en el aire interior. Para explicar la producción de aerosoles biológicos debe hacerse referencia a los conceptos de reservorio, multiplicador y diseminador. Un reservorio es un medio que reúne una serie de condiciones que permiten a los microorganismos sobrevivir en un determinado entorno, mientras que el multiplicador favorece que se reproduzcan y el diseminador actúa como introductor de los microorganismos y de sus metabolitos en el aire.

Los contaminantes biológicos se clasifican básicamente como agentes infecciosos, antígenos y toxinas por ser éstas sus formas más usuales.

Agentes Infecciosos

Las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en los ambientes cerrados que en el exterior, ya que el volumen de aire en el cual se diluyen los microorganismos es menor, el contacto directo es mayor y las personas pasan más tiempo en ambientes cerrados que en el exterior. También hay que considerar que muchas enfermedades contagiosas requieren el contacto directo entre huéspedes humanos para su transmisión, mientras que otras tales como gripe, sarampión, viruela, tuberculosis y algunos resfriados comunes, se transmiten fácilmente por el aire pudiendo los microorganismos causantes de los mismos, sobrevivir durante su paso a través del sistema de ventilación, si no se toman medidas específicas al respecto.

Otras enfermedades contagiosas se transmiten directamente desde reservorios al medio ambiente. Entre éstas se encuentran la legionelosis y otras neumonías bacterianas y la mayor parte de las enfermedades debidas a hongos. La *Legionella*, por ejemplo, sobrevive y se multiplica en torres de refrigeración, humidificadores, cabezales de ducha, en basura y agua en general, que actúan como reservorios y multiplicadores para los microorganismos. La diseminación ocurre cuando se



altera un reservorio o cuando el aparato contaminado es además multiplicador y diseminador, por ejemplo una torre de refrigeración o un humidificador.

Por otra parte, los hongos patógenos contaminan los suelos. Cuando éstos son alterados por el viento o por excavaciones, los hongos pueden introducirse en el ambiente del interior. También la presencia de nidos de los pájaros en los edificios es una fuente de contaminación por hongos.

Generalmente las enfermedades infecciosas transmitidas a través del aire pueden afectar el sistema respiratorio, al menos inicialmente, y los síntomas se manifiestan tanto en el tracto superior como en el inferior.

Los agentes infecciosos pueden causar enfermedad en cualquiera de las personas expuestas, aunque el grupo de mayor riesgo corresponde a las que tienen problemas de salud y/o que presentan un sistema inmunológico comprometido, especialmente niños y ancianos.

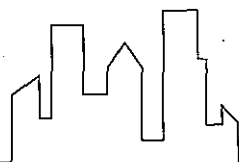
Para la evaluación de agentes infecciosos en aire se necesita un equipo especial y personal experimentado y no se lleva a cabo a menudo. Es más frecuente la toma de muestra de agentes infecciosos en los reservorios y en los multiplicadores.

Antígenos

Antígeno es toda sustancia que al penetrar en un organismo animal dotado de un sistema inmunológico maduro, es capaz de provocar una respuesta inmunitaria específica.

En general, cualquier proteína, glicoproteína o carbohidrato con un peso molecular superior a 10.000 daltons puede actuar como un antígeno. La mayor parte de los antígenos que pueden encontrarse en el aire de los ambientes cerrados proceden de microorganismos, artrópodos o animales. Los presentes en el aire pueden causar enfermedades tales como neumonitis hipersensitiva, rinitis alérgica y asma alérgico, entre otras.

Los síntomas característicos de la neumonitis hipersensitiva son: fiebre, escalofríos, ahogos, malestar y tos. En un princi-



pio la enfermedad parece una gripe para pasar luego a una neumonía aunque los síntomas remiten con el cese de la exposición. Sin embargo, exposiciones prolongadas pueden provocar un daño permanente en el pulmón.

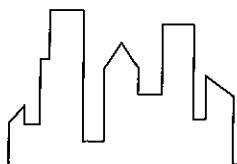
Los síntomas de la rinitis alérgica son mucosidades, picor de nariz y ojos y congestión de los senos nasales, mientras que los del asma alérgico, son respiración dificultosa y opresión en el pecho como resultado de la constricción de los bronquios.

Entre los reservorios y multiplicadores para microorganismos determinantes de enfermedades de hipersensibilidad se encuentran sustratos procedentes del exterior, tales como suelo, material vegetal (vivo y no vivo) y fuentes de agua, así como sustratos húmedos propios del medio ambiente interior. Los microorganismos pueden multiplicarse en cualquier agua estancada y pasar al aire al removerse ésta. En el caso de los hongos cualquier superficie sucia y/o húmeda puede actuar como foco de reproducción, formándose esporas que quedan expuestas directamente a la corriente de aire y así son dispersadas por todo el edificio, pudiendo producir alergias micógenas ya que la piel y los bronquios de los individuos con una especial predisposición o anamnesis especial se excitan con determinadas partículas muy finas. Las esporas de los hongos actúan frecuentemente como alérgenos específicos.

Toxinas

Las toxinas son sustancias segregadas por algunos microorganismos que producen efectos nocivos en los organismos vivos atacados.

La mayor parte de las toxinas microbianas presentes en el aire de un ambiente interior están constituídas por endotoxinas bacterianas y micotoxinas (procedentes de los hongos). Cuando la bacteria productora de la endotoxina crece, libera toxinas solubles dentro del agua (del humidificador, por ejemplo) a partir de la cual pasan al aire. Se asocia a las endotoxinas con algunos síntomas característicos



de las neumonitis hipersensitivas y de la fiebre de los humidificadores.

Se conocen también casos de contaminación de edificios por hongos toxígenos y se han descrito síntomas agudos como resultado de la exposición a las micotoxinas en interiores. Entre ellas las aflatoxinas, grupo de metabolitos tóxicos de los hongos imperfectos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* (el productor más importante es el *Aspergillus flavus*), cuyo poder cancerígeno está demostrado. Sin embargo, se desconocen los factores que controlan la liberación de las micotoxinas en el medio ambiente. El característico olor a moho de las áreas en las que se hallan presentes hongos es debido a la producción, por parte de éstos, de sustancias volátiles características.

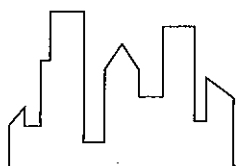
En cuadro 2 de este anexo se recogen algunos contaminantes biológicos característicos, así como las enfermedades de mayor incidencia.

CUADRO 1.—Fuentes de contaminación en ambientes cerrados

Productos de Combustión	Materiales de Construcción	Productos de Consumo	Varios
NO ₂	Fibra de vidrio	Pinturas	O ₃
NO	Amianto	Barnices	Pb
CO	Compuestos orgánicos:	Plásticos	Fe
CO ₂	Disolventes	Colas y pegamentos	Mn
BAP	Formaldehído	Disolventes	Al ₂ O ₃ y derivados
SO ₂		Productos de sellado	Radón
VOCs		Fibras textiles	
Humo de tabaco:		Papeles de pared y colas de empapelado	
Aldehídos		Pesticidas	
HCN		Repelentes de insectos	
Cetonas		Productos de limpieza	
Nitrilos		Cosméticos	
Nitrosaminas			
Nicotina			
Arsénico			
Cadmio			

CUADRO 2.— Contaminantes biológicos y enfermedades más comunes en ambientes cerrados.

<i>Actinomyces thermophilus</i>	→	Neumonía por hipersensibilidad
<i>Aspergillus sp</i>	→	Aspergilosis
<i>Bacillus anthracis</i>	→	Antrax por inhalación
<i>Brucella melitensis</i>	→	Brucelosis
<i>Chlamydia psittaci</i>	→	Psitacosis
<i>Coccidioides immitis</i>	→	Coccidioidonycosis
Diversos agentes	→	Coriomeningitis linfocitaria
<i>Histoplasma capsulatum</i>	→	Histoplasmosis
<i>Klebsiella</i>	→	Infecciones diversas
<i>Legionella Pneumophila</i>	→	Legionelosis
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	→	Tuberculosis pulmonar
<i>Neisseria meningitidis</i>	→	Meningitis meningocócica
Orthopoxvirus	→	Viruela
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	→	Infecciones diversas
<i>Staphylococcus sp</i>	→	Neumonía estafilocócica
<i>Streptococcus sp</i>	→	Neumonía estreptocócica
Virus Coxsackie	→	Infecciones diversas
Virus de la Influenza	→	Gripe
Virus de la rabia	→	Rabia por vía aérea (casos excepcionales)
Virus respiratorios	→	Infecciones diversas



ANEXO 2 CUESTIONARIOS

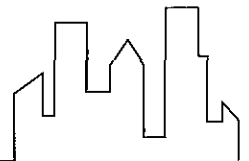


En este Anexo se proponen dos modelos de cuestionarios, uno referente a síntomas y otro de descripción del edificio incluyendo datos laborales de sus ocupantes, preparados y utilizados por el Grupo de trabajo sobre el Síndrome del Edificio Enfermo del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo del INSHT con la finalidad de recoger la información necesaria para decidir la estrategia de actuación posterior.

CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS

En este cuestionario se recogen las quejas planteadas por los ocupantes del edificio buscando la definición precisa de las mismas, así como su magnitud y distribución, incluidas todas aquellas variables que han de ayudar a concretar la relación entre las características del entorno de trabajo y los posibles síntomas. La secuencia de actuación, en lo concerniente a la recogida de información mediante el cuestionario de síntomas, sería como sigue:

- 1- Determinación del número (n) de cuestionarios a rellenar: para plantillas inferiores a 150 trabajadores (N 150), se pasa el cuestionario a todos los ocupantes. Para plan-



tillas superiores ($N > 150$) se extrae una muestra representativa mediante muestreo al azar, teniendo en cuenta lo siguiente:

Prevalencia (frecuencia de síntomas) mínima requerida para determinar la existencia de un SEE, $p = 0.20$

Nivel de confianza escogido 95% ($z = 1.96$)

Error máximo de precisión permitido en la estimación de la muestra, $d = 0.5$

Con estos datos el tamaño (n) de la muestra se calcula mediante la fórmula:

$$n = \frac{s}{1 + \frac{s}{N}} \quad \text{donde:} \quad s = \frac{z^2 p(1-p)}{d^2}$$

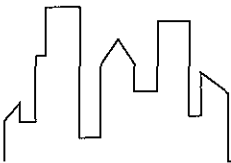
En aquellos edificios donde hay varias plantas se efectuará un muestreo porcentual a partir del número n calculado.

- 2- Del listado de la plantilla, se extraerán los sujetos que van a contestar el cuestionario (teniendo prevista la sustitución en caso de no respuesta) mediante la utilización de los números aleatorios. El motivo de que los que contesten el cuestionario *no sean voluntarios* es evidente: la inquietud por responder puede ser debida a su condición de «afectado» o «enfermo», con lo que incurriríamos en un sesgo de selección, aumentando de forma artificial la prevalencia de los síntomas.
- 3- Se aplicará el cuestionario a todos los integrantes de la muestra, en el mismo día, evitando que los participantes discutan las respuestas y manteniendo su anonimato.
- 4- El paso siguiente es la descriptiva de las respuestas en relación a las condiciones de trabajo y a los síntomas y su ubicación en el plano del edificio estudiado.

De la relación entre ambos obtendremos, con mayor o menor precisión:

El diagnóstico de SEE (prevalencia de síntomas > 0.20)

El tipo y localización de las quejas



CUESTIONARIO

Nº CUESTIONARIO

FECHA

EMPRESA _____

- | | |
|---|---|
| <p>1. Departamento _____</p> <p>2. Planta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>3. Edad <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> años</p> <p>4. Estudios realizados</p> <p>ninguno/Primarios sin acabar <input type="checkbox"/></p> <p>estudios primarios/Graduado escolar <input type="checkbox"/></p> <p>bachillerato/BUP/COU <input type="checkbox"/></p> <p>formación profesional <input type="checkbox"/></p> <p>estudios medios <input type="checkbox"/></p> <p>estudios superiores <input type="checkbox"/></p> <p>5. Sexo</p> <p>hombre <input type="checkbox"/></p> <p>mujer <input type="checkbox"/></p> <p>6. ¿Cuál es su categoría profesional en la empresa?</p> <p>peones, obreros, especialistas <input type="checkbox"/></p> <p>oficiales cualificados <input type="checkbox"/></p> <p>subalternos <input type="checkbox"/></p> <p>aux. admvos. <input type="checkbox"/></p> <p>oficial admvos. <input type="checkbox"/></p> <p>cuadros medios <input type="checkbox"/></p> <p>cuadros superiores <input type="checkbox"/></p> <p>7. Antigüedad en el puesto</p> <p>años <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>meses <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>8. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en este edificio?</p> <p>años <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>meses <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>9. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en el mismo local?</p> <p>años <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>meses <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>10. ¿Qué días de la semana trabaja Vd?</p> <p>lun <input type="checkbox"/> ju <input type="checkbox"/> do <input type="checkbox"/></p> <p>ma <input type="checkbox"/> vi <input type="checkbox"/></p> <p>mi <input type="checkbox"/> sa <input type="checkbox"/></p> | <p>11. ¿Cuántas horas trabaja al día? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>12. ¿Fuma Vd. en su puesto de trabajo?</p> <p>sí <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p>13. Si no es Vd. fumador ¿considera que el humo del tabaco de los demás, perjudica su salud?</p> <p>sí <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p>14. Trabaja Vd. en:</p> <p>oficina cerrada <input type="checkbox"/></p> <p>en un recinto separado por mamparas <input type="checkbox"/></p> <p>en un área abierta con otras personas <input type="checkbox"/></p> <p>15. ¿Se sienta Vd. a menos de 5 m de la ventana?</p> <p>sí <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p>16. Puede(n) abrirse la(s) ventana(s)</p> <p>sí <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p>17. En un radio aproximado a 10 m de su puesto de trabajo existe alguna:</p> <p>máquina de escribir <input type="checkbox"/></p> <p>fotocopiadora <input type="checkbox"/></p> <p>pantalla de ordenador <input type="checkbox"/></p> <p>impresora <input type="checkbox"/></p> <p>teletipo o fax <input type="checkbox"/></p> <p>franqueadora <input type="checkbox"/></p> <p>otras (especificar) _____ <input type="checkbox"/></p> |
|---|---|

A continuación encontrará una serie de preguntas sobre el lugar donde transcurre la mayor parte de su Jornada de Trabajo.

Conteste sinceramente a todas las preguntas, considerando únicamente las cuestiones que le afecten directamente.

18. **Hay ruido que procede de:**
 el sistema de ventilación
 los equipos de oficina
 la calle, el exterior
 conversaciones
 otros (especificar)
 no hay ruido

19. **En relación a la ventilación:**
 hay corrientes de aire
 falta de ventilación / estancamiento del
 aire
 otros (especificar)
 no hay problemas

20. **La temperatura/humedad produce:**
 demasiado calor
 demasiado frío
 demasiada humedad
 demasiada sequedad
 otros (especificar)
 no crea problemas

21. **Se perciben olores de:**
 comida
 humo del tabaco
 corporales
 otros olores (especificar)
 no se perciben olores

22. **La iluminación:**
 es demasiado intensa
 es escasa
 produce deslumbramientos
 se producen parpadeos de la luz
 otros (especificar)
 es correcta

23. **En el área de trabajo le molesta:**
 la decoración
 la compartimentación
 la moqueta en suelo y/o paredes
 la falta de limpieza
 otros (especificar)
 no le molestan estos aspectos

24. **Otros aspectos que le afecten:**
 aislamiento
 falta de intimidad
 visitas
 perturbaciones / distracciones

- sentimiento de encierro
 otros (especificar)
 ninguno

Las siguientes preguntas se refieren a aspectos de la organización del trabajo.

Conteste sinceramente a todas las preguntas, considerando únicamente las cuestiones que le afecten directamente.

25. **En general, el nivel de atención que debe mantener para realizar su trabajo es:**
 alto
 medio
 bajo

26. **En los últimos tres meses la cantidad de trabajo que ha tenido, generalmente:**
 no ha sido suficiente para estar ocupado/a
 ha sido suficiente
 ha sido excesiva

27. **El ritmo de trabajo está determinado por:**
 el ritmo de una máquina o cadena
 el ritmo de otros compañeros
 causas externas (público, clientes...)
 objetivos que hay que alcanzar, primas
 no hay un ritmo prefijado

28. **El ritmo de trabajo:**
 obliga a trabajar demasiado deprisa
 es normal
 se podrían hacer más cosas

29. **¿Cuál de estas frases refleja mejor lo que Vd. hace en su puesto de trabajo?**
 repito las mismas tareas y hago siempre lo mismo
 hago siempre lo mismo con ligeras variantes
 el trabajo es variado
 el trabajo es muy variado

30. **Cuando en su puesto de trabajo se comete algún error**
 generalmente pasa desapercibido
 puede provocar problemas menores y entorpecer el trabajo
 puede producir consecuencias graves para el desarrollo del trabajo o sobre las personas

31. ¿Está contento con su horario habitual?
- sí
- no
- no sabe
32. El número y duración de las pausas durante la jornada laboral, ¿son suficientes?
- sí
- no
- no sabe
33. Sus responsabilidades son:
- insuficientes
- normales
- excesivas
34. ¿Tiene Vd. más responsabilidades de las que quisiera en relación al bienestar o seguridad de los demás?
- sí
- no
- no sabe
35. ¿Considera que tiene que realizar tareas que no le corresponden?
- a menudo
- a veces
- nunca
36. ¿Hasta qué punto puede tomar parte en decisiones que le afectan?
- siempre
- algunas veces
- nunca
37. ¿Cómo considera que son las relaciones con las personas con las que debe trabajar?
- | | | | |
|-------------------------|--------|---------|-------|
| | buenas | regular | malas |
| jefes | | | |
| compañeros | | | |
| subordinados (si tiene) | | | |
38. ¿A cuántos cursos ha asistido Vd. en los dos últimos años? (especificar)
- Nº de cursos
-
39. Desde que trabaja en esta empresa, ¿le parece suficiente la formación que le han proporcionado para desempeñar su trabajo?
- sí
- no
- no sabe
40. En esta empresa ¿hay algún procedimiento establecido para regular la promoción del personal?
- sí, pero sólo en algunos puestos
- no
- no sabe
41. En caso afirmativo ¿le parece adecuado?
- sí
- no
- no sabe
42. ¿Cómo es su contrato de trabajo en esta empresa?
- fijo continuo
- discontinuo
- eventual prácticas
- formación
- temporal
- por contrato
43. En general ¿cómo cree que está considerado su puesto de trabajo en esta empresa?
- muy poco importante
- poco importante
- importante
- de los más importantes
44. Para desempeñar su puesto de trabajo se requiere:
- ningún conocimiento especial, sólo práctica en el puesto
- saber leer y escribir
- formación profesional
- formación media
- formación superior
45. Su trabajo ¿le ofrece la oportunidad de aplicar sus conocimientos o capacidades?
- totalmente
- bastante
- muy poco
- nada
46. ¿Existe algún obstáculo que dificulte la comunicación con sus compañeros?
- sí
- no
- no sabe

47. En caso afirmativo ¿cuál de los siguientes aspectos dificultan esta comunicación? (marcar más de una respuesta si es necesario)
- las normas de la empresa
 - el inmediato superior
 - no poder desviar la atención del trabajo
 - el ritmo de trabajo
 - estar aislado
 - otras causas. (especificar) _____

48. El control del trabajo por parte de jefatura, le parece:
- insuficiente
 - adecuado
 - excesivo

Las siguientes preguntas se refieren a ciertos síntomas que Vd. puede haber experimentado durante su trabajo. Por favor, anote solamente aquellos que considere relacionados con el edificio en el que trabaja. Por ejemplo, si normalmente Vd. sufre unos cuantos resfriados al año no ha de marcar los síntomas correspondientes, pero si, desde que trabaja en el edificio, ha observado que su frecuencia ha aumentado, entonces sí debe señalarlos.

¿En el último mes, ha experimentado alguno de los síntomas que se expresan a continuación y que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

49. Síntomas oculares: NO SI
- enrojecimiento
 - escozor / picor
 - sequedad
 - lagrimeo
 - hinchazón
 - visión borrosa
 - otros
50. Utiliza lentes de contacto: NO SI
- en caso afirmativo, presenta:
 - molestias
 - depósitos / película
 - otros
51. Síntomas nasales NO SI
- hemorragia nasal

- congestión nasal
- sequedad nasal
- rinitis (goteo nasal)
- estornudos seguidos (+ de 3)
- otros

52. Síntomas de garganta: NO SI
- sequedad
 - picor
 - dolor
 - otros

53. Trastornos respiratorios: NO SI
- dificultad para respirar
 - tos
 - dolor en el pecho
 - otros

54. Síntomas bucales: NO SI
- sabores extraños
 - sequedad / sensación de sed
 - otros

55. Trastornos cutáneos: NO SI
- sequedad de piel
 - erupciones
 - escamas
 - picor
 - otros

56. Trastornos digestivos: NO SI
- mala digestión
 - náuseas
 - vómitos
 - diarrea
 - estreñimiento
 - dolor/pinchazos
 - otros

57. Síntomas dolorosos NO SI
- de espalda
 - musculares
 - de articulaciones
 - otros

58. Síntomas parecidos a la gripe: NO SI
- fiebre
 - escalofríos
 - debilidad
 - otros

59. Síntomas de tensión:

NO SI

- ansiedad
- irritabilidad
- insomnio
- agotamiento
- depresión
- sensación de pánico
- otros

60. Trastornos generales:

NO SI

- apatía
- debilidad
- mareo
- dificultad de concentración
- dolor de cabeza
- aletargamiento/falta de energía
- menstruación irregular

OBSERVACIONES:

Si tiene algo que añadir, le rogamos utilice este espacio

CUESTIONARIO DESCRIPTIVO DEL EDIFICIO

Con este cuestionario se pretende conocer de la forma más fiable posible, toda aquella información que de alguna manera pudiera estar relacionada o implicada en la manifestación de molestias e incluso en la aparición de alteraciones de la salud de las personas que ocupan un edificio.

Esta información se obtiene de la propia Empresa y comprende varios aspectos: los datos relativos al propio edificio, como por ejemplo, las remodelaciones llevadas a cabo y los materiales empleados en las mismas; los datos referentes a los ocupantes del edificio; los datos que permitan señalar posibles focos de contaminación (productos de limpieza, equipos de trabajo, etc.) y por último un bloque de información relativa al sistema o sistemas de ventilación/climatización del aire.

Otro de los objetivos perseguidos con este cuestionario, es que la información en él recogida permita establecer una primera aproximación a la magnitud de la problemática planteada, gracias a cuestiones como la fecha de inicio de las quejas y la localización en el edificio de las zonas en las que aparecen estas molestias.

DATOS DEL EDIFICIO

Razón social: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____ Fax: _____

Año de construcción del edificio: _____

¿Cuántos años hace que la empresa ocupa las instalaciones?: _____

El entorno del edificio es de tipo:

residencial _____

industrial _____

otros _____

¿Hay garaje en el mismo edificio?: _____

¿Hay garaje/s en las inmediaciones del edificio?: _____

Número de plantas del edificio: _____

Número de plantas que ocupa la empresa: _____

Superficie total construida: _____

Datos sobre dimensiones y ocupación de las diferentes plantas del edificio

PLANTA	SUPERFICIE Y ALTURA DE TECHOS	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJADORES	OCUPACIÓN MEDIA ESTIMADA
--------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------

DATOS DE LOS TRABAJADORES

Plantilla total de la empresa: _____

Horario de trabajo: _____

Fecha en que se inician las quejas: _____

Indicar los índices de absentismo en los dos años anteriores al inicio de las quejas: _____

199 __ _____

199 __ _____

Indicar los índices de absentismo desde el inicio de las quejas:

Porcentaje sobre el total de la plantilla que ha manifestado alguna queja:

El origen de las quejas planteadas se podría localizar en :

una persona _____

un grupo de personas _____

Se han detectado características comunes en el colectivo que ha manifestado alguna queja. Por ejemplo:

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------|
| edad | <input type="checkbox"/> | _____ |
| sexo | <input type="checkbox"/> | _____ |
| categoría profesional | <input type="checkbox"/> | _____ |
| ubicación (planta/edificio) | <input type="checkbox"/> | _____ |
| adscripción administrativa | <input type="checkbox"/> | _____ |
| otros | <input type="checkbox"/> | _____ |

Se han producido reorganizaciones en la empresa. Por ejemplo:

- | | | |
|--|--------------------------|-------|
| cambios en el lugar de trabajo | <input type="checkbox"/> | _____ |
| cambios de las jefaturas | <input type="checkbox"/> | _____ |
| cambios en los contenidos de trabajo | <input type="checkbox"/> | _____ |
| introducción de nuevas tecnologías | <input type="checkbox"/> | _____ |
| promociones profesionales o salariales | <input type="checkbox"/> | _____ |
| otros | <input type="checkbox"/> | _____ |

MATERIALES

Indicar aquellos trabajos realizados en el periodo de tiempo inmediatamente anterior (hasta un máximo de tres meses) al inicio de las quejas. Por ejemplo:

SISTEMA DE VENTILACION: Renovación del aislamiento de los conductos, cambio de los conductos, etc.

ESTRUCTURALES: Derribo o levantamiento de paramentos, distribución del espacio interior (mamparas, tabiques de conglomerado de madera, aislamiento térmico y/o acústico etc.)

OTROS: Obras de fontanería, instalaciones eléctricas, etc.

SUELOS: Enmoquetado, cambio o barnizado del parqué, etc.

MOBILIARIO: Pintado, barnizado, cambio del mismo, etc.

FECHA	PLANTA	SIS. VENTILACION	ESTRUCTURALES	OTROS
-------	--------	------------------	---------------	-------

FECHA	PLANTA	SUELOS	MOBILIARIO	OTROS
-------	--------	--------	------------	-------

Indicar qué materiales son los más empleados en la decoración:

- Suelos:*
- madera
 - linoleum
 - moqueta
 - mosaico
 - otros _____
 - _____
 - _____

- Paredes:*
- pintura
 - papel
 - moqueta/textil
 - madera
 - cristal
 - otros _____
 - _____

- Techos:*
- placas de yeso
 - plástico
 - otros _____
 - _____
 - _____

- Separaciones:*
- obra
 - conglomerado
 - de madera
 - otros _____
 - _____

Indicar cuales son los colores predominantes en los locales:

suelos _____
techos _____
paredes/separaciones _____
mobiliario _____

EQUIPO	PL	nº	PL	nº	PL	nº	PL	nº	PL	nº
ordenadores										
impresoras										
impresoras Laser										
fotocopiadoras										
máquinas de firmar										
máquinas de escribir										
ambientadores										
humidificadores										
ionizadores										
ozonizadores										
estufas de butano										

VARIOS

El sistema de iluminación de los locales está resuelto a base de:

lámparas fluorescentes
lámparas de incandescencia
lámparas halógenas
otros _____

Indicar el horario en que se realiza la limpieza: _____

Detallar los productos más frecuentemente utilizados en la limpieza de:

mobiliario: _____
suelos: _____

paredes: _____
 cristales: _____
 aseos: _____
 otros: _____

Indicar la periodicidad y la fecha de la última desinsectación.

Periodicidad: _____ Fecha: _____

Indicar cuales son los productos utilizados y el método de aplicación.

Productos: _____

Métodos de aplicación: _____

Indicar el porcentaje de fumadores sobre el total de la plantilla: _____

DATOS DE VENTILACION

Indicar los horarios de funcionamiento del sistema de ventilación.

Puesta en marcha: _____

Parada: _____

Detallar las siguientes características del sistema de ventilación, indicando, en el caso de que dispongan de varios equipos cuales son las plantas a que dan servicio.

EQUIPO	PLANTA/S	RÉGIMEN DE TRABAJO			UBICACIÓN	
		Todo aire exterior	Todo aire reciclado	% de aire reciclado	Toma de aire	Expulsión de aire

EQUIPO	CAUDAL NOMINAL DE AIRE	CAUDAL EFECTIVO DE AIRE	CAUDAL DE AIRE EXTERIOR
--------	------------------------	-------------------------	-------------------------

	Pl. N°	Pl. N°	Pl. N°	Pl. N°	Pl. N°	Pl. N°	Pl. N°
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Nº DE DIFUSORES

Nº DE RETORNOS

Indicar la sección y la superficie libre de:

difusores: _____

retornos: _____

Indicar los criterios legales o técnicos seguidos para el diseño y dimensionamiento del sistema de ventilación:

¿Las ventanas del edificio son practicables?: SI NO

SISTEMA ACONDICIONADOR DE AIRE

Indicar el combustible utilizado por el sistema de calefacción:

- gas _____
- electricidad _____
- gas oil _____
- otros _____

Temperatura del termostato del sistema de calefacción: _____

Temperatura del termostato del sistema de refrigeración: _____

¿Tienen acceso los trabajadores a la regulación de la temperatura?: SI NO

¿El sistema de ventilación/climatización dispone de humidificador de aire?: _____ SI NO

En caso afirmativo, describa brevemente dicho sistema: _____

Indicar si existen otros equipos climatizadores de aire. Por ejemplo:

“fan coils”

otros _____

Detallar los siguientes datos:

EQUIPO	TIPO DE FILTRO	METODO DE LIMPIEZA	PERIODICIDAD DE CAMBIO	FECHA DEL ULTIMO CAMBIO
--------	----------------	--------------------	------------------------	-------------------------

SISTEMA GENERAL DE VENTILACIÓN

DIFUSORES

RETORNOS

“FAN COILS”

OTROS

Indicar los productos utilizados en la limpieza y/o mantenimiento de las siguientes instalaciones:

torres de refrigeración: _____

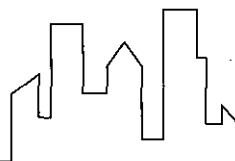
humidificadores: _____

calderas: _____

otros: _____

Detallar sobre un esquema la posición relativa de todas las tomas y salidas de aire, indicando la dirección de los vientos predominantes en la zona.

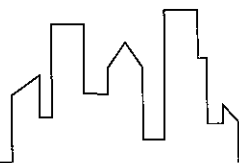
**ANEXO 3 GUIA GENERAL PARA MEDICIONES
SOBRE LA CALIDAD
DE UN AIRE INTERIOR**



Al iniciar un estudio sobre un edificio o diseñar un protocolo para el seguimiento preventivo de las condiciones en que éste se encuentra interesa, en muchos casos, disponer de datos sobre distintos parámetros significativos de la calidad del aire. Para ello deben efectuarse mediciones directas de los mismos en distintos puntos del edificio. Existen una serie de indicadores básicos cuyo control permite conocer la situación primaria del edificio en cuanto a confort térmico y a efectividad de la ventilación que pueden acompañarse con una serie de metódicas sencillas para la determinación de algunos contaminantes en aire. Sin embargo para algunos contaminantes químicos, cuando se requiere hacer un estudio concreto, deberán utilizarse métodos más elaborados que incluyan una captación de las muestras en un soporte adecuado y su posterior análisis en un laboratorio convenientemente dotado.

MEDICIONES SENCILLAS INDICATIVAS DE CONFORT TÉRMICO

De entre los factores que afectan a la sensación de confort o desconfort térmico los indicadores más usados son la temperatura y la humedad relativa.



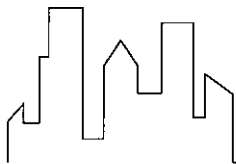
Las medidas pueden efectuarse con un termómetro y un sigrómetro sencillos o con sensores electrónicos, por ejemplo con un termohigrómetro. La medición de la temperatura conviene efectuarla con una exactitud dentro del $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y, antes de efectuar la lectura, hay que tener siempre en cuenta las necesidades de calibración y especificaciones del sistema de medida utilizado, especialmente el tiempo necesario para su estabilización. En cuanto a la humedad relativa en un interior, ésta viene muy influenciada por las condiciones exteriores y por ello habrá que tener en cuenta que, si sólo se dispone de medidas puntuales, puede ser que no se tenga una correcta indicación respecto a la humedad relativa en el edificio a lo largo del tiempo.

MEDICIONES INDICATIVAS DE LA EFECTIVIDAD DE LA VENTILACIÓN

Seguimiento del movimiento del aire con gases indicadores

La utilización de gases indicadores puede ser muy útil en la evaluación del funcionamiento de un sistema de ventilación/climatización de aire por su sensibilidad frente a las corrientes de aire. Estos gases se ponen en circulación en un punto del edificio y se miden en otro lugar pudiendo utilizarse tanto en áreas abiertas como dentro de los conductos de aire. Su objetivo es determinar los caminos de circulación y establecer las diferencias de presión existentes.

Los dispositivos más sencillos son los tubos de humo o detectores de corrientes de aire que generan un humo blanco que es arrastrado por la corriente de aire y hace visible su dirección. También se usan algunos compuestos químicos con olor característico, por ejemplo a menta, o compuestos gaseosos tipo dióxido de carbono, óxido nitroso, algunos gases refrigerantes o hexafluoruro de azufre. Los tubos de humo y los compuestos de olor característico son de fácil utilización y permiten obtener resultados orientativos de tipo cualitativo. Los otros gases requieren el uso de equipos y sistemas más elaborados en los que interviene una dosificación, seguida de una medición posterior.



La determinación de la concentración ambiental de CO_2 se suele emplear como un parámetro que caracteriza la calidad del aire. Un aire con concentraciones de CO_2 superiores a 1000 ppm se considera de mala calidad y/o indicación de una escasa renovación.

Para la determinación de CO_2 pueden utilizarse métodos de lectura directa ya sean monitores o tubos colorimétricos. Estos últimos cubren el intervalo de concentraciones 100-3000 ppm y están muy afectados por la temperatura por lo que pueden dar valores poco exactos en tiempo frío o caluroso, aunque pueden ser útiles para una revisión preliminar. Es más aconsejable la utilización de medidores continuos de CO_2 basados en la espectroscopia infrarroja no dispersiva que permiten mediciones en tiempo real y que actualmente presentan unas prestaciones suficientes en cuanto a sensibilidad.

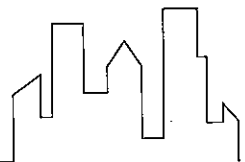
También es posible analizar en el laboratorio muestras de aire, tomadas en bolsas inertes, directamente por cromatografía de gases (CG) utilizando detectores de conductividad térmica o de ionización de llama, previa reducción a metano, en un intervalo de trabajo suficiente. Esta metódica no resulta muy práctica para un estudio de un ambiente interior dado el elevado número de muestras que es conveniente tomar, la aparatosidad de la toma de muestras y el tiempo necesario para obtener los resultados.

En la práctica, sea cual sea el método utilizado para la determinación de CO_2 , deberán realizarse, siempre, varias medidas teniendo en cuenta los aspectos de representatividad ya comentados.

La medida del flujo de aire (m^3/min) permite estimar el total de aire exterior que entra en el edificio y así evaluar el funcionamiento del sistema de ventilación/climatización. El cálculo se efectúa midiendo la velocidad (m/min) y la sección transversal del chorro de aire (m^2). La medida de la velocidad del aire se realiza con un tubo de pitot o un

El dióxido de carbono (CO_2) como indicador de ventilación

Medida del flujo de aire



anemómetro. Dado que a menudo la velocidad del aire en el interior de los conductos varía considerablemente de unos puntos a otros y que es muy difícil medir la velocidad del aire en la zona de los difusores, debido a las turbulencias que allí se forman, es conveniente promediar los resultados obtenidos a partir de varias medidas.

**Estimación
del aporte
de aire exterior**

El total de aire exterior que entra en un edificio puede evaluarse midiendo directamente el flujo de aire. Existe, sin embargo, la posibilidad de estimar la proporción de aire exterior suministrado mediante un test de balance térmico o efectuando mediciones de CO₂ en el aire. Para ello se mide, según el método elegido, la temperatura o la concentración de CO₂ en el aire de retorno, en el aire exterior y en la mezcla de aire suministrado.

Los cálculos a realizar en estos casos serán:

- Para el balance térmico:

$$\% \text{ de aire exterior} = \frac{T_{\text{aire retorno}} - T_{\text{aire de mezcla}}}{T_{\text{aire retorno}} - T_{\text{aire exterior}}} \times 100$$

Donde: T = temperatura en °C

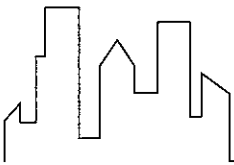
- A partir de medidas de concentración de CO₂

$$\% \text{ de aire exterior} = \frac{C_s - C_r}{C_e - C_r} \times 100$$

Donde: C_s = ppm de CO₂ en el suministro de aire (si se mide en la habitación)

C_r = ppm de CO₂ en el aire de retorno

C_e = ppm de CO₂ en el aire exterior



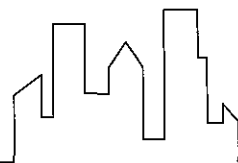
MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN AIRE

La metodología aplicada a la determinación de contaminantes en aire, de cara a la evaluación de la calidad de éste en interiores proviene, normalmente, del campo de la higiene industrial o de las medidas de inmisión que se llevan a cabo para valorar la calidad del aire ambiente atmosférico. En el primer caso, que suele ser el más corriente, la metodología requiere o bien prestaciones diferentes en los aparatos de lectura directa o modificaciones en los métodos de toma de muestra y análisis tradicionales en higiene industrial, ya que muchas veces se trata de medir concentraciones del orden de centésimas o milésimas de las que pueden admitirse como niveles máximos aceptables en higiene industrial.

La fiabilidad, especificidad y sensibilidad de los aparatos de lectura directa ha ido aumentando de manera importante en los últimos años existiendo actualmente en el mercado instrumentos que proporcionan, con garantía, unas prestaciones suficientes para la valoración de algunos contaminantes en aire interior.

En cuanto a los procedimientos de toma de muestra y análisis deben diferenciarse los sistemas de toma de muestra activos de los pasivos (por difusión). Los sistemas activos o dinámicos hacen pasar el aire, mediante una bomba de aspiración de caudal conocido, a través de un sistema de captación adecuado al tipo de contaminante que se quiera retener, por ejemplo un filtro, un tubo adsorbente o un *impinger*. Los sistemas pasivos se basan en fenómenos de difusión y permeación.

En el primer caso existen métodos que aumentando el volumen de aire muestreado, la cantidad del adsorbente o absorbente o modificando el proceso analítico son totalmente adaptables a la medida de calidad de aire interior, mientras que otros deberán de ser necesariamente modificados más a fondo (cambiando el procedimiento de muestreo o el de análisis) y otros no serán adaptables.



En el caso de los muestreadores por difusión el problema puede ser más sencillo por no presentarse, en principio, limitaciones en el tiempo de muestreo. Algunos requerirán una validación previa, en su caso, por estar ensayados en márgenes de concentración y tiempos de muestreo diferentes a los requeridos para el muestreo de aire interior (cosa que ocurre también en los sistemas activos), mientras que otros se podrán aplicar directamente.

Aparte de disponer de información sobre los métodos específicos para la determinación de contaminantes en aire interior es, pues, importante disponer de los métodos tradicionales de la Higiene Industrial (NIOSH, OSHA, HSE, INSHT, etc.) ya que pueden ser un punto de partida determinante.

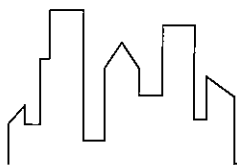
Sistemas de muestreo

Los sistemas de muestreo deben seleccionarse en función del objetivo que se pretende, existiendo diferentes tipos y modalidades. En la práctica pueden diferenciarse tres sistemas de muestreo básicos:

- Muestreos prolongados en puntos fijos que permiten un control continuo o integrado de la calidad del aire, en estos puntos, a lo largo del tiempo.
- Muestreos de corta duración en distintos lugares, a menudo secuenciales, en los que es preciso trasladar continuamente el equipo de muestreo.
- Muestreadores personales en los que el sistema de toma de muestra se adapta al sujeto cuya exposición, debida a sus actividades en distintos microambientes, se está controlando.

Para estas necesidades existen distintos tipos de equipos entre los que destacan los analizadores continuos, los sistemas portátiles y los sistemas personales.

Los analizadores continuos se basan en la detección química o física, directa, del compuesto a analizar y se utilizan, principalmente, para contaminantes gaseosos tales como



CO, CO₂, NO_x, SO₂ y O₃, aunque también los hay para hidrocarburos y para aldehídos, si bien, para estos últimos, sus prestaciones en cuanto a especificidad, exactitud y sensibilidad son inferiores. Estos instrumentos permiten disponer, por una parte, de un registro continuo de la concentración del contaminante donde es posible apreciar la existencia de concentraciones pico y, por otra, de unos resultados inmediatos que pueden procesarse directamente. Precisan, sin embargo, de frecuentes recalibraciones, son difíciles de trasladar, pueden ser ruidosos y en general están muy limitados al contaminante para el que han sido diseñados.

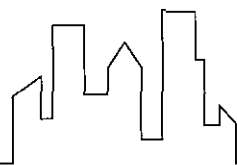
A veces es difícil diferenciar entre sistemas portátiles y sistemas personales. Conceptualmente un equipo portátil es un sistema que puede cambiar fácilmente de localización dentro de un ambiente interior para obtener un cierto número de muestras de aire en una secuencia relativamente rápida en distintos puntos. Por su parte un muestreador personal es un equipo que lleva un individuo, sin que interfiera con sus actividades normales, y que permite obtener información sobre la exposición individual frente a un determinado contaminante. En cuanto a principios de funcionamiento no existen diferencias significativas entre ambos.

Monóxido de carbono (CO)

Para el control del CO se vienen utilizando sistemas continuos cuyas prestaciones han ido aumentando y al mismo tiempo ha disminuido su peso y volumen hasta el punto de que existen actualmente sistemas portátiles adaptados para el muestreo personal. Estos equipos, que pueden ser de tipo activo o pasivo, se basan principalmente en la detección electroquímica aunque también los hay por detección infrarroja (más voluminosos y pesados).

Los instrumentos equipados con detectores electroquímicos emplean un electrolito, sólido o líquido, que transforma el CO en CO₂ generando una señal eléctrica, proporcional a la cantidad de CO presente, que se registra en un medidor

Metódicas usuales para algunos contaminantes significativos en un ambiente



digital. Estos equipos pueden trabajar hasta 1000 ppm con un límite de detección de 1.0 ppm.

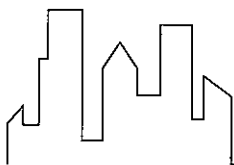
El CO también puede analizarse por CG en el laboratorio, a partir de muestras aire tomadas en bolsas inertes, utilizando un detector de ionización de llama, previa conversión del mismo en metano. En este caso el límite de detección es de 0.05 ppm con un intervalo de trabajo de 0.05-1000 ppm

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Para la determinación de NO₂ existen monitores basados en la detección electroquímica y en reacciones de quimioluminiscencia. Estos últimos permiten medir no sólo la concentración de NO₂ sino también la de NO; primero miden la concentración de NO en el aire, a partir de la emisión de fotones por reacción con ozono, a continuación, previa reducción a NO de todos los óxidos de nitrógeno, se obtiene la concentración total de óxidos (NO y NO₂) y por diferencia se calcula la concentración de NO₂. El límite de detección de estos equipos es de 2 ppb. También existen en el mercado tubos colorimétricos que permiten la detección de 10 ppb que, aunque pueden sufrir interferencias por parte del ozono, son utilizables en estudios preliminares.

En los últimos años cada vez se están utilizando más para la determinación de NO₂, en ambientes interiores, sistemas pasivos basados en el tubo de Palmes que consisten en una rejilla metálica impregnada con trietanolamina. El total de NO₂ medido dependerá de la concentración en aire y del tiempo de muestreo; para un ambiente interior se requieren exposiciones mínimas de 5 a 7 días (límite de detección 300 ppb-h). El NO₂ se mide en el laboratorio por métodos espectrofotométricos. El límite de detección descrito para exposiciones de una semana, es de 1.5 ppb.

Para el análisis del NO₂ en el laboratorio pueden también adoptarse otras metodías utilizadas en medios industriales, por ejemplo captación de la muestra en un impinger conteniendo un reactivo azoico o en tubos de tamices moleculares impregnados con trietanolamina, aunque para ello hay que



modificar las condiciones de muestreo para adaptarlas a las condiciones y niveles propios de un ambiente interior.

Ozono (O_3)

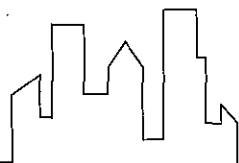
El O_3 es considerado por muchos autores un contaminante atmosférico que sólo se da en los ambientes interiores en situaciones concretas ya que se descompone rápidamente. Entre los métodos de lectura directa disponibles existen tubos colorimétricos que trabajan en el intervalo 0.005-14 ppm y que son utilizables en estudios preliminares o para determinaciones orientativas. También se encuentran en el mercado algunos instrumentos portátiles para la determinación de O_3 basados en reacciones de quimioluminiscencia con etileno o con Rodamina-B con sensibilidades de 4 ppb.

En la práctica es posible la adaptación de *metódicas* utilizadas en ambientes industriales, por ejemplo haciendo pasar aire a través de una solución de yoduro potásico en un medio neutro y análisis colorimétrico de la solución resultante, en el laboratorio.

Compuestos orgánicos volátiles (VOCs)

Para determinar los compuestos orgánicos volátiles totales (TVOCs) en aire existen en el mercado varios tipos de instrumentos de lectura directa que permiten obtener, si bien con baja sensibilidad y baja especificidad, una lectura única para diferentes tipos de compuestos orgánicos. Las concentraciones se miden directamente en partes por millón (ppm) y el cálculo se realiza suponiendo que los compuestos químicos detectados dan la misma respuesta que el compuesto que se ha utilizado para la calibración. A este tipo pertenecen los detectores de fotoionización y los cromatógrafos de gases portátiles equipados también con este tipo de detectores, que analizan las muestras previa concentración en un soporte adecuado utilizando sistemas activos o pasivos.

Cuando se quieren medir compuestos orgánicos específicos se utilizan sistemas de captación adecuados, por ejemplo entre los sistemas activos es habitual utilizar tubos de carbón



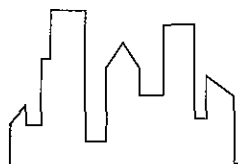
activado para la captación de disolventes, tubos de Chromosorb para pesticidas o de resina XAD-2 para nicotina aunque también pueden utilizarse otros adsorbentes especiales tales como espuma de poliuretano. En todos estos casos deberá completarse el análisis en el laboratorio por cromatografía de gases o por cromatografía líquida de alta resolución. También existen en el mercado algunos sistemas pasivos que se analizan siguiendo metódicas paralelas y que requieren periodos de exposición de 2 – 3 semanas. La utilización de tubos de Tenax para la captación de compuestos orgánicos, seguida de desorción térmica previa al análisis cromatográfico, permite aumentar la sensibilidad. Siempre que interese un análisis exhaustivo desde el punto de vista cualitativo será preciso disponer de un equipo de cromatografía acoplado a un espectrómetro de masas.

Formaldehído

El formaldehído es un VOC muy significativo en el aire interior que tiene unas características químicas propias por lo que es aconsejable un tratamiento analítico por separado.

Existen varios métodos de análisis descritos y para su selección es muy importante tener en cuenta las distintas sensibilidades y los tiempos de muestreo necesarios; muchos métodos permiten detectar concentraciones inferiores a 0,1 ppm. Existen en el mercado tubos colorimétrico para el formaldehído pero su utilización en interiores debe limitarse a estudios preliminares. Para evaluar problemas de irritación aguda es ideal poder efectuar medidas de corta duración, por ello algunos dosímetros, que pueden medir con gran exactitud exposiciones prolongadas, no son útiles en estos casos.

Los métodos más usados implican la captación en impinger con soluciones absorbentes (agua, agua/metanol o una solución de bisulfito sódico al 1%) o en tubos de alumina y el análisis en el laboratorio por espectrofotometría UV (método del ácido cromotrópico o método de la pararosanilina) o por polarografía (derivado hidrazónico). Estos métodos, inicialmente diseñados para ambientes industriales, requie-



ren modificaciones en cuanto a volúmenes y tiempos de muestreo para su aplicación en ambientes interiores.

En la actualidad existen en el mercado varios sistemas pasivos con resultados muy satisfactorios en su utilización en ambientes interiores. Aunque la metodología analítica es diferente, todos se basan en la determinación espectrofotométrica del HCHO y permiten la obtención de muestras integradas que para exposiciones de 1 semana alcanzan un límite de detección, para alguno de ellos, de 5 ppb.

Polvo ambiental

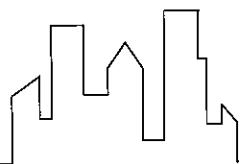
Para la captación y análisis de partículas y fibras en aire se dispone de gran variedad de técnicas y equipos, muchos de los cuales son aplicables a un ambiente interior. Entre los distintos equipos es posible distinguir entre los monitores, que dan una lectura directa de la concentración de partículas en aire (detector de luz difusa), y los muestreadores que recogen una muestra, normalmente en un filtro, haciendo pasar el aire a su través con ayuda de una bomba de aspiración y que luego deberá ser analizada ya sea por pesada (análisis gravimétrico) o mediante un examen al microscopio.

La presencia de tipos o cantidades inusuales de fibras o partículas puede ayudar a detectar potenciales problemas. El caso del amianto sería un ejemplo.

Contaminantes biológicos

El término bioaerosoles con que normalmente se hace referencia a estos contaminantes se aplica a materiales suspendidos en el aire, que están o han estado vivos, tales como hongos, bacterias y restos de organismos (por ej. partes del cuerpo, deposiciones de insectos, etc.). El diámetro de las partículas constitutivas de los aerosoles oscila desde el submicroscopio ($< 0.1 \mu\text{m}$) hasta el superior a los $100 \mu\text{m}$.

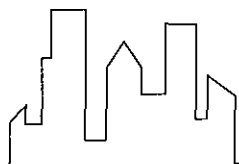
No existe ninguna técnica sencilla y efectiva que permita muestrear todos los contaminantes biológicos que pueden encontrarse en un ambiente interior. Existen una serie de métodos aproximativos que permiten captar, enumerar e



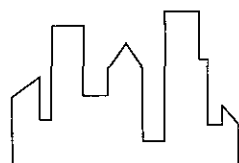
identificar los distintos tipos de microorganismos presentes en el agua, sobre las superficies y en el aire. También están descritas metódicas específicas para el análisis de materiales concretos tales como deposiciones de insectos. La utilidad de estas técnicas depende de su utilización por profesionales.

Cuando se requiera un muestreo del aire, existen varias posibilidades. El método más generalizado incluye la utilización de una bomba de aspiración de aire para hacer impactar aire en un nutriente de agar que a continuación se incubaba. Los equipos más frecuentemente utilizados son el recolector de Andersen, el Reuter Centrifugal System y el Surface Air System. Cualquier colonia de bacterias u hongos que se desarrolle puede ser contada e identificada por un microbiólogo cualificado. En la práctica se utilizan diferentes tipos de agar y diferentes temperaturas de incubación según los tipos de microorganismos. Con este método sólo pueden contarse organismos vivos o esporas en aire. En algunos casos también pueden utilizarse métodos de muestreo por sedimentación en los que cápsulas de Petri, conteniendo un medio de cultivo, se dejan abiertas en contacto con el aire de la habitación y a continuación se incuban para identificar el tipo de bioaerosoles presentes en las diferentes localizaciones. El inconveniente de este método es que el aspecto cuantitativo es relativo y de que sólo se pueden detectarse los microorganismos que son suficientemente pesados para depositarse sobre la superficie de agar. Es recomendable, siempre que sea posible, utilizar sistemas de muestreo activos.

También hay descritos métodos de recogida en medio acuoso consistentes en hacer borbotear aire a través de una solución isotónica, métodos de filtración a través de gelatina y en los casos que interesara muestrear superficies pueden utilizarse placas de contacto, conteniendo un medio de cultivo adecuado, que se presionan sobre la superficie a muestrear o torundas estériles de algodón para muestrear en zonas de difícil acceso.



**ANEXO 4 ORGANIZACIONES
Y PUBLICACIONES RELACIONADAS
CON GUÍAS Y NORMAS
SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE**



American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineering (ASHRAE)

* Standard 52-76

Methods of Testing Air-Cleaning Devices Used in Air Conditioning and General Ventilation

* Standard 55-1981

Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

* Standard 62-89

Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

* Standard 90A-80

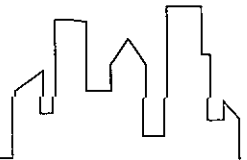
Energy Conservation in New Building Design

**Aire
Acondicionado,
Confort, Ruido y
Vibraciones**

International Standards Organisation (ISO)

* ISO 7730-1984. (Revisión ISO/DIS 7730-1992)

Moderate thermal environments Determination of the



PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.

* ISO 2631.1-1985

Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements.

* ISO 2631.3- 1985

Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 3: Evaluation of exposure to whole-body z-axis vertical vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz.

* ISO 1996.2-1987

Acoustics. Description and measurement of environmental noise. Part 2: Adquisition of data pertinent to land use.

Ministerio de Trabajo (España)

* Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo 1971, Art. 30

International Energy Agency (IEA)

* Energy conservation in building and community systems programme. Annex IX: Minimum ventilation rates.

National Institute of Standards and Technology (NIST)

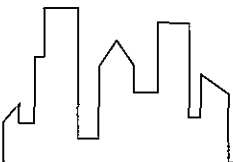
- * Reglamentaciones estándar y otros criterios técnicos relacionados con la calidad del aire de interiores
- * Frecuencia y distribución de la relación del cambio de aire en edificios

Air-Conditioning and Refrigeration Institute (ARI)

* ARI Standard 120-76

Requirements for safety qualification of commercial and industrial air conditioning and refrigerating equipment

* Artículo informativo sobre calidad de aire de interiores



Electrical Power and Research Institute (EPRI)

* EPRI.FM-3469

Manual sobre calidad de aire de interiores

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

- * Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical agents in the Workroom Environment and Biological Exposure Indices for 1992-1993
- * Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment
- * Industrial ventilation. A manual of recommended practices, 1989

Contaminantes en Ambientes Industriales

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)

- * NIOSH Recommendations for Occupational Safety and Health Standards, "Morbidity and Mortality Weekly Report, Vol 34, 1985, pp.35-315.

Occupational Health and Safety Administration (OSHA)

- * Safety and Health Standards, Occupational Safety and Health Administration, Washington, D.C., 1983.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

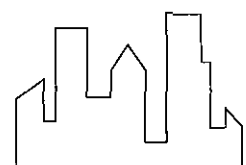
- * Maximum Concentrations at the workplace and Biological Tolerance Values for Working Materials 1992.

Health and Safety Executive (U.K.)

- * Occupational Exposure Limits 1992.

Centre of International Projects, GKNT (URSS)

- * Maximum allowable concentrations and tentative safe exposure levels of harmful substances in the environmental media. Moscow 1984.



Sweden National Board of Occupational Safety and Health

- * Occupational Exposure Limit Value Ordinance, AFS 1990:13.

Nederland Directoraat-Generaal van de Arbeit

- * De Nationale Mac-Lijst 1989.

Ministère du Travail (France)

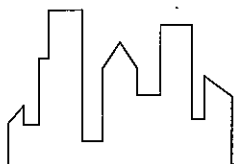
- * Valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses en France 1988.

Calidad del aire Environmental Protection Agency (EPA)

- * National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards. 1971
- * Métodos para la reducción del Radón - Una guía para los propietarios de casas
- * Exposición al Radón en viviendas
- * Una guía sobre el Radón para los ciudadanos
- * Building Air Quality. A Guide for Building Owners and Facility Managers. 1991

Organización Mundial de la Salud (OMS)

- * Indoor air pollutants: exposure and health effects.
EURO Repots and Studies N° 78, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 1983
- * Biological effects of man-made mineral fibres.
EURO Reports and studies N° 81, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 1983
- * Indoor air quality research
EURO Reports and Studies N°103, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 1986
- * Air quality guidelines for Europe.



WHO Regional Publications, European Series N° 23.
Copenhagen 1987

United States Academy of Science (UASA)

- * Guías para exposiciones de corta duración del público a contaminantes en aire

National Academy of Sciences / National Research Council (NAS/NRC)

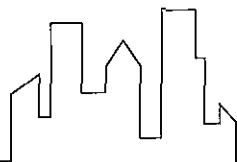
- * Economics and Politics in the Assesment of Causes of Building Illness: The NAS/NCR Report on Indoor Pollutants. Int. J. Health Services 14:43-53 (1984)
- * Indoor Pollutants. National Academy Press, Washington, DC (1981)
U.S. Dep. of Health and Human Services (USDHHA)
- * Las consecuencias del fumar de forma involuntaria

National Swedish board of Occupational Safety and Health and the National Swedish Board of Health and Welfare

- * Smoking Restrictions
General Recomendations (AFS 1983:10) concerning.

Health and Welfare Canada

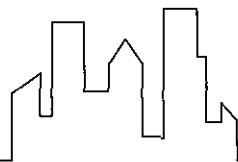
- * Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality.
Dept. of Nat. Health anf Welfare, Ottawa, 1987



ANEXO 5 GUÍAS Y VALORES DE REFERENCIA

En España no existe hasta el momento legislación específica sobre el tema aunque en la revisión de la Ley de Protección del Medio Ambiente Atmosférico está previsto incluir directrices referentes al control del aire en el interior de los edificios. Sin embargo, la CEE a través del Parlamento Europeo ha presentado una Resolución sobre la calidad del aire de los ambientes cerrados (Doc, A 2-156/88) en la que establece la necesidad de que la Comisión presente cuanto antes una propuesta de Directiva específica sobre el particular en la que se incluyan: a) una lista de sustancias a prohibir o a regular su uso, tanto en la construcción como en la limpieza de los edificios, b) unas normas de calidad aplicables a los distintos tipos de ambientes cerrados, c) unas prescripciones sobre el planteamiento, la construcción, la gestión y el mantenimiento de las instalaciones de aire acondicionado y de ventilación y d) unas normas mínimas sobre el mantenimiento de los edificios abiertos al público.

Diferentes organizaciones internacionales como la OMS y el CIBC (International Council of Building Research), privadas, como ASHRAE, y algunos países como Suecia (The Swedish Council of Building Research), Estados Unidos, Canadá y Australia han desarrollado guías y estándares de exposición.

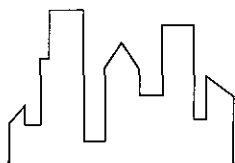


A título informativo en el Cuadro 1 se recogen las concentraciones máximas de contaminantes que pueden estar presentes en un aire exterior según la EPA (USA), y que representan una calidad mínima del mismo para que pueda usarse para ventilación en un edificio cerrado. En los Cuadros 2, 3, 4 y 5 se presentan los valores referenciados por la OMS (1987) basados en distintos efectos.

CUADRO 1.-

Valores de referencia de calidad de aire exterior según EPA

CONTAMINANTE	EXPOSICIÓN PROLONGADA			EXPOSICIÓN CORTA		
	Concentración promedio $\mu\text{g}/\text{m}^2$	ppm	tiempo	Concentración promedio $\mu\text{g}/\text{m}^2$	ppm	tiempo
Dióxido de azufre	80	0,03	1 año	365	0,14	24 horas
Monóxido de carbono	-	-	-	40.000 10.000	35 9	1 hora 8 horas
Dióxido de nitrógeno	100	0,053	1 año	-	-	-
Ozono (Oxidantes)	-	-	-	235	0,12	1 hora
Plomo	1,5	-	3 meses	-	-	-
Partículas totales	75	-	1 año	260	-	24 horas
Radón	0,2 picocuries por litro					



CUADRO 2.-

Valores de referencia para algunas sustancias no cancerígenas en aire, según la OMS, basados en efectos distintos a molestias sensoriales por olor

COMPUESTO	Valor de Referencia (Promedio Ponderado en el Tiempo)	Periodo de tiempo
------------------	--	--------------------------

Compuestos Orgánicos

Cloruro de metileno	3 mg/m ³	24 horas
1,2-Dicloroetano	0,7 mg/m ³	24 horas
Estireno	800 µg/m ³	24 horas
Formaldehído	100 µg/m ³	30 minutos
Sulfuro de Carbono	100 µg/m ³	24 horas
Tetracloroetileno	5 mg/m ³	24 horas
Tolueno	8 mg/m ³	24 horas
Tricloroetileno	1 mg/m ³	24 horas

Compuestos inorgánicos

Cadmio	1-5 ng/m ³	1 año (áreas rurales)
	10-20 ng/m ³	1 año (áreas urbanas)
Dióxido de Azufre	500 µg/m ³	10 minutos
	350 µg/m ³	1 hora
Dióxido de Nitrógeno	400 µg/m ³	1 hora
	150 µg/m ³	24 horas
Manganeso	1 µg/m ³	1 año
Mercurio	1 µg/m ³	1 año
Monóxido de Carbono	100 mg/m ³	15 minutos
	60 mg/m ³	30 minutos
	30 mg/m ³	1 hora
	10 mg/m ³	8 horas
Ozono	150-200 µg/m ³	1 hora
	100-120 µg/m ³	8 horas
Plomo	0.5-1.0 µg/m ³	1 año
Sulfuro de Hidrógeno	150 µg/m ³	24 horas
Vanadio	1 µg/m ³	24 horas

CUADRO 3.-

Valores de referencia para algunas sustancias no cancerígenas en aire, según la OMS, basados en molestias sensoriales por olor para tiempos promedio de 30 minutos

Compuesto	Umbral de olor (detección)	Umbral de olor (reconocimiento)	Valor de Referencia
Estireno	70 µg/m ³	210-280 µg/m ³	70 µg/m ³
Sulfuro de Hidrógeno	0.2-2.0 µg/m ³	0.6-8.0 µg/m ³	7 µg/m ³
Sulfuro de Carbono	200 µg/m ³	—	20 µg/m ³ *
Tetracloroetileno	8 mg/m ³	24-32 mg/m ³	8 mg/m ³
Tolueno	1 mg/m ³	10 mg/m ³	1 mg/m ³

* En la fabricación de viscosa en la que está acompañado de otras sustancias con olor tales como sulfuro de hidrógeno y sulfuro de carbonilo.

CUADRO 4.-

Estimaciones del riesgo de cáncer en base a estudios humanos (OMS)

Compuesto	Clasificación según la IARC ^a	Unidad de riesgo ^b	Localización del Tumor
Acilonitrilo	2A	2 x 10 ⁻⁵	Pulmón
Arsénico	1	4 x 10 ⁻³	Pulmón
Benceno	1	4 x 10 ⁻⁶	Sangre (leucemia)
Cloruro de Vinilo	1	1 x 10 ⁻⁶	Hígado entre otros
Cromo (VI)	1	4 x 10 ⁻²	Pulmón
Niquel	2A	4 x 10 ⁻⁴	Pulmón
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (fracción carcinógena) ^c		9 x 10 ⁻²	Pulmón

- ^a International Agency for Research on Cancer
- ^b Riesgo de contraer cancer, estimado a partir de una exposición de por vida a una concentración de 1 µg/m³.
- ^c Expresado como Benzo(a)pireno sobre la base de una concentración del mismo de 1µg/m₃ en aire como componente de la fracción soluble en benceno de las emisiones de coque

CUADRO 5.-

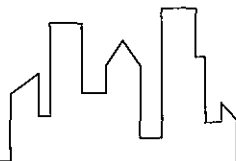
Estimaciones del riesgo por amianto

Concentración	Intervalo de la estimación del riesgo de por vida
500 F* / m ³ (0.0005 F/ml)	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁵ (riesgo de cáncer en una población en la que el 30% son fumadores)
	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁴ (mesotelioma)

* Medidas las fibras por métodos ópticos

En cuanto al radón, en 1986 la EPA aconsejó iniciar una intervención gradual en ambientes interiores cuando se superen los 4 pCi/l (150 Bq/m³). Así entre 4-20 pCi/l recomienda acciones que permitan reducir la concentración en unos años. Entre 20-200 pCi/l la reducción ha de lograrse en meses y a un valor igual, o superior, a 200 pCi/l la reducción ha de lograrse en semanas o hay que desplazar a los ocupantes hasta que esos niveles disminuyan.

Por su parte la CEE ha publicado, en febrero de 1990, una Recomendación de la Comisión relativa a la protección de la población contra los peligros de una exposición a Radón en el interior de los edificios (90/143/EURATOM). Esta Recomendación, basada en el informe presentado, en 1987, por un grupo de trabajo de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), establece, para los edificios ya

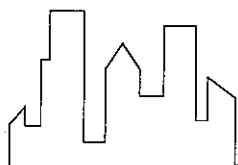


existentes, un nivel de referencia correspondiente a una dosis equivalente efectiva de 20 mSv/año, lo que equivale a una concentración media anual de gas radón de 400 Bq/m³. Para las futuras construcciones la recomendación reduce este valor a 200 Bq/m³.

Por su parte la OMS efectúa una estimación, para exposiciones a productos descendientes del radón, expresada como concentración equivalente de equilibrio de radón (EER) de 1Bq/m³ EER, del exceso de riesgo de por vida para el cáncer de pulmón entre 0.7×10^{-4} y 2.1×10^{-4} recomendando para la toma de acciones en edificios el nivel ≥ 100 Bq/m³ EER (promedio anual).

Los valores de referencia se establecen, en general, en base a los efectos conocidos sobre la salud debidos a sustancias individuales. Esto, además de representar en muchos casos mucho trabajo en el momento de efectuar la evaluación de un aire interior, no tiene en cuenta posibles efectos sinérgicos; es el caso de los compuestos orgánicos volátiles (VOC), por ejemplo. Algunos autores han sugerido la posibilidad de definir niveles de concentraciones totales de volátiles orgánicos (TVOC) para las cuales puedan empezar a manifestarse problemas asociables a un SEE. El primer problema que se presenta es la definición desde el punto de vista analítico de TVOC.

Una propuesta recogida por Seifert en un estudio piloto sobre calidad de aire de la (NATO/CCMS) consiste en tomar como TVOC la suma de los VOCs (según los define la OMS) individuales separados e identificados por técnicas cromatográficas. Para obtener este valor se sumarán las concentraciones de los 10 VOC más significativos pertenecientes a las clases químicas indicadas en el cuadro 6. El valor guía propuesto es 0.3 mg/m³. Evidentemente este valor no tiene ninguna base toxicológica y está pensado para condiciones "normales" del edificio, no para circunstancias especiales como pueden ser por ejemplo los días posteriores a una remodelación del mismo.

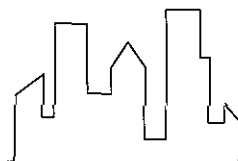


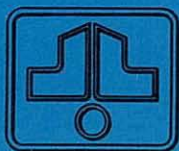
CUADRO 6.-

Valor guía propuesto para volátiles orgánicos totales (TVOC) en aire interior

Clase química (VOC)	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alcanos	100
Hidrocarburos aromáticos	50
Terpenos	30
Halocarbonos	30
Esteres	20
Aldehídos y cetonas (exc. Formaldehído)	20
Otros	50
<hr/>	
Valor guía (Suma de VOC, TVOC)	300

Nota: La concentración de un compuesto individual no debe superar el 50% de la concentración asignada a su clase ni el 10% de la concentración de VOC.





MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO