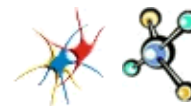


NTP 431: Caracterización de la calidad del aire en ambientes interiores



Caractérisation de la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments
Characterization of indoor Air Quality

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactora:

M^a José Berenguer Subils
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

En esta NTP se presenta un esquema para efectuar, de forma ordenada y efectiva, una investigación básica de calidad de aire interior (CAI) en un edificio. Para ello se propone un procedimiento que permite relacionar las quejas expresadas por sus ocupantes con la CAI y, también, identificar problemas latentes que aún no se hayan manifestado. Queda fuera del objetivo de esta NTP describir las posibles soluciones a los problemas detectados o como establecer el cumplimiento de los criterios de CAI.

Introducción

Los problemas relacionados con la calidad del aire en un ambiente interior (CAI) han ido aumentando en nuestra sociedad a lo largo de los últimos años, convirtiéndose en algo relativamente frecuente. Ello se debe, principalmente, a las características de los edificios que se están construyendo, a las técnicas de construcción, a algunos de los materiales que se están utilizando y a mantenimientos defectuosos.

Los ocupantes de determinados edificios relacionan sus problemas de salud y bienestar con el periodo de permanencia en los mismos y los atribuyen a la contaminación del aire, ya sea química o microbiológica, a falta de confort (condiciones termohigrométricas inadecuadas) o a la existencia de factores físicos, como ruido o iluminación incorrecta. Éstas son, en la práctica, las causas más frecuentes de problemas en un ambiente interior, aunque también puede suceder que intervengan factores psicosociales y/o ergonómicos. Todos ellos, en conjunto y en casos extremos, pueden llegar a materializarse en el denominado síndrome del edificio enfermo.

Planteo del problema

Muchos de los problemas asociados a la CAI son multifactoriales y, por ello, la selección del procedimiento operativo depende básicamente del tipo de edificio. En consecuencia, es recomendable que, al realizar un estudio, su responsable tenga una total flexibilidad para adaptarse a las particularidades del edificio en cuestión, a la preocupación manifestada por sus ocupantes y, evidentemente, a los medios disponibles.

En general se aconseja trabajar de forma secuencial por fases que permitan aproximaciones sucesivas mediante el establecimiento de hipótesis que relacionen causas y efectos y su posterior comprobación. En general, se identifican tres fases que pueden dividirse o simultanearse según las circunstancias. Este sistema facilita la aplicación de soluciones y de medidas preventivas en la primera fase del estudio, eliminando o reduciendo el problema con rapidez y evitando la necesidad de prolongar el estudio, con el correspondiente ahorro de tiempo y costes.

Toda investigación debe iniciarse siempre con una inspección inicial del edificio y de las instalaciones del sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (VCAA, HVAC en inglés), recogiendo toda la información posible que pueda ayudar a la identificación del problema. Debe estructurarse de tal manera que pueda realizarla un higienista industrial o una persona con conocimientos básicos en el tema y muchas veces requiere la determinación de parámetros semicuantitativos indicadores de la CAI. A la luz de la inspección inicial, y de las determinaciones efectuadas, en su caso, se plantean unas hipótesis sobre las causas o factores que pueden afectar a la CAI y se efectúan las comprobaciones y correcciones que se consideren oportunas.

Si con las medidas aplicadas no se solucionan los problemas, o es preciso confirmar una hipótesis compleja o bien se desea profundizar en la investigación, se programan estudios más completos que implicarán, probablemente, la determinación de algunos

contaminantes concretos, una revisión completa del funcionamiento del edificio, especialmente del sistema de VCAA, e, incluso, revisiones médicas específicas y estudios epidemiológicos mediante la aplicación de cuestionarios de síntomas.

Primera fase: inspección inicial

Como ya se ha dicho, el objetivo básico de la inspección inicial es recoger información sobre el edificio y sobre su funcionamiento llevando a cabo una revisión general del mismo, mediante una visita detallada, que debe incluir el sistema de VCAA. Es conveniente buscar información a partir de aquellas personas que conozcan la historia del edificio, tanto el destino inicial como los cambios experimentados a lo largo del tiempo, que intervengan en su diseño funcional y en su mantenimiento y que sean usuarios del mismo.

Revisión del edificio

En la tabla 1, se presenta un listado orientativo de aspectos a considerar.

Tabla 1: Aspectos a considerar en la inspección inicial del edificio

1. Identificación del edificio
Nombre, dirección, localización, propietario, arrendatarios, etc.
2. Personas contactadas
Gerente, supervisor de mantenimiento, usuario(s), etc.
3. Utilización del edificio
Actividades básicas, cafetería, parking, laboratorio, almacenes, horarios, etc.
4. Descripción de actividades
Utilización, nº de ocupantes, distribución por espacios, etc.
5. Construcción
Año de edificación, nº de pisos, uso proyectado y actual, renovaciones efectuadas, etc.
6. Acabados, decoración y mobiliario
Recubrimientos de suelos, paredes y techos, compartimentación, etc.
7. Entorno
Urbano, rural, comercial, proximidad e intensidad de tráfico, cercanía de instalaciones contaminantes, etc.
8. Mantenimiento
Escapes de agua e inundaciones recientes, problemas de humedades, electricidad, fontanería, sistema de VCAA, reparaciones en aislamientos, renovaciones de muebles, de tapizados, pintado, barnizado, encerado, limpieza, utilización de pesticidas, etc.

Debe revisarse toda la información existente que pueda ayudar a la identificación de un posible problema: planos del edificio, modificaciones realizadas, descripción del sistema de VCAA, incidencias registradas, etc. Esta información debe completarse con las opiniones, las quejas y los problemas específicos de confort y salud que manifiesten los usuarios del edificio, asegurándose siempre que estén relacionados con su permanencia en el mismo.

Productos químicos. Utilización y focos de emisión

Otro aspecto importante lo constituye la revisión de los productos químicos utilizados en el edificio, considerando las posibles relaciones entre la utilización de estos productos químicos y las quejas existentes. Conviene siempre revisar las fichas de datos de seguridad de estos productos. Destacan entre ellos:

- Productos de limpieza, desinfectantes, odorizantes y ceras utilizados por los servicios de limpieza.
- Los pesticidas y herbicidas utilizados para la eliminación de plagas, cuidado del jardín y plantas de interior.
- Los desinfectantes e inhibidores de crecimiento usados en el mantenimiento de los sistemas de VCAA.
- Materiales utilizados en las fotocopiadoras e impresoras.
- Productos químicos especiales utilizados en aplicaciones concretas como pueden ser trabajos en artes gráficas, en el mantenimiento del edificio, empaquetado y envío, etc.

Igualmente la existencia de olores al entrar en las distintas zonas también deben ser anotada e investigada para identificar su origen.

En cuanto a los productos de combustión, deben localizarse los focos de combustiones en el edificio (cocinas, calefacciones, etc.) y

caracterizarlos teniendo en cuenta el tipo de combustible utilizado, su ubicación, los conductos de eliminación de gases, horarios de funcionamiento y la posible diseminación de los gases por el edificio. También debe considerarse la política que se sigue en el edificio respecto al fumar y la ubicación de áreas de fumadores y no fumadores.

También hay que cuestionar la posibilidad de entrada en el edificio de contaminantes procedentes del exterior, ya sea a través del aire, con los propios ocupantes o por el subsuelo, por ejemplo, por escapes en conducciones y depósitos soterrados.

Como norma básica, si entre los síntomas manifestados por los ocupantes se identifican algunos característicos, atribuibles a determinados contaminantes ambientales, será conveniente intentar identificar las posibles fuentes.

Otros factores

También debe recabarse información sobre escapes de agua o inundaciones, incluyendo daños ya reparados, ya que pueden suponer la existencia de humedades y de crecimiento microbiano, con la correspondiente contaminación biológica y/o generación de olores.

Paralelamente se observará la posibilidad de que otros factores de estrés, como puedan ser una iluminación insuficiente, ruidos molestos, radiaciones, etc., puedan influir en la apreciación, por parte de los usuarios, de la calidad del aire.

Revisión del sistema de VCAA

Dado que el diseño, estado y funcionamiento del sistema VCAA es con frecuencia el responsable de una deficiente CAI, conviene definir en este primer estadio de la investigación los puntos esenciales en que se fundamenta la renovación del aire en el edificio. Hay que conocer el tipo de ventilación y recoger información concreta sobre el sistema (planos, informes de revisiones efectuadas, modificaciones, funcionamiento, mantenimiento, etc.) y completarla con datos sobre cambios en la ocupación de las distintas zonas y sobre variaciones en la compartimentación de los locales.

El objetivo de esta revisión es averiguar si el funcionamiento del sistema de VCAA de que dispone el edificio puede afectar negativamente la calidad del aire. Para ello, se revisará el sistema, considerando si el acceso a los diferentes componentes facilita su reparación, mantenimiento y limpieza general. Se prestará especial atención a:

- Las unidades de calefacción y de refrigeración.
- Las tomas de aire exterior.
- Los puntos de expulsión del aire de retorno.
- Las torres de refrigeración.

Conviene considerar la posible contribución del sistema a la entrada de contaminantes exteriores en el edificio. También debe tenerse en cuenta la posibilidad de su generación por el propio sistema, contribuyendo con olores no deseados, emitiendo productos procedentes de los materiales utilizados en la instalación o en sus tratamientos u operaciones de mantenimiento, tales como materiales fibrosos utilizados como recubrimiento interior, productos de limpieza o desinfección. También debe recordarse que el sistema puede actuar como reservorio y facilitar el crecimiento microbiano.

Entre las situaciones incorrectas que con más frecuencia suelen detectarse y que conviene investigar directamente destacan:

- Localizaciones de las tomas de aire exterior que posibilitan la entrada de contaminantes procedentes de fuentes exteriores y/o la reentrada de aire expulsado.
- Las tomas de aire no están bien protegidas de la lluvia y permiten la entrada de agua en el sistema y/o no disponen de rejillas protectoras para pájaros, facilitándose en ambos casos un posible crecimiento microbiológico.
- No existen filtros, no son los adecuados o suficientes o no hay un mantenimiento de los mismos, lo que afecta al flujo de aire y a la presencia de partículas en el mismo.
- Los usuarios del edificio interfieren en el funcionamiento del sistema de VCAA. Son ejemplos de ello: difusores y rejillas de retorno cerradas o modificadas para eliminar corrientes de aire, ubicación inadecuada de muebles o elementos decorativos que impiden el paso del aire, cambios no previstos en la compartimentación, eliminación o cortocircuitado de conductos o difusores o apertura sistemática de ventanas y puertas al exterior.
- Hay obras de reparación y de mantenimiento inacabadas que afectan el funcionamiento del sistema de VCAA.
- Hay zonas en las que se acumula la suciedad y/o agua estancada, favoreciéndose un aumento en la concentración de contaminantes microbiológicos en aire.
- Los termostatos cubren zonas con necesidades de ventilación o climatización muy diferentes o están mal ubicados, lo cual puede implicar la existencia de notables diferencias de temperatura.

Conclusiones o hipótesis de trabajo

Finalizada la inspección del edificio y del sistema de VCAA se debe disponer de suficiente información para establecer unas conclusiones dirigidas a tomar acciones inmediatamente o bien establecer unas hipótesis de trabajo a comprobar. Debe tenerse en cuenta que en muchos casos un diagnóstico adecuado bastará para solucionar el problema y dar por terminado el estudio.

En la Tabla 2 se presenta un listado de aspectos que deben conocerse al final de la primera fase.

Tabla 2: Aspectos que deben conocerse al final de la primera fase

- La relación de opiniones y quejas específicas sobre salud y confort y proporción de ocupantes que manifiestan cada queja.
- La distribución en el tiempo (hora y día de la semana, época del año) de los efectos adversos, incluidas las situaciones de disconfort.
- La localización y distribución de los ocupantes afectados (puesto de trabajo habitual, jornada, turnicidad, etc.).
- La posible relación entre quejas y potenciales fuentes contaminantes.
- La localización de las potenciales fuentes contaminantes del ambiente interior y su comportamiento en el tiempo.
- La información sobre el diseño, la instalación, la operación y el mantenimiento del sistema de VCAA en todo aquello que pueda afectar a los contaminantes.
- La relación de posibles deficiencias en la distribución del aire de renovación.
- La existencia de opiniones médicas sobre posibles problemas de salud atribuibles a la CAI.

Segunda fase: evaluación inicial de la CAI

Si las soluciones no son evidentes, para confirmar o rechazar algunas de las hipótesis de trabajo que se van planteando es conveniente medir una serie de parámetros que se utilizan como indicadores de la CAI y que ayudan a identificar y evaluar la contribución en el problema de algunas fuentes potenciales presentes.

En muchos casos estas medidas pueden simultanearse con la inspección inicial, en función de las circunstancias y disponibilidades del responsable de la investigación.

Para poder alcanzar conclusiones las medidas deben efectuarse en:

- Las zonas donde se manifiesta el problema o se sospecha que existe.
- El sistema de VCAA y/o sus zonas de acceso.
- Una zona que se definirá como de referencia o control.
- El exterior del edificio.

Además, para detectar cambios durante el día se efectuarán medidas a lo largo de toda la jornada laboral, por ejemplo al inicio o antes del mismo, a mitad de la jornada y al finalizar la misma.

En la Tabla 3 se relacionan los parámetros de medida más habituales, los instrumentos generalmente utilizados, el intervalo en el que la técnica suele ser válida y el intervalo considerado aceptable.

Tabla 3: Determinación de algunos parámetros habituales

Parámetro	Instrumentos	Intervalo de medida	Intervalo aceptable
Temperatura	Termómetro	0 - 50°C	20 - 26°C
Humedad relativa	Psicrómetro o Sensor electrónico	0 - 100% HR	30 - 60% HR
Movimientos del aire	Tubos de humo	Cualitativo	—
Velocidad de aire	Anemómetros	0.05 - 10 m/seg	—
Caudal de aire	Medidor de caudal(1) Tubos de pitot (2)	20 - 3500 m³/h	20-50m³aire exterior /hora/persona
Dióxido de carbono (CO ₂)	Med. lectura directa Tubos colorimétricos	200 - 4000 ppm	<1000 ppm
Monóxido de carbono (CO)	Detector electroquímico	1 - 50 ppm	<9 ppm promedio

(1) Medidas directas en difusores

(2) Miden flujos de aire en un conducto

Las temperaturas elevadas, además de causar disconfort, potencian los síntomas inducidos por los contaminantes presentes en el aire. En general, temperaturas y humedades no comprendidas en los límites aconsejados por las normas de ventilación, generan quejas en

una mayoría de los ocupantes de un edificio.

El conjunto de las medidas de aire (caudal, velocidad y dirección) dan información sobre si el sistema de VCAA cumple con su función básica.

En general, el dióxido de carbono (CO_2) presente en el aire interior procede de la respiración humana y se usa como referencia del nivel de contaminación existente en el interior como consecuencia de una insuficiente renovación del aire en los espacios ocupados. Es preferible medir el CO_2 con un equipo de lectura directa que permita registrar los cambios que se producen a lo largo del día en diferentes lugares. Las muestras promediadas sólo proporcionan resultados limitados y las muestras puntuales tienen que tomarse en suficiente número para representar adecuadamente las variaciones de nivel a lo largo de la jornada. En ningún caso debe considerarse que unos bajos niveles de CO_2 garantizan una correcta CAI, sino tan sólo una buena distribución del aire de renovación en función de los ocupantes del edificio.

Tercera fase: determinación de compuestos específicos

La identificación de muchos de los problemas inicialmente planteados se habrá completado con las actuaciones realizadas hasta este momento. Sin embargo en algunos casos, convendrá confirmar alguna hipótesis realizando el análisis de compuestos específicos. En otros casos las hipótesis de trabajo planteadas y las soluciones propuestas no habrán sido suficientes para resolver los problemas existentes. Entonces será necesaria una reconsideración del problema estudiando cuidadosamente toda la información disponible y desarrollando a partir de ella unas nuevas hipótesis que, normalmente, implicarán la realización de estudios más completos que pueden incluir el análisis en aire, o sobre superficies, de determinados contaminantes y una revisión completa por especialistas del funcionamiento y diseño del sistema de VCAA. También puede ser conveniente en algunos casos el realizar estudios de tipo epidemiológico.

El número de contaminantes que pueden encontrarse en un ambiente interior es elevado, aunque sus niveles suelen ser bajos. En general las metodologías analíticas utilizadas provienen tanto de la higiene industrial como de las utilizadas en aire exterior, aunque son preferibles las primeras por implicar el procesamiento de un volumen de aire menor e instrumentación más pequeña y silenciosa. Aunque en la mayoría de métodos utilizados en higiene industrial se captan las muestras en un soporte adecuado para su posterior análisis en el laboratorio, existen sistemas de lectura directa que se basan en principios físicos o químicos. Los instrumentos colorimétricos que utilizan el cambio de color de un reactivo específico al reaccionar con un contaminante determinado se suelen emplear preferiblemente para la detección de focos.

Productos de combustión

Proceden, entre otras fuentes, de vehículos y de humo de tabaco, yendo acompañados de partículas sólidas.

El CO_2 además de provenir de las personas, también puede, evidentemente, tener su origen en combustiones.

El monóxido de carbono (CO) presente en un interior procede de combustiones incompletas. En algunos casos su determinación puede simultanearse con las mediciones iniciales ya que una concentración de CO que supere en 3 ppm el nivel exterior se considera como una alerta de una concentración interior anormal y hace aconsejable se investiguen las posibles fuentes. Se considera que un aumento de 2 ppm debido a humo de tabaco justifica una irritación ocular.

En este grupo se incluyen el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el dióxido de azufre (SO_2). Estos compuestos se determinarán si el tipo de quejas o los resultados de la investigación inicial hacen sospechar su presencia, ya sea procedentes de fuentes interiores o exteriores. El método de muestreo dependerá del compuesto específico y el límite de detección deseado pudiendo utilizarse tubos detectores, instrumentos de lectura directa o la captación mediante sistemas activos o pasivos y su posterior análisis por métodos colorimétricos. Deberán tomarse muestras en las zonas donde se manifiesten las quejas, en un área de control y en zonas entre el punto de las quejas y las supuestas fuentes de combustión para identificar caminos de distribución. Debe además muestrearse aire exterior suficientes veces y en distintos puntos para tener un valor de concentración lo más real posible.

La interpretación de los resultados consiste normalmente en comparar las concentraciones en las áreas con problemas con las de los puntos de control y la exterior. Excepto en aquellos puntos en los que esté permitido fumar no debe haber diferencia entre los niveles en el aire exterior y en las zonas ocupadas. Si la concentración de productos de combustión específicos en el interior supera significativamente el valor exterior, habrá que revisar cuidadosamente el edificio para localizar las fuentes, independientemente de su relación con los síntomas manifestados.

Otros gases inorgánicos

No es frecuente su estudio en ambientes interiores, a no ser que se identifiquen posibles fuentes. Sería el caso, por ejemplo, del ozono, mercurio o amoníaco, cuya presencia se asociaría a fuentes que originaran su formación en el caso del ozono, a vertidos (incluso muy antiguos) en el caso del mercurio y a su uso directo en operaciones de limpieza o su generación en digestiones anaerobias en el caso del amoníaco.

Partículas

El muestreo de partículas y/o fibras en aire deberá realizarse cuando en la investigación inicial exista evidencia visual de un exceso de polvo, o cuando las quejas consistan en irritación o reacciones alérgicas. El muestreo ha de permitir comprobar las vías de propagación del polvo procedente de las fuentes específicas, tales como equipos mecánicos o actividades de construcción.

Se pueden utilizar distintas técnicas analíticas dependiendo el método más adecuado de la hipótesis que se considere. Puede captarse la muestra mediante un filtro (con o sin ciclón) y efectuar una determinación gravimétrica de partículas totales o de la fracción respirable, caracterizar las partículas por microscopía, o bien emplear instrumentos de lectura directa equipados con detectores de luz difusa.

Bioaerosoles

La determinación de bioaerosoles debe realizarse cuando exista evidencia de que hay una enfermedad inducida por microorganismos, por ejemplo la enfermedad del legionario, la hipersensibilidad neumonítica o el asma alérgica. El muestreo debe permitir establecer los caminos de distribución de los microorganismos específicos desde los reservorios o amplificadores detectados con anterioridad.

Los bioaerosoles de mas interés incluyen hongos, bacterias, virus, endotoxinas y protozoos. Aunque los hongos (mohos y levaduras) y las bacterias son las que se muestrean con más frecuencia, en algunos casos se requiere muestrear endotoxinas y protozoos.

Para evaluar el edificio, así como para diseñar y ejecutar una estrategia de muestreo puede seguirse procedimiento propuesto por el Comité de Bioaerosoles de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Cuando el muestreo sea necesario, las muestras deben recogerse en los potenciales amplificadores y reservorios de los microorganismos, cerca de los ocupantes afectados y en el aire exterior. Si es posible, las muestras deben recogerse varias veces al día a lo largo de un período de varios días.

La interpretación de los resultados debe hacerse con sumo cuidado. El procedimiento más extendido para interpretar estos datos consiste en ordenar los organismos identificados en cada punto de muestreo en orden decreciente de concentración. Una comparación entre las distintas zonas debiera delatar la situación de los reservorios o amplificadores. Los resultados obtenidos deben correlacionarse con la evidencia médica disponible sobre infecciones y alergias antes de establecer relaciones causa efecto.

Compuestos orgánicos volátiles

La OMS (1987) clasifica los compuestos orgánicos volátiles (COV) por su punto de ebullición entre 50°C y 260°C, diferenciándolos de los muy volátiles, si el punto de ebullición es inferior, y de los semivolátiles si es superior. La utilidad de los datos obtenidos para estos compuestos en ambientes interiores es muy limitada debido a que por su elevado número y las bajas concentraciones en que se hallan presentes, no existe información disponible sobre sus efectos. Sin embargo, hay circunstancias en que es ventajoso efectuar este análisis, principalmente para identificar y caracterizar fuentes contaminantes. En estos casos hay distintos métodos aplicables, dependiendo la elección del tipo de compuestos existentes de su origen, de la precisión requerida y de las disponibilidades analíticas.

El procedimiento habitual para determinar COV se basa en la captación en un soporte adecuado que según el tipo de compuestos puede ser carbón activo, resinas XAD, Chromosorb o Tenax y su posterior recuperación y análisis por cromatografía de gases seguida de espectrometría de masas.

En la práctica, es frecuente referenciar estos compuestos como un conjunto y hablar de COV totales (COVT). Esta aproximación implica varios problemas, algunos analíticos y otros de interpretación de los resultados. Desde el punto de vista analítico no existe una definición estandarizada de este término y distintos estudios utilizan distintas definiciones, con lo cual se dificulta la comparación de resultados. Existen en el mercado instrumentos de lectura directa equipados con detectores FID o de fotoionización que valoran estos compuestos tomando un único compuesto como referencia. Se pierde así aquella información cualitativa que permite la identificación de fuentes contaminantes, por ejemplo una presencia elevada de hidrocarburos alifáticos ligeros puede ser atribuible al tráfico de vehículos, de hidrocarburos alifáticos de cadena larga y de aromáticos a combustibles de calefacción, de terpenos a productos de limpieza, etc.

El muestreo de COV debe realizarse en las áreas con problemas, en zonas de control, similares a aquellas en que se manifiestan los problemas pero sin quejas, y siempre en el exterior para, a partir de diferencias cualitativas y cuantitativas en su composición, comprobar los productos que proceden del interior del edificio diferenciando los procedentes del exterior.

La mayoría de métodos, ya sean activos o por difusión, que se utilizan para medir COV no son aplicables a los semivolátiles o los muy volátiles por cuestiones relacionadas principalmente con el proceso de captación. Entre los primeros se incluyen compuestos considerados muy tóxicos para el hombre como pesticidas, que requieren métodos específicos y entre los segundos, el formaldehído, compuesto que, por su incidencia en la CAI, merece un comentario diferenciado.

Formaldehído

La emisión de formaldehído en el ambiente interior tiene efectos irritantes importantes sobre los ocupantes del edificio y además contribuye, por su bajo nivel olfativo, a potenciar los problemas de olor. Es un ejemplo típico de producto muy volátil que debe analizarse utilizando métodos específicos que incluyen la captación con muestreadores pasivos o con borboteadores y la determinación de la concentración utilizando métodos colorimétricos o cromatografía líquida de alta resolución. Se tomarán muestras en zonas de control y en las zonas donde se manifiesten las quejas para poder relacionar la concentración y el nivel de malestar manifestado.

Comentario final

Normalmente, completado el estudio sobre CAI y planteadas y realizadas modificaciones para la corrección de los problemas detectados habrán desaparecido la mayoría de las quejas iniciales. Sin embargo, es posible que, en ciertos casos, sus ocupantes continúen manifestando la existencia de una situación inadecuada. Nos encontraríamos, entonces, con una situación más compleja en la que intervendrían otros factores además de los que afectan a la calidad de aire. En estos casos será conveniente reconsiderar el problema desde un punto de vista más global, aprovechando toda la labor realizada y buscando asesoramiento de expertos en

distintos campos.

Bibliografía

(1) ACGIH, COMMITTEE ACTIVITIES AND REPORTS.

Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment.

ACGIH, Cincinnati, Ohio. USA. 1989

(2) BERENGUER, M.J., HERNÁNDEZ, A., MARTÍ MC., NOGAREDA, C., SOLÉ, MD., GUARDINO, X.

El síndrome del edificio enfermo: Metodología para su evaluación.

INSHT, Barcelona, 1994

(3) EPA and NIOSH.

Building air quality. A guide for building owners and facility managers.

Washington. 1991

(4) UNE 100-011-91

La ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de los locales.

(5) RAFFERTY, P.J.

Ed. The industrial hygienist's guide to indoor air quality investigations.

Published by the American Industrial Hygiene Association. Fairfax, Virginia. 1993