

Higiene Laboral

Calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios

Esta Nota Técnica forma parte de la serie dedicada a la calidad de aire en ambientes interiores. En ella se revisan los diferentes tipos de materiales utilizados con más frecuencia en un edificio con el fin de proporcionar información que permita evaluar su impacto en el medio.

INTRODUCCIÓN

Los materiales de construcción utilizados en un edificio, así como los muebles, accesorios y equipos para su decoración y acondicionamiento, pueden emitir productos químicos que en determinadas condiciones afectarán la salud y el bienestar de sus ocupantes. Por ello, éste es un tema que preocupa cada vez más a arquitectos, ingenieros, diseñadores de interiores, propietarios y usuarios de edificios.

Entre los productos más significativos se incluyen los utilizados en muebles, recubrimientos de suelos, placas de techo, pinturas, adhesivos, selladores y también materiales usados en los sistemas de ventilación mecánicos, así como los aislantes acústicos, térmicos o de incendios. Los más significativos serán aquellos que se utilicen en mayor cantidad y/o que tengan tasas de emisión más elevadas.

EFFECTOS DE LOS COMPUESTOS EMITIDOS SOBRE LOS OCUPANTES DEL EDIFICIO

La mayoría de compuestos emitidos están incluidos dentro del grupo de los compuestos orgánicos volátiles (COV), aunque también pueden darse emisiones de amoníaco, radón, compuestos metálicos y polvo, incluido fibras.

En general, los efectos sobre la salud por exposición a COV emitidos por los materiales presentes en un edificio no son bien conocidos pero se sabe o se sospecha que muchos son irritantes y carcinógenos. Los estudios realizados demuestran que más del 80% de los COV que se encuentran habitualmente en un aire interior son irritantes de membranas mucosas y ojos y que aproximadamente el 25% son sospechosos o comprobados cancerígenos humanos. También se han identificado reconocidos sensibilizantes. La exposición a estos productos implica, por lo tanto, la existencia de posibles problemas de calidad del aire. Además se conoce muy poco y existen motivos de preocupación sobre los efectos de exposiciones a largo plazo, a bajos niveles, de muchos de estos productos.

TIPOS DE EMISIONES

En función de las características físicas del material y del modo de aplicación es posible diferenciar entre emisiones procedentes de los siguientes productos y materiales.

Productos húmedos

Es decir aquellos que se utilizan en forma líquida o pastosa. Sus emisiones se limitan, generalmente, al tiempo necesario para su secado o curado, es decir a las primeras horas o días después de su aplicación, aunque a veces algunos pueden seguir emitiendo a bajos niveles durante meses o años. Quedan incluidos en este grupo las pinturas, disolventes, barnices, adhesivos, masillas, selladoras, etc.

Productos secos

Son materiales cuya instalación no implica una transformación o cambio esencial de sus propiedades. Es el caso de los productos de madera, materiales textiles, recubrimientos para suelos y paredes, etc. El momento de máxima emisión de los materiales que se instalan secos suele ser cuando se sacan de sus envoltorios. Su comportamiento varía de unos a otros y así algunos, como los productos de madera en los que se han utilizado resinas de formaldehído, pueden emitir durante años y otros, como las moquetas con una base de látex, pueden tener inicialmente emisiones importantes que cesan pasados unos meses.

Materiales captadores

Se incluyen en este grupo aquellos materiales capaces de retener sustancias presentes en el aire en unas condiciones y de reemitirlos al variar éstas. Es el comportamiento de materiales, tales como productos de madera, de papel y, en especial, de los textiles, que retienen en sus superficies vapores y partículas en función de la concentración, volatilidad y polaridad de los mismos. Son responsables de la persistencia de olores a tabaco o comida, horas o días después de que haya tenido lugar la exposición y también de la retención de productos utilizados en la limpieza y mantenimiento de los edificios.

La adsorción puede ser especialmente significativa cuando disminuye la temperatura y/o se para el sistema de ventilación mecánico, teniendo lugar la emisión al aumentar la temperatura y/o poner en marcha el sistema de ventilación.

Productos utilizados para el mantenimiento del edificio y de sus equipos

Se incluyen en este apartado los productos utilizados para limpieza y conservación de los distintos elementos del edificio. Todos ellos pueden emitir compuestos que afecten la calidad del aire interior por lo que deben elegirse cuidadosamente.

EMISIONES PROCEDENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DECORACIÓN UTILIZADOS EN EL EDIFICIO

Los productos emitidos por los diferentes materiales dependerán de su composición, del tipo de compuestos y de cómo se utilicen. En la tabla 1 se resumen las emisiones más significativas de los materiales más usados en un edificio, en la fabricación de distintos componentes y elementos típicos, que se comentan a continuación.

Tabla 1. Emisiones procedentes de materiales de construcción y de decoración utilizados en el edificio

COMPUESTOS QUÍMICOS EMITIDOS		TIPO DE MATERIAL
Madera prensada	Tableros de aglomerado	Formaldehído, α-pineno, xilenos, butanol, acetato de butilo, hexanal, acetona
	Tableros de contrachapado	
	Cartón duro de densidad media	
	Bastidores de construcción	
Acabados de madera	Pinturas y tratamientos catalizados por ácidos	Formaldehído, acetona, tolueno, butanol
	Tintes para madera	Nonano, decano, undecano, dimetiloctano, dimetilnonano, trimetilnonano, trimetilbenceno
	Pintura de poliuretano	Nonano, decano, undecano, butanona, etilbenceno, dimetilbenceno
	Pintura de látex	2-Propanona, butanona, etilbenceno, propilbenceno, 1,1-oxibisbutano, propionato de butilo, tolueno
	Barnices para muebles	Trimetipentano, dimetilhexano, trimetilhexano, trimetilheptano, etilbenceno, limoneno
Espumas para relleno	De poliuretano	Toluendiisocianato (TDI)
Material textil	Tapicerías y cortinajes	Formaldehído, cloroformo, metilcloroformo, tetracloroetileno, tricloroetileno
Materiales de construcción de paredes y techos	Placas de yeso	Xilenos, acetato de butilo, isodecano, decano, formaldehído, n-hexano, 2-metilpentano, α-undecano, fibras
	Másticos para juntas	Formaldehído, n-butanol, isobutanol, tolueno, etilbenceno, estireno, xilenos, nonano, 1,2,4-trimetilbenceno, undecano
	Paneles de techo	Formaldehído
	Impermeabilizaciones: de latex otros tipos	Metiletilcetona, propionato de butilo, 2-butoxi-etanol, butanol, benceno, tolueno. Formaldehído, ácido acético, 2-butanona, tolueno, etilbenceno, xilenos, nonano, 1,2,4-trimetilbenceno, 1,3,5-trimetilbenceno, n-propilbenceno
	Adhesivos a base de agua	Benceno, tolueno, cloruro de metileno, acetona, hexano, xilenos, acetato de etilo, 2-butanona, acetato

		de butilo
Recubrimientos de paredes	Panelado de madera	Formaldehído, 1,1,1-tricloroetano, acetona, hexanal, propanol, 2- butanona, benzaldehído
	Paneles de plástico/melanina	Formaldehído, fenol, hidrocarburos aromáticos, cetonas, heptaclor, éteres y ésteres de glicol
	Recubrimientos vinílicos	Cloruro de vinilo, diisobutil ftalato, butilbencil ftalato, cloruro de bencilo
	Panelado de cloruro de polivinilo	Fenol, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, éteres y ésteres de glicol
Papeles pintados	Colas para empapelar	4-Cloro-m-cresol, polímero de acrilamida, poli(acrilamida aniónica, carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, destilados de petróleo, p-cloro-m-cresol, poli(acrilamida, urea
	Pigmentos y pinturas	Glicoles, 2-butanona, metacrilato de metilo, tolueno
	Papel pintado	Metanol, etanol, isopropanol, 2-butanona, dietilcetona, metilisobutilcetona, acetona, hidrocarburos alifáticos (C ₉ - C ₁₅), acetatos de butilo, etilacetato, tolueno, xilenos
Pintado de paredes	Pinturas (látex y base acuosa)	Benceno, tolueno, xileno, etanol, metanol, octano, decano, undecano, éteres de glicol, policlorobifenilo, dibutil ftalato
Recubrimientos de suelos	Moquetas	4-Fenilciclohexeno, formaldehído, 4-vinilciclohexeno, aminas, furanos, piridinas, disulfuro de dimetilo, tolueno, benceno, estireno, n-decano
	Adhesivos para baldosas	Tolueno, benceno, acetato de etilo, etilbenceno, estireno.
	Adhesivos para moquetas	m-Xileno, etilbenceno, o-xileno, tolueno, acetato de metilo, 2-cloro-1,3- butadieno, 1,2,4-trimetilbenceno, 1-metil-4,1-metiletilbenceno, metacrilato de metilo, 4-metil-2-pentanona
	Baldosas vinílicas	Formaldehído, tolueno, metilciclohexano, heptano, isodecano, fenol, cetonas, 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodioldiisobutirato, fibras de amianto
	Suelos de linóleo	Tolueno, hexanal, propanal, formiato de metilo
	Suelos barnizados de madera	Acetato de butilo, acetato de etilo, etilbenceno, xilenos, formaldehído

Mobiliario y accesorios

Los muebles utilizados en interiores incluyen mesas y superficies de trabajo, sillas y sillones, estanterías, armarios y particiones modulares.

Productos de madera prensada

Su utilización en sustitución de los productos de madera natural está, por motivos económicos, muy extendida. Su aparición en el mercado europeo en los años sesenta y su introducción en la fabricación de muebles coincidió con el inicio de quejas, por parte de los usuarios, debidas a olores irritantes. El origen de estas emisiones irritantes está principalmente en las resinas, adhesivos y colas utilizados. Para la fabricación de los tableros de partículas se utilizan, por sus propiedades técnicas, resinas de formaldehído (urea-formaldehído y fenol-formaldehído) que son potenciales emisores de COV.

El COV más significativo es el formaldehído, aunque los muebles fabricados con este material también pueden emitir otros COV nocivos para la salud.

En el mercado existen distintos tipos de materiales, utilizados para diferentes aplicaciones (muebles, estanterías, compartimentaciones) que se diferencian en su composición y en el contenido en formaldehído libre por peso. Según la norma UNE 56-724-86, los tableros de partículas se clasifican según su contenido en formaldehído

en P₁, P₂, P₃ y P₄ con unos contenidos de formaldehído en 100 g de tablero absolutamente seco de ≤ 10 , ≤ 30 , ≤ 45 y ≤ 100 mg respectivamente. En ambientes interiores es recomendable usar tableros de calidad P₁. (Ver NTP-466)

En función del tipo de material, la emisión de formaldehído es mayor durante los primeros meses desde su fabricación e instalación disminuyendo, a continuación, de forma exponencial con el tiempo aunque puede estar afectada por factores ambientales como temperatura, humedad, actividades y cambios en la ventilación del edificio.

Acabados de la madera

En general los muebles de madera, ya sea para su protección o por motivos decorativos, se tratan con algún revestimiento. Destaca la aplicación de pinturas y tratamientos catalizados por ácidos que se basan en resinas de urea-formaldehído, los tintes, las pinturas a base de poliuretano y de látex y los barnices.

Muebles tapizados

En la fabricación de un mueble tapizado se utiliza además de productos de madera, adhesivos y resinas, que pueden emitir los COV asociados a los mismos, material textil para el tapizado y espuma de poliuretano para el almohadillado, los cuales también pueden contribuir a la emisión de COV.

Las espumas de poliuretano pueden emitir suficiente toluendiisocianato (TDI) como para causar dificultades respiratorias en personas sensibles. Los muebles tapizados también pueden liberar fenol. Todas estas emisiones, sin embargo, disminuyen significativamente con el tiempo.

Tapicerías y cortinajes

En un edificio, los materiales textiles se utilizan como cortinajes, en el tapizado de muebles y paredes y recubrimientos de suelos (moquetas). Estos productos, tanto los que utilizan fibras naturales como sintéticas, están, a menudo, tratados químicamente para proporcionarles unas determinadas características relacionadas con su aspecto (consistencia, teñido, arrugas, etc.) o con sus propiedades (resistencia al fuego, repelencia al agua y suciedad, etc.). Esto implica la posible emisión de COV a partir de estos materiales. Entre ellos destacan el formaldehído, que entra en la formulación de tintes y de aditivos para aportar rigidez y del percloroetileno utilizado en procesos de limpieza en seco de los tejidos.

Paredes y techos

Materiales de construcción Entre los materiales utilizados para la construcción de paredes y techos destacan, por su potencial para emitir COV en los periodos próximos a su instalación, las placas de yeso, los paneles de material fibroso a base de resinas conteniendo formaldehído, los productos utilizados para su ensamblaje y unión y los utilizados para su instalación, impermeabilización y sellado.

Un caso especial es la utilización en la construcción de materiales naturales con un elevado contenido de radio o torio o de materiales, tales como ladrillo y hormigón, obtenidos a partir de productos básicos extraídos en zonas con elevadas concentraciones de radiación natural, lo que significa la posibilidad de liberación de radón, que es un compuesto cancerígeno, al ambiente interior en función de la porosidad del material y del acabado de la superficie.

Recubrimientos de paredes

A los acabados de yeso de las paredes se aplican materiales decorativos tales como paneles de madera, materiales plásticos que pueden contener resinas de poliestireno y urea-formaldehído, o baldosas vinílicas.

Cada uno de ellos puede liberar productos al aire según su composición.

Papeles pintados

Generalmente la utilización de papeles pintados implica la utilización de una serie de materiales que aplicados en forma de capas, pueden significar el paso al aire de COV procedentes de las tintas y los disolventes de impresión, las resinas, las colas, los plastificantes, los productos de acabado, etc. En la actualidad los pigmentos inorgánicos han sido sustituidos por colorantes orgánicos y también cada vez se usan más tintas con base acuosa en lugar de tintas con disolventes.

Pinturas

Los recubrimientos aplicados con un vehículo líquido a paredes y techos para su protección, decoración o sellado emiten, a menudo, productos químicos durante y justo después de su aplicación, aunque estas emisiones pueden prolongarse en el tiempo a tasas reducidas, dependiendo de la forma de aplicación y del material.

Las pinturas, ya sean a base de agua, aceites o disolventes, son fuentes importantes de hidrocarburos, tanto aromáticos como alifáticos, y de alcoholes. Los disolventes utilizados como decapantes y para dilución y preparación de pinturas pueden contener cloruro de metileno. En concreto, la utilización de pinturas al agua se relaciona con la emisión de monómeros volátiles, aminas, amoníaco y formaldehído.

Suelos

Los materiales utilizados para el acabado de suelos representan una superficie importante dentro del total del edificio y, según el tipo de material, pueden liberar cantidades importantes de COV.

Moquetas

Pruebas realizadas en laboratorio demuestran que estos materiales pueden generar una importante emisión de COV que incluye hidrocarburos alifáticos y aromáticos así como derivados oxigenados. Un compuesto característico de la emisión de moquetas es el 4-fenilciclohexeno. Este producto, asociado al olor de moqueta nueva, se origina como subproducto en la fabricación del látex estireno-butadieno utilizado para unir las fibras textiles al soporte de yute.

Suelos vinílicos

Generalmente consisten en placas o baldosas fabricadas a partir de cloruro de polivinilo, o de un copolímero de cloruro de vinilo, un aglutinante de resinas vinílicas, un plastificante, cargas y pigmentos. Las placas de vinilo incorporan además capas intermedias de espuma y bases que pueden contener fibras dependiendo de la utilización

del material. Los materiales vinílicos fabricados antes de 1987, al igual que los adhesivos utilizados en su instalación, contenían amianto y pueden liberar fibras al realizar trabajos de remodelación o mantenimiento.

Suelos de linóleo

El linóleo se obtiene a partir de productos naturales: aceite de linaza, harina de madera, harina de corcho y yute. Para su fabricación el aceite de linaza se oxida lentamente y se mezcla con resina natural de pino para formar un producto gelatinoso que se mezcla con madera y corcho y con pigmentos para colorearlo. Este material se deposita sobre una base de yute para formar placas y se procede a su curado en caliente. La oxidación es muy lenta y se prolonga en el tiempo formando enlaces químicos adicionales que añaden dureza al producto y que facilitan la emisión de COV al aire.

Suelos de madera (parquet)

El principal foco de emisión de un suelo de madera reside en la capa de urea-formaldehído o de poliuretano aplicada a la superficie, aunque los adhesivos utilizados para sujetar el parquet al suelo también pueden contribuir a la liberación de COV. Los parquets barnizados emiten cantidades importantes de COV durante el tiempo de secado y durante los días siguientes a su aplicación.

EMISIONES PROCEDENTES DE PRODUCTOS UTILIZADOS EN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DEL EDIFICIO

Para evitar problemas de calidad de aire en un interior es importante la realización de un mantenimiento continuado, independiente de la realización de obras por reforma del edificio. Las actividades realizadas para limpiar un edificio pueden crear problemas de calidad de aire al liberarse durante las mismas compuestos químicos ya que la mayoría de productos de limpieza, ambientadores y plaguicidas utilizados emiten una serie de sustancias que pueden crear problemas tanto a los ocupantes del edificio como a los encargados de su mantenimiento.

En aquellos casos en que las operaciones de mantenimiento, limpieza, desinsectación o desinfección impliquen la aplicación de productos clasificados con algunas de las características de peligrosidad toxicológica, deberá establecerse un protocolo de aplicación basado en los conocimientos existentes y en las instrucciones o recomendaciones disponibles por parte de las autoridades sanitarias competentes. Estos protocolos deben incluir las instrucciones de aplicación, equipos de protección a emplear y tiempos de seguridad, cuando sean necesarios.

Los trabajadores encargados de la limpieza y los responsables de la aplicación de plaguicidas pueden ser los más afectados a la exposición de estos productos tanto por inhalación como por vía dérmica por lo que es recomendable utilizar concentraciones diluidas de estos productos o dispensadores para evitar la manipulación de soluciones concentradas. La utilización de productos en forma de aerosol puede ser especialmente delicada ya que las finas partículas formadas pueden ser fácilmente inhaladas.

Estos productos también pueden afectar a los ocupantes del edificio ya que los compuestos volátiles pueden persistir en el ambiente durante tiempo y llegar a todas aquellas zonas servidas por el mismo sistema de renovación de aire. Un problema muy frecuente relacionado con los productos de limpieza y con los plaguicidas es que generalmente se utilizan cuando el edificio está desocupado, por la noche o durante el fin de semana que es cuando el sistema de renovación del aire está parado con lo cual no se elimina el producto y cuando el sistema se pone en marcha, coincidiendo con el retorno de sus ocupantes, los contaminantes circulan por todo el edificio con el consiguiente riesgo de exposición.

En la tabla 2 se resumen las emisiones más significativas de los productos más utilizados en el mantenimiento y limpieza de un edificio. Entre ellos destacan los que se comentan a continuación.

Tabla 2. Emisiones peligrosas procedentes de productos utilizados en el mantenimiento y limpieza de un edificio

TIPO DE PRODUCTO		COMPUESTOS QUÍMICOS EMITIDOS
Productos de limpieza	Jabones y detergentes	Sulfato de alquil aril poliéter, alcohol sulfonatos, alquil fenol poliglicol éter, polietilenglicol alquil aril éter, alcoholes, alquil sodio isotianatos, formaldehído
	Limpiadores universales (detergentes combinados, agentes antigrasa, disolventes y desinfectantes)	Amoníaco, acetato de monobutil etilenglicol, hipoclorito sódico
	Desinfectantes	Fenol, cresol, hipoclorito sódico, sales de amonio cuaternario, amoníaco, formaldehído
	Limpiacristales	Hidróxido amónico, amoníaco, isopropanol
	Quita manchas y limpia textiles	Tetracloroetileno, tricloroetileno, metanol, disolventes derivados del petróleo, benceno, tricloroetano
	Limpiadores para aluminio	Ácido fluorhídrico
	Disolventes para grasas	Tetracloruro de carbono, tolueno, xileno, tricloroetileno
	Desengrasantes	Acetato de monobutil etilenglicol, etilenglicol monobutil éter
	Pulimentos para muebles	Amoníaco, nafta, nitrobenceno, destilados de petróleo, fenol
	Pulidores de suelos	Nitrobenceno
	Limpiadores para aseos	Hipoclorito sódico, sulfato ácido de sodio
	Aerosoles varios (propelente)	Propano, óxido nitroso, cloruro de metileno
Ambientadores y desodorizantes	Sólidos	Naftaleno, p-diclorobenceno
	Con perfume a limón	Limoneno
	Con perfume a pino	α -Pineno
Plaguicidas	Principios activos	Clorpirifós, Diazinón, Propoxur, Lindano, Diclorvós, Bendiocarb, Piretroides

Productos de limpieza

Estos productos contienen compuestos capaces de eliminar la suciedad y la grasa y de actuar como desinfectantes que son, a menudo, tóxicos e irritantes. Están incluidos en este grupo los limpiadores universales, los jabones y detergentes, los limpiacristales, etc.

Ambientadores

Aportan al aire concentraciones adicionales de COV con el objeto de obtener un olor agradable o de «eliminar» uno existente que resulta desagradable. Generalmente lo que hacen es interferir con la capacidad de oler aislando las terminaciones nerviosas, recubrir el conducto nasal con una fina capa aceitosa lo menos durante 24 horas después de su aplicación.o enmascarar un olor con otro más intenso.

Plaguicidas

Los productos utilizados para exterminar insectos o roedores también son tóxicos para el ser humano por lo que una exposición a los mismos puede tener efectos serios para la salud que van desde irritación de mucosas hasta efectos sistémicos, dependiendo de la concentración a la que se esté expuesto.

Estos productos constan de unos ingredientes activos que suelen estar en un 0,5-5% del volumen total, y que son los que tiene las propiedades para actuar contra la plaga, y unos ingredientes inertes que facilitan su dispersión. Los compuestos activos son generalmente compuestos orgánicos semivolátiles (COSV) que no se evaporan tan fácilmente como los COV y por lo tanto que pueden permanecer en el ambiente, ya sea en el aire o adheridos a las superficies o al polvo, durante largos periodos de tiempo, meses o incluso años. En cuanto a la fracción inerte, la mayoría son COV que pueden tener efectos sobre la salud y que, en general, permanecen en el aire por

EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES EXISTENTES

Al realizar un estudio de la calidad de un aire interior se tendrá siempre en cuenta la influencia que pueden tener los materiales existentes. Para evitar posibles problemas de calidad de aire, si es posible, se estudiarán las características de los materiales antes de seleccionarlos para su utilización en un ambiente interior. Para ello se considerará lo siguiente:

La emisión cualitativa de contaminantes: es decir, la composición de la emisión esperada y en especial de los compuestos mayoritarios. Un caso especial es la presencia de amianto en materiales de construcción ya que para su reparación o retirada deberá realizarse un plan de trabajo regulado por la orden de 7 de enero de 1987, modificada por la orden de 26 de julio de 1993.

La emisión cuantitativa de contaminantes: es decir, su potencial emisor de contaminantes que depende de la cantidad de material utilizado y de la fracción de constituyentes que se emitirán durante su vida útil.

Las características de la emisión: conviene considerar si será rápida o lenta, a corto o largo plazo y cómo le afectaran la temperatura y la humedad, teniendo en cuenta que cuanto más influencia sobre una emisión tengan las condiciones ambientales más posibilidades hay de que tenga lugar una exposición.

El impacto sobre la salud y el confort: incluye toxicidad, irritación y olor.

El potencial para captar sustancias: es decir la facilidad del material para retener compuestos y emitirlos más tarde al cambiar las condiciones ambientales.

Las necesidades de mantenimiento: es importante conocer la frecuencia y los productos que deben utilizarse para un correcto mantenimiento del material, así como las implicaciones que su utilización o una inadecuada limpieza pueden tener sobre la calidad del aire.

La información disponible: incluye datos sobre estudios realizados en condiciones de laboratorio desde el punto de vista de sus emisiones y comparaciones de los resultados obtenidos entre distintos materiales.