

¿POR QUÉ VENTILAR?

MEJORA LA CALIDAD DE
AIRE Y AHORRA ENERGÍA

jaga

CLIMATE
DESIGNERS

CONTENIDOS

¿QUÉ ES LA VENTILACIÓN?	4
¿POR QUÉ VENTILAR?	4
PRESERVAR NUESTRA SALUD	6
¿CÓMO CONSEGUIR UN CLIMA INTERIOR ÓPTIMO?	11
AHORRO ENERGÉTICO	15
NORMATIVA VIGENTE	20

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que encontramos cuando hablamos de ventilación es que todavía hay una gran falta de conocimiento de esta materia por parte de la población.

La mayoría de la gente tiene muy claro que una vivienda debe estar climatizada y aislada correctamente para disfrutar del confort deseado y también para ahorrar energía, pero hasta hace poco, solo algunos tenían en cuenta **la ventilación** a la hora de proyectar sus hogares.

Vamos a intentar explicar en este eBook por qué la ventilación bien diseñada es fundamental si queremos disfrutar de una vivienda **confortable, saludable y eficiente**.

¿QUÉ ES LA VENTILACIÓN?

La ventilación es una técnica que sirve para sustituir el aire interior viciado debido a diferentes motivos (contaminación, temperatura, humedad...) por el aire exterior en mejores condiciones. La ventilación se puede realizar de forma natural por viento o movimientos térmicos de aire, o de forma mecánica a través de ventiladores.

¿POR QUÉ VENTILAR?

La ventilación es la clave para el confort y la conservación de la energía. La mayoría de las viviendas o tienen tantas fugas que son imposibles de calentar, o están tan bien aisladas que el aire se vuelve mal ventilado y rancio.

Necesitamos ventilar para evitar que la humedad y todos los contaminantes que hay en el interior de las viviendas, que son muchos más de los que creemos, se acumulen en el ambiente y perjudiquen nuestra salud.

Como promedio pasamos unas 12 horas diarias en nuestra vivienda. Realizamos tareas como comer, cocinar, dormir, asearnos, limpiar la vivienda... estas

actividades hacen que produzcamos humedad y olores, humos, formaldehidos y sustancias o partículas que pueden causar alergias, además, una persona o mascota exhala alrededor de 10 litros de líquido al día y 19 litros de CO₂ por hora por la respiración.

Si tenemos en cuenta todo lo anterior, podemos pronosticar que, en una vivienda sin una adecuada ventilación, todas estas sustancias permanecerán y se irán acumulando en su interior, causando la proliferación de bacterias, moho y ácaros del polvo, y provocando problemas de salud, como irritación de nariz, garganta y ojos, tos, dolor de cabeza, mucosidad, cansancio o rinitis crónica. Además, la acumulación de CO₂ por encima de 1.200 ppm (partes por millón) por ejemplo disminuye la capacidad de concentración en un 30%, y aumenta los fallos mecanográficos en un 50%, por lo que siempre debería mantenerse por debajo de los 1.200 ppm.

En este momento la importancia de la ventilación ha aumentado enormemente, por un lado, debido a que ahora hay más contaminantes en las casas, ya que cada vez se usan más productos artificiales, tanto en los artículos de limpieza como en los materiales de construcción y en los muebles. Por otro lado, porque el nivel de los aislamientos en España hasta hace poco era muy bajo, por eso antes las viviendas se ventilaban sobradamente por filtraciones o entradas de aire por la mala estanqueidad de ventanas y puertas, de las que no éramos conscientes. Esto resultaba contraproducente, ya que se podría decir que la



mitad de los radiadores de calefacción estaban calentando en el exterior de la vivienda.

Ahora los edificios cada vez se aíslan más y mejor, esto en sí mismo, es bueno, ya que el aislamiento asegura un gran ahorro de dinero y una mejor calidad de vida, pero a medida que las casas se vuelven cada vez más herméticas por el aislamiento, las barreras de vapor y la construcción cada vez más rigurosa, el intercambio de aire entre el interior y el exterior de la vivienda disminuye. Esto quiere decir que los contaminantes que se acumulan dentro del hogar no pueden escapar o ser reemplazados por aire fresco. Aunque la casa permanezca agradable y cálida, el aire contaminado o viciado puede causar estragos en la salud. Las casas muy bien aisladas, pero mal ventiladas también pueden ser propensas a sufrir sobrecalentamiento, dependiendo de su ubicación y condiciones climáticas.

La típica respuesta a estos argumentos es optar por la solución de abrir las ventanas un rato durante la jornada, pero es importante tener en cuenta que tener un hogar con corrientes de aire no es una buena forma de ventilar. Se perderá el calor y la eficiencia energética, y se requerirá más energía para mantener la vivienda a una temperatura constante. Además, airear abriendo las ventanas y ventilar no es lo mismo, airear únicamente sirve para deshacerse del aire muy contaminado en un tiempo muy corto mediante una ventilación cruzada al abrir ventanas en lados opuestos de la vivienda, esto conlleva un coste energético muy alto. Si se opta por abrir únicamente una ventana, ya ni siquiera habrá ventilación cruzada

y la temperatura de la estancia bajará mucho en poco tiempo, ralentizando la mejora de la calidad del aire, esto hará que el consumo energético se dispare haciendo de esta solución una medida muy poco eficiente. Al abrir una ventana tan solo 10 cm, la demanda de calefacción se puede duplicar.

Podemos establecer cuatro razones fundamentales de por qué una ventilación inteligente de la vivienda es de suma importancia:

- **PRESERVAR NUESTRA SALUD**
- **CONSEGUIR UN CLIMA INTERIOR ÓPTIMO**
- **OBTENER AHORRO ENERGÉTICO**
- **CUMPLIR LAS NORMATIVAS**

PRESERVAR NUESTRA SALUD

Todos sabemos que el aire exterior que respiramos deja mucho que desear. Contiene emisiones nocivas de dióxido de carbono, gases tóxicos del tráfico rodado, etc. Todo esto podría hacernos pensar que en el interior de los edificios estamos a salvo, pero está demostrado que a lo que nos enfrentamos en el interior es todavía más dañino, esto resulta muy preocupante teniendo en cuenta que la mayoría de la gente pasa el 90% del tiempo en interiores.

La degradación de la calidad del aire interior por sustancias químicas nocivas y otros materiales, puede ser hasta 10 veces peor que la contaminación del aire exterior y en algunos casos los niveles pueden exceder 100 veces los niveles al aire libre de los mismos contaminantes. Esto se debe a que las áreas cerradas propician que los contaminantes potenciales se acumulen más allí que en los espacios abiertos.

Los pulmones son los responsables de llevar aire fresco al cuerpo y a la vez eliminan los gases residuales y las partículas. Cuantas más partículas hay en el aire que respiramos, más difícil es para los pulmones eliminarlas. La mala calidad del aire, puede dificultar el correcto funcionamiento de estos órganos y puede tener efectos negativos para la salud.

Los estudios han vinculado una serie de potenciales efectos sobre la salud a la contaminación por partículas:

Efectos inmediatos

Algunos efectos sobre la salud pueden aparecer poco después de una sola exposición o exposiciones repetidas a un contaminante. Estos incluyen irritación de ojos, nariz y garganta, dolores de cabeza, mareos y fatiga. Tales efectos inmediatos suelen ser a corto plazo y tratables. A veces, el tratamiento simplemente elimina la exposición de la persona a la fuente de la contaminación, si puede identificarse. Poco después

de la exposición a algunos contaminantes del aire interior, los síntomas de algunas enfermedades como el asma pueden aparecer, agravarse o empeorar.

La probabilidad de reacciones inmediatas a los contaminantes del aire interior depende de varios factores, como la edad y las condiciones médicas preexistentes. En algunos casos, si una persona reacciona a un contaminante depende de la sensibilidad individual, que varía tremendamente de persona a persona. Algunos individuos pueden sensibilizarse a los contaminantes biológicos o químicos después de exposiciones repetidas o de alto nivel.

Ciertos efectos inmediatos son similares a los de los resfriados u otras enfermedades virales, por lo que a menudo es difícil determinar si los síntomas son el resultado de la exposición a la contaminación del aire interior. Algunos efectos pueden empeorar debido a un suministro inadecuado de aire exterior o por las condiciones de climatización o humedad que se mantienen en el interior.

Efectos a largo plazo

Otros efectos sobre la salud pueden aparecer años después de que se ha producido la exposición o solo después de largos o repetidos períodos de contacto con los tóxicos. Estos efectos, que incluyen algunas enfermedades respiratorias, enfermedades cardíacas y cáncer, pueden ser muy debilitantes o fatales. Es prudente tratar de mejorar la calidad del aire interior de tu hogar, incluso aunque los síntomas no sean evidentes.



Si bien los contaminantes que se encuentran comúnmente en el aire interior pueden causar muchos efectos nocivos, existe una considerable incertidumbre sobre qué concentraciones o períodos de exposición son necesarios para producir problemas de salud específicos. Las personas también reaccionan de manera muy diferente a la exposición a los contaminantes del aire interior.

SE NECESITA MÁS INVESTIGACIÓN
 Para comprender mejor qué efectos sobre la salud se producen después de la exposición a las concentraciones promedio de contaminantes que se encuentran en los hogares.

CONTAMINANTES DEL AIRE INTERIOR Y SUS POTENCIALES EFECTOS SOBRE LA SALUD

CONTAMINANTE	FUENTE	POTENCIALES EFECTOS
Humo de tabaco Monóxido de carbono Óxidos de Nitrogeno Otros gases Químicos Pesticidas Formaldehidos	Fumar cigarrillos y cigarros, aparatos de gas sin ventilación o que funcionan mal, estufas de leña, humo de tabaco, gases de cocina, calentadores de gas, formaldehídos, compuestos orgánicos volátiles, olores, productos para limpieza y mantenimiento doméstico, contaminación por combustión, aerosoles, disolventes, pegamentos, agentes de limpieza, pesticidas, pinturas, repelentes de polillas, ambientadores, ropa lavada en seco, agua tratada, productos utilizados para matar plagas tales como insecticidas y herbicidas. También productos de césped y jardín, productos de madera prensa- da como contrachapado y tableros de partículas, mobiliario, papel pintado.	Dolor de cabeza Fatiga Mala memoria Irritación respiratoria Bronquitis Neumonía en niños Pérdida de coordinación Daño al sistema nervioso central Irritación de garganta Náusea Enfisema Sibilancias Asma Congestión nasal Varios tipos de cáncer

¿POR QUÉ VENTILAR? MEJORA LA CALIDAD DE AIRE Y AHORRA ENERGÍA

Partículas respirables amianto	Cigarrillos, estufas de leña, aerosoles y polvo doméstico, textiles, placas de yeso, madera, aislamiento dañado o deteriorado, materiales ignífugos y acústicos	Irritación ocular, nasal y faríngea Propensión a infecciones respiratorias y bronquitis Cáncer de pulmón Asbestosis Mesotelioma Irritación ocular, nasal y faríngea
Radon	Suelo debajo de edificios	Cáncer de pulmón
Plomo	Lijado o soldado de pintura con plomo; polvo doméstico	Trastornos nerviosos Anemia Daños en el riñón Retraso del crecimiento
Organismos biológicos y otros contaminantes orgánicos	Polvo de la casa, ácaros del polvo, mascotas, ropa de cama; aires acondicionados, humidificadores y deshumidificadores mal mantenidos, estructuras mojadas o húmedas, muebles, insectos, restos de cucarachas, polen, caspa y saliva de animales, proteínas en la orina de los animales, endotoxinas bacterianas y materiales fúngicos	Tos Falta de aliento Rinitis alérgica Asma, Irritación de ojos, nariz y garganta Fiebre del humidificador Influenza Mialgia Malestar Fatiga Neumonitis por hipersensibilidad Problemas digestivos Comezón

PERIODICUM BIOLOGORUM

VOL. 111, No 1, 37-40, 2009 Indoor air pollution and effects on human health

Además el aire contaminado no solo afecta directamente a nuestra salud, también perjudica a nuestro aspecto, está demostrado científicamente que los contaminantes del aire son una de las principales fuentes de daño en la piel; las toxinas en el aire (sobre todo los ftalatos y los compuestos orgánicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos) hacen que la piel envejezca prematuramente, especialmente en la cara, el cuello y las manos.

Es importante reconocer el problema, identificar los signos de peligro y observar formas simples de prevenir o, al menos, minimizar el daño. Sería fundamental evaluar la calidad del aire de los lugares de trabajo y hogares. Las medidas preventivas deben dirigirse hacia la identificación de fuentes de aire interior que puedan ser posibles causas y reducir la exposición a contaminantes biológicos, esto proporcionaría beneficios de salud inmediatos. Las medidas para mantener un aire saludable en el interior que respiramos incluyen:

- **INTRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN** de aire de ventilación adecuado. Una buena ventilación puede ayudar tanto a mitigar los riesgos para la salud como a proteger la vivienda.
- **CONTROL DE CONTAMINANTES** transportados por el aire (restringir el uso de colonias, perfumes, jabones, champús, desodorantes y ambientadores pueden ayudar a controlar el ambiente interior)
- **MANTENIMIENTO** de temperatura aceptable y humedad relativa.

El radón, los carcinógenos de los suministros de limpieza y los materiales de construcción contribuyen a la mala calidad del aire y también pueden causar cánceres. Los VOC (compuestos orgánicos volátiles) de la pintura e incluso de algunos tipos de alfombras y materiales de tapicería pueden causar problemas de salud, así como el moho y el humo del cigarrillo.



jaga CLIMATE DESIGNERS

La mala calidad del aire puede dañar a cualquier persona independientemente de su edad, pero los niños son más susceptibles a la contaminación por partículas que los adultos debido a su mayor frecuencia respiratoria y sus mayores niveles de actividad física.

El ambiente de las viviendas, oficinas, colegios... es de suma importancia para la salud de la mayor parte de la población.

¿CÓMO CONSEGUIR UN CLIMA INTERIOR ÓPTIMO?

Podemos determinar tres factores que influyen en la calidad de aire interior:

- **CONTAMINANTES QUÍMICOS:** CO, CO₂, NO_x, SO₂, O₃, NO₂, formaldehidos, radón, hidrocarburos aromáticos, etc.
- **CONTAMINANTES FÍSICOS:** VOCs, partículas en suspensión (polvo, amianto, lana de roca, bra de vidrio, etc.)
- **BIOCONTAMINANTES:** Alérgenos de animales de compañía, alérgenos de los ácaros del polvo, hongos, mohos y levaduras.

Todos estos productos se encuentran en las viviendas por causa del tráfico exterior, materiales de construcción y aislamientos, mobiliario, impresoras, detergentes, plásticos, cosméticos, malas combustiones, plantas, animales domésticos y de los propios usuarios de las mismas.

Se puede observar que gran parte de los contaminantes que hay en una vivienda se producen en el interior de la misma.

En una vivienda bien aislada y, por consiguiente, energéticamente eficiente, todos estos contaminantes se quedan en el interior. Por este motivo, la ventilación cobra una vital importancia en las casas actuales.

Debemos ser especialmente cuidadosos con ciertos aspectos si queremos conseguir **una calidad de aire óptima:**

Nivel de CO₂

Este es un índice importante para identificar la calidad de aire interior.

El dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, más denso que el aire que se origina de forma natural en diferentes procesos de la naturaleza, y sobre todo se libera por la respiración de los organismos vivos, afecta a la calidad de aire de los espacios interiores y su concentración está directamente relacionada con el índice de ventilación del ambiente en que está presente.

Cuando los niveles de CO₂ superan los 800-1.200 ppm en áreas interiores, muchas personas comienzan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, falta de concentración, fatiga, problemas respiratorios y sensación de “ambiente cargado”, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición. Estos síntomas se agravan en el caso de los niños.

Podemos establecer el **objetivo para una adecuada calidad de aire entre 1.000 y 1.200 ppm de CO₂**

Niveles máximos de VOC

Los VOCs (Compuestos Orgánicos Volátiles) son un grupo de sustancias que tienen en común su composición a base de Carbono y su fácil volatilidad en el aire a temperatura ambiente, se consideran contaminantes y su exposición continuada puede causar efectos en la salud. Proviene de diversas fuentes, sobretodo de materiales de construcción y decorativos, como pinturas, barnices, colas, maderas, alfombras, telas y también de productos de limpieza, ambientadores, etc.

En los últimos años se ha observado un incremento en las concentraciones de VOC en las viviendas, debido a la importación masiva desde países en los que no existe una legislación estricta sobre el uso de sustancias contaminantes en la fabricación de productos.

Tienden a asociarse con otros compuestos en ambientes interiores, dificultando así la

determinación de sus efectos nocivos para la salud y sus valores máximos aconsejables en una vivienda. Los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) evolucionan de forma paralela al aumento de CO₂ y afectan a la sensación olfativa.

Se podría considerar que **un valor por debajo de 300 mg/m³** debería ser suficiente para reducir el riesgo de deteriorar la calidad de aire interior.

Control de la humedad

Desde los años 80 se han reportado efectos adversos para la salud asociados con la humedad de los edificios. La humedad puede acumularse en las estructuras del edificio o materiales de construcción a través de fugas o por filtraciones del suelo o debido a la condensación como resultado de una ventilación insuficiente.

Los problemas que la acumulación de esta humedad puede generar son: proliferación de mohos, bacterias y ácaros, degradación y rotura de los materiales con la consiguiente liberación de compuestos tóxicos, problemas respiratorios, asma y alergias.

Además, el incremento de energía necesario para climatizar el aire húmedo supone un consumo extra que perjudica tanto al medioambiente como a nuestro bolsillo.

Para evitar todos aquellos problemas que conlleva el exceso de humedad es necesaria una ventilación adecuada, extrayendo el aire húmedo donde

exista mayor producción de este para evitar que se distribuya por otras zonas de la vivienda.

En los baños es aconsejable instalar sistemas de extracción auto regulables con sensor de humedad. El extractor aumentará el caudal en los momentos en los que el sensor detecte incrementos en la humedad relativa, por ejemplo, cuando una persona se esté duchando.

En general, **para la humedad relativa se recomiendan valores comprendidos entre el 30 % y el 70 %**. Por debajo del 30 % suelen producirse sequedad de mucosas y descargas eléctricas cuando hay electricidad estática; por encima del 70 % entran en juego todos los riesgos comentados anteriormente.

Dilución del aire de extracción

Un detalle importante para mantener una óptima calidad de aire, que hay que controlar en una instalación de ventilación, es que la entrada de aire no se halle influenciada por la proximidad de una salida contaminada, tanto de extracción de la propia vivienda como de posibles gases de combustión, aireadores de alcantarillado o humos de cocinas. Ha de tenerse especial cuidado en casas adosadas o pareadas, en las que las instalaciones pueden tener muy cerca salidas de la vivienda contigua de gases de combustión de caldera o chimenea.

En el HS del RITE se pueden encontrar las medidas mínimas a considerar en diferentes configuraciones



de las tomas y puntos de extracción en un sistema de ventilación.

Además de los anteriores aspectos, debemos tener en cuenta ciertos factores que, aunque nos pueda parecer que no están relacionados directamente con la calidad de aire, influyen en esta de manera indirecta ya que cuando hay **disconfort térmico o alto nivel sonoro**, los usuarios tienden a apagar el sistema, provocando un deterioro drástico de la calidad de aire interior.

Confort térmico

El confort térmico interior comprende todos los parámetros que influyen en la sensación térmica de una persona.

Se puede diferenciar en dos tipos:

■ **CONFORT TÉRMICO GENERAL** (sensación térmica).

■ **CONFORT TÉRMICO LOCAL.**

El confort térmico general se determina por la temperatura del aire, la temperatura media de radiación, la humedad del aire, la velocidad de aire, el metabolismo (nivel de actividad de las personas) y la vestimenta utilizada.

El confort térmico local viene dado por las pérdidas de confort debidas a sensaciones de calentamiento o enfriamiento demasiado elevados de una parte del cuerpo debido a corrientes de aire, asimetrías

de radiación de frío (por ejemplo, un ventanal de cristal) o de calor (por ejemplo, una fuente de calor), y elevada estratificación en la temperatura del aire entre el suelo y techo.

Nivel sonoro

El confort acústico presenta como objetivo principal garantizar que los niveles sonoros a los que se ve sometido un entorno son acordes con la actividad que en éste se va a realizar. El ruido y las corrientes de aire, son los dos puntos sobre los que se reciben mayor número de quejas de los usuarios de sistemas de renovación de aire. **Se ha comprobado que cuando el nivel sonoro de un equipo de ventilación es excesivo para las exigencias de los usuarios de las viviendas, estos tienden a desconectar los equipos, así que podemos decir que** el nivel sonoro de los mismos influye drásticamente en la calidad de aire interior.

El ruido percibido en la vivienda puede provenir de la misma instalación o ser el que entra desde la calle a través de las rejillas de ventilación.

Cuando la vivienda está bien aislada, el ruido exterior que se percibe es menor y por tanto hay una mayor percepción del ruido de las instalaciones interiores. Por eso al diseñar un sistema de ventilación hay que evitar los ruidos producidos por la instalación.

La normativa establece que los fabricantes de equipos de ventilación deben facilitar los datos de las magnitudes que caracterizan los ruidos y las vibraciones derivados de su funcionamiento.

AHORRO ENERGÉTICO

¿De dónde viene el gasto energético de los sistemas de ventilación?



Del consumo de los motores.



De la necesidad de atemperar el aire que entra en la vivienda proveniente del exterior.

La eficiencia energética que obtendremos dependerá del sistema de ventilación instalado, ya que las características de los diferentes sistemas son muy distintas.

¿Cómo podemos minimizar el consumo de energía de la ventilación?:

■ **REDUCIENDO EL CAUDAL** de aire de ventilación, dentro de los límites saludables para las personas y la vivienda, esto es fácil de gestionar cuando utilizamos sistemas con sensores de CO₂, sensores de presencia, tiempo u otro tipo de control. Si se reduce la cantidad de aire que se aporta a la vivienda, se puede reducir el consumo en calefacción ya que los radiadores no necesitaran calentar tanto para compensar la entrada de frío.

■ **UTILIZANDO SISTEMAS DE CALIDAD** y con motores de muy bajo consumo eléctrico. Si los motores son más eficientes, el consumo eléctrico de los mismos se reducirá.

■ **MONTANDO LOS CONDUCTOS DE MANERA EFICIENTE:** conductos de suficiente diámetro, evitando al máximo las curvas e instalando conductos individuales hacia el colector del extractor para cada zona.

Con conductos de diámetro reducidos y muchas curvas, el ventilador tendrá más pérdida de carga, es decir, opondrá más resistencia al aire que pasa por él, por tanto se producirá más consumo eléctrico para mover la misma cantidad de aire y hará más ruido.

Es importante que el instalador / técnico, invierta tiempo en analizar a fondo la instalación previamente y encontrar el camino más sencillo para canalizar el aire. Una instalación final «sencilla y lógica» refleja un buen nivel profesional del técnico.

■ **APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS:**

Los fabricantes buscan sistemas innovadores que garanticen la calidad de aire con el menor consumo energético. La normativa establece una base de calidad y prestaciones sobre cómo aplicar sistemas estándares, como las rejillas de aire en ventanas para viviendas y el recuperador de calor, pero para poder aplicar sistemas innovadores que no se ajustan a esos estándares, como la **ventilación descentralizada bajo demanda**, las ingenierías han de justificar que estos cumplen la normativa a nivel energético o incluso la mejoran.

Para facilitar este proceso, los fabricantes pueden aportar documentos oficiales sobre sus sistemas no estándares. Estos documentos contienen una apreciación técnica favorable de la idoneidad de empleo en edificación de materiales, sistemas o procedimientos constructivos no tradicionales o innovadores. Se espera que pronto, al igual que en otros países europeos, cada sistema de renovación de aire disponga de una puntuación que pueda influir sobre la calificación energética de una vivienda.

■ **APLICACIÓN DE ÓPTIMOS SISTEMAS**

DE REGULACIÓN: Todos los sistemas de ventilación deben tener dispositivos para poder manipular el caudal de ventilación, pero no se puede cerrar la ventilación en su totalidad, es decir, siempre debe haber un caudal mínimo de renovación de aire que permita eliminar las emisiones propias de la vivienda, provenientes de pinturas, telas, detergentes y otros, además de evitar la aparición de mohos.

■ **Admisión de aire natural por rejillas en las ventanas:**

Los sistemas de admisión de aire natural por rejillas en las ventanas disponen de una regulación básica que debe cumplir los siguientes puntos:

- Posibilidad de regulación entre el 75% y el 100% del caudal máximo.
- La posición «0» deja pasar hasta el 10% del caudal, evitando así que se cierre por completo.



- Además de la posición «0», debe haber al menos 2 posiciones con una diferencia de un 10% entre sí.
- Las rejillas de ventilación auto-regulables, con presiones entre 1 Pa y 25 Pa, no tendrán una reducción del caudal mayor del 20% de su capacidad nominal.
- Las rejillas de tránsito, montadas en las puertas interiores, no deben tener regulación.
- **Regulación de extractores y sistemas mecánicos:**
Se podrán ajustar los caudales de aire en los siguientes sistemas:
 - Extractores centralizados
 - Unidades de renovación de aire mecánicas descentralizadas en fachada
 - Recuperadores de calor descentralizados en fachada
 - Recuperadores de calor centralizados

¿Qué formas existen para regular un sistema de renovación de aire mecánico?

- Control manual
- Control automático bajo demanda, con sensores de CO₂ o de humedad
- Mediante un programador de horario

1. Control manual

Los mandos manuales suelen tener al menos 3 posiciones, aunque los más modernos cuentan con más posibilidades para mejorar el ajuste según las necesidades personales de los usuarios.

El control puede ser fijo, montado en una pared, o bien un mando a distancia por radiofrecuencia.

El control dispondrá, al menos, de las siguientes posiciones:

- Posición 1: caudal mínimo (ausencia de personas en la vivienda).
- Posición 2: caudal medio (una o más personas en la vivienda).
- Posición 3: caudal máximo (duchas o baños, cocción, invitados, fiestas, night cooling).

2. Regulación automática bajo demanda.

En sistemas donde se regula el caudal bajo demanda, el usuario apenas tiene que influir sobre el sistema, y siempre se asegura una buena calidad de aire con el mínimo caudal de ventilación.

Con los sensores de que dispone, el sistema puede calcular la cantidad de aire que habrá que aportar a la vivienda en cada momento determinado.



Los valores que pueden percibir los sensores para la regulación de la ventilación son:

■ **CO₂**

En los sistemas que incorporan sensores de CO₂, estos indican al equipo donde es necesario un aporte de aire según las personas que se hallen en la estancia y su actividad metabólica y dejarán por tanto la ventilación al mínimo en las estancias desocupadas. Los sensores se pueden situar en el salón, o también en dormitorios, despachos, habitación de juego, etc.

Suele haber un sensor de CO₂ en las estancias por las que se realiza la admisión de aire. Sólo cuando halla en la estancia una o más personas (producción de CO₂), el aire de la sala se irá contaminando, entonces el sistema empezará a reaccionar y a ajustar el aire a introducir según necesidad.

Los sensores de CO₂ pueden estar instalados en la pared vinculados con el extractor, o bien en la unidad de admisión de aire descentralizada en fachada.

■ **VOC**

En una vivienda, los VOC suelen evolucionar de manera paralela a los niveles de concentración de CO₂, por lo

que, eliminando el CO₂, se corrige el nivel de VOC.

En vivienda, los sensores de VOC están indicados para zonas con fumadores u olores. Los sensores de VOC pueden instalarse en las estancias o también en válvulas integrables en extractores, donde el instalador puede elegir qué tipo de sensor aplicar para cada espacio de extracción.

■ **Humedad**

La humedad es el factor más importante para calcular cuánto aire se ha de extraer de una vivienda. Por este motivo, la extracción se realiza por las zonas húmedas de la vivienda, evitando que se puedan ocasionar condensaciones no deseadas que puedan acarrear graves problemas tanto para la vivienda como para la salud de sus ocupantes.

La extracción funcionará permanentemente en la posición de mínimo caudal para mantener el edificio en condiciones saludables.

El extractor dispone de un sensor de humedad que detecta incrementos de la humedad relativa, por ejemplo entre el 5 y el 10%, e incrementará el caudal de aire extraído mientras se mantenga el nivel de humedad. Tras 15 o 30 minutos después de la ducha o de cocinar, volverá a su funcionamiento a caudal mínimo.

Es importante instalar el extractor a una cierta distancia de las bocas de extracción, según las indicaciones del fabricante, por ejemplo a 2 metros. De lo contrario, la medición de la humedad relativa puede ser errónea.

3. Regulación por programador horario

Se trata de un control centralizado que gestiona el aporte o extracción de ventilación sobre las expectativas de ocupación horaria. La programación horaria de la ventilación sólo es útil en espacios donde se sepa a priori las franjas horarias en las que va a haber ocupación, como en dormitorios u oficinas.

Hay que tener en cuenta que puede haber variaciones puntuales de horario / ocupación y estar ventilando con el edificio vacío, o, por el contrario, que el sistema de renovación esté parado cuando haya ocupación, por este motivo será necesario que exista un sistema manual que se superponga al control horario de la ventilación.

■ **Apagado de seguridad:**

Un sistema de renovación de aire ha de tener un mecanismo exclusivo en el cuadro eléctrico para un corte total del sistema, para, por ejemplo, mantenimiento, explosión de gases tóxicos cercana a la vivienda, incendio, etc.

En nueva construcción no supone un problema instalar un magneto térmico en el cuadro eléctrico para la ventilación. En rehabilitación puede ser complicado añadir un circuito dedicado, por lo que será necesario poner un enchufe o interruptor de apagado de emergencia para la ventilación, de fácil acceso para el usuario.

■ **Estanqueidad a infiltraciones de aire de la vivienda:**

La estanqueidad y la permeabilidad son conceptos opuestos que indican la pérdida de volumen de aire a través de la envolvente del edificio.

EN LA NORMATIVA

Se utiliza el concepto de **permeabilidad** (propiedad de dejar pasar el aire cuando la superficie se encuentra sometida a una diferencia de presiones) y exige limitaciones a las infiltraciones de aire.

Estas exigencias tienen como objetivo limitar las pérdidas de energía y evitar la entrada de aire húmedo procedente, por ejemplo, de sótanos.

EN LA PRÁCTICA

Es el concepto de **estanqueidad** el que tiene un uso más directo. Las mejoras en las exigencias de calidad en la estanqueidad vienen dadas por la necesidad de optimizar el rendimiento energético de las viviendas.

Pero siempre hay que garantizar una permeabilidad mínima que evite problemas como humedades intersticiales, y garantizar una mínima entrada de aire en caso de avería del sistema de ventilación.

La normativa indica una máxima permeabilidad permitida en las zonas de ocupación de la vivienda. Por supuesto, lo que le interesa al ocupante es reducir la permeabilidad para reducir el consumo de energía y ahorrar en sus gastos mensuales.



Se pueden evitar filtraciones no deseadas en:

- Los puntos móviles de puertas y ventanas.
- Intersección entre fachada y tejado.
- Sellado de juntas entre ventanas y fachada.
- El buzón.
- Por debajo de las puertas exteriores.
- Cajas de enchufes e interruptores.

Además, en viviendas con un sótano o forjado sanitario, es importante limitar la permeabilidad y sellar alrededor de tubos y desagües de baños y cocina, para evitar la entrada de humedad a la zona ocupada.

En los nuevos sistemas con control bajo demanda por calidad de aire interior, por ejemplo por sensores de CO₂ descentralizados, el caudal aportado disminuye si existen infiltraciones de aire no controladas. De esta manera se reduce el consumo de energía en calefacción y el consumo eléctrico de los ventiladores. Con recuperador de calor centralizado, al ser un caudal constante, es más importante tener el mínimo de infiltraciones posible (aproximándose al máximo al estándar Passive Haus).

Al usuario le conviene limitar las infiltraciones de aire tanto por confort como por las pérdidas de energía por ventilación no deseada.

La hermeticidad al paso de aire se puede determinar con la ayuda de una prueba llamada **blower door test**, que calcula la estanqueidad de una vivienda a través de un ventilador montado en la puerta.

NORMATIVA VIGENTE

Las normativas establecen las bases para el mantenimiento de la calidad del aire interior a niveles aceptables garantizando de esta forma un ambiente confortable y saludable a los ocupantes.

Este objetivo podrá alcanzarse controlando las fuentes de contaminación existentes, diluyendo el aire interior con aire exterior y comprobando la calidad del aire. Para ello hace falta establecer unos límites máximos específicos para los contaminantes presentes en el aire interior.

Organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Consejo Internacional de Investigación de Edificios (International Council of Building Research, CIBC), organizaciones privadas como la ASHRAE, están estableciendo normas y directrices de exposición a contaminantes en espacios interiores.

Por su parte, en el año 2007 los líderes de la UE establecieron unos objetivos de estrategia europea para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, en 2009 se establecieron las bases para regularlos y se implantó una fecha límite para

cumplirlos, el año 2020. En el sector de la energía, los objetivos de 2020 se basaron en los tres pilares principales de la política energética europea: seguridad del suministro, mercados competitivos y sostenibilidad.

Los objetivos energéticos 2020 son los siguientes:

- Una reducción del 20% (o incluso del 30%) de las emisiones de CO₂ en comparación con los niveles de 1990
- El 20% de la energía procedente de energías renovables
- Un 20% de mejora de la eficiencia energética

Cada país de la Comunidad Económica Europea ha tenido que trazar su plan de ruta para conseguir estos objetivos o incluso mejorarlos.

¿Qué dice la normativa española?

En España, han aparecido normativas que marcan los límites en cuanto a la forma y los elementos de los que deben disponer las nuevas viviendas y las rehabilitaciones, para mejorar la eficiencia y reducir el consumo energético de las mismas.

Una de las exigencias más importantes fue la mejora de la calidad de los aislamientos de los edificios, que repercute en unas cargas térmicas muy inferiores, pero también en una **hermeticidad de los envolventes mucho más alta**. Esto crea la necesidad de renovar el aire interior para poder mantener el nivel de salubridad de los espacios interiores.

Puede resultarnos contradictorio que por un lado se incrementen los aislamientos para evitar la influencia exterior y por otro se introduzca aire del exterior para renovar el del interior. Por esto, la renovación de aire se ha de hacer de una manera inteligente, y aunque la ventilación de un edificio suponga un consumo de energía, el balance entre la mejora conseguida con los aislamientos y el coste extra por ventilación, arroja un beneficio muy importante con respecto a una vivienda que no disponga de esas calidades de construcción y aislamientos. Pero se ha de tener en cuenta que lo descrito en las normas se ha de tomar como una «base normativa prestacional». Esto quiere decir que los edificios han de alcanzar, como mínimo, lo descrito por las normas, pero que éstas no están cerradas a mejoras, innovaciones o soluciones alternativas, que puedan optimizar los resultados obtenidos a nivel energético por la solución descrita en la normativa.

LOS DOCUMENTOS QUE RIGEN LAS NORMAS A APLICAR EN CUANTO A VENTILACIÓN SON:

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y Código Técnico (CTE)

- **EL RITE** es el reglamento que define las exigencias mínimas en las instalaciones térmicas en los edificios, y que viene de la necesidad de transponer la Directiva Europea 2002/91/CE, de eficiencia energética de edificios.

El RITE se refiere a todas las instalaciones térmicas de edificios nuevos y las instalaciones térmicas que se reformen en edificios existentes. Son consideradas instalaciones térmicas y que quedan dentro del ámbito de aplicación del RITE todas aquellas «instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas».

En el apartado de ventilación se definen los objetivos mínimos de calidad de los espacios interiores en base a la aplicación a la que estén destinados.

- **CÓDIGO TÉCNICO (CTE)** en su Documento Básico de Higiene y Salubridad DB HS3 de Calidad de aire interior con fecha de 13 de junio de 2017.

El Código Técnico de la edificación especifica una serie de disposiciones sobre la ventilación en viviendas obligando a incluir sistemas de renovación de aire: «Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes».

También establece que el aire «debe circular desde los locales secos a los húmedos, para



ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben disponer de aberturas de extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso».

Además, define las exigencias básicas que han de cumplir las viviendas en cuanto a los sistemas y caudales de renovación de aire:

«Las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica».

Estas normas serán de aplicación obligatoria en las **obras de nueva construcción y en las intervenciones en edificios existentes** para las que se solicite licencia municipal de obras a partir del 16 de septiembre de 2017.

■ **NORMATIVA PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AIRE EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS SEGÚN CADA SISTEMA:**

■ **A. Sistema con tasa de ventilación Constante:**
Caudales mínimos de aporte de aire exterior en viviendas.

■ Se debe de instalar un sistema adicional al sistema de ventilación en la zona de cocción de la cocina para extraer contaminantes durante su uso. El caudal mínimo será de 50 l/s y el tipo de ventilación será extracción mecánica. El conducto de extracción asociado será independiente de la ventilación general de la vivienda.

■ En las estancias húmedas el caudal se determinará según estos cálculos:

- caudal mínimo por local
- caudal mínimo global total para todos los locales húmedos aplicándose el más desfavorable según la siguiente tabla.

CAUDAL MÍNIMO Q _v EN L/S					
Tipo de vivienda	LOCALES SECOS			LOCALES HÚMEDOS	
	Dormitorio ppal.	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores	Mínimo en total	Mínimo por local
0 o 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o + dormitorios	8	4	10	33	8

Caudales mínimos de ventilación de caudal constante en locales habitables

- Ha de existir un equilibrio entre los caudales de los locales secos y los de los locales húmedos, al margen de la ventilación de la zona de cocción que es independiente de la ventilación general.

■ **B. Sistema con tasa de ventilación variable:**
Mediante medición de la concentración de CO₂

Condiciones para la aplicación de este método:

- En los locales habitables de las viviendas se debe aportar un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada local **la concentración media anual de CO₂ sea menor a 900 ppm y que el acumulado anual de CO₂ que exceda de 1.600 ppm sea menor que 500.000 ppm.h.** en ambos casos con las condiciones de diseño del apéndice a continuación.
- El caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes que no estén directamente relacionados con la presencia humana. La condición se satisface con un **caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitable en períodos de no ocupación.**

■ **APÉNDICE DE LAS CONDICIONES DE DISEÑO:**

■ **Caudal de ventilación de los locales habitables de las viviendas.**

- Se establecen las condiciones de diseño para la evaluación del cumplimiento de la exigencia establecida en el apartado anterior relativa a la concentración de CO₂, en el caso de que no se empleen los caudales constantes establecidos en la tabla de caudales mínimos de ventilación de caudal constante.
- Las concentraciones de CO₂ de la exigencia deben cumplirse para las siguientes condiciones de diseño:
 - a) generación de CO₂ de 19 l/h·ocupante, salvo que se diferencie entre periodos de sueño y de vigilia con generaciones de 12l/h·ocupante y 19l/h·ocupante de CO₂, respectivamente.
 - b) número de ocupantes, a efectos de generación de CO₂.
 - c) se establece el escenario de ocupación para el cálculo global de generación de CO₂ en la vivienda por hora y día.
 - d) puertas de las distintas estancias cerradas.
- Si no se dispone de valores de CO₂ del aire exterior en la ubicación del edificio, se considera una media anual de 400 ppm.

- En ausencia de datos climáticos del lugar, puede emplearse el clima de referencia de la zona climática según el DB HE1.

■ **C. Sistema de ventilación natural complementario en vivienda**

Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural mediante la instalación de ventanas o puertas exteriores practicables.

El objetivo del sistema de ventilación natural es proporcionar una ventilación circunstancial para reducir la presencia de contaminantes, por ejemplo, por el uso de algún tipo de producto tóxico o irritante, o simplemente por el hecho de haber pintado.

En el caso de trasteros, sus zonas comunes y almacenes de residuos los contaminantes principales son la humedad, los olores y los compuestos orgánicos volátiles. En el caso de los aparcamientos y garajes son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

- Esta condición se considera satisfecha si el sistema de ventilación es capaz de establecer al menos los caudales de ventilación de la tabla siguiente, ya sea mediante ventilación de caudal constante o ventilación de caudal variable controlada mediante detectores de presencia, detectores de contaminantes, programación temporal u otro tipo de sistemas.

Estos datos reflejan las exigencias básicas del RITE y el CTE para alcanzar un mínimo nivel de eficiencia energética del sistema de renovación de aire que se aplique. Pero será responsabilidad del instalador ofrecer otras opciones en cuanto a materiales, sistemas o componentes que mejoren las prestaciones generales de la vivienda, proporcionen caudales de ventilación superiores a los exigidos cuando se desee, o sensores que disminuyan el caudal cuando no se necesite; además de informar al cliente de las mejoras que se pueden alcanzar con los distintos sistemas aplicables, y el balance entre costes y prestaciones de las distintas opciones.

Ventilación de locales no habitables

Condiciones para los locales no habitables en los edificios de viviendas:

- Para los locales no habitables incluidos en el ámbito de aplicación debe aportarse el caudal de aire exterior suficiente para eliminar los contaminantes propios del uso.

LOCALES	CAUDAL MÍNIMO Q _v EN L/S	
	POR M ₂ ÚTIL	EN FUNCIÓN DE OTROS PARÁMENTROS
Trasteros y sus zonas comunes	0,7	120 por plaza
Aparcamientos y garajes		
Almacenes de residuos	10	

Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables

También se regula el mantenimiento y conservación de la instalación de ventilación: “Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto

con su periodicidad, se incluyen en la tabla y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos”.

	OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanqueidad	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año
Aspiradores híbridos, mecánicos y extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado Limpieza o sustitución	6 meses
		1 año
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

Operaciones de mantenimiento

¿Debemos ceñirnos a los requisitos mínimos exigidos para obtener una buena calidad de aire?

La normativa tiene una exigencia mínima de caudales de ventilación. Sin embargo, en la práctica no debemos considerar estos como valores objetivos **ni mucho menos máximos** a los que ajustarnos en los proyectos de ventilación.

La media de los valores de las normativas de países de la Unión Europea, dan valores sensiblemente superiores al DB HS 3 de 6/2017. Se puede considerar que el nuevo DB HS 3 quizás ha reducido excesivamente los valores de ventilación como para garantizar una correcta calidad de aire interior en los **momentos en los que realmente hay ocupación** humana en las viviendas.

El nuevo DB HS 3 de 6/2017 incluye como novedad métodos de modulación a través de sensores de calidad de aire según ErP2016. Con esta inclusión es posible establecer caudales de diseño por encima de lo marcado por la nueva normativa, para garantizar la calidad de aire en los momentos en los que realmente hay ocupación humana y reducir hasta un mínimo de 1,5 l/s (5,4m³/h) por estancia en los momentos de no ocupación.

Se debe apostar por un dimensionado de los motores para que cumplan con las necesidades de calidad de aire con niveles sonoros lo más bajos posible, pero que a su vez se pueda sobre ventilar cuando se desee. Esto permite utilizar el sistema de ventilación como la primera herramienta para poder realizar un **refrescamiento interior “ventilative cooling”**, como refrescamiento

nocturno en temporadas medias, y como medida para controlar el sobrecalentamiento interior.

Los niveles de **CO₂ acumulado anual** del DB HS3 /2017 que podrían considerarse excesivos, no se ciñen solo a la temporada de calefacción como en otros países europeos. Esto provoca que la calidad de aire interior de las viviendas en la temporada de calefacción pueda ser deficiente, ya que en cualquier caso se puede compensar en el periodo estival contando que las ventanas permanecerán abiertas y entonces la calidad del aire interior media será óptima.

La zona más vulnerable, según varios estudios recientes, son los **dormitorios**, debido al espacio más reducido, con ocupación permanente durante 8 horas, con ventanas muchas veces cerradas durante las horas de descanso que es el momento de máxima regeneración del cuerpo. Debería prestarse especial atención a conseguir suficiente caudal para garantizar la calidad de aire de este espacio. Por ejemplo, la nueva norma belga 2018 ha aumentado el caudal obligatorio a 75m³/h en dormitorios y la nueva norma holandesa 2018 recomienda 2 sensores de CO₂ en la vivienda: en el dormitorio principal y en el salón.

Según la encuesta de nivel de satisfacción de los usuarios sobre **los baños con ducha**, 75m³/h se considera como mínimo deseado para evacuar en un tiempo correcto las humedades y olores. De esta forma, el equipo podrá reducir su caudal en un tiempo más corto, y la humedad no tendrá la posibilidad de distribuirse por la vivienda, incrementando además la energía de calefacción

o refrigeración. Debido a estos datos, asignamos a cada zona un caudal ideal mínimo: WC: 25m³/h, baño sin ducha: 50m³/h, y baño con ducha: 75m³/h. Si el equipo de ventilación aún dispone de caudal sobrante, se recomienda aprovecharlo para aumentar los caudales de los baños con ducha.

En cuanto a la limpieza y mantenimiento de los equipos e instalaciones, conviene saber que los equipos de ventilación funcionan 24 horas al día, a mayor o menor velocidad en función de la contaminación detectada por los sensores de humedad o CO₂ o según el selector manual. Como los filtros recogen 24h al día aire viciado y con polvo del ambiente, la limpieza periódica es fundamental. La periodicidad depende del equipo instalado en la vivienda.

Limpieza de filtros; Equipos centralizados con recuperador de calor: los modelos empotrados en techo suelen tener filtros más pequeños, por lo que lo idóneo será realizar la limpieza cada tres meses, pero puede extenderse hasta los seis. Los equipos montados en pared suelen tener filtros más grandes, por lo que se recomienda 1 vez al año. En los equipos de admisión de aire descentralizados por demanda se recomienda cada 1 o 2 años, ya que solo funcionan cuando haya realmente necesidad de funcionamiento por lo que recogen mucho menos suciedad. En aquellos equipos en los que se utilicen filtros para partículas muy pequeñas o en viviendas o ambientes ubicados cerca de carreteras con alta densidad de tráfico, se recomienda limpiar los filtros con mayor frecuencia, ya que se obstruirán en menor tiempo al estar sometidos a niveles de contaminación más



elevados. La calidad del aire interior dependerá en gran medida de su estado en condiciones óptimas.

Limpieza de conductos y aberturas; el mantenimiento de los conductos en los sistemas de ventilación es muy importante ya que con frecuencia se acumula suciedad o se forman condensaciones en su interior lo que incrementa el riesgo de formación de microorganismos. En cualquier caso, la limpieza de conductos deberá realizarse cada cuatro años, siempre y cuando se hayan limpiado los filtros de forma regular cada tres o seis meses dependiendo de su uso.

La limpieza de los ventiladores: Los ventiladores se deberían limpiar al menos cada 3 años. Es importante al limpiar las aspas del ventilador, limpiar cada aspa por igual para evitar desequilibrio en el funcionamiento del motor al ponerlo en marcha otra vez.

La limpieza de las bocas de aire: al menos cada 2 años de deben de limpiar las bocas de aire o las rejillas de aire del sistema.

Con las recomendaciones de esta guía esperamos conseguir una mayor concienciación sobre la necesidad de una ventilación adecuada en las viviendas, que provoque un mayor confort y un ambiente saludable en las mismas.

jaga

CLIMATE
DESIGNERS

   
