

LA VENTILACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN EL VIGENTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE): SISTEMAS MECÁNICOS E HÍBRIDOS

Luis María López González, Luis María López Ochoa, Jonatan Tejada Ocejo y Fernando Tejada Ocejo

Universidad de La Rioja ETSII de Logroño. Departamento de Ingeniería Mecánica. Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO). C/ Luis de Ulloa, 20. 26004 Logroño (La Rioja)

Abstract

A house ventilation system can be mechanical or hybrid with the use of natural ventilation being limited to a complementary system. The mechanical extractor must operate continuously throughout the day while the hybrid extractor only starts to operate when the conditions for natural ventilation are not present. In any case, the design requirements for the hybrid system will be similar to those of the mechanical system as well as complying with a series of special requirements due to the need to provide natural ventilation. Basically, it attempts to reduce the causes of pressure losses and increase the flow as far as possible. Evidently, these requirements are not necessary when extraction is mechanical. The hybrid ventilation implies the need to include more elements and for a larger and more complex installation. This system requires measurement and control elements for the units to operate as mechanical ventilation or as natural ventilation when possible. The hybrid system is more expensive although it saves energy. Nevertheless, the developer decides on the chosen system although the beneficiary of the energy saving will be the house purchaser.

Keywords: *BTC (CTE); mechanical ventilation; hybrid ventilation; energy saving*

Resumen

El sistema de ventilación en viviendas puede ser mecánico o híbrido, limitándose el uso de ventilación natural como sistema complementario. El extractor mecánico debe estar en funcionamiento continuo durante todo el día, mientras que el extractor híbrido sólo entra en funcionamiento cuando no se den las condiciones para que exista tiro natural. En cualquier caso, los requisitos de diseño para el sistema híbrido serán similares a los del sistema mecánico, además de cumplir una serie de requisitos especiales debido a la necesidad de que pueda realizarse la ventilación de modo natural. Básicamente se busca reducir las causas de pérdidas de presión y aumentar el tiro en todo lo posible. Estas exigencias evidentemente no son necesarias cuando se realiza la extracción de modo mecánico. La ventilación híbrida supone la necesidad de incluir más elementos y disponer de una instalación más grande y compleja. Este sistema requiere elementos de medición y control para el funcionamiento de los aspiradores como ventilación mecánica o como ventilación natural, cuando se pueda. El sistema híbrido es más caro, aunque ahorra energía. No obstante, el promotor decide el sistema elegido, si bien el beneficiario del ahorro energético será el comprador de la vivienda.

Palabras clave: *CTE; ventilación mecánica; ventilación híbrida; ahorro energético*

1. Introducción

Desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE) los sistemas de ventilación de viviendas deben ser mecánicos o híbridos, limitándose el uso de ventilación natural como sistema complementario de ventilación en cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar.

Se considera ventilación mecánica a aquella en la que la renovación del aire se produce por el funcionamiento de aparatos electro-mecánicos dispuestos al efecto, pudiendo ser con admisión mecánica, con extracción mecánica o equilibrada.

La ventilación híbrida es la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce como en la ventilación natural y, cuando son desfavorables, como en la ventilación con extracción mecánica.

De esto se desprende que, mientras el extractor mecánico debe estar en funcionamiento permanentemente las 24 horas del día, el extractor híbrido sólo entra en funcionamiento cuando no se dan las condiciones para que exista tiro natural. En cualquier caso los requisitos de diseño para el sistema híbrido serán cuando menos equivalentes a los del sistema mecánico y por lo tanto deberán tener un número de elementos de trabajo iguales.

2. Diferencias más importantes entre los dos tipos de ventilación

Las diferencias entre ambos tipos de ventilación los resumimos en la tabla 1 que se acompaña.

La ventilación híbrida necesita unos condicionantes especiales para que pueda funcionar en modo natural. Básicamente se trata de busca reducir las pérdidas de presión y aumentar el tiro en todo lo posible. Para ello se deben evitar tramos horizontales realizando las conexiones entre conductos verticales mediante ramales verticales, empleando conductos individuales en las plantas últimas y aumentando todo lo posible las alturas de las bocas de expulsión.

Estas exigencias evidentemente no son necesarias cuando se realiza la extracción de modo mecánico.

3. La viabilidad de la ventilación híbrida: promotor y usuario

La ventilación híbrida supone la necesidad de incluir más elementos (conducciones y aspiradores), por lo que su instalación es mayor, ocupa mayor superficie en planta y su ejecución es más complicada. Además, este sistema requerirá incluir elementos de medición y control para el funcionamiento de los aspiradores para determinar y ejecutar cuándo debe emplearse ventilación mecánica y cuando puede realizarse la ventilación natural.

Tabla 1. Diferencias entre las ventilaciones mecánica e híbrida

Ventilación híbrida	Ventilación mecánica
Los conductos de extracción deben ser verticales sin excepción, lo que supone que no pueden existir conexiones horizontales a un conducto vertical común, sino que de cada local de la vivienda de donde deba realizarse la extracción dispondrá de un conducto vertical.	Los conductos de extracción deben ser verticales a excepción de los tramos de conexión de las aberturas de extracción con los conductos o ramales correspondientes. De este modo todos los locales de una misma vivienda de los que deba hacerse extracción de aire pueden conducirse a un único conducto vertical de expulsión.
Cada uno de los conductos verticales de extracción debe disponer de un aspirador híbrido.	Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, por defecto debe disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico. Sin embargo se puede hacer que varios conductos de extracción compartan un mismo aspirador mecánico, siempre que se garantice la presión suficiente para producir la ventilación.
Los conductos de extracción colectivos verticales pueden compartirse si coinciden las distribuciones correspondientes por donde se realiza la extracción de cada zona concreta. No deben servir a más de seis plantas. Además, la conexión con los mismos debe realizarse mediante ramales verticales siempre.	No existe límite de plantas a las que puede servir cada conducto vertical de expulsión. La conexión a los mismos puede realizarse directamente, sin ramales verticales.
Los conductos de extracción de las dos últimas plantas deben ser individuales.	No existe dicha condición en las últimas plantas.
Las bocas de expulsión para la ventilación híbrida deben cumplir las condiciones comunes a todas las bocas de expulsión y, además, deben disponerse a una altura mínima según las condiciones de la cubierta para poder garantizar el tiro en caso de que funcionen como ventilación natural.	No es necesario darle una altura mínima a las bocas de expulsión.
No se considera necesario aislar térmicamente los conductos.	Sí se considera que en los conductos se puede alcanzar la temperatura de rocío deben aislarse térmicamente para evitar condensaciones.

El hecho de introducir mayor cantidad de elementos en la ventilación híbrida supone un sobrecoste de la misma respecto al sistema mecánico. Esto, se supone, podrá ser compensado con el ahorro en el consumo de energía que supone el apagar el sistema de aspiración híbrida cuando pueda realizarse ventilación natural, aunque este hecho deberá estudiarse en función del tiro conseguido y las condiciones específicas de cada vivienda.

Otro hecho ineludible es que a mayor número de elementos que componen la instalación, mayor será el mantenimiento y probabilidad de fallo del mismo.

3. 1. El promotor

Se ha de tener en cuenta que la decisión de emplear un sistema mecánico o uno híbrido es completamente libre. La decisión la tomará el promotor de la vivienda, el cual, por otra parte, no será el beneficiario del ahorro energético que pueda suponer el sistema híbrido respecto al mecánico.

De forma resumida, el que paga la instalación preferirá el sistema más barato, el mecánico, el cual lleva inherente otra gran ventaja: aprovecha mejor la superficie de la vivienda al necesitar menos huecos para las tuberías, lo que supone una mayor cantidad de metros cuadrados útiles para las viviendas. Esto se traduce en que el promotor ve el sistema híbrido como más caro y complejo en su ejecución, con el agravante de la pérdida de superficie útil en la vivienda.

3. 2. El usuario de la vivienda

A pesar de que el sobrecoste del sistema híbrido lo adquirirá finalmente el comprador de la vivienda, siempre supondrá un aumento, en mayor o menor medida, del precio de la misma. Esto añadido al hecho de que supone un aumento de los huecos necesarios, o lo que es lo mismo, una reducción de los metros cuadrados útiles disponibles de la vivienda no supone ningún aliciente al promotor, que difícilmente podrá compensarlo de cara al cliente intentando convencerle que todo ello supondrá un ahorro energético y económico a largo plazo.

En definitiva, por todo ello es de esperar que la mayor parte de los proyectos de vivienda que se ejecuten en base al nuevo CTE dispongan de sistema exclusivamente mecánico, en detrimento del sistema híbrido, perdiendo así la meta de conseguir un edificio más eficiente energéticamente, uno de los pilares fundamentales en los que se ha basado la redacción del CTE.

4. Un ejemplo comparativo de la situación

Para comprender mejor la situación, supongamos un caso muy simple: imaginemos un edificio de 6 plantas, con una única vivienda por planta, cada vivienda consta de una cocina de 10 m² y de dos baños. La cubierta del edificio se considera no transitable y sin obstáculos. El edificio se encuentra, por ejemplo, en Logroño (altitud 380 m.)

Realizamos el estudio preliminar para la selección entre emplear ventilación híbrida o mecánica. Para el mismo se considerarán los conductos de ventilación ofrecidos por las diversas firmas comerciales, realizados en base al nuevo CTE.

4.1. Necesidades de la solución con ventilación mecánica

La solución más sencilla es disponer un conducto vertical por cada vivienda en planta, al que se van conectando los locales de extracción (baños y cocina) a través de tramos de conexión horizontales que transcurran por el falso techo.

En este caso existe una única vivienda por planta, por lo que existirá un único extractor mecánico y no será necesario introducir tramos horizontales en la cubierta.

Los conductos son apropiados para ventilación mecánica, y la dimensión aconsejada mínima es un diámetro de 350 mm.

Figura 1. Conducciones y extractores en la solución mecánica

VENTILACIÓN MECÁNICA	
Cocina - baños	
Conducciones	
Dimensiones	Ø 300 mm
Extractores	

4.2. Necesidades de la solución con ventilación híbrida

Al no estar permitidos tramos horizontales se necesita un conducto de extracción por cada local húmedo. Además los conductos de las dos últimas plantas deben ser individuales por lo que serán necesarios 3 conductos, y un extractor híbrido, por cada local de extracción.

Esto hace un total de 9 conductos verticales de extracción y 3 extractores híbridos. Las dimensiones recomendadas de los conductos apropiados son 350 mm para los conductos colectivos y 300 mm para los conductos individuales de las dos últimas plantas.

4.3. Comparación de costes y ahorros

Siguiendo con el ejemplo anterior, hemos realizado un pequeño estudio económico del coste que supone la implantación de uno u otro sistema y su comparación con el ahorro energético y su implicación económica que supone el empleo de la ventilación híbrida en caso de que se den las condiciones apropiadas para poder parar el extractor y usar ventilación natural.

Hemos considerado un caso medio, con precios medios industriales, siendo lo importante las diferencias de costes y ahorros y su comparación, con objeto de ver la magnitud de ambos.

El ahorro energético se estima en base a la potencia de los aparatos seleccionados y el económico derivado, a partir de las tarifas eléctricas medias establecidas.

El edificio es de 6 plantas (B+5) con una altura libre entre forjados de 2,90 m, no considerando la planta baja. Para el caso de ventilación híbrida se necesita 1 metro más de altura a partir de la cubierta. Las conducciones individuales sólo existen para el caso de ventilación híbrida, en las dos últimas plantas, considerando nuevamente una altura libre entre forjados de 2,90 m, habiendo considerado ya el metro más de altura a partir de la cubierta.

Figura 2. Conducciones y extractores en la solución híbrida

	VENTILACIÓN HÍBRIDA		
	Cocina	Baño 1	Baño 2
Conducciones			
Dimensiones	Ø350-300-300 mm	Ø350-300-300 mm	Ø350-300-300 mm
Extractores			

El coste aproximado por metro lineal de material e instalación es: 32 €/m para Ø 300 mm y 40 €/m para Ø 350 mm.

La potencia media demandada por el extractor mecánico es de unos 0,16 kW, mientras que cada la potencia media consumida por cada extractor híbrido es 0,02 kW. El coste medio total eléctrico considerado es de 0,2 €/kWh.

La mano de obra la consideramos a 25 €/h, con una media de todos los gremios. Los extractores tienen un precio de 90 €/ud para los híbridos y de 40 €/ud para los mecánicos. Los conductos verticales tienen un precio medio de 20 €/m.

De esta forma, tenemos que el sobre coste del sistema híbrido respecto al sistema mecánico es del orden de los 2.500 euros. En la Tabla 2 puede verse la comparativa media.

Tabla 2. Costes medios de las ventilaciones mecánica e híbrida

SISTEMA HÍBRIDO		SISTEMA MECÁNICO	
TOTAL	3.400 EUROS	TOTAL	900,0 EUROS
SOBRECOSTO	2.500 EUROS	BASE	0,0 EUROS

Si comparamos los ahorros, tenemos que el sistema híbrido siempre es ventajoso respecto al consumo energético medio que tienen los sistemas mecánicos. En el mejor de los casos para el sistema mecánico, el sistema híbrido consume del orden de 120 €/año mientras que el mecánico consume 160 €/año más que el híbrido, esto es, unos 280 €/año. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Costes eléctricos medios de las ventilaciones mecánica e híbrida, con funcionamiento del 100 % mecánico en el sistema híbrido

SISTEMA HÍBRIDO		SISTEMA MECÁNICO	
TOTAL ANUAL	120,0 EUROS	TOTAL ANUAL	280,0 EUROS
SOBRECOSTO	0,00 EUROS	BASE	160,0 EUROS

Si comparamos los ahorros considerando que el sistema híbrido funciona al año un 70 % como ventilación natural, tenemos que el ahorro anual es del orden de los 244 €/año respecto al sistema mecánico. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Costes eléctricos medios de las ventilaciones mecánica e híbrida, con funcionamiento del 30 % mecánico en el sistema híbrido.

SISTEMA HÍBRIDO		SISTEMA MECÁNICO	
TOTAL ANUAL	36,0 EUROS	TOTAL ANUAL	280,0 EUROS
SOBRECOSTO	0,00 EUROS	BASE	244,0 EUROS

En relación a la comparación global considerando las medias de los sobre costes de las inversiones, los ahorros energéticos y los costes medios financieros por el aumento de las inversiones tomando un plazo de amortización de 20 años, pero sin considerar las repercusiones del mantenimiento (más de dos veces más caro en el sistema híbrido) ni el coste de superficie útil que se pierde en el sistema híbrido, tenemos la tabla 5, donde puede apreciarse que si el sistema híbrido no funciona más de la mitad de forma natural pierde sus ventajas medias. La situación puede complicarse si la distribución de las viviendas no son idénticas respecto a los locales húmedos, lo que supondrían más tuberías de evacuación y más auxiliare, con mayores inversiones, mayores espacios necesarios y una posición más débil en las comparaciones con los sistemas mecánicos.

Para un funcionamiento del 50 % del híbrido como natural, el ahorro medio anual es del orden de los cinco euros.

Tabla 5. Comparación de sobrecostos, intereses medios del exceso del capital necesario y ahorros de las ventilaciones mecánica e híbrida, con funcionamiento del 50 % de forma natural en el sistema híbrido, con una vida útil de 20 años y con interés del capital medio del 3% anual.

	SISTEMA DE VENTILACIÓN	
	HÍBRIDO	MECÁNICO
Sobrecoste anual	-115 €/año medio	+115 €/año medio
Interés anual	-100 €/año medio	+100 €/año medio
Ahorro anual	+220 €/año medio	-220 €/año medio
SALDO FAVORABLE	+ 5 €/AÑO MEDIO	- 5 €/AÑO MEDIO

Cuando la instalación híbrida funciona en diversos regímenes de ventilación natural, tendríamos la siguiente tabla 6 de ahorros, con las variantes correspondientes.

Tabla 6. Comparación del ahorro anual medio con diversos funcionamientos del sistema híbrido como sistema natural (0 % significa todo natural).

	SISTEMA DE VENTILACIÓN	
	HÍBRIDO	MECÁNICO
Al 0 %	+ 65 €/año medio	- 65 €/año medio
Al 10 %	+ 53 €/año medio	- 53 €/año medio
Al 20 %	+ 41 €/año medio	- 41 €/año medio
Al 30 %	+ 29 €/año medio	- 29 €/año medio
Al 40 %	+ 17 €/año medio	- 17 €/año medio
Al 50 %	+ 5 €/año medio	- 5 €/año medio
Al 60 %	- 7 €/año medio	+ 7 €/año medio
Al 70 %	-19 €/año medio	+ 19 €/año medio
Al 80 %	- 31 €/año medio	+ 31 €/año medio
Al 90 %	- 43 €/año medio	+ 43 €/año medio
Al 100 %	- 55 €/año medio	+ 55 €/año medio

5. La problemática de la comparación

Si vemos, en nuestro caso concreto, los valores medios del ahorro final, cuando el funcionamiento del sistema híbrido es de forma mecánica por encima del 55 % es más rentable el sistema mecánico. Por debajo, en general, es el híbrido. No obstante, es preciso tener presentes las siguientes particularidades en la comparación:

1. El que paga el sobrecoste de las inversiones es el promotor, tratando siempre de vender las viviendas lo más caras posibles ahorrando el máximo, por lo que esos 2500 euros serán muy importantes para él.
2. El que recibe el coste favorable del ahorro energético es el usuario final de las viviendas, pero con unas cantidades que en el más favorable de los casos es del orden de 5 euros mensuales, lo que es poco llamativo en su factura energética total, máxime si lo comparamos con el consumo anual equivalente de una bombilla de 30 W funcionando permanentemente.
3. A lo largo de los años hay una incertidumbre económica en todos los aspectos, tanto en inversiones como en el precio de la energía, rendimientos, fallos, etc.
4. No se han considerado costes de mantenimiento, averías probables, seguridad, etc.
5. Nadie puede saber el porcentaje de funcionamiento de la instalación como forma natural. Si éste baja por debajo del 55 %, es más cara la ventilación híbrida.
6. Hay una gran casuística comparativa, muy sensible a los precios, costes de las inversiones, tarifas eléctricas, funcionamiento, etc. La experiencia nos dice que los límites del sistema híbrido funcionando de forma natural están en el intervalo 50 % - 80 %.
7. El sistema híbrido necesita un diseño del edificio con los espacios húmedos en la misma vertical, siendo muy poco recomendable si no es así.

6. Conclusiones

El Código Técnico de la Edificación (CTE) mantiene en su articulado las dos tipologías posibles de ventilación en las viviendas, mecánica e híbrida, teniendo la posibilidad de apoyar ambas con ventilación natural. De los dos sistemas, la ventilación híbrida es la que más energía permite ahorrar en su funcionamiento, si bien los costes de su ejecución son más elevados. El porcentaje del funcionamiento natural de la híbrida es imposible de predecir, siendo este parámetro sumamente sensible.

Por otra parte, la decisión del sistema de ventilación a realizar la toma, normalmente, el promotor de las viviendas, sin la intervención de los usuarios de las mismas. Sin embargo, los menores costes de explotación de los sistemas híbridos, especialmente en el caso ideal de funcionamiento al 100 % como ventilación natural, implican un beneficio económico de ahorro para los usuarios, independientemente del promotor y de la repercusión de los sobre costes del sistema híbrido en el precio de la vivienda y en la pérdida de superficie útil.

Normalmente, el promotor hace las cuentas de otra forma, vendiendo la vivienda al mayor precio posible y gastando lo menos posible en las mismas.

En la actualidad, la ventilación mecánica es la más habitual, aunque energéticamente, y por tanto medioambientalmente, sea más aconsejable la híbrida.

El CTE tiene pendiente, entre otras, la solución óptima de la ventilación de viviendas con un criterio más valiente e innovador, siempre en el lado de la seguridad de las personas.

Debemos innovar en el sentido de crear soluciones tecnológicas avanzadas, viables en lo económico, aplicables en lo práctico y, siempre, en el lado de la seguridad, dejando claro que puede haber posibilidades para mejoras futuras.

Referencias

Las referencias concretas empleadas son varios proyectos de ejecución de viviendas en Logroño, dentro de un amplio estudio que se publicará en breve sobre el CTE, especialmente todo lo referido al apartado CTE-DB-HS3, y que no está disponible al público, en general.

Las referencias generales las podemos encontrar en:

<http://www.codigotecnico.org/index.php?id=33>

Correspondencia (Para más información contacte con):

Luis María López González (Director de GI-TENECO)
Phone: + 34 941 299 536
Fax: + 34 941 299 794
E-mail: luis-maria.lopez@unirioja.es