

Trabajo Fin de Grado.
Grado en ingeniería de Tecnologías
Industriales.

Normativa aplicable a las unidades de
tratamiento de aire a nivel europeo

Autor: Ignacio Gavira García
Tutor: Luis Pérez-Lombard

**Departamento de Termotecnia.
Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2024



Trabajo de Fin de Grado
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Marco normativo para climatizadoras en Europa

Autor:

Ignacio Gavira García

Tutor:

Luis Pérez-Lombard

Profesor titular

Departamento de Termotecnia
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

Trabajo Fin de Grado: Normativa aplicable a las unidades de tratamiento de aire a nivel europeo

Autor: Ignacio Gavira García

Tutor: Luis Pérez-Lombard

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2024

El secretario del tribunal.

Resumen

Las unidades de tratamiento de Aire (UTAs) desempeñan un papel fundamental en la regulación del ambiente interior en edificios comerciales e industriales. Estos equipos son fundamentales para garantizar un aire limpio y saludable, así como para mantener condiciones de temperatura y humedad adecuadas. En el contexto actual de creciente preocupación por el medio ambiente, la eficiencia energética de estos sistemas es vital para reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. A pesar de los avances, sigue existiendo un margen de mejora en cuanto a la implementación de tecnologías más eficientes y sostenibles, lo que representa una oportunidad significativa para la innovación y el desarrollo en el sector.

Este trabajo aborda de manera exhaustiva la normativa europea aplicable a unidades de tratamiento de aire (UTAs) y unidades de ventilación no residenciales (UVNRs). El objetivo principal del estudio es analizar y evaluar las principales normas, directivas y reglamentos europeos que regulan estos equipos, con el fin de estandarizar y mejorar la calidad de los productos disponibles en el mercado. La normativa europea ofrece una gran cantidad de clasificaciones, que serán objeto de este proyecto, necesarias para la puesta en mercado del producto y la mejora de la accesibilidad a la información por parte de los fabricantes y compradores, lo cual les permite tomar decisiones con mejor criterio a la hora de elegir equipos asegurando que cumplan con los requisitos de eficiencia energética y sostenibilidad. Además, la transparencia en la clasificación y etiquetado ayuda a los compradores a comparar productos de manera más efectiva y seleccionar aquellos que mejor se adapten a sus necesidades y objetivos ambientales.

ÍNDICE

Resumen	7
Índice de tablas.....	11
Índice de Ilustraciones.....	12
Glosario	13
1. Introducción	15
1.1 Antecedentes	15
1.2 Objetivos	16
1.3 Limitaciones	16
2. Marco Normativo	19
2.1 Introducción	19
2.2 Antecedentes	19
3. Unidades de tratamiento de aire	21
3.1 Definiciones	21
3.2 Indicadores	24
3.2.1 Rendimientos	24
3.2.2 Potencias.....	32
3.2.3 Velocidades	34
3.3 Medidas aplicables	36
3.3.1 Unidades no residenciales	36
4. Clasificación	40
4.1 Clasificaciones según la Norma EN-13053.....	40
4.2 Clasificaciones según la Norma EN-1751.....	44
4.3 Clasificaciones según la Norma EN-1886.....	47
4.4 Clasificaciones según la Norma EN-16890.....	50
4.5 Clasificaciones según RITE	51
5. Análisis de Mercado	53
5.1 Distribución de modelos según resistencia de la carcasa	53
5.2 Distribución de modelos según la fuga de aire en la carcasa	54
5.3 Distribución de modelos según la transmisión térmica de la carcasa.....	56
5.4 Distribución de modelos según el factor de puente térmico en la carcasa	57
5.5 Distribución de modelos según el país de fabricación	58
6. Conclusiones.....	60
Referencias	62

Índice de tablas

Tabla 1. Impermeabilización en la toma de aire exterior según la velocidad del aire	35
Tabla 2. Requisitos mínimos para unidades de ventilación no residenciales.....	37
Tabla 3. Bono de eficiencia E para UVNR bidireccionales	37
Tabla 4. Requisito de eficiencia sensible mínima según el tipo de recuperador	37
Tabla 5. Valor límite de la potencia de ventilador específica interna máxima de los componentes de ventilación.....	37
Tabla 6. Factor de corrección de filtro F	38
Tabla 7. Ejemplo de ficha de producto para UVNR	39
Tabla 8. Clasificación de las UTAs según la velocidad media del aire a través de la carcasa.....	41
Tabla 9. Clasificación de las UTAs según la potencia de los accionadores de los ventiladores	42
Tabla 10. Clasificación de las UTAs según la efectividad del recuperador	43
Tabla 11. Clasificación de las UTAs según la eficiencia de mezclado en términos de temperatura	44
Tabla 12. Clasificación de las UTAs según la estanqueidad a través de las compuertas.....	45
Tabla 13. Clasificación de las UTAs según la estanqueidad a través de la carcasa	46
Tabla 14. Clasificación de las UTAs según la fuga de aire en la carcasa, a presión negativa de 400 Pa	47
Tabla 15. Clasificación de las UTAs según la fuga de aire en la carcasa, a presión positiva de 700 Pa	47
Tabla 16. Clasificación de las UTAs según la flexión relativa máxima	48
Tabla 17. Clasificación de las UTAs según la transmisión térmica en la carcasa.....	49
Tabla 18. Clasificación de las UTAs según el factor de puente térmico.....	50
Tabla 19. Clasificación de las UTAs según el tipo de filtro.....	51
Tabla 20. Comparación de la clasificación de los filtros ISO 16890 vs ISO 779	51
Tabla 21. Clasificación de las UTAs según la potencia específica interna del ventilador.....	52

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE	21
ILUSTRACIÓN 2. UNIDAD DE VENTILACIÓN UNIDIRECCIONAL	22
ILUSTRACIÓN 3. UNIDAD DE VENTILACIÓN BIDIRECCIONAL.....	22
ILUSTRACIÓN 4. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS	23
ILUSTRACIÓN 5. INTERCAMBIADOR DE PLACAS ROTATIVO	23
ILUSTRACIÓN 6. COMPONENTES DE UN VENTILADOR.....	25
ILUSTRACIÓN 7. EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES DE UNA CAJA DE MEZCLA	26
ILUSTRACIÓN 8. FLUJOS DE AIRE DE UN RECUPERADOR DE CALOR.	28
ILUSTRACIÓN 9. FLUJOS EN UN HUMIDIFICADOR.....	30
ILUSTRACIÓN 10. DISTRIBUCIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN UN PUENTE TÉRMICO.....	31
ILUSTRACIÓN 11. UNIDAD DE VENTILACIÓN NO RESIDENCIAL.....	36
ILUSTRACIÓN 12. FUGA DE AIRE A TRAVÉS DE LAS COMPUERTAS SEGÚN LA PRESIÓN EN EL CONDUCTO	45
ILUSTRACIÓN 13. FUGA DE AIRE A TRAVÉS DE LA CARCASA SEGÚN LA PRESIÓN EN EL CONDUCTO	46

Glosario

Símbolo	Término	Unidades
$\dot{V}_n$	Caudal nominal de aire de impulsión	m ³ /s
t_{AM_max}	Temperatura mayor a la salida de la CM	°C
t_{AM_min}	Temperatura menor a la salida de la CM	°C
t_{AE_max}	Temp. max del AE a la entrada de la CM	°C
t_{ARC_min}	Temp. min ARC a la entrada de la CM	°C
t_{EH}	Temperatura entrada al humidificador	°C
t_{SH}	Temperatura salida del humidificador	°C
$t_{SH,h}$	Temperatura húmeda salida del humidificador	°C
Δt_{min}	Diferencia de temperatura mínima entre cualquier punto de la superficie exterior y el aire interior	°C
Δt_{aire}	Diferente entre la temperatura del aire interior y exterior	°C
$t_{a,ext}$	Temperatura del aire exterior	°C
$t_{a,int}$	Temperatura del aire interior	°C
$t_{max,sup,ex}$	Temperatura máxima de la superficie exterior	°C
Δp_{int}	Caída de presión interna de la unidad	Pa
Δp_{ext}	Caída de presión externa de la unidad	Pa
Δp_{VEN}	Caída de presión del ventilador	Pa
$P_{el, int}$	Potencia eléctrica consumida por el ventilador para vencer la diferencia de presión interna	W
P_{VEN}	Potencia eléctrica consumida por el ventilador para vencer la diferencia de presión total	W
P_{rec}	Potencia eléctrica consumida por el recuperador (rotativo)	W
$P_{acc, ref}$	Potencia eléctrica de referencia del ventilador	W
P_{acc}	Potencia eléctrica consumida por el motor del ventilador	W
Q_{rec}	Calor transferido en el recuperador	W
η_{VEN}	Rendimiento del ventilador	ad
η_{mez}	Rendimiento de la mezcla	ad
COP_{REC}	Ratio entre el calor recuperado y la potencia eléctrica del recuperador	ad
ε_{rec_sen}	Efectividad sensible del recuperador	ad
ε_{rec}	Efectividad total del recuperador	ad
η_h	Rendimiento del humidificador	ad
PE_{int}	Potencia específica interna del ventilador	W/(m ³ s)

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Los productos relacionados con la energía representan una gran parte del consumo de recursos naturales y tienen un impacto significativo en el medio ambiente. Muchos de estos productos tienen un importante potencial de mejora para aumentar su eficiencia energética y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero para obtener el máximo ahorro económico y beneficios medioambientales. Esta mejora sólo es posible si se actúa durante la fase de diseño del producto, para lo que se deben establecer medidas y requisitos que aseguren la libre circulación de los productos en este marco en el mercado.

El desarrollo de soluciones más eficaces y respetuosas con el medio ambiente refleja una creciente preocupación por la sostenibilidad y reducción del impacto ambiental. Al enfocarse en soluciones innovadoras y tecnologías avanzadas, los protagonistas del sector pueden desarrollar productos que no solo mejoren la eficiencia energética de las unidades de tratamiento de aire, sino que también minimicen el uso de recursos naturales y reduzcan las emisiones de gases. Este enfoque hacia la sostenibilidad no solo beneficia al medio ambiente, sino que también ofrece ventajas económicas y sociales al promover la salud y el bienestar en los ocupantes de los edificios.

En este proyecto se realizará un estudio más en profundidad que abarque el marco normativo sobre el que se desarrollan las unidades de tratamiento de aire y las unidades de ventilación, en base a normativas como la Norma EN 13053, EN 16890, EN 1751 o EN 1886 y la Directiva de diseño ecológico y sus respectivos reglamentos. En este trabajo se estudian los parámetros que hacen posible las clasificaciones de los equipos, en función de sus características energéticas o mecánicas, para obligar así de alguna manera a los fabricantes a mejorar las prestaciones de sus productos y permitir así a los compradores saber qué clase de mercancía están comprando.

La que parece ser una de las soluciones más sencillas para mejorar las prestaciones de los equipos es actuar sobre la eficiencia de los productos en la fase de diseño y venta. Al actuar anticipadamente en estas fases tempranas, los fabricantes y diseñadores pueden integrar características y tecnologías innovadoras que optimicen la eficiencia energética de las unidades de tratamiento de aire. Esta consideración no solo reduce el consumo de energía, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y contribuye al ahorro de costos a largo plazo para los usuarios finales. Además, este enfoque refleja un compromiso empresarial con la excelencia en términos de responsabilidad social.

En los últimos tiempos se ha producido un aumento de la demanda en el mercado laboral de

productos no solo eficientes en energía, sino también respetuosos con el medio ambiente y la salud de los ocupantes, enfatizando la importancia del avance tecnológico en productos de climatización.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es proporcionar una descripción detallada de los principales parámetros que definen una unidad de ventilación no residencial o una unidad de tratamiento de aire, y su posterior clasificación dependiendo de los valores de dichos parámetros. Para ello previamente será necesario proporcionar una descripción de lo que consideramos como UTA o UVNR.

Por lo que se llevará a cabo un análisis del mercado basado en las clasificaciones ofrecidas por las normas EN 13053, EN 1886, EN 16890 y EN 1751, con el fin de identificar el cumplimiento de la normativa aplicable en los productos estudiados, además de conocer de primera mano las características del equipo según las clasificaciones que posteriormente se explicarán.

1.3 Limitaciones

Para conocer las limitaciones del proyecto será necesario estudiar los diferentes factores que definen al propio equipo, y como dichos factores están incluidos en la presente normativa. Factores como la utilidad final del equipo, sus prestaciones energéticas o mecánicas, potencial de mejora, serán clave para decidir si un producto debe o no someterse al cumplimiento de la normativa.

Para la norma EN 13053 no será de aplicación los siguientes equipos:

- a) Unidades de ventilación residenciales bidireccionales o unidireccionales.
- b) Unidades de ventilación no residenciales formadas exclusivamente por un cajón, y un ventilador con o sin filtro.
- c) Unidades de tratamiento de aire con un caudal máximo menor de 250 m³/h.

Por otro lado, para la norma EN 1886 estarán exentos de su cumplimiento:

- a) Unidades de acondicionamiento de aire que tratan una zona limitada del edificio, tales como fan coil.

- b) Unidades de ventilación residenciales, y unidades de tratamiento de aire con caudal menor de 250 m³/h.

El reglamento de diseño ecológico UE nº 1253/2014 exime de su cumplimiento a unidades de ventilación que:

- a) sean unidireccionales (extracción o impulsión) tengan una potencia eléctrica de entrada inferior a 30 W
- b) sean bidireccionales y cuyos ventiladores dispongan de una potencia eléctrica de entrada total inferior a 30 W por corriente de aire, salvo a efectos informativos
- c) sean ventiladores axiales o centrífugos equipados únicamente con una envolvente a tenor del Reglamento (UE) nº 327/2011 (en el cual se establecen los requisitos de ecodiseño para ventiladores de motor cuya potencia de entrada esté comprendida entre 125 W y 500 kW)
- d) estén exclusivamente destinadas a funcionar en atmósferas potencialmente explosivas, tal como se definen en la Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (en la que se exponen las legislaciones sobre aparatos y sistemas para uso en atmósferas potencialmente explosivas)
- e) estén exclusivamente destinadas a funcionar en caso de emergencia, durante espacios breves de tiempo, y con arreglo a los requisitos básicos de las obras de construcción relativos a la seguridad en caso de incendio conforme al Reglamento (UE) nº 305/2011(en el cual se establecen las condiciones de comercialización de productos de construcción)
- f) en los siguientes casos:
 - i) cuando la temperatura de funcionamiento del aire desplazado exceda de 100 °C
 - ii) cuando la temperatura ambiente de funcionamiento del motor que acciona el ventilador, si dicho motor está situado fuera de la corriente de aire, exceda de 65 °C
 - iii) cuando la temperatura del aire desplazado o la temperatura ambiente de funcionamiento del motor, si está situado fuera de la corriente de aire, sean inferiores a – 40 °C
 - iv) cuando la tensión de alimentación exceda de 1 000 V CA o 1 500 V CC
 - v) en ambientes tóxicos, altamente corrosivos o inflamables o en ambientes con

sustancias abrasivas

- g)* incluyan un cambiador de calor y una bomba de calor para la recuperación de calor, o que permiten una transferencia o extracción de calor adicionales a las del sistema de recuperación de calor, salvo la transferencia de calor con fines de protección contra el escarche o de desescarche
- h)* se clasifiquen como campanas extractoras sujetas al Reglamento Delegado (UE) no 65/2014 de la Comisión (con relación al etiquetado energético de hornos y campanas extractoras de uso doméstico)

2.Marco Normativo

2.1 Introducción

El marco normativo que regula las unidades de tratamiento de aire (UTAs) y las unidades de ventilación no residenciales (UVNR) en Europa es fundamental para garantizar la eficiencia de ventilación, y la sostenibilidad y la calidad del aire interior. Estas normativas y reglamentos han sido creadas con el objetivo de establecer criterios claros y uniformes que faciliten tanto a fabricantes como a usuarios finales la selección y el uso de equipos que cumplan con los estándares más exigentes en términos de rendimiento y eficiencia.

El diseño ecológico establece un marco normativo para la fijación de requisitos ecológicos aplicables a productos relacionados con la energía. Su objetivo principal es reducir el impacto ambiental negativo de estos productos durante todo su ciclo de vida, desde la producción hasta el desecho. Los equipos que han sido fabricados, con la normativa ya en vigor, deberán cumplir con los requerimientos oportunos de manera que obtengan el certificado CE (Conformité Européenne) y puedan introducirse al mercado europeo.

Por otro lado, la norma EN 13053 se centra en los requisitos de rendimiento de las UTAs y de las UVNR. Esta norma, especifica las características técnicas que deben cumplir estos equipos para asegurar un funcionamiento eficiente y fiable. Al establecer estos estándares, la norma ayuda a los fabricantes a diseñar equipos que cumplan con los requisitos de eficiencia energética y rendimiento, y a los usuarios finales a seleccionar productos que garanticen una calidad de aire óptima y un consumo energético reducido.

En cambio, las normas EN-1886, EN 16890 y EN 1751 se complementan de la EN-13053, al abordar aspectos como las prestaciones mecánicas de las UTAs y UVNR, los filtros y las compuertas y válvulas, respectivamente. Estas normas tienen como objetivo establecer requisitos y métodos de ensayo para evaluar las prestaciones de los equipos mencionados. Con esto se consigue establecer criterios para la comparación y clasificación de UTAs y UVNR

2.2 Antecedentes

Para llevar a cabo las medidas citadas, son necesarias, además de las propias normas UNE-EN, las directivas; actos legislativos en los que se reflejan los objetivos mencionados anteriormente. Estas normas, que deben ser aprobadas por las instituciones de la Unión Europea, tienen como objetivos principales establecer un marco de requisitos aplicable a los productos relacionados con la

energía, así como su metodología; las obligaciones de los proveedores que garanticen la información necesaria de dichos productos al consumidor y el plan de trabajo correspondiente para la aplicación de la normativa, entre otros.

La directiva marco bajo la que se desarrolla el reglamento UE nº 1253/2014 es:

- **Directiva 2009/125/CE** del parlamento europeo y del consejo de 21 de octubre de 2009, por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.

Debido a que las directivas no son de obligado cumplimiento, se deben transponer al ordenamiento jurídico de cada estado miembro. En España, este trámite ya ha sido cumplido a través del siguiente Real Decreto:

- **Real Decreto 187/2011**, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. (Transpone la Directiva 2009/125/CE)

La normativa concreta para cada producto se está desarrollando mediante reglamentos europeos que son de obligado cumplimiento en toda Europa sin necesidad de transposición.

3. Unidades de tratamiento de aire

3.1 Definiciones

Para poder comprender con mejor precisión tanto la información facilitada como los fines de las Normas EN-13053, EN-1886, EN 16890 y EN 1751, y del documento para el diseño ecológico, siendo este el reglamento UE nº 1253/2014, es necesario hacer una descripción detallada de los términos más relevantes que van a ser utilizados.

De manera general y para todos los documentos, se aplicarán las siguientes definiciones:

- 1) *Unidad de tratamiento de aire*: unidad fabricada en una factoría como un conjunto carenado, que incorpora un ventilador o varios ventiladores, dispositivo(s) de filtración y otros elementos necesarios para desempeñar al menos una de las siguientes funciones: calefacción, refrigeración, recuperación de calor, transferencia de calor, humidificación, deshumidificación y mezclado de aire.

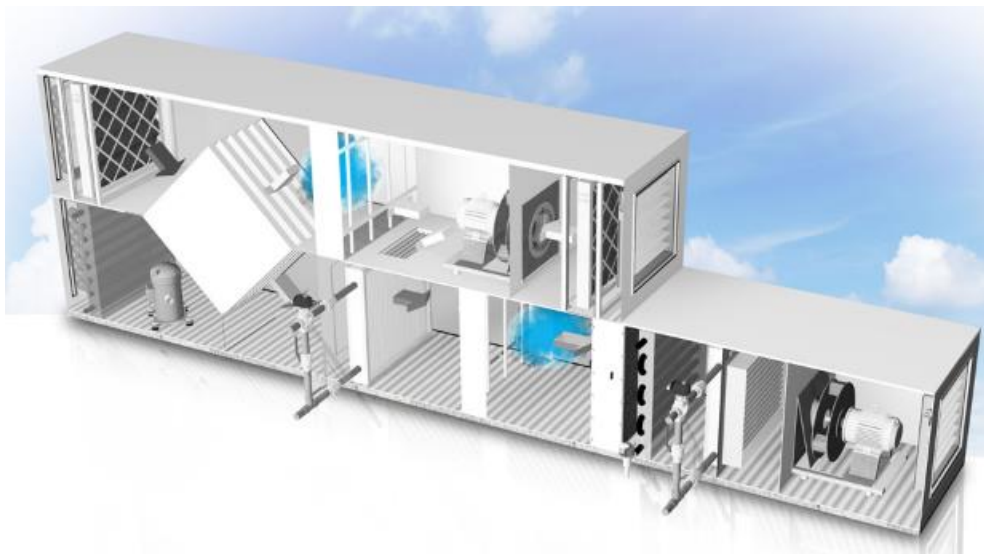


Ilustración 1. Unidad de tratamiento de aire

- 2) *Sección <unidad de tratamiento de aire>*: elemento funcional de una UTA formado por uno o más componentes ubicados en una sola carcasa.
- 3) *Componente <unidad de tratamiento de aire>*: el más pequeño elemento funcional de una UTA.
- 4) *Unidad de ventilación*: aparato eléctrico provisto, como mínimo, de un rotor, un motor y una envolvente, destinado a sustituir el aire utilizado por aire del exterior en un edificio o

en parte de un edificio;

- 5) *Unidad de ventilación no residencial*: unidad de ventilación cuyo caudal máximo excedede 250 m³/h y si, yendo el caudal máximo de 250 a 1 000 m³/h, el fabricante no ha declarado que el uso previsto se limite exclusivamente a aplicaciones de ventilación residencial
- 6) *Unidad de ventilación unidireccional*: unidad de ventilación que genera un flujo de aire en un solo sentido, del interior al exterior (unidad de extracción) o del exterior al interior (unidad de impulsión). Dentro de las unidades unidireccionales se diferencian entre ventiladores y extractores, ambos de tipo axial o radial y provistos de una envolvente, de conducto circular o rectangular



Ilustración 2. Unidad de ventilación unidireccional

- 7) *Unidad de ventilación bidireccional*: unidad de ventilación que genera un flujo de aire en dos sentidos, es decir entre el interior y el exterior de un espacio. Este tipo de unidad abarca principalmente a los intercambiadores de calor.

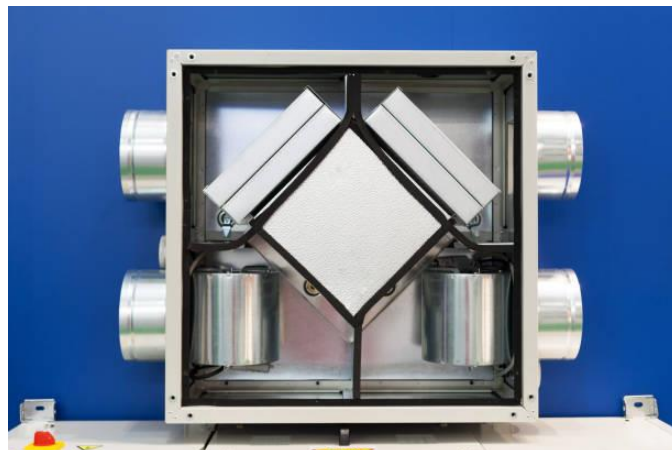


Ilustración 3. Unidad de ventilación bidireccional

- 8) *Intercambiador de calor recuperativo*: dispositivo destinado a transferir energía térmica entre dos corrientes de aire por medio de placas o tubos con flujos paralelos, cruzados o en contracorriente



Ilustración 4. Intercambiador de calor de placas

- 9) *Intercambiador de calor regenerativo*: dispositivo destinado a transferir energía térmica entre dos corrientes de aire por medio de un sistema de rotación (rueda giratoria). El sistema rotatorio está compuesto por un material que permite la transferencia de calor latente, un accionamiento del rotor, una envolvente y juntas para evitar pérdidas en la transmisión

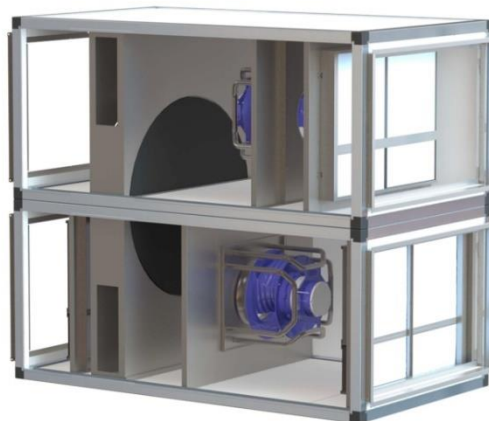


Ilustración 5. Intercambiador de placas rotativo

- 10) *Tratamiento de aire*: proceso mediante el cual se modifica el estado del aire con respecto a una o más de sus características, tales como temperatura, contenido en humedad, contenido en polvo, cantidad de bacterias, contenido en gases y vapores.
- 11) *Sección de compuertas*: sección de la unidad de tratamiento de aire que incluye una compuerta o una válvula.

- 12) *Sección de mezclado*: sección en la que, por ejemplo, los flujos de aire exterior y los flujos de aire de recirculación se mezclan de forma controlada.
- 13) *Sección de filtrado*: sección que incluye uno o varios filtros y su estructura soporte.
- 14) *Sección de recuperación de energía*: sección en la cual el calor (y posiblemente la humedad) se transfiere de una corriente de aire a otra, directamente o utilizando un medio intermedio de transferencia de calor.
- 15) *Sección de humidificación*: sección en la que se añade humedad al aire
- 16) *Sección de ventilación*: sección en la que se instalan uno o más ventiladores para mover el aire.

3.2 Indicadores

En este apartado se describirán los principales indicadores establecidos por las normas EN-13053 y EN-1886, estos indicadores de rendimiento y clasificación son fundamentales para evaluar y comparar la eficiencia de las UTAs y UVNR. Estos parámetros permiten a los fabricantes y usuarios finales conocer las prestaciones energéticas y mecánicas de los equipos. Para ello es necesario tomar como referencia ciertos factores obtenidos a partir de ensayos y pruebas que se realizarán una vez fabricados, de modo que quede visible para el consumidor el comportamiento del producto.

3.2.1 Rendimientos

Rendimiento del ventilador

El **rendimiento del ventilador** (η_{VEN}) es el cociente entre el producto de la diferencia de presión estática del ventilador y el caudal, entre la potencia eléctrica absorbida, todo medido en condiciones nominales. Es un parámetro fundamental en la evaluación de las UTAs y de las UVNR, cuya expresión es la siguiente:

$$\eta_{VEN} = \frac{\dot{V}_n [\text{m}^3/\text{s}] \cdot \Delta p_{VEN} [\text{Pa}]}{P_{VEN} [\text{W}]}$$

- V_n es el caudal nominal, en m³/s

- Δp_{VEN} es la diferencia de estática del ventilador, en Pa
- P_{VEN} es la potencia eléctrica de entrada nominal, en W

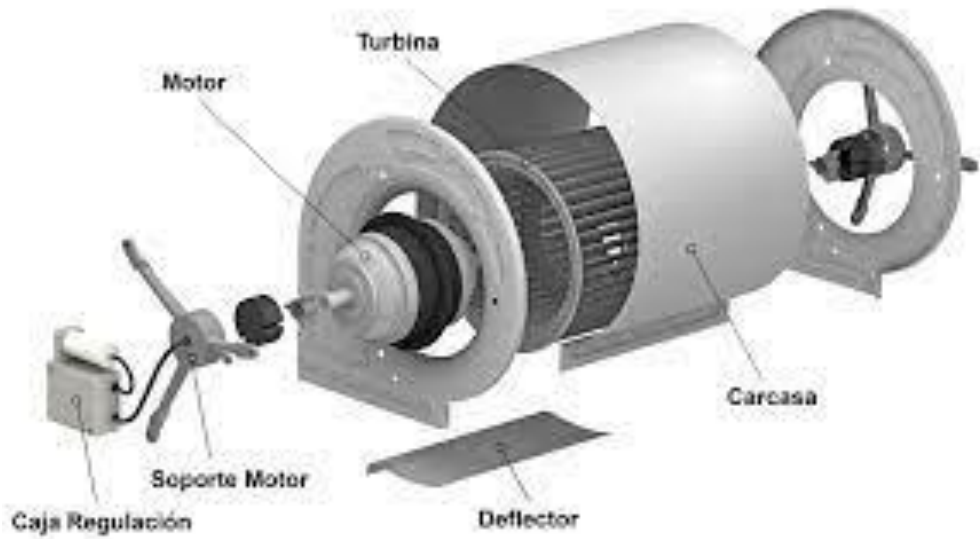


Ilustración 6. Componentes de un ventilador

Un rendimiento del ventilador alto implica una menor necesidad de potencia eléctrica para desplazar una cantidad de aire, lo que se traduce en una mayor eficiencia energética. Esto es crucial no solo para reducir los costes operativos, sino también para minimizar el impacto ambiental al disminuir el consumo de energía.

Por motivos higiénicos y para reducir los costes de mantenimiento, se recomienda según la EN 13053 colocar los ventiladores de impulsión de forma que se minimicen los caudales de fuga de aire en lado de aspiración, asegurando un caudal uniforme de aire de entrada y de aire de salida.

Por motivos energéticos deberían de utilizarse ventiladores con álabes curvados hacia atrás. Debe de instalarse un interruptor de bloqueo en el exterior de la UTA, cerca de la puerta de acceso a la sección del ventilador.

Rendimiento de la mezcla

El **rendimiento de la mezcla** (η_{mez}) evalúa la uniformidad de la temperatura del aire tras su paso por la sección de mezcla. Es crucial para garantizar un confort térmico consistente evitar puntos calientes o fríos dentro del sistema de ventilación. Este rendimiento se puede calcular a través de la siguiente ecuación:

$$\eta_{mez} = \left| 1 - \frac{t_{AM_max} - t_{AM_min}}{t_{AE_max} - t_{ARC_min}} \right|$$

- t_{AM_max} es la temperatura máxima del aire a la salida de la caja de mezcla, en °C
- t_{AM_min} es la temperatura mínima del aire a la salida de la caja de mezcla, en °C
- t_{AE_max} es la temperatura máxima del AE a la entrada de la caja de mezcla, en °C
- t_{ARC_min} es la temperatura mínima del ARC a la entrada de la caja de mezcla, en °C

Para hallar la temperatura máxima y mínima del aire aguas abajo de la caja de mezcla, la norma EN 13053 marca que debe medirse en una rejilla de como mínimo 3x3 dispositivos de medición de temperaturas equidistantes

En la siguiente se podrá observar un ejemplo de cómo se distribuyen los caudales en una caja de mezcla:

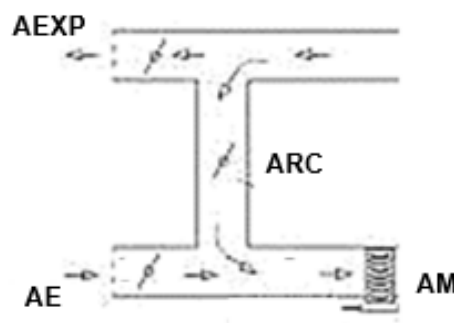


Ilustración 7. Ejemplo de distribución de caudales de una caja de mezcla

La sección de mezclado puede tener una importante influencia en los caudales de aire y en el equilibrio de presiones dentro de los sistemas de ventilación o aire acondicionado. La eficiencia de mezclado debe medirse con la compuerta de recirculación en las posiciones 90 % abierta, 50 % abierta y 20 % abierta.

Eficiencia del recuperador

La **eficiencia del recuperador** (ε_{rec}) se define como la relación entre el calor recuperado y el calor máximo recuperable, multiplicado por un coeficiente de corrección procedente del coeficiente de rendimiento (COP), de forma que cuanto mayor sea el COP, más eficiente será el recuperador en cuestión. Se podrá calcular a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\varepsilon_{rec} = \varepsilon_{rec_sen} \cdot \left(1 - \frac{1}{COP}\right)$$

- ε_{rec_sen} eficiencia sensible del recuperador

$$COP_{rec} = \frac{Q_{rec}}{P_{rec}}$$

- Q_{rec} calor recuperado, en W
- P_{rec} potencia eléctrica consumida por el recuperador, en W

La utilización de esta corrección se debe entre otros motivos a que la eficiencia sensible del recuperador a diferencia de la eficiencia del recuperador no tiene en cuenta factores adicionales como pueden ser:

- Pérdidas energéticas debidas a resistencias, fugas térmicas y otros factores, que no reflejan las temperaturas del aire.
- Variaciones en las condiciones de operación: en la práctica, las condiciones de operación pueden variar significativamente debido a cargas térmicas fluctuantes, variaciones de la temperatura exterior, etc.
- Interacción con otros componentes: el recuperador no funciona de manera aislada, por lo que su efectividad puede estar influenciado por la presencia del resto de componentes del equipo.
- En muchos casos, las normativas y estándares de eficiencia energética utilizan el COP para facilitar la comparación entre diferentes sistemas y tecnologías, esto ayuda a que las evaluaciones de efectividad sean comparables a nivel industrial y regulatorio.

De este modo la eficiencia sensible del recuperador se podrá calcular del siguiente modo:

$$\varepsilon_{rec_sen} = \left(\frac{t_{AE} - t_{AE'}}{t_{AE} - t_{AL}} \right)$$

- t_{AE} es la temperatura del AE, en °C
- $t_{AE'}$ es la temperatura del AE a la salida del recuperador, en °C
- t_{AL} es la temperatura del aire de retorno del local, en °C

Esta eficiencia sensible se calcula como el calor recuperado dividido por el máximo calor recuperable, tomando como hipótesis que el caudal de aire exterior es igual al caudal del aire de expulsión. A continuación, se muestra un esquema de un recuperador de calor:

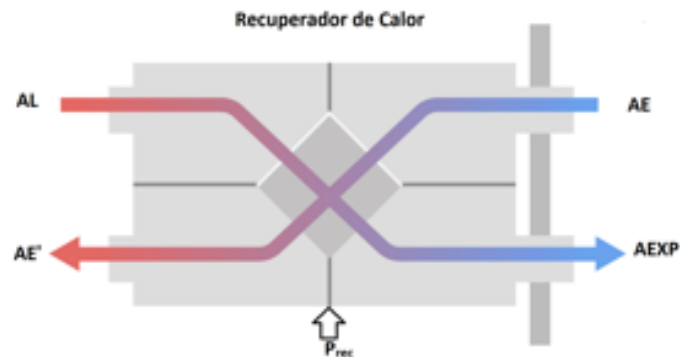


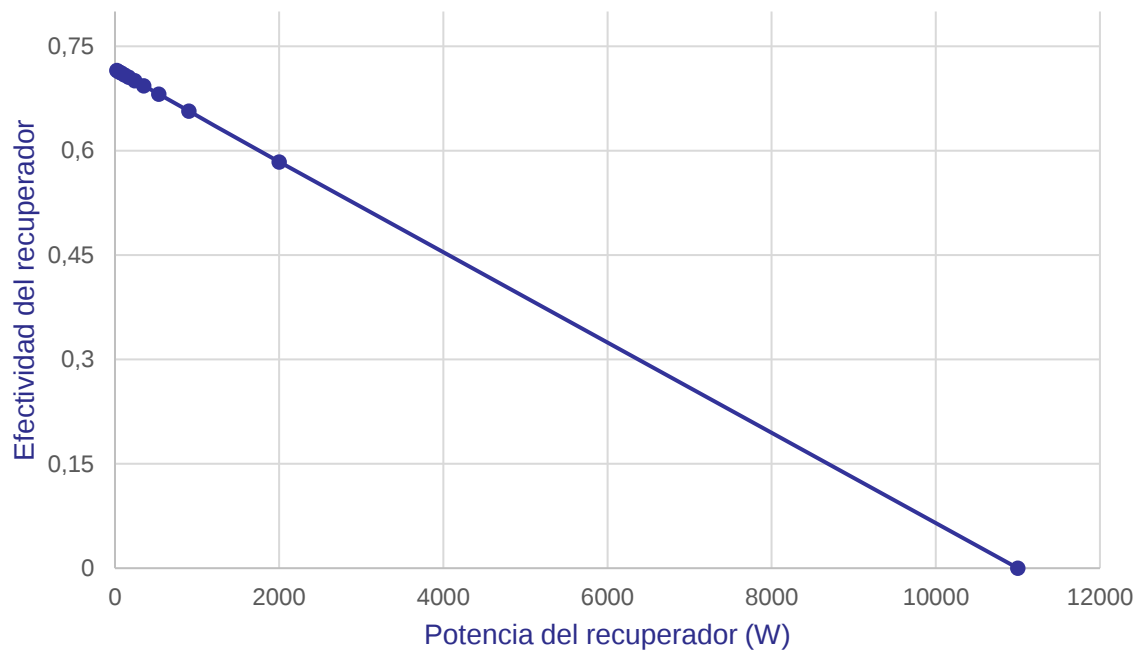
Ilustración 8. Flujos de aire de un recuperador de calor.

Las UTAs con aire de impulsión y extracción y funciones de calefacción, deberían equiparse con sistemas de recuperación de calor, según la norma EN 13053. Debe tenerse cuidado con el posicionamiento de los equipos de recuperación de calor para minimizar las fugas de aire y las recirculaciones de los flujos de aire.

El sistema de recuperación de calor debe incorporar un dispositivo de derivación de bypass térmico. Además, existen ciertos requisitos que marca la norma EN 13053, los cuales se muestran a continuación:

- Todas las secciones de recuperación de calor deberían tener 4 retenes de presión, uno en cada lado de flujo del aire intercambiado.
- Dentro de las secciones de recuperación de calor equipadas con intercambiador de calor de categorías H1 y H2 debe haber una bandeja de drenaje de condensación.
- Los intercambiadores de categoría H3 deben incluir un sector de purga, excepto cuando se utiliza la recirculación de aire.

Para entender la eficiencia y el comportamiento de los sistemas de recuperación de calor en unidades de ventilación, es esencial analizar su efectividad y potencia en función del calor recuperado. La gráfica 1 proporciona una visión clara de cómo varían estos parámetros y permite sacar ciertas conclusiones sobre la efectividad en los recuperadores. Se ha tomado como hipótesis que la efectividad sensible del recuperador es de un 73 %.



Gráfica 1. Efectividad del recuperador vs Potencia del recuperador

Tras observar la gráfica se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Se puede apreciar simple vista como cuanto menor es la potencia suministrada al recuperador mayor es la eficiencia del recuperador, esto conlleva un menor calor recuperado, llegando a un valor de eficiencia de 0 cuando la potencia eléctrica es máxima y a un valor máximo de efectividad cuando la potencia es mínima.
- Un rendimiento alto del recuperador implica una reducción de la demanda de energía adicional para calentar o enfriar aire, esto se traduce en ahorros energéticos y económicos importantes.
- La cantidad de calor recuperado es un indicador directo de la capacidad del sistema para reducir las pérdidas de energía. En la gráfica se observa que a medida que se incrementa la efectividad, el calor recuperado aumenta, aunque en menor medida. Este comportamiento sugiere que los sistemas más efectivos son más útiles en condiciones donde hay mayor diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior.
- La gráfica ayuda a identificar los puntos de operación óptimos para los recuperadores, observando como la mayoría de los puntos se sitúan alrededor de un valor de efectividad en torno al 70 %, siendo esto crucial para diseñar sistemas de ventilación que sean tanto efectivos como sostenibles.

Eficiencia de humidificación

La eficiencia de humidificación (η_h) se define como la relación entre el enfriamiento real que se produce en el humidificador adiabático y el enfriamiento máximo posible. Esta eficiencia se calcula se la siguiente forma:

$$\eta_h = \left(\frac{t_{EH} - t_{SH}}{t_{EH} - t_{EH,h}} \right)$$

- t_{EH} es la temperatura del aire a la entrada del humidificador, en °C
- t_{SH} es la temperatura del aire a la salida del humidificador, en °C
- $t_{EH,h}$ es la temperatura de bulbo húmedo del aire a la entrada del humidificador, en °C

A continuación, se muestra una ilustración con el fin de facilitar la comprensión de este parámetro:

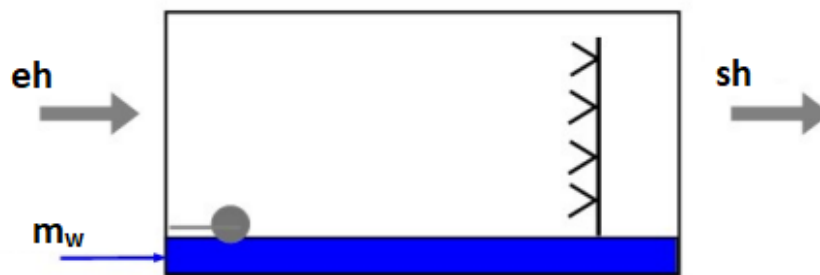


Ilustración 9. Flujos en un humidificador

Según la norma EN 13053 la sección de humidificación de aire debe ser operativa de forma que no ofrezca riesgo alguno para la salud. La selección de materiales a utilizar en el humidificador debe hacerse teniendo en cuenta la resistencia a la corrosión, la higiene, resistencia a los desinfectantes, capacidad de los microbios para metabolizar el material y si procede la resistencia a los procesos de desinfección.

La norma EN 13053 recomienda que las UTAs con humidificadores en el conducto de impulsión deben estar equipadas con al menos dos etapas de filtración, en las que el humidificador debe situarse entre ellas. Los humidificadores no deben colocarse inmediatamente delante de los filtros. La primera etapa de filtración debe de ser de clase ISO ePM1 50 % según la norma EN 16890

Factor de puente térmico

El factor de puente térmico (k_b) es una medida de la eficacia de un material o estructura en la

reducción de la transferencia de calor a través de los puentes térmicos. Un puente térmico es una zona de una estructura a través de la cual la transferencia de calor es irregular, a diferencia de las áreas circundantes. Este factor se calculará de la siguiente manera:

$$k_b = \frac{\Delta t_{min}}{\Delta t_{aire}} = \frac{t_{a,int} - t_{max,sup,ext}}{t_{a,int} - t_{a,ext}}$$

- Δt_{min} es la diferencia de temperatura mínima entre cualquier punto de la superficie exterior y el aire interior, en °C
- Δt_{aire} es la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, en °C
- $t_{a,int}$ es la temperatura del aire interior, en °C
- $t_{max,sup,ext}$ es la temperatura máxima de la superficie exterior, en °C
- $t_{a,ext}$ es la temperatura del aire exterior, en °C

Los valores para una unidad real pueden variar en función de las fugas de aire y del movimiento del aire en el exterior.

A continuación, se muestra a modo de ejemplo una ilustración donde se observa la variación en la transferencia de calor que provoca un puente térmico:

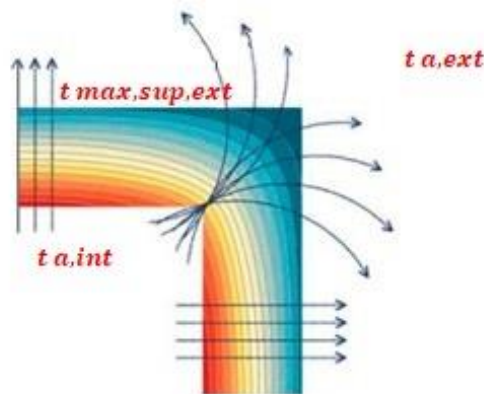


Ilustración 10. Distribución de la transferencia de calor en un puente térmico

Según la norma EN 1886 el factor de puente térmico debe obtenerse bajo condiciones de ensayo estables, tomando la temperatura media interna en los ocho puntos que delimitan cada sección, junto con la temperatura exterior y calculando el k_b más desfavorable para cada zona. El menor valor de las tres secciones debe ser tomado como valor de k_b que define la clase de temperatura.

3.2.2 Potencias

Potencia específica interna del ventilador

La potencia específica interna del ventilador (PE_{int}) es una medida de cuánta potencia se requiere para mover un cierto caudal de aire a través del ventilador. Esta medida es crucial para evaluar la eficiencia energética de los sistemas de ventilación, ya que un valor bajo de la potencia específica indica que el sistema es más eficiente energéticamente y se calcula de la siguiente manera:

$$PE_{int} = \frac{P_{el,int}}{\dot{V}_n} = \frac{\Delta p_{int}}{\eta_v}$$

- $P_{el,int}$ es la potencia eléctrica consumida por el ventilador para vencer la diferencia de presión interna
- $\dot{V}_n$ es el caudal nominal de aire, en m^3/s
- Δp_{int} es la caída de presión interna de la unidad, en Pa

Existen dos métodos según la norma EN 13053 para calcular la PE_{int} :

- Método interno: consiste en medir la diferencia de presión estática del ventilador y las pérdidas de presión de los componentes en el interior de la UTA mediante tomas estáticas de presión estática. Este método puede ser utilizado cuando hay suficiente espacio en el interior de la UTA, de forma que puedan realizarse mediciones de presión precisas
- Método externo: consiste en determinar la PE_{int} midiendo las características del ventilador fuera de la UTA. Este método es utilizado cuando el espacio en el interior de la UTA es restringido por lo que las mediciones de presión precisas son complicadas.

A continuación, se muestra el procedimiento para el cálculo de las distintas caídas de presión de la unidad:

$$\Delta p_{int} = \Delta p_{REC} + \Delta p_{FIL} + \Delta p_{CAR}$$

$$\Delta p_{VEN} = \Delta p_{int} + \Delta p_{ext} + \Delta p_{otros}$$

- Δp_{REC} es la caída de presión en el recuperador de calor, en Pa
- Δp_{FIL} es la caída de presión en el filtro limpio, en Pa
- Δp_{CAR} es la caída de presión en la carcasa (entradas y salidas), en Pa

- Δp_{ext} es la caída de presión debido a las pérdidas externas (red de conductos), en Pa
- Δp_{otros} es la caída de presión debido a las pérdidas adicionales (baterías, silenciador, humidificador...), en Pa

Por otro lado, el cálculo para la caída de presión debido a las pérdidas externas en el caso de que la instalación sea con entrada y salida conducida será el siguiente:

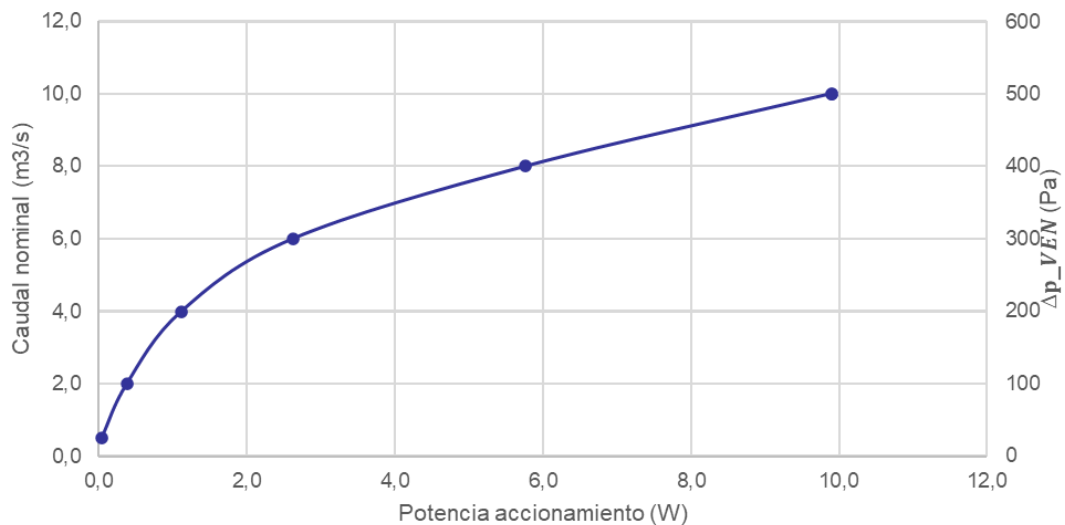
$$\Delta p_{\text{ext}} = p_u - \frac{\rho_{\text{aire}}}{2} \cdot (v_{\text{sal}}^2 - v_{\text{ent}}^2)$$

- p_t es la presión total de la unidad, en Pa
- ρ_{aire} es la densidad del aire a condiciones estándar, en kg/m^3
- v_{sal} es la velocidad media a la salida de la unidad, en Pa
- v_{ent} es la velocidad media a la entrada de la unidad, en Pa

La potencia de referencia de los accionadores ($P_{\text{acc,ref}}$) es una medida estándar utilizada para clasificar los accionadores de los ventiladores en las UTAs. Según la norma En 13053, la potencia absorbida máxima de un ventilador se calcula utilizando la fórmula:

$$P_{\text{acc,ref}} = \left(\frac{\Delta p_{\text{VEN}}}{450} \right)^{0,925} \cdot (\dot{V}_n + 0,08)^{0,95}$$

En la gráfica se ha representado la variación de la potencia de accionamiento de referencia frente a distintos valores del caudal de aire nominal. Este análisis es esencial para comprender cómo el flujo de aire a través del sistema afecta al rendimiento energético de este.



Gráfica 2. Variación de la potencia de accionamiento de referencia con el caudal nominal de aire

De la gráfica se observa lo siguiente:

- La caída de presión aumenta con el incremento del caudal de aire, esto se debe a que mover mayores volúmenes de aire a través de la UTA genera más resistencia. Una mayor caída de presión requiere más potencia de los ventiladores para mantener el mismo caudal, lo que provoca un aumento de la PE_{int} .
- Esta gráfica permite identificar los puntos óptimos donde la caída de presión es mínima para un caudal dado de diseño dado, permitiendo la optimización del diseño, este punto representa el equilibrio entre un caudal adecuado y una resistencia manejable, minimizando la PE_{int} .

3.2.3 Velocidades

Velocidad del aire en la carcasa

La velocidad media del aire a su paso por la carcasa del equipo es un factor importante debido a que dependiendo de su valor puede introducir gotas en el interior de la carcasa. Es por esto que la carcasa según la norma EN 13053 debe de estar construidas con materiales protegidos frente a la corrosión y resistentes a la abrasión, y que no emitan sustancias peligrosas para la salud. La estructura de la pared debe estar formada como mínimo por un panel de doble placa con aislamiento tipo sándwich.

La entrada de aire sin filtrar a través de fugas en la carcasa puede causar problemas de higiene, es por esto por lo que la estanqueidad de la carcasa debe cumplir con ciertos requisitos especificados en la norma EN 1886.

Todos los componentes deben diseñarse de manera que sean fácilmente accesibles para poder realizar el mantenimiento correspondiente.

La principal causante de estos problemas es el agua, con el fin de evitar su entrada la norma EN 13053 recomienda las siguientes velocidades máximas que concretarán el tipo de impermeabilización que llevará el equipo en la toma de aire exterior. En la siguiente tabla se muestran los valores de las velocidades recomendadas para cada tipo de impermeabilización, estos valores están en concordancia con el valor máximo que proporciona el Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE) que limita el valor máximo a 6 m/s.

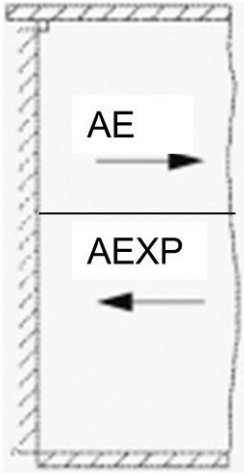
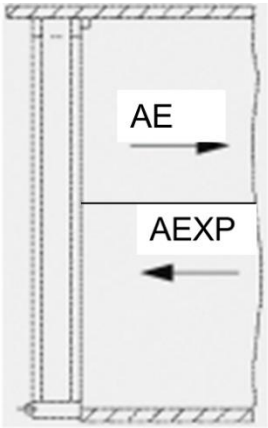
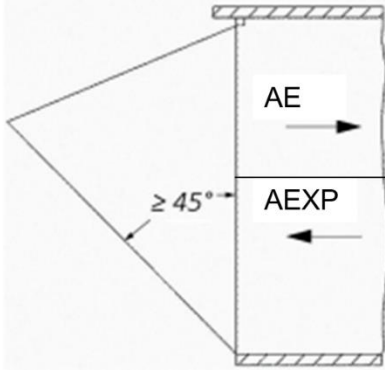
Impermeabilización		Máximas velocidades de aire recomendadas	
		Toma de aire exterior (m/s)	Expulsión de aire de descarga (m/s)
Con rejilla		2,5	4
Separador de gotas		3,5	5
Capota		4,5	6

Tabla 1. Impermeabilización en la toma de aire exterior según la velocidad del aire

3.3 Medidas aplicables

Las directrices establecidas por el reglamento UE nº 1253/2014 sobre el diseño ecológico servirán como base para mejorar el comportamiento ambiental de los productos relacionados con la energía. Sin embargo, es obligatorio cumplir con estas normativas, y los productos que no las cumplan no recibirán el certificado CE de la Unión Europea, quedando así excluidos del mercado interior.

La implementación de estos requisitos de diseño ecológico es necesaria y justificada, ya que promoverán una mayor eficiencia energética y, por ende, reducirán el impacto medioambiental.

3.3.1 Unidades no residenciales

Se consideran unidades de ventilación no residenciales (UVNR) aquellas cuyo caudal máximo supera los 250 m³/h y, en el rango de 250 m³/h a 1000 m³/h, siempre que el fabricante no haya especificado su uso es exclusivamente como unidades de ventilación residenciales. Estas unidades están reguladas únicamente por el reglamento UE nº 1253/2014 sobre diseño ecológico, ya que suelen ser seleccionadas por proyectistas y arquitectos, en lugar de consumidores comunes, y su presencia en el mercado no se rige por el etiquetado energético que se aplicaría a las unidades de ventilación residenciales (UVR).

Las UVNR incluyen tanto unidades unidireccionales como bidireccionales, y se utilizan principalmente en instalaciones industriales, edificios comerciales y de oficinas, así como en escuelas, hospitales y hoteles.



Ilustración 11. Unidad de Ventilación No Residencial

3.3.1.1 Requisitos mínimos

El reglamento UE nº 1253/2014 ha establecido ciertos criterios de diseño ecológico de carácter

obligatorio a las UVNR, que entró en vigor a partir del 1 de enero de 2018, los cuales se mencionan a continuación:

- Todas las unidades de ventilación, excepto las de doble uso, deberá estar provista de un accionamiento de varias velocidades o de un accionamiento de velocidad variable.
- Todas las unidades de ventilación bidireccionales deberán disponer de un sistema de recuperación de calor.
- El sistema de recuperación de calor deberá tener un elemento de bypass térmico.

Los requisitos mínimos cuantificados para las unidades de ventilación unidireccionales no residenciales se resumen en la siguiente tabla:

Eficiencia mínima del ventilador $\eta_{VEN} [\%]$	$6,2 \cdot \ln(P) + 42$	Si $P \leq 30 \text{ kW}$
	63	Si $P > 30 \text{ kW}$
$PE_{int_m\acute{a}x} [W/(m^3/s)]$	230	

Tabla 22. Requisitos mínimos para unidades de ventilación no residenciales

A continuación, se mostrará los valores mínimos cuantificados para UVNR bidireccionales de eficiencia sensible en el recuperador y de potencia específica interna del ventilador:

Bono eficiencia E $[W/(m^3/s)]$	recuperativo	$(\epsilon_{rec_sen} - 0,73) \cdot 3000$
	regenerativo	$((\epsilon_{rec_sen} - 0,68) \cdot 3000$

Tabla 23. Bono de eficiencia E para UVNR bidireccionales

Eficiencia sensible mínima $\epsilon_{rec_sen_mín} [\%]$	recuperativo	73
	regenerativo	68

Tabla 24. Requisito de eficiencia sensible mínima según el tipo de recuperador

$PE_{int_m\acute{a}x} [W/(m^3/s)]$	recuperativo	$\dot{V}_n < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$1100 + E - 300 \cdot \dot{V}_n / 2 - F$
		$\dot{V}_n \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$800 + E - F$
	regenerativo	$\dot{V}_n < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$1600 + E - 300 \cdot \dot{V}_n / 2 - F$
		$\dot{V}_n \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$1300 + E - F$

Tabla 5. Valor límite de potencia de ventilador específica interna máxima de los componentes de ventilación

Corrección de filtro F [Pa]	Configuración de referencia completa	0
	Falta filtro medio	150
	Falta filtro fino	190
	Faltan ambos filtros	340

Tabla 6. Factor de corrección de filtro F

3.3.1.2 Requisitos de información

Los fabricantes de UVNR sólo están únicamente obligados a proporcionar una ficha de producto como documento informativo. Esta ficha debe incluir las características de cada producto en el orden establecido:

- nombre del proveedor o marca
- identificador del modelo del proveedor (código alfanumérico para su distinción)
- tipo de unidad: unidireccional o bidireccional
- tipo de accionamiento: de varias velocidades o de velocidad variable
- tipo de sistema de recuperación de calor: recuperativo, regenerativo o ninguno
- eficiencia térmica de la recuperación de calor en % o «no aplicable», si el producto no tiene sistema de recuperación de calor)
- caudal nominal en m^3/s
- potencia eléctrica de entrada efectiva (kW)
- PE_{int} en $\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$
- velocidad frontal en m/s
- presión externa nominal ($\Delta p_{s, \text{ext.}}$) en Pa
- caída de presión interna de los componentes de ventilación ($\Delta p_{s, \text{int}}$) en Pa
- opcional: caída de presión interna de los componentes no de ventilación ($\Delta p_{s, \text{adic}}$) en Pa
- eficiencia estática de los ventiladores
- índices máximos declarados de fuga interna y externa (%) de unidades de ventilación bidireccionales o traspaso (solo en caso de cambiadores de calor regenerativos)
- rendimiento energético de los filtros
- descripción de la señal visual de aviso del filtro en las unidades de ventilación no residenciales que van a utilizarse con filtro
- en el caso de unidades no residenciales para interiores, el nivel de potencia acústica de la envolvente (L_{WA})
- dirección de internet para las instrucciones de desmontaje

El reglamento exige menos requisitos de información para las UVNR, ya que estos productos no

están destinados al mercado de consumidores, sino a proyectistas.

A modo de ejemplo se presenta la ficha de producto de una unidad de ventilación bidireccional, específicamente el modelo LTR-7 XL del fabricante Enervent, que incluye todos los apartados requeridos anteriormente en cuanto a requisitos de información:

Descripción	LTR-7 XL
a) Manufacturer's name or trade mark:	Enervent
b) Manufacturer's model identifier code:	LTR-7 XL
c) Declared typology:	Bidirectional ventilation unit NRVU
d) Type of drive:	Multi-speed drive
e) Type of heat recovery system:	Regenerative heat exchanger
f) Thermal efficiency of heat recovery:	81%
g) Nominal NRVU flow rate:	0.339 m ³ /s
h) Effective electric power input:	0.680 kW
i) SFP int (Internal specific fan power of ventilation components):	1020 W/(m ³ /s)
j) Face velocity at design flow rate:	1.2 m/s
k) Nominal external pressure:	250 Pa
l) Sum Internal pressure drop of ventilation components: Supply	210 Pa
l) Sum Internal pressure drop of ventilation components: Extract	245 Pa
m) Internal pressure drop of non-ventilation components (Aps,add)	n.a
n) Fan supply (static efficiency of fans):	0.51
n) Fan extract (static efficiency of fans):	0.53
o) Declared max external/internal leakage rate:	External leakage: 2%; Internal leakage: 5%
p) Energy performance/classification of the filter:	F7 Filter Supply air/extract
q) Position and description of visual filter warning:	Alarm and maintenance reminder
r) The casing sound power level LWA:	50 dBA
s) Internet address for pre-/dis-assembly instructions:	https://www.enervent.com

Tabla 7. Ejemplo de ficha de producto para UVNR

4. Clasificación

En el presente apartado se explorarán en detalle las clasificaciones proporcionadas por las normas EN 13053 y EN 1886, además de las normas EN 1751 y EN 16890, destacando su importancia en el diseño, evaluación y operación de UTAs. En el contexto del diseño y operación de las UTAs estas normas juegan un papel fundamental al establecer los criterios de clasificación y evaluación de estos sistemas, proporcionando un marco normativo para asegurar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las UTAs, permitiendo su correcta implementación en diversas aplicaciones industriales y comerciales

La norma EN 13053 se enfoca en la clasificación y evaluación de las UTAs en términos de su rendimiento energético y funcional. Esta norma establece los criterios para clasificar secciones claves como lo son la ventilación, recuperación de calor, humidificación y sección de mezclado.

La norma EN 1886 por otro lado complementa a la EN 13053 al proporcionar criterios para la construcción mecánica y rendimiento estructural de las UTAs, centrándose en aspectos como las fugas, la resistencia, la transmisión y el puente térmicos, todos ellos en la carcasa.

Ha sido de utilidad también la norma EN 1751 que ofrece los métodos de ensayo y clasificación de compuertas y válvulas utilizadas en los sistemas de distribución de aire con diferentes presiones. Además de la norma EN 16890 que establece un sistema de clasificación de eficiencia de filtros de aire para ventilación general basado en partículas en suspensión (PM), proporcionando una visión global de los procedimientos de ensayo y requisitos generales para la evaluación y marcado de los filtros.

4.1 Clasificaciones según la Norma EN-13053

1. Según la velocidad media del aire dentro de la carcasa:

La velocidad media del aire en la carcasa hace referencia a la rapidez con la que el aire se desplaza a través del interior de la UTA. Este parámetro es crucial porque influye directamente en las pérdidas de presión y en el nivel de ruido del sistema.

Una velocidad baja es generalmente deseable porque reduce las pérdidas y el ruido, mejorando así la eficiencia del sistema y prolongando la vida útil de los componentes internos. Sin embargo, para lograr bajas velocidades, es necesario diseñar conductos y componentes más grandes, lo que puede incrementar los costes iniciales y el espacio requerido para la instalación.

Por el contrario, una velocidad alta permite utilizar conductos y componentes más pequeños, reduciendo los costes iniciales y el espacio de instalación, pero a costa de mayores pérdidas de presión, más ruido y, en última instancia, un mayor consumo energético.

Por todo ello, generalmente se intentará conseguir la velocidad más baja posible, consiguiendo un mayor rendimiento energético y penalizando costes y tamaño.

Clase	Velocidad media (m/s)
Clase V1	$\leq 1,6$
Clase V2	$1,6 < v \leq 1,8$
Clase V3	$1,8 < v \leq 2$
Clase V4	$2 < v \leq 2,2$
Clase V5	$2,2 < v \leq 2,5$
Clase V6	$2,5 < v \leq 2,8$
Clase V7	$> 2,8$

Tabla 825. Clasificación de las UTAs según la velocidad media del aire a través de la carcasa

2. Según la potencia de los accionadores de los ventiladores:

La potencia de accionamiento de referencia de los accionadores de los ventiladores es un parámetro que mide cuán eficiente es un sistema de ventilación en términos de consumo de energía.

Este parámetro se determina conocido el $\dot{V}_n$ y la Δp_{VEN} , a partir de los cuales se puede calcular la $P_{acc,ref}$, que comparándola con la potencia eléctrica real que consumen los accionadores de los ventiladores, podemos evaluar la eficiencia y el consumo del sistema de ventilación.

Dada la clasificación que proporciona la Tabla 8 se puede apreciar que la clase de mejor calidad es por tanto la clase P1, esta conlleva un menor consumo y por tanto una mayor eficiencia energética y un menor coste operativo, sin embargo, esto implicará un mayor coste inicial, al disponer de equipos de mejor tecnología y mayor calidad.

Como contraparte se encuentra la clase P7, esta implicaría una menor coste inicial pero un mayor coste operativo, disminuyendo así la eficiencia energética del equipo y aumentando su consumo energético.

Clase	P_{acc} (W)
Clase P1	$\leq P_{acc, ref} \cdot 0,85$
Clase P2	$\leq P_{acc, ref} \cdot 0,90$
Clase P3	$\leq P_{acc, ref} \cdot 0,95$
Clase P4	$\leq P_{acc, ref} \cdot 1,00$
Clase P5	$\leq P_{acc, ref} \cdot 1,06$
Clase P6	$\leq P_{acc, ref} \cdot 1,12$
Clase P7	$> P_{acc, ref} \cdot 1,12$

Tabla 9. Clasificación de las UTAs según la potencia de los accionadores de los ventiladores

3. Según la eficiencia del recuperador:

La eficiencia del recuperador se mide como la fracción de calor recuperado entre el máximo calor recuperable entre el aire de expulsión y el aire tomado del exterior, con el objetivo de reducir la carga térmica sobre el sistema de climatización.

Un recuperador con alta eficiencia maximiza la recuperación de calor, disminuyendo significativamente las necesidades de calefacción y refrigeración del sistema, lo que se traduce en una reducción considerable de los costes de operación y en un aumento del ahorro energético.

En la tabla 10 se pueden observar la clasificación realizada por la norma EN 13053, donde recuperadores de clase H1 o H2 (alta calidad) suelen ser más costosos y requieren un diseño algo más complejo. En contraste, un recuperador de baja eficiencia implica una menor recuperación de calor, aumentando la carga en los sistemas de climatización, y por ende el consumo energético, aunque aportan mayor flexibilidad en lo económico.

Explicados ya los criterios de clasificación y cálculo de los recuperadores de calor se ha observado la diferencia en eficiencia entre los dos principales recuperadores en el mercado, el recuperativo o de placas y el regenerativo o rotativo. Debido a la necesidad de los recuperadores rotativos de un aporte de potencia que haga girar el equipo, a diferencia de los de placas, se penalizan con una disminución de la eficiencia del equipo debida al factor COP. Esto se aprecia en los requisitos mínimos establecidos por el reglamento UE nº1253/2014 donde se exige una mayor eficiencia a los recuperadores de placas al no tener esa penalización.

Clase	Efectividad del recuperador (%)
Clase H1	≥ 74
Clase H2	≥ 70
Clase H3	≥ 65
Clase H4	≥ 60
Clase H5	< 60

Tabla 10. Clasificación de las UTAs según la efectividad del recuperador

4. Según la eficiencia de la mezcla

La eficiencia de mezclado (en términos de temperatura) mide como de uniforme es el campo de temperaturas en un área transversal justo aguas debajo de la sección de mezclado. Este indicador es crucial para mantener un confort térmico en los espacios acondicionados.

Una eficiencia de mezclado alta permite un control más preciso de la temperatura, mejorando el confort térmico y reduciendo la necesidad de ajustes adicionales en el sistema de climatización, teniendo como consecuencia un ahorro energético significativo, aunque una tecnología más avanzada y eficiente conlleva un aumento de los costes de estos equipos.

Por otro lado, una eficiencia de mezclado baja trae consigo una mezcla no uniforme del aire, lo que puede resultar en diferencias de temperaturas importantes y un bajo confort térmico. Esto provoca una mayor necesidad por parte del sistema de proporcionar energía al aire para adecuarlo a las condiciones deseadas.

Según el RITE la eficiencia de temperatura en la sección de mezclado debe de ser mayor del 75 %, que analizando la tabla 11 donde se ofrece la clasificación de las secciones de mezclado dada por la norma EN 13053, se ha observado como se ofrecen clases para esta sección de eficiencias menores de un 75 %.

Clase	Eficiencia de mezclado en términos de temperatura (%)
Clase M1	≥ 95
Clase M2	$85 \leq \eta_{\text{mix}} < 95$
Clase M3	$70 \leq \eta_{\text{mix}} < 85$
Clase M4	$50 \leq \eta_{\text{mix}} < 70$
Clase M5	< 50

Tabla 11. Clasificación de las UTAs según la eficiencia de mezclado en términos de temperatura

4.2 Clasificaciones según la Norma EN-1751

1. Según la estanqueidad a través de las compuertas cerradas

La estanqueidad a través de las compuertas mide la capacidad de estos componentes de evitar fugas de aire cuando están cerradas. Este parámetro es vital para conocer el caudal de aire que se fuga del equipo o que se mezcla erróneamente con diferentes secciones del sistema.

Una alta estanqueidad significa que las compuertas están bien selladas, permitiendo un control más preciso del flujo de aire, reduciendo así las pérdidas de energía no deseadas. Indirectamente un buen sellado asegura un control más preciso de la temperatura y calidad del aire en distintas zonas de la UTA, mejorando el confort y el rendimiento del sistema.

La norma EN 1751 ofrece la siguiente gráfica a partir de la cual se ha podido obtener la tabla 12, donde se muestra la clasificación de este componente según la fuga del caudal de aire.

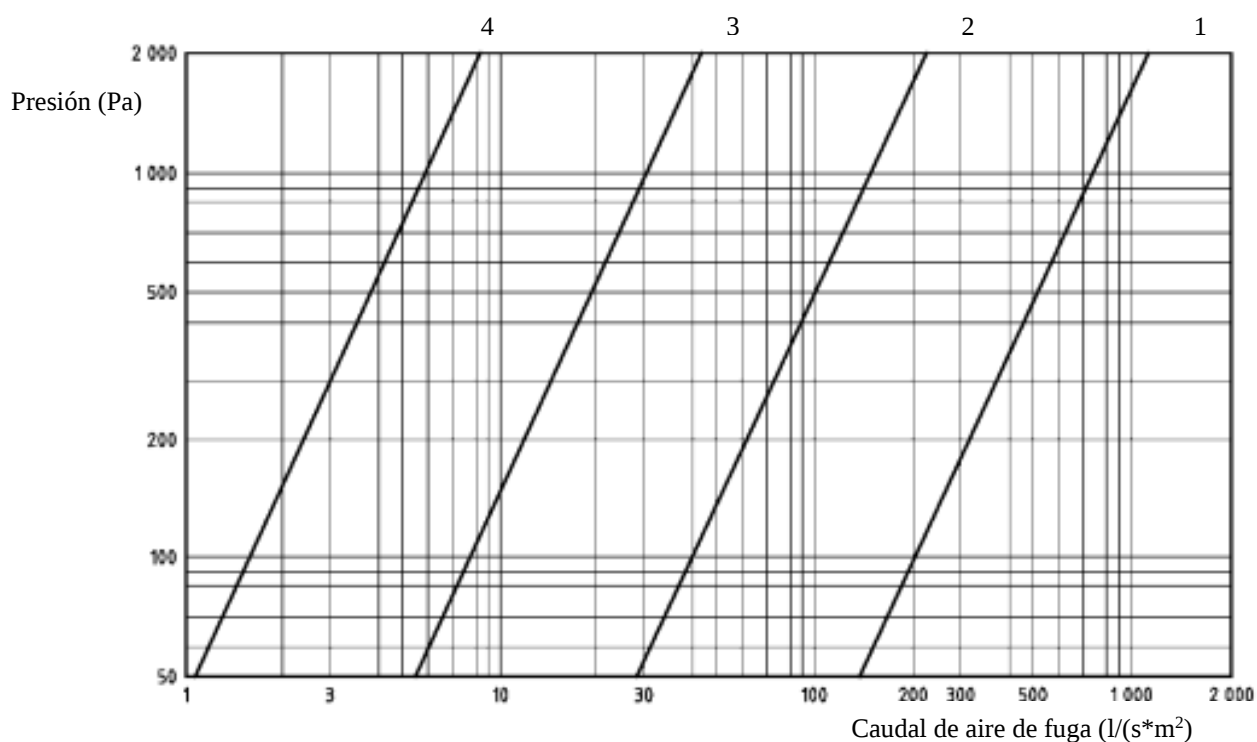


Ilustración 12. Fuga de aire a través de las compuertas según la presión en el conducto

Clase	Caudal de fuga (L/(s*m ²))
Clase 0	No aplicable
Clase 1	$200 < V_{\text{fuga}} < 1000$
Clase 2	$35 < V_{\text{fuga}} < 200$
Clase 3	$8 < V_{\text{fuga}} < 35$
Clase 4	$1 < V_{\text{fuga}} < 8$

Tabla 12. Clasificación de las UTAs según la estanqueidad a través de las compuertas

2. Según la estanqueidad a través de la carcasa

La estanqueidad a través de la carcasa mide la capacidad de la envolvente de la UTA para evitar fugas de aire al exterior cuando las lamas están cerradas.

Una carcasa con alta estanqueidad es esencial para mantener la eficiencia del sistema y minimizar las pérdidas de energía. Esta aseguraría que el aire tratado en la UTA no se escape al exterior, algo crucial para la eficiencia energética y el control de la calidad del aire interior. Una alta estanqueidad consigue minimizar las pérdidas no deseadas de calor o frío, manteniendo las

condiciones deseadas con un menor coste energético.

La norma EN 1751 clasifica este componente según la gráfica mostrada a continuación, a partir de la cual se ha podido obtener la tabla 13 que muestra con valores numéricos dicha clasificación. En la gráfica se observa como las tres categorías de compuertas comparten un rango de caudal de fuga, con la diferencia de que la categoría C lo hace para una presión mucho mayor que las otras dos categorías.

La norma EN 1751 realiza dicha clasificación basándose en las fugas a través de la carcasa para distintos rangos de presiones. Es necesaria esta aclaración puesto que a continuación se mostrará otra clasificación del mismo equipo según la norma EN 1886, aunque desde otra perspectiva.

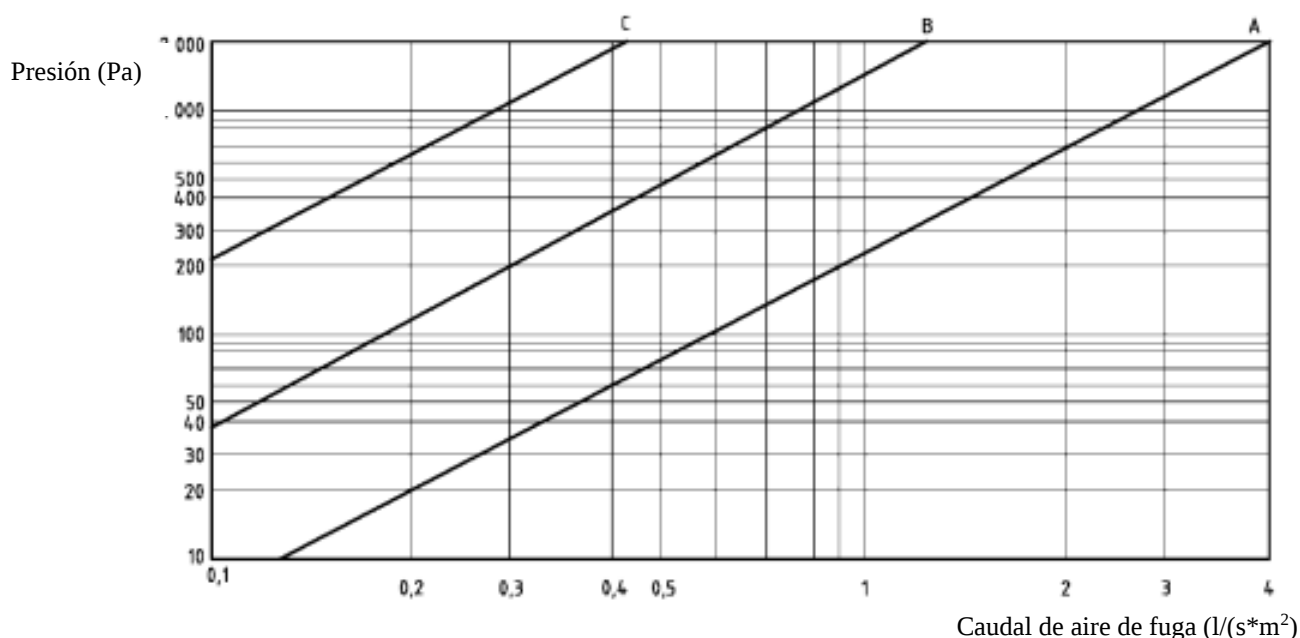


Ilustración 13. Fuga de aire a través de la carcasa según la presión en el conducto

Clase	Caudal de fuga (L/(s*m ²))
Clase A	0,13 < V _{fuga} < 4
Clase B	0,1 < V _{fuga} < 1,2
Clase C	0,1 < V _{fuga} < 0,4

Tabla 13. Clasificación de las UTAs según la estanqueidad a través de la carcasa

4.3 Clasificaciones según la Norma EN-1886

1. Según la fuga de aire en la carcasa

La norma EN 1886, al igual que la norma EN 1751 también realiza una clasificación de la estanqueidad de la carcasa de las UTAs, aunque desde el punto de vista de la construcción de la unidad y su capacidad de evitar fugas de aire en general, a través de los materiales, sellos y juntas.

Esta norma considera la calidad de los materiales y la integridad constructiva de la carcasa. La evaluación incluye pruebas de presión que verifican la cantidad de aire que se escapa a través de la estructura completa de la unidad, no solo en condiciones específicas como con las compuertas cerradas (EN 1751).

Otra de las diferencias se puede observar viendo como la norma EN 1886 especifica esta prueba para dos condiciones específicas, presión negativa en el interior de la UTA de 400 Pa y sobrepresión en el interior de 700 Pa, tal y como se puede ver en las tablas 14 y 15, respectivamente.

Clase	Caudal de infiltración máximo (f_{400}) l/(s*m ²)	Clase de filtro (EN 779)
Clase L1	0,15	Superior a F9
Clase L2	0,44	F8 a F9
Clase L3	1,32	G1 a F7

Tabla 14. Clasificación de las UTAs según la fuga de aire en la carcasa, a presión negativa de 400 Pa

Clase	Caudal de fuga máximo (f_{700}) l/(s*m ²)
Clase L1	0,22
Clase L2	0,63
Clase L3	1,90

Tabla 15. Clasificación de las UTAs según la fuga de aire en la carcasa, a presión positiva de 700 Pa

En el caso de que se quiera realizar la prueba a una presión diferente a las proporcionadas por la norma, deberá corregirse el valor de la infiltración o fuga de aire con la siguiente fórmula:

$$f_{400} = f_{p,ens} \left(\frac{400}{p,ens} \right)^{0,65}$$

- $f_{p,ens}$ infiltración o fuga de aire medida con la presión de ensayo real, en l/(s*m²)
- f_{400} infiltración o fuga de aire medida a 400 Pa, en l/(s*m²)
- p,ens , es la presión a la que se realizará el ensayo real

2. Según la resistencia de la carcasa

La resistencia mecánica de la carcasa se clasifica en base a la flexión relativa máxima permitida bajo una carga uniforme. Esto se mide aplicando una presión uniforme a la superficie de la carcasa, midiendo la deformación resultante.

Las distintas clases de carcasa según su resistencia deben resistir la presión máxima del ventilador (no sobrepresión) a la velocidad seleccionada del ventilador. No puede haber deformación permanente, de las partes de la estructura o daño en la carcasa. De tal forma que las partes de la carcasa que trabajen bajo presión positiva deben ser ensayadas bajo presión positiva, de igual manera que las partes de la carcasa que trabajen bajo presión negativa.

Una carcasa de alta calidad indica una alta resistencia mecánica, lo que garantiza que el equipo mantendrá su integridad estructural incluso bajo condiciones desfavorables de operación, aumentando la vida útil de la instalación. Esto es crucial para aplicaciones industriales o comerciales donde las unidades puedan estar sujetas a vibraciones, impactos y otros factores que puedan comprometer su funcionamiento si no tienen la resistencia adecuada.

A continuación, se muestra la clasificación proporcionada por la norma EN 1886:

Clase	Flexión relativa máxima mm/m
Clase D1	4
Clase D2	10
Clase D3	Superior a 10

Tabla 16. Clasificación de las UTAs según la flexión relativa máxima

3. Según la transmisión térmica de la carcasa

La transmisión térmica de la carcasa (U) sirve como guía para medir la cantidad de calor que se pierde por conducción a través de la carcasa de la UTA.

La transmisión térmica debe ser obtenida cuando la diferencia de temperatura en condiciones estables sea de 20 °C. En estas condiciones, el valor de U debe clasificarse de acuerdo con la tabla 17. La superficie utilizada para calcular el valor de U debe ser la correspondiente a la superficie externa de la carcasa. A continuación, se mostrará la forma de calcular la U:

$$U = \left(\frac{P_{VEN}}{A_{ext} \cdot \Delta t_{aire}} \right)$$

- A_{ext} , superficie externa, m²
- Δt_{aire} diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior, °C

Una menor transmisión térmica implica una mejor capacidad de aislamiento térmico de la carcasa, lo que reduce las pérdidas de calor y mejora la eficiencia energética del sistema. Un buen aislamiento térmico contribuye a un menos consumo energético para mantener las condiciones de confort, haciendo que las UTAs sean más eficientes y sostenibles. Seguidamente se muestra la clasificación aportada por la norme EN 1886:

Clase	Transmisión térmica (U) W/(m ² K)
Clase T1	$U \leq 0,5$
Clase T2	$0,5 < U \leq 1,0$
Clase T3	$1,0 < U \leq 1,4$
Clase T4	$1,4 < U \leq 2,0$
Clase T5	Sin requisitos

Tabla 17. Clasificación de las UTAs según la transmisión térmica en la carcasa

4. Según el factor de puente térmico de la carcasa

El factor de puente térmico (k_b) es una medida de la eficacia de un material o estructura en la reducción de la transferencia de calor a través de los puentes térmicos. Dicho factor evalúa la capacidad de la carcasa para minimizar las pérdidas térmicas a través de los puentes térmicos, puntos donde la transferencia de calor no es uniforme.

Un valor de k_b cercano a 1, indica un excelente control de los puentes térmicos, lo que significa que la carcasa está bien diseñada para minimizar las pérdidas térmicas en estas zonas críticas. Esto es de vital importancia para mantener la eficiencia energética de la UTA, ya que los puentes

térmicos pueden ser una fuente significativa de pérdidas (o ganancias no necesarias) de calor, afectando negativamente al rendimiento del sistema.

Clase	Factor de puente térmico (k_b)
Clase TB1	$0,75 < k_b < 1,00$
Clase TB2	$0,60 \leq k_b < 0,75$
Clase TB3	$0,45 \leq k_b < 0,6$
Clase TB4	$0,30 \leq k_b < 0,45$
Clase TB5	Sin requisitos

Tabla 18. Clasificación de las UTAs según el factor de puente térmico

4.4 Clasificaciones según la Norma EN-16890

1. Según el tipo de filtro

La norma EN 16890 aborda la clasificación de los filtros de aire en cuatro grupos basados en su eficiencia para capturar partículas de diferentes tamaños, específicamente las de diámetro de 1, 2,5 y 10 micrómetros. La clasificación se realiza midiendo la capacidad del filtro en retener estas partículas de un flujo de aire en condiciones controladas de laboratorio.

Cada filtro no solo se evalúa por su capacidad de capturar partículas, sino también por su eficiencia media ponderada (ePM , representa la capacidad promedio del filtro para capturar partículas a lo largo del tiempo) y eficiencia mínima ($ePM_{XX, \min}$, representa la peor capacidad de filtrado del filtro después de ser sometido a condiciones que simulan el desgaste de este). Por lo que un filtro tipo $ePM_{2,5} 78\%$ podrá retener hasta un 78 % de partículas de diámetro de 2,5 micras. A continuación, se muestra la clasificación realizada por la norma EN 16890:

Clase	Requisitos		
	ePM ₁ , min	ePM _{2,5} , min	ePM ₁₀ , min
ISO Grueso	-	-	< 50%
ISO ePM ₁₀	-	-	≥ 50%
ISO ePM _{2,5}	-	≥ 50%	-
ISO ePM ₁	≥ 50%	-	-

Tabla 19. Clasificación de las UTAs según el tipo de filtro

Un filtro de alta eficiencia como los ISO ePM₁, son fundamentales para mantener una buena calidad del aire interior, especialmente en entornos sensibles como hospitales y laboratorios. En contra, un filtro de alta calidad puede aumentar la resistencia al flujo del aire, lo que a su vez puede incrementar el consumo energético del sistema de ventilación, siendo crucial balancear la eficiencia del filtro con los costes energéticos.

Seguidamente en la tabla 20, se muestra una comparativa entre las clasificaciones ofrecidas por la norma vigente EN 16890 y la norma a la que sustituyó y por tanto obsoleta, la EN 779, a modo de información puesto que en algunos casos se sigue utilizando:

Clasificación ISO 16890	Clasificación ISO 779
ISO Grueso	G1-G4
ISO ePM ₁₀	M5
ISO ePM _{2,5}	M6
ISO ePM ₁	F7 - F9

Tabla 20. Comparación de la clasificación de los filtros ISO 16890 vs ISO 779

4.5 Clasificaciones según RITE

1. Según la potencia específica interna del ventilador

La potencia específica interna del ventilador evalúa la eficiencia energética de las UTAs, midiendo la cantidad de potencia requerida para desplazar un volumen específico de aire a través del sistema de ventilación.

La clasificación según la PE_{int} es crucial porque muestra la cantidad de energía que consume el ventilador del equipo. Es importante desde el punto de vista de reducir costes operativos y minimizar el impacto ambiental de los equipos de ventilación.

Una vez estudiada la norma EN 13053, se ha observado que se hacía referencia a esta clasificación plasmada en el RITE, por lo que fue necesario su consulta para ofrecer dicha clasificación mostrada en la siguiente tabla:

Clase	Potencia específica $W/(m^3/s)$
Clase SFP 0	$PE_{int} \leq 300$
Clase SFP 1	$300 < PE_{int} \leq 500$
Clase SFP 2	$500 < PE_{int} \leq 750$
Clase SFP 3	$750 < PE_{int} \leq 1.250$
Clase SFP 4	$1.250 < PE_{int} \leq 2.000$
Clase SFP 5	$2.000 < PE_{int} \leq 3.000$
Clase SFP 6	$3.000 < PE_{int} \leq 4.500$
Clase SFP 7	$PE_{int} > 4.500$

Tabla 21. Clasificación de las UTAs según la potencia específica interna del ventilador

Una baja PE_{int} , es esencial para tener un bajo consumo eléctrico, mejorando así la eficiencia global del sistema. Además, esta disminución del consumo de energía implica un aumento de la vida útil de la UTA, disminuyendo sus costes operativos. Esto contribuye a la fabricación de ventiladores más eficientes, alineándose con las normativas de sostenibilidad y de diseño ecológico.

5. Análisis de Mercado

Una vez examinado con detalle la norma EN 1886, que establece los requisitos de construcción y clasificación de las unidades de tratamiento de aire (UTAs), se ha procedido a realizar un análisis exhaustivo de los datos disponibles en el programa de certificación Eurovent. En este trabajo, se han estudiado y clasificado los parámetros especificados por la norma EN 1886, tales como la resistencia mecánica de la carcasa, el aislamiento térmico, y la estanqueidad del aire. Utilizando herramientas como Excel, se han recolectado los datos proporcionados por distintos fabricantes y se han graficado para facilitar su interpretación y análisis.

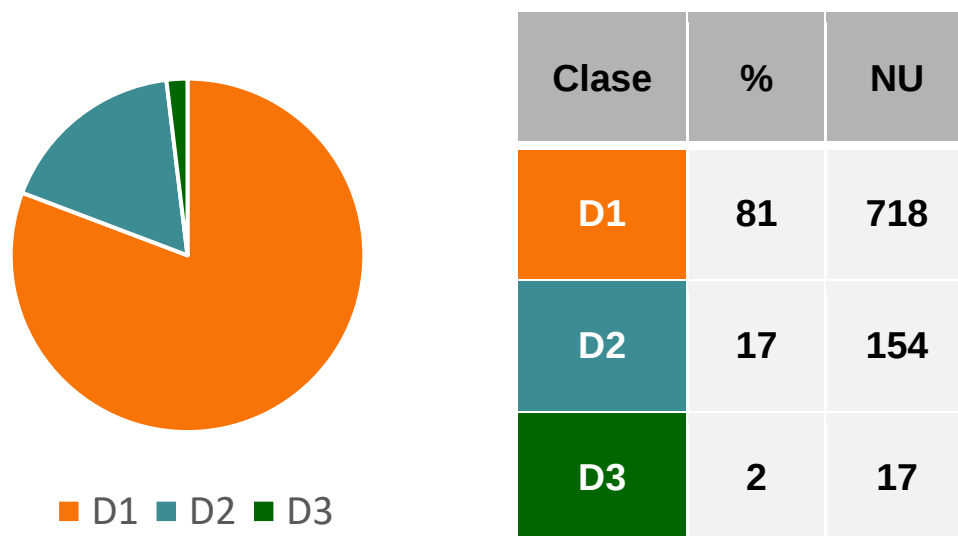
El uso del programa de certificación Eurovent ha sido fundamental para obtener datos fiables y comparables entre diferentes modelos de UTAs. Este programa proporciona una plataforma estandarizada donde los fabricantes registran y certifican sus productos según diversas normativas europeas, incluida la EN 1886.

La finalidad de este análisis es doble: por un lado, entender el comportamiento de las UTAs según sus características y prestaciones, y por otro, verificar que estos equipos cumplen con los requisitos normativos. Los gráficos y tablas generados a partir de los datos recolectados permiten una visualización clara de las clasificaciones y desempeños, facilitando la comparación entre diferentes unidades. Este enfoque no solo asegura la conformidad con la norma EN 1886, sino que también proporciona a los fabricantes y compradores una herramienta útil para la toma de decisiones informadas sobre la selección y utilización de UTAs.

Para el estudio de mercado se han obtenido resultados de 889 equipos fabricados en un gran número de países diferentes y creado por distintos fabricantes.

5.1 Distribución de modelos según resistencia de la carcasa

En primer lugar, se ha realizado un análisis sobre la resistencia de la carcasa en las UTAs. La gráfica 3 nos permite observar cómo se distribuyen los distintos modelos de UTA en función de su resistencia mecánica, clasificada de acuerdo con la normativa vigente.



Gráfica 3. Representación de las clases de UTAs según su resistencia en la carcasa

En la gráfica se observa que un 81 % de los equipos estudiados pertenecen a la categoría D1, siendo esta la clase de mayor calidad, tal y como se explicó en el punto anterior. Esto implica que los fabricantes están priorizando la fabricación de unidades de una con alta resistencia mecánica, probablemente en respuesta a demandas del mercado que buscan equipos más duraderos y confiables. La primacía de modelos D1 podría estar también influenciada por regulaciones más estrictas y la necesidad de asegurar la calidad y longevidad de las instalaciones.

Por otro lado, los modelos clasificados como D2 son menos frecuentes y ya los D3 prácticamente no usados. Estos modelos pueden ser adecuados para aplicaciones menos exigentes, donde las condiciones de operación no requieren la máxima resistencia de la carcasa. La menor presencia de modelos pertenecientes a estas 2 clases puede indicar una menor demanda o tendencia hacia estándares de calidad más altos en el mercado actual.

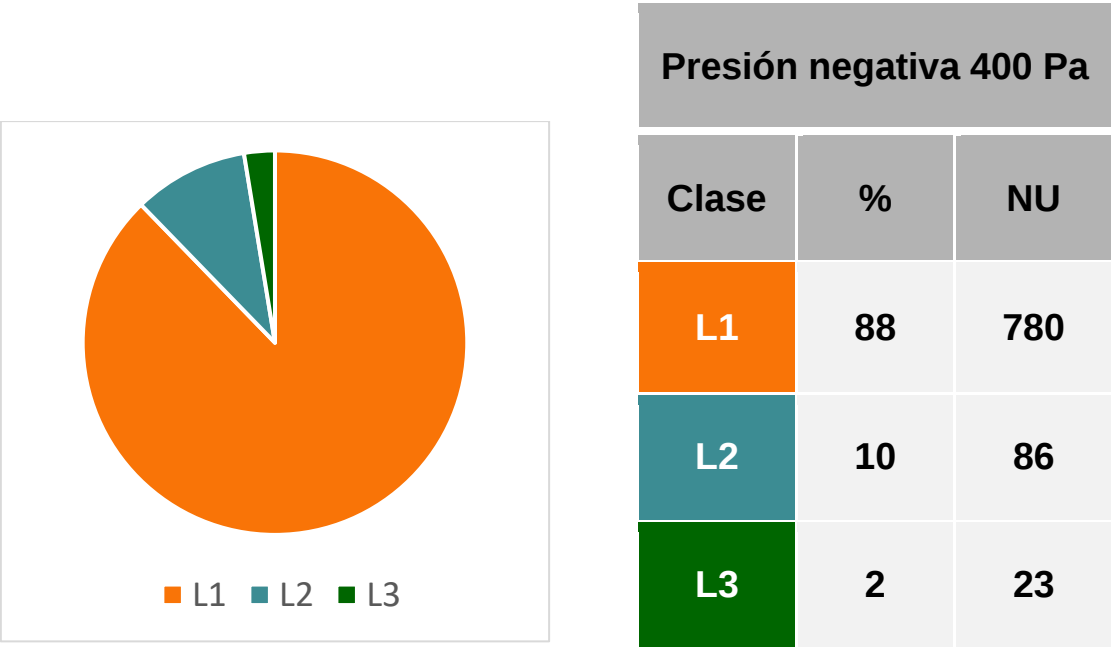
5.2 Distribución de modelos según la fuga de aire en la carcasa

En este apartado se analizarán la distribución de las clases de UTAs según la fuga de aire a través de la carcasa diferenciando a presión positiva o sobrepresión de 700 Pa y a presión negativa de 400 Pa.

En la gráfica 4 está representada la distribución de las clases de UTAs según la fuga de aire a presión negativa de 400 Pa. Se puede observar como la gran mayoría de modelos se agrupan en la clase L1, llegando hasta casi un 90 % de todos los equipos estudiados, indicando una alta

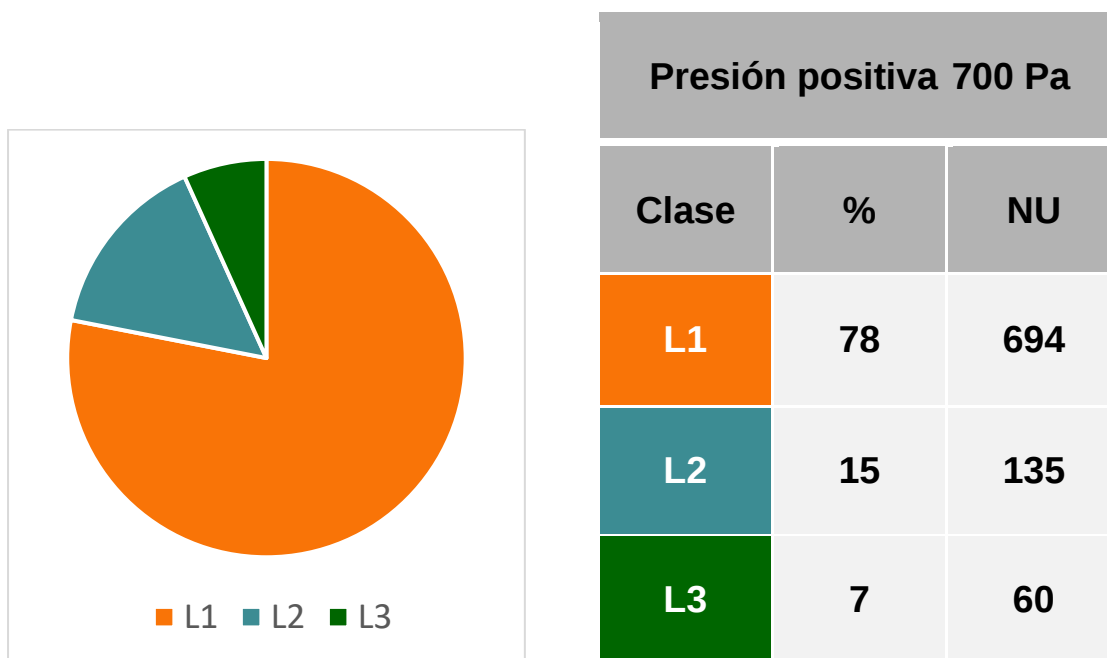
estanqueidad bajo presión negativa. Esto sugiere que los fabricantes están priorizando la minimización de la fuga de aire para mejorar la eficiencia energética y fiabilidad de los sistemas.

Por otro lado, los modelos pertenecientes a las clases L2 y L3 representan una porción muy pequeña, esto demuestra una preferencia general en el mercado por UTAs con menores fugas de aire.



Gráfica 4. Representación de las clases de UTAs según su fuga de aire a presión negativa de 400 Pa

Ahora se analizarán los resultados obtenidos en cuanto a las fugas de aire a presión positiva de 700 Pa. La distribución es similar a la anterior, siendo la mayoría de los elementos de clase L1. Aunque en este caso hay un mayor número de equipos de clase L2 y L3 representando un 22 % a diferencia del caso anterior donde representaban un 12 %. Aun así, la tendencia sigue siendo la misma hacia la mejora de la estanqueidad también bajo condiciones de presión positiva.



Gráfica 5. Representación de las clases de UTAs según fuga de aire a presión positiva de 700 Pa

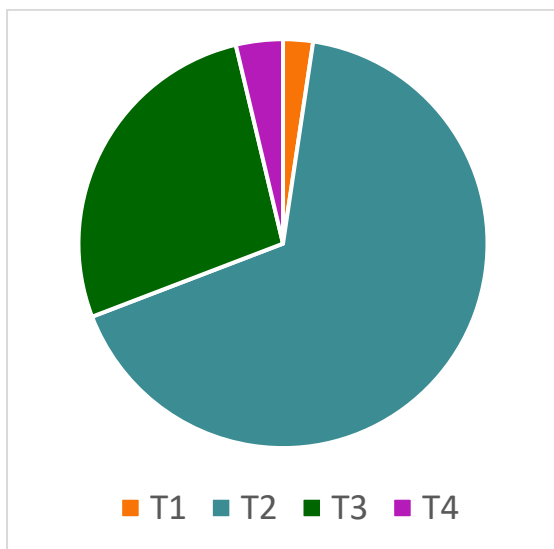
5.3 Distribución de modelos según la transmisión térmica de la carcasa

En este apartado se examinarán los resultados obtenidos según la transmisión térmica de la carcasa de los distintos equipos.

En la gráfica 6 podemos ver la distribución de las clases de estos modelos observándose una clara mayoría de equipos de clase T2 y T3, abarcando entre ambas clases hasta un 93 % de los equipos estudiados. Esto demuestra claramente una tendencia hacia equipos de clase intermedia, buscando un equilibrio entre eficiencia térmica y coste, siendo este un aspecto atractivo para los fabricantes.

Las razones para hacer tan pocos equipos de la clase T1 se debe entre otros motivos a la necesidad de uso de materiales de alta calidad, incrementando así el coste del equipo, estando destinados a un nicho de mercado que requiere alta eficiencia energética como pueden ser laboratorios, edificios verdes certificados, hospitales, donde el fin justifica el uso de equipos de esta clase. Por otro lado, equipos de clase T4, aunque sean más económicos, pueden no cumplir con las expectativas de eficiencia energética.

En muchos casos las regulaciones del sector pueden establecer requisitos mínimos de eficiencia energética correspondiéndose con las clases T2 y T3, por lo que los fabricantes diseñarán la mayoría de sus equipos de acuerdo con estas características.



Clase	%	NU
T1	3	21
T2	67	594
T3	26	241
T4	4	33

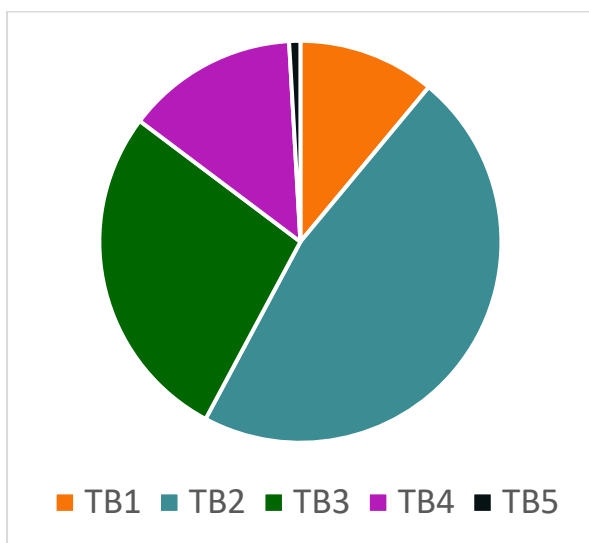
Gráfica 6. Representación de las clases de UTAs según su transmisión térmica

5.4 Distribución de modelos según el factor de puente térmico en la carcasa

A continuación, se representarán en la gráfica 7 los datos obtenidos debidos a las clases de las UTAs según el factor puente térmico de la carcasa.

Se puede observar al igual que en el apartado anterior una clara tendencia hacia equipos de clase intermedia como son las clases TB2 y TB3. Por lo que para este caso los fabricantes tienden a equilibrar el coste con la eficiencia energética. Estas clases proporcionan un mayor margen de uso ofreciendo al mismo tiempo pocas pérdidas debidas a los puentes térmicos y un coste adecuado.

Con un bajo porcentaje (26 %) aunque con mayor representación que en el apartado anterior, los equipos de más alta y baja calidad cobran más importancia en esta categoría. En este caso un mayor número de equipos se clasifican como clase TB1, destinados a usos donde la eficiente energética es prioritaria. Aunque estos equipos son más costosos, el ahorro de energía y el aumento del confort pueden justificar dicha inversión a largo plazo, además de que normalmente están destinados a usos donde existen requisitos mínimos que obligan a instalar equipos de alta calidad. Al contrario que los equipos de clase baja (TB4 y TB5) destinados a usos donde las pérdidas térmicas debidas a los puentes térmicos no afectan al rendimiento general del sistema.



Gráfica 7. Representación de las clases de UTAs según su puente térmico

5.5 Distribución de modelos según el país de fabricación

Por último, se analizarán los datos obtenidos en base al país de fabricación, mostrados en la gráfica 8. Este análisis permite entender mejor la distribución geográfica de la producción de equipos de climatización, identificando tanto los líderes del mercado como las regiones en crecimiento. Información crucial para diseñar estrategias de mercado, identificar oportunidades de negocio y comprender la dinámica competitiva en el sector.

A primera vista se puede apreciar como el principal país donde se fabrican la mayor cantidad de UTAs es Italia, representando una quinta parte del total. Esto sugiere una fuerte industria de climatización en el país, debido a una combinación de factores como la necesidad debida al clima, tecnología avanzada, políticas favorables, entre otros. Tras Italia se puede ver como el resto de los países europeos se sitúan todos en un rango parecido.

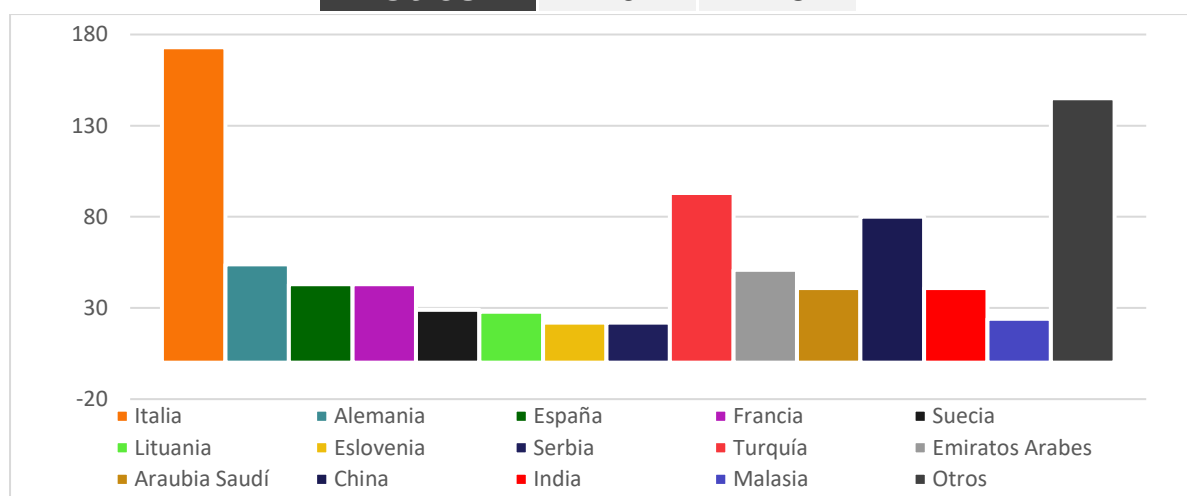
Los otros dos países por destacar como fabricantes de equipos son China y Turquía. Motivos de esta alta participación de ambos países pueden ser la existencia de un mercado emergente con un alto crecimiento en la producción, capacidad de producción en masa y costes más bajos.

En general se puede apreciar como la fabricación de equipos de climatización está distribuida en muchos países, reflejando un mercado globalizado y diversificado.

Países como Turquía, China, Arabia Saudí y Emiratos Árabes, muestran una significativa participación, lo que indica un crecimiento y expansión en sus capacidades de producción.

Países europeos como Alemania, España y Francia mantienen una presencia estable, lo que puede estar relacionado con su tradición industrial y tecnológica.

País	%	NU
Italia	20	173
Alemania	6	54
España	5	43
Francia	5	43
Suecia	3	29
Lituania	3	28
Eslovenia	2	22
Serbia	2	22
Turquía	10	93
Emiratos Árabes	6	51
Arabia saudí	5	41
China	9	80
India	5	41
Malasia	3	24
Otros	16	145



Gráfica 8. Representación de la UTAs según su país de fabricación

6. Conclusiones

Durante la realización de este estudio, se ha puesto de manifiesto la relevancia de las normas EN 13053 y EN 1886, así como del reglamento UE nº 1253/2014 sobre el diseño ecológico, en la evaluación y clasificación de las unidades de tratamiento de aire y de las unidades de ventilación no residenciales. Estas normativas son fundamentales para garantizar que los equipos cumplan con estándares estrictos de eficiencia energética, calidad y sostenibilidad. Esto no solo beneficia a los usuarios finales, sino que también contribuye a los objetivos más amplios de reducción de emisiones y conservación de recursos energéticos. El cumplimiento de estas normas es, por tanto, esencial para avanzar hacia un futuro más sostenible en el sector de la climatización y ventilación

A lo largo del proyecto, se ha evidenciado que las normas europeas para climatizadoras presentan una terminología y simbología complicadas. Esta complejidad se debe, en parte, a una falta de terminología unificada y adecuada en todas las normas. Como resultado los técnicos y fabricantes pueden enfrentar dificultades para interpretar y aplicar correctamente los criterios de diferentes normativas. Este obstáculo no solo entorpece el cumplimiento normativo, sino que también puede generar inconsistencias en la evaluación y certificación de equipos.

El programa de certificación Eurovent, utilizado en el estudio de mercado, basa sus clasificaciones únicamente en las clasificaciones proporcionadas por la norma EN 1886. Sin embargo, no considera la norma EN 13053, la cual ofrece parámetros y clasificaciones adicionales cruciales para una evaluación exhaustiva de las UTAs. La inclusión de la norma EN 13053 en el proceso de certificación proporcionaría una visión más compleja y precisa de las prestaciones y eficiencia de los equipos de climatización, mejorando así la calidad y confiabilidad de las clasificaciones realizadas.

A lo largo del proyecto, se ha observado como varias normas continúan utilizando reglamentaciones obsoletas. Un ejemplo claro es la persistencia de la clasificación de filtros según la norma EN 779, en lugar de la norma vigente EN 16890. Esta desactualización en la normativa puede llevar a evaluaciones incorrectas de los equipos, siendo esencial una actualización de la normativa que refleje los estándares actuales, garantizando así evaluaciones precisas.

Durante el estudio, no se ha encontrado reglamentación específica sobre el etiquetado energético para los equipos de climatización objetos de este proyecto. La única reglamentación identificada corresponde al etiquetado energético para unidades de ventilación residenciales, que no forman parte del enfoque de este trabajo. La ausencia de criterios claros de etiquetado para los equipos de climatización analizados representa una limitación significativa. La implementación de un

reglamento específico para el etiquetado energético en UVNR o UTAs permitirá a los consumidores tomar decisiones informadas y promovería la eficiencia energética en el sector.

La existencia de un marco normativo robusto es crucial para garantizar la calidad y sostenibilidad de los equipos de climatización. Normativas claras y actualizadas aseguran que los fabricantes cumplan con los estándares más recientes de eficiencia energética y rendimiento, contribuyendo así a la reducción del consumo de energía y las emisiones de carbono. Un marco regulatorio bien definido también fomenta la innovación y el desarrollo de tecnologías más avanzadas y sostenibles, impulsando el progreso en el sector de la climatización y beneficiando tanto a los consumidores como al medio ambiente.

Referencias

European Committee for Standardization. (2021). UNE-EN 13053:2021 – Ventilation for buildings – Air Handling Units – Rating and performance for units, components and sections. Brussels: CEN

European Committee for Standardization. (2007). UNE-EN 1886:2007 – Ventilation for buildings – Air Handling Units – Mechanical performance. Brussels: CEN

European Committee for Standardization. (2014). UNE-EN 1751:2014 – Ventilation for buildings – Air Handling Units – Aerodynamic testing of dampers and valves. Brussels: CEN

European Committee for Standardization. (2016). UNE-EN ISO 16890-1:2016 - Air filters for general ventilation - Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM). Brussels: CEN.

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2021). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Madrid: Gobierno de España.

European Commission. (2014). Reglamento (UE) n.º 1253/2014 de la Comisión de 7 de julio de 2014 por el que se aplican la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación. Official Journal of the European Union, L 337/8.