

Calidad del aire. Infiltraciones, el aire no controlado



Débora Serrano García
Doctor Arquitecto.
Termógrafo Nivel I por ITC
Israel Brioso Palmero
Arquitecto.
Termógrafo Nivel II por ITC

Apoyándonos en un caso real desarrollado por ARQUIGÉS Peritaciones, sobre el estudio realizado en 2015 de la calidad del aire en un recinto, vamos a analizar cuál es el procedimiento para determinarlo y vamos tomarlo de referencia para saber cómo debemos considerar las infiltraciones que se producen a través de la envolvente de los edificios. Para desarrollarlo de este estudio necesitamos los siguientes equipos instrumentales de control y medida, así como un equipo humano con la formación necesaria para su correcto uso e interpretación.

Nuestro objeto de estudio será una sala de uso docente en planta baja, orientada al sureste. La sala dispone de dos puertas de entrada a la misma desde el pasillo y el frente opuesto está formado por varios ventanales con persianas.

La sala cuenta con sistema de calefacción por radiadores. La ventilación se produce a través de dos shunt colocados junto a cada una de las puertas de entrada respectivamente. La salida de los mismos al exterior se realiza mediante chimenea con aspirador estático.

BLOWER DOOR		
MARCA. MODELO	<u>Retrotec</u> . 1000	
VENTILADOR. RANGO DE MEDIDAS	8 m³/h a 10.700 m³/h	
DISPOSITIVO DIGITAL DE CONTROL	DM-2	
SOFTWARE	<u>Retrotec FanTestic</u> 5.5.5	
CÁMARA TERMOGRÁFICA		
MARCA. MODELO	<u>Flir</u> E50bx	
SENSIBILIDAD	< 0.045 °C	
RESOLUCIÓN	240x180 píxeles	
TERMOHIGRÓMETRO		
MARCA. MODELO	<u>Extech</u> MO297	
EQUIPO ARQUIGÉS		
Débora Serrano García	Doctor Arquitecto. Termógrafo ITC I. Mediadora en Arquitectura, Urbanismo y Edificación	
Israel Brioso Palmero	Arquitecto. Termógrafo ITC I. Máster en Peritación, Reparación e Intervención en Edificios	
Carlos Rodríguez Jiménez	Doctor Ingeniero de la Edificación. Máster en Gestión de la Edificación. Profesor Titular USE	
Francisco Hidalgo Angulo	Arquitecto Técnico. Termógrafo ITC I. Máster en auditorías y Certificación Energéticas	

Imagen 1.



Foto 1. Imagen general de la sala

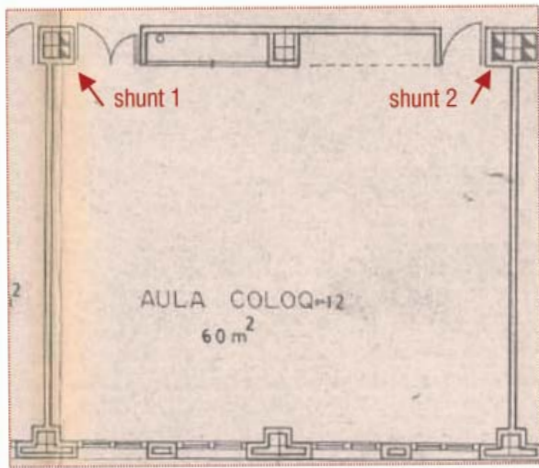


Imagen 2. Planta de la sala con la posición de los shunt.

Volumen	163,4 m ³
Altura respecto rasante	0,6 m
Área	60 m ²
Área de envolvente	198 m ²
Exposición al viento	Edificio altamente protegido

Tabla 1. Características del recinto

PROCEDIMIENTO

En primer lugar realizamos un "Test de Hermeticidad o Estanqueidad". Se trata de un ensayo encaminado a determinar el nivel de permeabilidad de la envolvente del recinto, mediante la presurización o la despresurización del mismo.



Foto 2. Equipos Blower Door y Cámara Termográfica



Imagen 3. Circulación del aire durante la prueba de estanqueidad Blower Door

Mediante el empleo de un potente ventilador, acoplado generalmente a la puerta principal del espacio en cuestión, analizamos su hermeticidad.

Ensayo no destructivo y en tiempo real permite medir las renovaciones/hora debidas a la falta de estanqueidad, y localizar las infiltraciones mediante termografía para su sellado.

Para definir cuál es el nivel de estanqueidad de un edificio/recinto se utiliza el ratio de renovaciones/hora cuando el edificio o recinto se somete a una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 50 Pa, conocido como **n50** (concepto similar al valor de referencia para vehículos de consumo/100 Km).

El cálculo se desarrolla mediante varios Métodos de presurización, por medio de un ventilador, en cada uno de los apartados descritos en la norma UNEEN 13829 2002.

Método A, ensayo de un edificio en uso: la condición de la envolvente de un edificio deberá representar su condición durante la temporada en la que se usa el sistema de calefacción o frío.

Método B, ensayo de la envolvente del edificio: cualquier abertura intencionada, realizada en la envolvente del edificio, debe ser cerrada o sellada, tal como se especifica en la Norma UNE.

NIVEL DE ESTANQUEIDAD	UNIFAMILIAR	MULTIFAMILIAR TERCARIO
Alto	< 4	< 2
Medio	4 a 10	2 a 5
Bajo	> 10	> 5

Tabla 2. Valores de n50 (renovaciones/h) para diferentes niveles de estanqueidad (EN ISO 13790:2004¹ anexo G)

ENSAYOS Y ANÁLISIS

Determinación del número de renovaciones/hora de la envolvente (Método B)

Se procede al sellado de las dos rejillas de ventilación. El conjunto de medición se realiza despresurizando el recinto. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Flujo de aire a 50 Pa, V50 [m ³ /h]	1798,5
Renovaciones 50 Pa, n50 [/h]	11,01
Permeabilidad a 50 Pa, q50 [m ³ /h/m ²]	9,0836
Fuga específica 50 Pa, w50 [m ³ /h/m ²]	33,0311

Tabla 3. Valores de la medición por el método B

Según se indica en la gráfica, el valor **n50** obtenido es de **11,01 renovaciones/hora**, luego hablamos de un recinto de **estanqueidad baja**.

Determinamos la superficie de apertura equi-

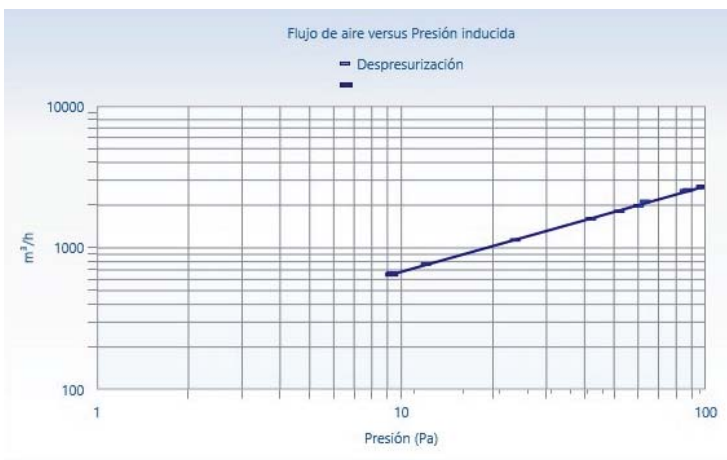


Imagen 4

valente (cm²) a una diferencia de presión de 4Pa:

Flujo de aire a diferencia de presión 4 Pa (m ³ /h)	390
Apertura de infiltraciones equivalente (cm ²)	687,82

Tabla 4

Es decir con unas diferencias de temperatura exteriorinterior pequeñas (<3°C) y velocidad de viento baja, **la envolvente del recinto** presenta una apertura equivalente de **687,82 cm²**.

Si consideramos que no se ha sellado la holgura inferior de una de las puertas, con lo que si tenemos en cuenta las dimensiones de dicha rendija: 120 cm², la entrada de aire por envolvente será de 567,82 cm².

Determinación del número de renovaciones/hora del aula en uso (Método A)

Debido al mal estado del shunt 1, para la realización de este ensayo se ha considerado únicamente el shunt 2 como sistema de ventilación, por lo tanto se dejará este primero sellado. La medición se realiza presurizando el recinto.

¹ EN ISO 13790:2004 se encuentra derogada. Actualmente la norma en vigor es EN ISO 13790:2011. Esta no recoge la relación del anejo G, no haciendo referencia en ningún otro apartado.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Flujo de aire a 50 Pa, V50 [m³/h]	2417,6
Renovaciones 50 Pa, n50 [/h]	14,80
Permeabilidad a 50 Pa, q50 [m³/h/m²]	12,20
Fuga específica 50 Pa, w50 [m³/h/m²]	44,3997

Tabla 5. Valores de la medición por el método A

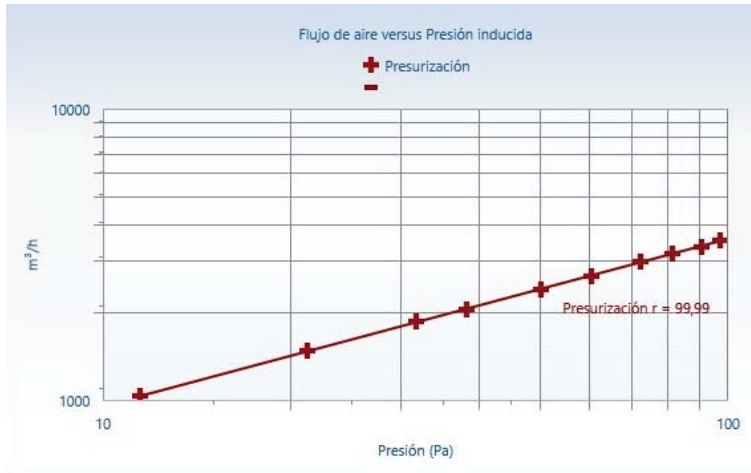


Imagen 5

Según se indica en el gráfico, el valor **n50** obtenido es de **14,80 renovaciones/hora**, luego hablamos de un recinto de **estanqueidad baja**.

COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE S/RITE

Según el RITE, para este tipo de recintos do-

centes, debemos considerar un nivel de exigencia de la calidad del aire correspondiente a IDA 2: IT 1.1.4.2. Exigencia de calidad del aire interior UNEEN 13779 2008.

IDA 2: Aire de buena calidad²

De los diferentes métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación, utilizamos el método indirecto del cual conocemos el número de usuarios:

	Método indirecto de caudal de aire exterior por persona	Método directo de calidad del aire percibido, basado en el informe CR 1752 (método olfativo)	Método directo por concentración de CO ₂	Método directo por concentración de CO ₂	Valores por defecto	Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie
Categoría	dm³/s por persona	dp (decipols)	ppm	ppm (concentración de CO ₂)	Valores por defecto	dm³/(s•m²)
IDA 2	12,5	1,2	1,2	400...600	500	0,83

Tabla 6

² Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

El número de ocupantes del aula se estima en 30, luego se obtiene un caudal de aire exterior necesario de $375 \text{ dm}^3/\text{s}$ (**$1350 \text{ m}^3/\text{h}$**).

Del ensayo para la determinación del número de renovaciones/hora del aula en uso (Método A) consideramos el caudal de ventilación a una diferencia de presión de 4 Pa, el cual representa una situación "normal de uso". El valor obtenido es de **$580 \text{ m}^3/\text{h}$** , valor muy inferior al exigido en RITE, representando un **42,96%** de la ventilación necesaria en el recinto para el uso y ocupación del recinto.

Como se ha comentado anteriormente, el aula cuenta con dos shunt, pero debido al estado del shunt 1, se prescinde de él en el cálculo ya que su funcionamiento no garantiza resultados. A pesar de ello, los técnicos que suscriben entienden no sería suficiente a pesar de estar en correcto estado, ya que la diferencia entre ambos valores es importante:

Método indirecto s/RITE	s/ensayo (Método A)
1350 m^3/h	580 m^3/h

Tabla 7. Caudal de renovación

Si comparamos las gráficas de cada uno de los ensayos, vemos el incremento de flujo producido por la apertura del shunt.

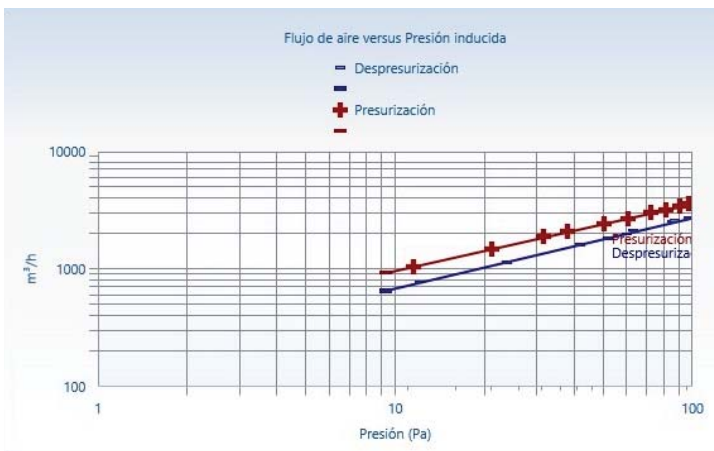


Imagen 6

El paralelismo entre las dos rectas indica el volumen de aire procedente del shunt que refleja la diferencia entre la aplicación del método A y el método B.

Localización de zonas de infiltraciones de aire

A continuación se muestra las imágenes termográficas (termogramas) más representativas como ejemplos de la identificación de las infiltraciones mediante esta técnica. Estas imágenes se obtuvieron con el ventilador en modo "velocidad de cruce" para una presión de 50 Pascales.

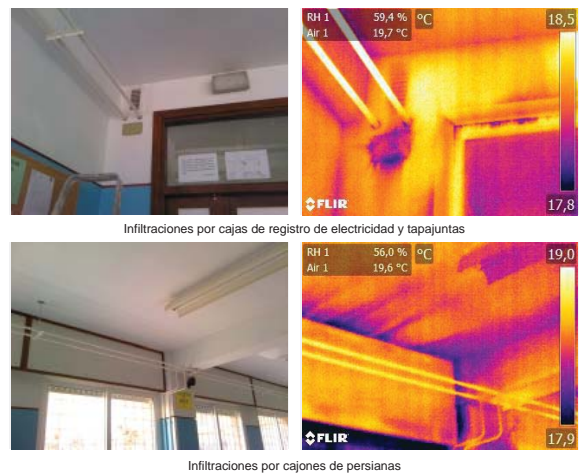


Imagen 7

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tras realizar la inspección termográfica, que nos ha permitido detectar dónde se están produciendo las entradas de aire no controladas, y el Test de infiltraciones según los métodos A y B que marca la Norma podemos analizar los resultados obtenidos.

- El valor de renovaciones/hora de referencia a 50 Pa (n50) de la envolvente con la sala en uso (incluido shunt de ventilación) es de 14,80 renovaciones/hora clasificado como estanqueidad baja.
- El valor de renovaciones/hora de referencia a 50 Pa (n50) de la envolvente es de 11,10 renovaciones/hora clasificado como estanqueidad baja.
- No cumple el caudal de ventilación mínimo exigido por RITE con el sistema de renovación actual y por tanto las exigencias de calidad del aire interior según UNEEN 13779 2008. Es necesario un aporte extra de ventilación mecánica para cumplir la normativa.
- La envolvente presenta, para una presión de 4Pa (situación normal de uso), una apertura con una superficie equivalente de 687,82 cm².

PLANTEAMIENTO

A partir de este estudio sobre un caso real nos podemos plantear la siguiente cuestión:

¿Se pueden considerar las filtraciones por la envolvente como un aporte a la ventilación del edificio?

Exigencias del RITE

Si tenemos en cuenta la exigencia del RITE en su apartado IT 1.1.4.2.1 Exigencia de calidad del aire exterior. Generalidades. Nos dice:

En todos los edificios, excepto vivienda, se dispondrá un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal del aire exterior que evite,

en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes. (No se especifica si dicha ventilación deberá ser natural o forzada).

De acuerdo con la IT 1.1.4.2.2 Exigencia de calidad del aire interior UNEEN 13779 2008, en el caso de estudio que nos encontramos, aulas de enseñanza, la exigencia será IDA 2, aire de buena calidad.

Para el cálculo de los caudales necesarios para la correcta ventilación de los espacios debemos remitirnos a la IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación. En dicha instrucción se expone que existen 5 métodos para el cálculo del caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar la categoría IDA exigida en cada caso.

De los diferentes métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación, utilizamos el método indirecto, al igual que en el caso de estudio, del cual podemos conocer el número de usuarios y el cual nos establece un valor comparativo de dm³/s que nos interesa.

El RITE establece también cuales deben ser los requisitos que debe cumplir el aire procedente del exterior en la IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación. Indica que, independientemente de la calidad del aire exterior, se obliga a la colocación de filtros en diferentes posiciones respecto a la unidad de tratamiento.

Análisis

Cómo calcular la ventilación natural que se está produciendo ¿Puede, el caudal mínimo de ventilación, obtenerse (total o parcialmente) a través de las infiltraciones de aire de la envolvente? A través de la prueba "blower door" podemos obtener el nivel de infiltraciones de la envolvente. Según la norma UNEEN 13829 2002, aplicando el método descrito como Método A y a una presión de 4Pa como valor de referencia (sin viento) en el exterior, SI, podemos determinar la cantidad de aire que es infiltrada desde el exterior a través de la envolvente. El uso de este

caudal de aire exterior en el cálculo de los equipos necesarios de ventilación nos daría como resultado un equipo en consumos y mantenimiento.

¿Y el aire infiltrado se puede considerar a efectos de cálculo? De la lectura literal del RITE el aire infiltrado NO se puede considerar a ningún efecto ya que dicho aire no está filtrado. ¿Siempre es necesario filtrar cualquier tipo de aire? Por esa misma regla de tres, no tiene sentido instalar ventanas practicables ni contar con una renovación natural de aire a través de los huecos practicados en la envolvente. Se condiciona desde origen el uso, el diseño y los costes de instalación y mantenimiento.

En casos reales analizados, hemos obtenido una tasa de infiltración de aire del 43%, en entornos con una calidad del aire muy buena. Si somos conscientes del ahorro económico y energético que supondría incorporar estos caudales de ventilación natural en los cálculos, justificando la solución adoptada, podríamos ajustar el dimensionado de nuestras instalaciones.

CONCLUSIÓN

La conclusión más significativa a la que podemos llegar es que el concepto "estanqueidad de un recinto" choca frontalmente con la "calidad del aire interior" de forma natural. Será necesario dotar al edificio de un sistema de ventilación mecánica que cubra la exigencia de la norma. Sin embargo, calcular una instalación de ventilación sin tener en cuenta ningún tipo de ventilación natural o infiltraciones provoca un sobredimensionamiento de la instalación con los costes que ello conlleva. Por el contrario, si se considerara la infiltración que se produce de forma natural en el edificio, se podrían producir ahorros importantes de hasta el 50% que repercutiría en los equipos, la potencia contratada y los consumos, así mismo, dotar de sistemas de ventilación controlados como los shunt puede ayudarnos a garantizar esa ventilación necesaria reduciendo al máximo las instalaciones de ventilación.

Esos cálculos de ventilación natural podemos realizarlos a través del "Test de infiltraciones

Blower Door" permitiéndonos mejorar las condiciones de la envolvente y determinando los parámetros de ventilación existente en los recintos.

OTRAS APLICACIONES

Localizar las infiltraciones de aire no controladas o determinar el nivel de ventilación de un recinto son sólo un ejemplo de las múltiples aplicaciones del Test Blower Door con el apoyo de la cámara termográfica. Exponemos a continuación algunas de otras aplicaciones de estas técnicas:

- Protección contra incendios
 - Verificación de la estanqueidad de salas con equipos informáticos,
 - Comprobación de los equipos de ventilación necesarios reales en espacios altamente protegidos, escaleras contra incendios presurizadas, para evitar la propagación de humos a través de las mismas.
 - Comprobación de las condiciones de seguridad de la envolvente de espacios confinados como salas de transformadores, necesarias para la contención de las llamas.
- Passive house
 - Certificar la estanqueidad de la envolvente.
- Comprobar y certificar, las renovaciones de aire a través de la envolvente, justificando la normativa de aplicación, frente a la administración, en los casos de vivienda, locales comerciales, etc.
- Informes o dictámenes periciales sobre las condiciones de confort o de calidad de la envolvente para aportar a un procedimiento judicial.
- Cálculo real de las Certificaciones Energéticas a través del parámetro n50, número de renovaciones/hora.■