

MÉTODO CORTO PARA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PENETRACIÓN DE HUMEDAD EN UNIDADES DE DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO

Atilio Federico Garzón
Unidad Técnica Habitabilidad, INTI-Construcciones
Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Prov. Buenos Aires, ARGENTINA
Fax: (011) 4753-5784 - E-mail: agarzon@inti.gob.ar

RESUMEN: En este trabajo se presenta el “ensayo climático corto” para unidades de doble vidriado hermético, descrito en las normas europeas UNE-EN 1279-6:2002 Anexo B 4.2, mencionando que no viene a reemplazar al ensayo largo. Se enumeran posibles ventajas de la implementación del mismo para complementar el control de calidad en la fabricación. Se propone un método de ensayo comparativo para verificar si los valores obtenidos cumplen con el requisito propuesto por la norma UNE-EN 1279-6:2002.

PALABRAS CLAVE: Doble vidriado hermético, DVH, Ensayo climático corto, índice de penetración de humedad, IRAM 12598-2.

INTRODUCCIÓN

¿Que relación tiene la utilización de unidades de doble vidriado hermético (DVH) con el ahorro energético? Un vidrio simple posee un coeficiente de transmitancia térmica $K=5.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ siendo éste un valor 3 veces superior al de un muro de ladrillo común de 30 cm de espesor, por lo tanto a igualdad de superficies, y por cada grado de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, a través del vidrio se perderá tres veces más energía que a través del muro.

Una solución a esta situación es la de reemplazar los vidrio simples por unidades de doble vidriado hermético (DVH), con ello el coeficiente K puede bajar a aproximadamente a $3 \text{ W/m}^2\text{K}$, que sigue siendo un valor alto. Existen técnicas que mejoran el rendimiento del DVH, que surgen de considerar las propiedades espectrales del vidrio y el contenido de la cámara de aire.

Según está definido en la Norma IRAM 12598-1:2005, un doble vidriado hermético es un conjunto formado por dos vidrios planos paralelos, separados por un espaciador metálico, herméticamente sellado a lo largo de todo su perímetro y mecánicamente estable que encierra en su interior una cámara estanca de aire deshidratado. El espaciador metálico es un tubo hueco utilizado para separar los paños de vidrio y es el que define el ancho de la cámara de aire. En el interior del espaciador se ubica un desecante (tamiz molecular desecante), cuya función es la de reducir la presión parcial de vapor de agua de la cámara de aire. El desecante toma contacto con el aire húmedo del interior de la unidad de DVH, a través de los orificios que posee el espaciador metálico. Ver Figura 1.

La unidad se completa con los selladores perimetrales, que son los que permiten conseguir la estanquidad de la cámara de aire. Existe un sellador primario de poliisobutileno o caucho butílico, denominado “butilo”, que posee propiedades mecánicas de cohesión y adherencia tanto al vidrio como al espaciador metálico, siendo su principal función la de actuar como barrera de vapor. Mientras que para el sellado exterior (sellador secundario), se utilizan distintos productos, que pueden ser: silicona, polisulfuro o “hot-melt”, que ofrecen propiedades mecánicas a todo el conjunto.

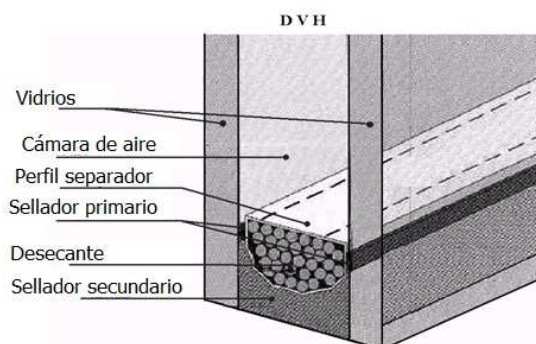


Figura 1: Detalle constructivo de un doble vidriado hermético

Uno de los requisitos que debe cumplir una unidad de DVH, es el valor del índice de penetración de humedad (I). Este índice representa la relación entre la cantidad de vapor que ingresa después de ser sometido a las condiciones normalizadas de exigencia y la máxima capacidad de absorción remanente del material desecante. En este sentido, la norma IRAM 12598-2 establece que las unidades de DVH que se ensayen según deben poseer un índice de penetración, determinado sobre cinco muestras, de 0,20 como máximo y que cada una de ellas debe poseer individualmente un índice de penetración I que no exceda a 0,25.

El método normalizado, la relación que existe entre el índice calculado y la constante de tiempo fueron descritos en el trabajo presentado en ASADES por los ingenieros Volantino y Cornejo, donde se concluye que: "...Esta determinación (el índice I) es muy necesaria para contar con una información referida al proceso de sellado y su posterior comportamiento en la aplicación real. La factible ocurrencia de fenómenos de condensación en un DVH, acarrea no sólo un problema de tipo estético (su transmisión visible disminuye en un 20%), sino que también se ve afectado su aislación térmica, ya que la misma puede disminuir en forma importante y por lo tanto, mayores serán las pérdidas energéticas por su superficie. El método presentado (Ensayo largo) permite conocer un índice que se encuentra vinculado a la calidad de fabricación del producto. También posibilita estimar el tiempo de vida útil del mismo una vez instalado en un edificio"[1].

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ENSAYO LARGO

El ensayo de determinación del índice de penetración de humedad tiene como objetivo medir la cantidad de vapor de agua absorbido por el tamiz molecular (desecante) que penetra en la cámara de aire de la unidad de DVH, en primer lugar se mide la cantidad inicial de vapor de agua que contiene el desecante y también la máxima capacidad de absorción del mismo, luego se someten las probetas a exigencias climáticas en dos etapas (ciclado frío/calor y temperatura y humedad constante). Ver Figura 2.

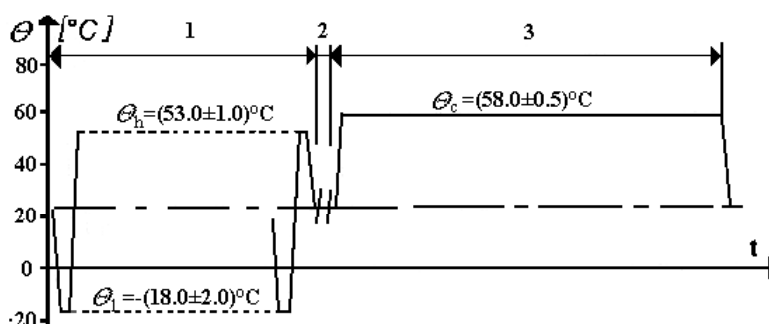


Figura 2: Ensayo largo completo, 1 hace referencia a la etapa de ciclado, 2 al periodo utilizado para desplazar los DVH de una cámara a otra y 3 es el periodo de temperatura y humedad relativa constantes.

Previo a someter al maltrato climático es necesario un almacenado de dos semanas como mínimo, a 23 °C y 50%HR para el fraguado (curado) total de los polímeros utilizados como selladores.

La primera etapa, ciclado frío/calor, consiste en 56 ciclos de 12 horas (28 días) que van de 53°C a -18°C con mesetas de 1 hora y rampas de 5 horas (14 °C/hora), a alta humedad (95 %HR) durante la meseta superior. Ver figura 3.

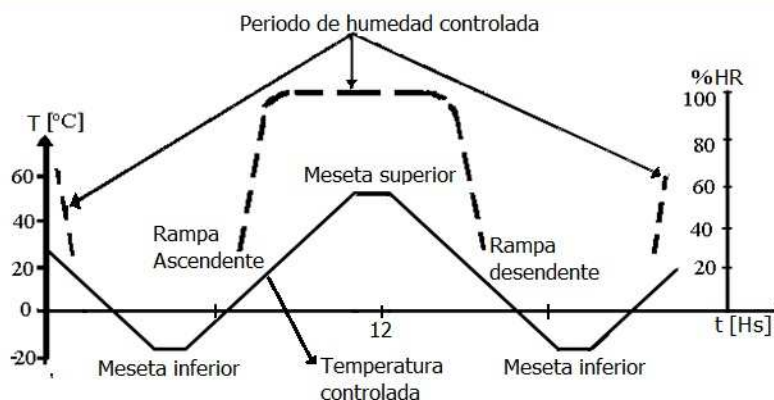


Figura 3: esquema de un ciclo de la primera etapa

La segunda etapa, a temperatura y humedad constante, consiste en 1176 horas (49 días) a 58 °C y 95 %HR. Luego de este maltrato se mide la cantidad de vapor que ingresó a la cámara de aire y que fue absorbido. Con los datos obtenidos se deben calcular el índice de penetración (I), según la formulas descritas en la norma. El resultado del calculo del índice de penetración I debe ser de 20% (0,20) como máximo y además, cada una de las probetas no debe exceder el 25% (0,25) individualmente.

Resumiendo: En total son necesarios como mínimo 91 días para ejecutar el ensayo sin contar “tiempos muertos” que puede producirse entre etapa y etapa. La norma IRAM 12598-2 contempla la utilización de 15 unidades de DVH para la determinación del índice, cuya fabricación corresponde a una misma producción. Las muestras a ensayar se componen de dos paños de 4 mm de vidrio float transparente de 502 mm de longitud y 352 mm de ancho con un perfil espaciador de 12 mm (que determina el espesor de la cámara de aire).

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO CLIMÁTICO CORTO

El ensayo corto (Ic) se encuentra descrito en la norma UNE-EN 1279-6:2002 Anexo B 4.2, toma el mismo método que el ensayo largo, prescindiendo del ciclado y acortando la etapa de temperatura y humedad constante. Además son necesarias menos probetas.

Según lo descrito en la norma se deben someter a 2 probetas de DVH similares a las utilizadas en el ensayo largo a 21 días a 58 °C y 95 %HR, (previo almacenado de 14 días), para medir la penetración, y dos para medir el contenido inicial de humedad.

En total son necesarias 5 probetas, la quinta es de repuesto o se utiliza para determinar la capacidad máxima de absorción.

El resultado del índice debe ser menor a 8,5 % (0.085), esta dato lo suministra la norma UNE-EN 1279-6:2002 Anexo B 4.1.

APLICACION DE LA NORMA IRAM ACTUAL

Actualmente los *organismos de certificación* solicitan a las empresas fabricantes de DVH (que voluntariamente se someten a la certificación bajo norma IRAM 12598:2005) a ejecutar cada 2 años el ensayo largo, como requisito para obtener el certificado de fabricación bajo norma. Es precisamente cada dos años que se renueva el certificado, lo que implica la revisión del sistema de calidad y ensayos, o sea que cada 2 años los fabricantes tienen información concreta de la calidad del producto que elaboran, en las revisiones intermedias se realizan ensayos de planta que, si bien son una buena herramientas para el control rutinario de los insumos y sectores de producción, no evalúan la unidad en su conjunto. Se propone el ensayo corto no como reemplazo del largo si no como complemento de éste, ya que se podría aumentar la frecuencia, realizando dos ensayos cortos en el intervalo de dos ensayos largos, o bien cuando existan cambios de material relevante, como por ejemplo marca de desecante, tipo y/o marca de sellador secundario. De esta manera el método de ensayo corto podría arrojar datos del estado de fabricación y alertar de posibles desviaciones a los responsables de calidad, preservando el estándar de fabricación exigido por norma, que lleva a obtener el beneficio de ahorro energético que implica la utilización de unidades de DVH.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ensayo Largo	Curado	Ciclado				T y %HR Cte.							
Ensayo Corto	Curado	T y %HR Cte.											

Figura 4: Comparativo de duración de ambos ensayos

ENSAYO COMPARATIVO PROPUESTO

Al exponer las probetas a un maltrato menos severo la penetración de vapor de agua será menor, pasando el índice de 0.20 a 0.085, según lo estipulado por las normas. La pregunta que surge es si un método reemplaza a otro: la respuesta es no. El método corto carece de ciclado frío/calor, con lo que las posibles problemas surgidos por la dilatación y contracción de los polímeros, surgidos por el ciclado no se manifiestan en el ensayo corto.

La experiencia que actualmente nos encontramos desarrollando, de las cuales tenemos resultados preliminares, es que una comparación entre un método y otro, ya que es de esperar que si unas probetas superan un ensayo deberían superar el otro.

La metodología empleada para realizar el ensayo comparativo entre método corto y largo consiste en desarrollar un ensayo largo, para cada tipo de sellador secundario, e intercalar las probetas del ensayo corto. Se detalla el cronograma del ensayo.

- 1) Se ordenan al fabricante las 15 muestras solicitadas por la norma IRAM 12598-2 más 2 que se utilizaran en el ensayo corto. Se solicitan solo 2 ya que el resto de la información utilizada en el ensayo corto se obtendrá del largo (contenido inicial de vapor de agua en el desecante y capacidad máxima de absorción del desecante).
- 2) Al recibir las muestras en el laboratorio se almacenan las 17 probetas.
Se mide el contenido inicial de humedad en el desecante y se inicia la medición de la capacidad máxima de absorción.
- 3) Luego de 14 días de almacenado se inicia la primer etapa del ensayo largo.
- 4) Luego de 28 días concluye la primera etapa del ensayo largo (ciclado frío/calor) y se inicia la segunda etapa a humedad y temperatura constante, en este instante se colocan las 2 probetas del ensayo corto.
- 5) A los 21 días de la segunda etapa se retiran las probetas del ensayo corto y se continúa con el ensayo largo. Se calcula el I_c de las probetas de ensayo corto. Ver figura 5.
- 6) Se concluye la 2da etapa tras 49 días a temperatura y humedad constante, se calcula el índice de penetración de vapor de agua I .
- 7) Se comparan el I_c y el I

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ensayo Largo	Curado		Ciclado				T y %HR Cte.						
Ensayo Corto	Curado						T y %HR Cte.						

Figura 5: Ejecución de ambos ensayos simultáneamente, para probetas de un mismo fabricante



Figura 6: Probetas de DVH en almacenamiento

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

Para desarrollar el ensayo largo y el corto, se deberá contar con: vasijas de porcelana de 70 ml de capacidad con tapa ("crisoles"), una cámara climática que permita llegar a las temperaturas requeridas (-18 °C y 58 °C) (Figura 6) con posibilidad de controlar la humedad, un horno para secado del desecante (1000°C) (Figura 7), una mufla para el sacado de los crisoles (150°C) (Figura 8) y una balanza digital con precisión de $\pm 0,001g$ (Figura 9), instrumentos para cortar los selladores y perfil de aluminio.



Figura 7: Cámara de climática Angelantoni



Figura 8: Horno de secado del desecante



Figura 9: Mufla para el secado de crisoles



Figura 10: Balanza utilizada para medir las masas de desecante y el vapor de agua capturado

CONCLUSIÓN

Existe un método de ensayo climático corto, descrito en la norma UNE-EN 1279-6:2002 Anexo B 4.2 que complementa al ensayo largo utilizado actualmente. Por razones de costos y tiempo se realiza con baja frecuencia el ensayo largo en las fabricas de DVH certificadas, el ensayo corto podría intercalarse entre ensayos largos o cuando se cambie un componente importante en la configuración del DVH para brindar la posibilidad de obtener datos sobre el estado de fabricación y alertar sobre posibles desviaciones en el sistema de calidad. Se esta experimentando con el ensayo corto para verificar si los valores obtenidos cumplen con el requisito propuesto por la norma UNE-EN 1279-6:2002 sobre muestras de DVH similares a las que ya han sido ensayadas con el ensayo largo y cuyo índice de penetración es conocido, el mismo se encuentra en desarrollo.

REFERENCIAS

[1] V. Volantino y E.Cornejo (2003). Determinación del índice de penetración de vapor de agua en un doble vidriado hermético y su constante de tiempo. ASADES 2003, 6

[2] IRAM 12598-2:2005 Doble vidriado hermético Parte 2: Determinación del índice de penetración de humedad. Requisitos y métodos de ensayo

[3] UNE-EN 1279-6:2002 Control de producción en fabrica y ensayos periódicos. Anexo B Ensayos e inspecciones periódicas. 4.2 Ensayo climático corto: muestreo y procedimiento de ensayo.

ABSTRACT

The present work shows the "short climate test" for DVH units, described in the UNE-EN 1279-6:2002 Annexe B 4.2 european standart, stating that it will not replace the long test. Possible advantages on the test use to complement the quality control on the production are enumerated. A comparative testing method is proposed to verify if the resultant values fulfill the standart UNE's proposed requisite .

KEYWORDS: Insulating glass unit, short Climatic test, index of penetration of dampness, IRAM 12598-2