

ENSAYO DE VENTANAS Y BALCONERAS

Se ha instalado en la Cátedra de Tecnología de Maderas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes una máquina de ensayos de ventanas y balconeras adaptada a la normativa española y europea.

La máquina en esencia consta de los siguientes elementos:

— Una cámara (1) con una abertura donde se fija perimetralmente la ventana a ensayar. Esta cámara está formada por paneles estancos de dimensiones adaptables a la de la ventana a ensayar, desde 600×1.000 mm. hasta de 2.750×3.000 mm.

— Un compresor de 8 barios y un ventilador compresor (G) de 1,5 kw, capaces de suministrar aire, con un caudal de hasta $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$ y de crear una diferencia de presión controlada entre el interior de la cámara y el exterior.

— Una bomba de agua (E) de 0,5 kw y unos dispositivos de conducción (6) y proyectores que permiten aplicar desde el interior de la cámara a la ventana de ensayo una película continua de agua a un caudal de hasta $23 \text{ l}/\text{min}$.

— Un manómetro en U (1 y 5) que permite medir la diferencia de presión entre las dos caras de la ventana, en un intervalo de 0 a 3.000 Pascales.

— Un manómetro de tubo inclinado (6) que permite medir la diferencia de presión entre las dos caras de la ventana, en un intervalo de 0 a 100 pascales.

— Dos caudalímetros de aire (3 y 4) que permiten medir el caudal del aire que entra en la cámara (que equivale al que sale a través de la ventana, para presión constante), uno de escala de $1-10 \text{ m}^3/\text{h}$ y otro de escala de 10 a $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

— Un caudalímetro de agua (2) que permite medir el caudal de agua que entra en la cámara, en una escala de $2,3$ a $23 \text{ l}/\text{min}$.

— Un dispositivo adicional que permite medir los desplazamientos frontales de la ventana hasta 10 mm. con precisión de la centésima de milímetro.

— Un dispositivo de presión variable (18) que permite establecer una cierta presión (o succión) durante un período preseleccionado y reducir repentinamente el valor a cero. El intervalo de tiempo de acumulación o pausa puede establecerse por medio de dos temporizadores en continuo (21) de 5 a 50 segundos.

— Un dispositivo de conmutación presión succión (17) regulado por medio de dos temporizadores en continuo (20) de 5 a 50 segundos.

Todos estos elementos permiten realizar los ensayos descritos en las normas UNE 85-214 (CEN EN⁽¹⁾ 42) Permeabilidad al aire. UNE 85-204 (CEN EN 77) Ensayos de resistencia al viento y UNE 85-206 (CEN EN 86) Ensayos de estanqueidad al agua bajo presión estática.

(1).— CEN: Comité Europeo de Normalización. Las normas que elabora este Comité (EN) son adoptadas obligatoriamente por todos los países europeos.

Para comprobar la calidad de las ventanas de madera se pidió a la Asociación Nacional de Fabricantes de Carpintería Industrializada, dos ventanas normales de su producción.

Las características de las ventanas eran las siguientes:

Ventana A: Dimensiones de las ventanas 1,20 × 1,20 m.

Sección del cerco 57 × 55 mm.

Perfiles con juntas de estanqueidad de neopreno y cámara de descompresión, excepto en los perfiles que forman la unión de las dos hojas.

Dos hojas practicables a la francesa de 67 × 43 mm. de sección.

Acristalamiento con cristal doble de 4 mm. y cámara de aire de 6 mm.

Ventana B: Dimensiones de las ventanas 1,20 × 1,00 m.

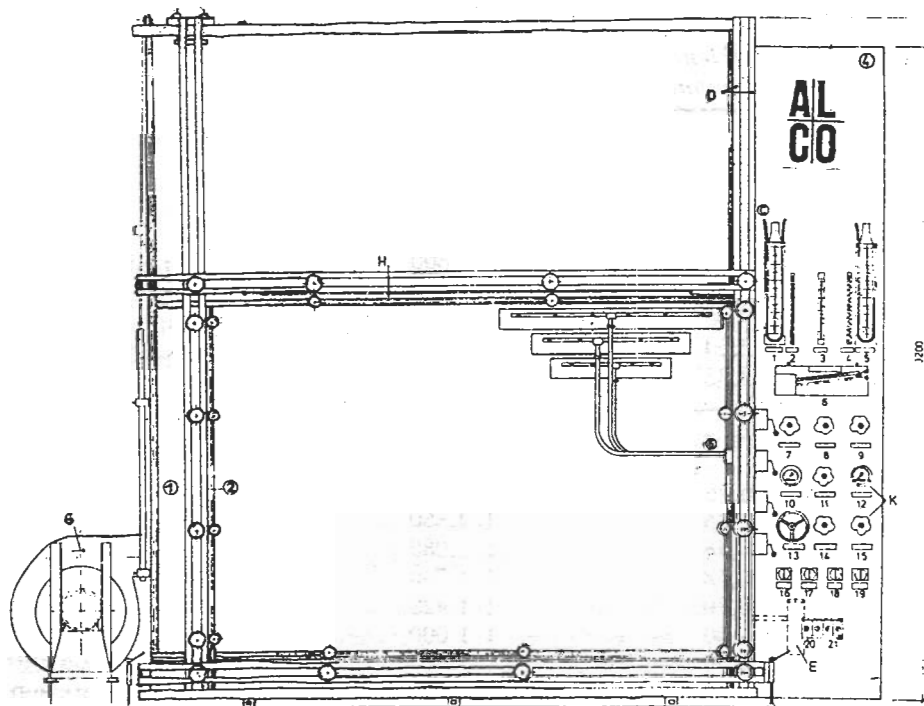
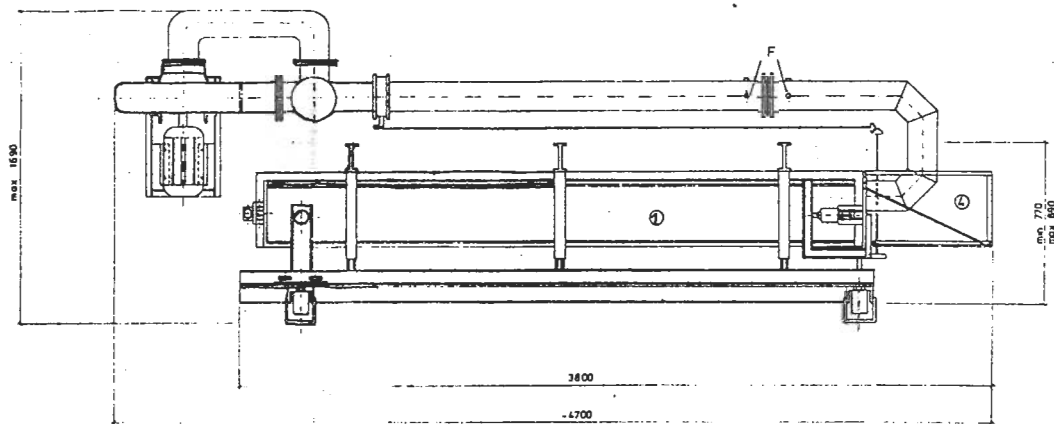
Sección del cerco 58 × 68 mm.

Perfiles con juntas de estanqueidad de neopreno y cámara de descompresión.

Dos hojas practicables a la francesa de 68 × 45 mm. de sección.

Acristalamiento con un vidrio de 4 mm.

Los ensayos se realizaron conforme a las normas citadas anteriormente (véase Boletín de AITIM n.º 101), obteniéndose los resultados que indicamos en la página siguiente.



ENSAYO

Ensayo de permeabilidad al aire.

<i>Diferencia de presión Pascales (Pa)</i>	<i>Permeabilidad de la ventana m³/h</i>	<i>Permeabilidad en m³/h por m² (m³/hm²)</i>
VENTANA «A»		
50	38	26
100	70	49
150	98	69
100	75	52
50	40	28
VENTANA «B»		
50	3,6	3
100	5,3	4,4
150	6,5	5,4
200	7,6	6,3
300	10	8,3
400	11	9,2
500	13	10,8
600	15	12,5
500	12,5	10,4
400	11	9,2
300	9	7,5
200	7,7	6,4
150	6,7	5,6
100	5,3	4,4
50	3,8	3,2

Ensayo de resistencia al viento.

<i>Diferencia de presión Pa</i>	<i>Desplazamiento frontal de la ventana mm.</i>	<i>Flecha por m. lineal de la ventana</i>
VENTANA «A»		
100	0,70	1/1.710
200	1,20	1/1.000
300	1,50	1/ 800
400	1,70	1/ 716
500	2,00	1/ 600
750	2,54	1/ 470
1.000	3,35	1/1.358
VENTANA «B»		
100	0,25	1/4.000
200	0,35	1/2.850
300	0,48	1/2.080
400	0,58	1/1.730
500	0,70	1/1.425
750	1,00	1/1.000
1.000	1,40	1/ 716
1.250	1,75	1/ 570
1.500	2,08	1/ 480

A.I.T.I.M.

ES UN EQUIPO
de colaboradores
técnicos al
servicio de las
industrias de la
maderaycorcho

A.I.T.I.M.

INVESTIGA
PLANEA
ACONSEJA
INFORMA

A.I.T.I.M.

DISPONE DE
LOS MEDIOS
QUE SU
INDUSTRIA
NECESITA

La presión del ventilador no permitía alcanzar diferencias de presión superiores a 1.100 Pa. (A causa de las elevadas pérdidas de aire a través de la ventana).

La ventana A se sometió a 50 ciclos de presión entre 0 Pa y 800 Pa. y a una presión de seguridad de 1.100 Pa. sin sufrir deterioros apreciables.

La ventana B se sometió a 50 ciclos de presión entre 0 Pa y 1.200 Pa y a una presión de seguridad de 2.400 Pa. sin sufrir deterioros apreciables.

— Ensayos de estanqueidad al agua bajo presión estática.

La ventana A se sometió a la acción del agua con un caudal de 2,8 l/min. (2 l/min y m² de ventana) y sin presión del aire, detectándose al cabo de 30 seg. una fuga de agua por la parte inferior de la unión de las hojas. Esta fuga se fue extendiendo por otras partes de la ventana.

La ventana B se sometió a la acción del agua con un caudal de 2, 4 l/min (2 l/min m² de ventana) sin presión del aire y durante 15 min. sin detectarse ninguna fuga de agua. Posteriormente, manteniendo el caudal de agua se la sometió a una presión de 50 Pa., detectándose a los dos minutos una pequeña fuga de agua en la parte inferior de la unión de las dos hojas. Al cabo de 5 min. se aumentó la presión del aire a 100 Pa. haciéndose más patente la fuga y extendiéndose a otros puntos de la ventana.

De acuerdo con los datos obtenidos y con las normas de clasificación siguientes:

UNE 85.213. «Ventanas. Clasificación de acuerdo con su permeabilidad al aire». UNE 85.213. «Ventanas. Clasificación de acuerdo con su resistencia al viento, bajo presión estática». UNE 85.212. «Ventanas. Clasificación de acuerdo con su estanqueidad al agua. Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 sobre condiciones acústicas en los edificios, se procedió a calificar ambas ventanas, obteniéndose los siguientes resultados:

— Permeabilidad al aire.

Ventana A: En el límite de la ventana clase A-1 (normal) y la ventana sin clasificación (fuera de norma). Sería necesario coger una nueva muestra para su clasificación definitiva.

Ventana B: Clase A-3 (reforzada).

— Resistencia al viento.

Ventana A: Clase V-2 (mejorada) si bien a causa de su elevada permeabilidad al aire no se ha podido seguir estrictamente la norma UNE señalada.

Ventana B: Clase V-3 (reforzada).

— Estanqueidad al agua.

Ventana A: Fuera de norma.

Ventana B: Clase E-1 (normal).

— Aislamiento acústico.

Ventana A: Independientemente del tipo de acristalamiento, el aislamiento acústico oscilará entre 12 y 15 dBA (según la clasificación definitiva de la permeabilidad al aire).

Ventana B: Dependiendo del tipo de acristalamiento el aislamiento será $13,3 \log e + 19,5$, en d BA, siendo «e» el espesor del acristalamiento en mm.

Para el caso más desfavorable de acristalamiento formado por una lámina de vidrio de 4 mm. el aislamiento acústico que se obtendría sería de 27,5 dBA.

— Aislamiento térmico.

El cálculo de las pérdidas de calor a través de una ventana, es el resultado de la suma de las pérdidas de calor por transmisión de los elementos de la ventana y las pérdidas de calor por la renovación del aire.

De acuerdo con las características técnicas de cada una de las ventanas y los resultados de los ensayos de permeabilidad al aire y de acuerdo con el procedimiento de cálculo indicado en el Decreto 1490/1975 sobre ahorro energético (B.O.E. de 11 de julio de 1975).

—Ventana A:

Coefficiente de transmisión del cerco

$$\frac{1}{K_1} = 0,16 + \frac{0,055}{0,15} K_1 = 1,89 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

siendo: **0,16** una constante
0,055 del grueso en m. del cerco y
0,15 coeficiente de conductividad térmica de la madera de resinosas.

Coefficiente de transmisión de la hoja

$$\frac{1}{K_2} = 0,16 + \frac{0,043}{0,15} K_2 = 2,24 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

siendo en este caso **0,043** el grueso de la hoja

Coefficiente de transmisión del cristal

$$K_3 = 3,38 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

(Coeficiente dado por Citav⁽¹⁾ al vidrio doble de 4 mm. con cámara de aire de 6 mm.).

Como la superficie que ocupa el cerco, las hojas y el cristal son aproximadamente del 12%, 18% y 70% respectivamente, el coeficiente de transmisión del calor de la ventana será:

$$K_v = \frac{12}{100} \times 1,89 + \frac{18}{100} \times 2,24 + \frac{70}{100} \times 3,38 = 3,00 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Para el cálculo de las pérdidas de calor por la renovación del aire, se supondrá una velocidad media del aire de 45 Km/h (equivalente a una presión de 100 Pascales).

Las pérdidas de calor por renovación del aire

$$K_r = 0,35 \times 50 = 17,5 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

siendo:

0,35 el calor específico del aire
50 el volumen medio del aire que se infiltra a la presión de **100 Pascales**, por unidad de superficie.

Por tanto las pérdidas totales de calor a través de la unidad de superficie A será de

$$K_v + K_r = 3,00 + 17,5 = 20,5 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

A la vista de los resultados, se puede asegurar que el diseño de los perfiles de la ventana es de gran importancia, así ambas ventanas tienen, por m², un volumen de madera muy similar, sin embargo los resultados de los ensayos son totalmente diferentes.

Por otra parte, es de destacar la contradicción que supone colocar vidrio doble a la ventana, con el

— Ventana B:

Coefficiente de transmisión del cerco

$$\frac{1}{K_1} = 0,16 + \frac{0,068}{0,15} K_1 = 1,63 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

siendo: **0,16** una constante
0,068 el grueso del cerco
0,15 coeficiente de conductividad térmica de la madera

Coefficiente de transmisión de la hoja

$$\frac{1}{K_2} = 0,16 + \frac{0,058}{0,15} K_2 = 1,83 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Coefficiente de transmisión del cristal

$$K_3 = 6,08 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

(coeficiente dado por Citav, al vidrio sencillo de 4 mm.)

Suponiendo que la superficie ocupada por cada elemento sea la misma que en el caso precedente, el coeficiente de transmisión del calor de la ventana será:

$$K_v = \frac{12}{100} \times 1,63 + \frac{18}{100} \times \frac{70}{100} \times 6,08 = 4,78 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

El cálculo de las pérdidas de calor por renovación del aire, se realizará bajo los mismos supuestos que en la ventana A.

$$K_r = 0,35 \times 4,4 = 1,54 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

siendo **0,35** el calor específico del aire
4,4 volumen medio del aire infiltrado a la presión de **100 Pa**.

Por tanto, las pérdidas totales de calor a través de la unidad de superficie de la ventana A será de

$$K_v + K_r = 6,32 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

consiguiente encarecimiento de su precio, sin haber conseguido limitar las pérdidas por infiltraciones de aire mediante un correcto diseño. En contra de lo que aparentemente debería ocurrir, tanto el aislamiento acústico como el térmico es muy superior (más del doble) en la ventana de cristal sencillo que en la acristalada con vidrio doble.

(1).— Citav: Centro de Información Técnica de Aplicaciones del Vidrio.