

# CARPINTERIA

## PUERTAS, VENTANAS

Por: Marco Antonio GONZALEZ Alvarez  
Ingeniero de Montes

### PUERTAS

La puerta tradicional de carpintería, de madera maciza, con uniones de caja y espiga, fabricada con sierra, cepilladora y escopeadora, y armada con colas animales, fue sustituida radicalmente, a mediados de los años cincuenta, por la puerta plana fabricada básicamente con tablero contrachapado. El desarrollo de los adhesivos y las técnicas del prensado de grandes superficies planas, permitieron reducir el tiempo de fabricación y por lo tanto el coste.

La puerta plana consta de un bastidor de madera maciza de unos 3 cms. de ancho, del alma y de dos paramentos de tablero contrachapado, aglomerado o fibras. Los tableros que forman las caras, se encolan simultáneamente al bastidor y al alma. En un principio el alma se componía de tiras de madera formando una celosía que cubría todo el espacio dentro del bastidor; también hubo algún sistema que empleaba tiras de chapas onduladas o enrolladas, o celosías de tablero de fibras. Sin embargo, las almas alveolares de papel y cartón han sustituido a los otros materiales, la razón fundamental ha sido el ahorro de la mano de obra del montaje del alma y la reducción del tiempo de fabricación.

Por razones de moda, se volvió a la fabricación de puertas en relieve, comenzándose por superponer molduras sobre las puertas planas, imitando los plafones de las puertas carpinteras. Aprovechando las puertas planas como base, se abrieron huecos en las que se insertaban piezas de tablero contrachapado o aglomerado recubierto, sirviendo las molduras de elementos de sujeción del plafón a la puerta base.

En la actualidad la puerta carpintera se fabrica con tablero aglomerado o alistonado, de forma que las chapas de maderas finas del rechapado, están montadas buscando la sensación óptica de que la puerta tiene los largueros y montantes de madera maciza. Los plafones son de tablero contrachapado

grueso, o aglomerado rechapado con chapas de maderas finas.

Las molduras que tapan las uniones de los plafones al bastidor son de madera maciza o de tablero de media densidad, moldurado y rechapado con chapas de maderas finas.

Esta técnica ha permitido abaratar el coste de fabricación de la primitiva puerta carpintera, a la vez que la dota de una gran estabilidad frente a pequeñas variaciones higrotérmicas.

La normalización de las dimensiones ha permitido la fabricación de grandes series a stocks, con la consiguiente automatización de las operaciones y la posibilidad de mantener la regularidad de la calidad a los niveles exigidos por las especificaciones. Las longitudes normales se fijaron en 210, 203 y 191 centímetros, sin embargo la práctica ha dejado la altura normal en 203 cm. Esta altura de puerta se combina con tres anchos: 82,5, 72,5 y 62,5 cm.; el primer ancho esencialmente para la puerta de entrada a pisos y el último para baño. Los gruesos normales son 35 mm. en las puertas de interior y 40 mm. en las de entrada a pisos.

Los ensayos definidos en las normas, buscan conocer el comportamiento de la puerta a lo largo de su vida de uso. Con el ensayo de resistencia a la acción de la humedad, que consiste en someter a las puertas a ciclos sucesivos de humedad alta y baja, se pretende reproducir en un mes diferentes condiciones que van a tener que soportar durante el uso. La comprobación de la planitud local, es decir de la rugosidad de las caras de la puerta, es esencial para detectar los defectos que se van a hacer visibles después del barnizado.

El ensayo de penetración dinámica indica la respuesta de la puerta a acciones punzantes como puede ser el golpe con un mueble. El choque exterioriza el buen encolado de los tableros de las caras con el alma, además de representar golpes producidos por el brusco cierre de la puerta, por ejemplo debido a una corriente de aire.

El ensayo de inmersión va a definir el com-

portamiento de la zona inferior de la puerta a la acción del agua, como puede ser la recibida durante sucesivos fregados del suelo en donde se encuentra la puerta.

En el caso de puertas carpinteras, el ensayo de flexión, que consiste en una acción, sobre una esquina de la puerta, con un peso de 50 kg. es esencial para ver la perfecta unión de los plafones del bastidor puesto que según actúen como un solo cuerpo o no, se tendrá el resultado del ensayo.

### VENTANAS

Una de las normas que tiene más importancia para el fabricante de ventanas es la de dimensiones.

Tener normalizadas las dimensiones significa poder fabricar a «stock» y por tanto programar series de gran número de elementos. Sin embargo, en la normalización de las dimensiones de ventanas se tienen que conjugar dos posturas opuestas: por una parte desde el punto de vista de fabricación, sería interesante restringir el número de dimensiones: desde el punto de vista del proyectista, lo óptimo sería no tener limitación alguna a la libertad de diseño, y por tanto ajustar el hueco a la forma y medidas del solar y a las necesidades de luz y aireación de las habitaciones. Otras actuaciones, como pueden ser especificaciones relativas a seguridad que limitan la altura del antepecho, y tendencias a seguir una coordinación modular que exigen dimensiones múltiples de un determinado módulo, complican aún más el problema.

En función de las dimensiones más frecuentemente proyectadas por los arquitectos, se han establecido los formatos normales que tienen como base la ventana de 1,20×1,20 m. Para los formatos de altura 1,20 m. queda sobre el suelo una altura total, incluyendo tapajuntas, de 2,15 m. es decir el enrase normal de las puertas de 2,03 m. de altura de hoja; quedando un antepecho de 0,95 m.

Por necesidades de iluminación fuera necesario mayor altura, están previstos formatos de 1,60 m., compuestos de una parte superior practicable de 1,20 m. y una inferior fija que formaría parte del antepecho. Los formatos de las balconeras, que tienen que enrasar con las puertas y ventanas cuando estén acopladas a éstas, formando bandera y permitir una altura libre de paso de 2 m., estén previstos de 2,10 m.

Por fin el formato de 0,80 m de altura está pensado para cocinas cuya altura de muebles es de 0,90 m.

Esta amplia gama de formatos permite una elección adecuada del hueco para cada vivienda y habitación.

Las normas definen: las características de las maderas que se pueden utilizar para la fabricación de ventanas, las escuadrías mínimas de los perfiles de las distintas partes de las ventanas, así como los ensayos que determinan la estanqueidad de la ventana ante el aire, el agua y el viento, y la resistencia de los herrajes de fijación y cierre de las acciones deformadoras.

El natural movimiento de la madera con las variaciones de temperatura y humedad, está controlado y por tanto deja de ser el mayor problema que tenía la madera para su empleo en la carpintería exterior. El secado correcto, el diseño de los perfiles dotados de las holguras correspondientes al normal desajuste y variaciones dimensionales, las juntas de estanqueidad y las cámaras de descompresión, así como el tratamiento de la madera con productos repelentes al agua, permiten el empleo de la madera en condiciones óptimas para la fabricación de ventanas.

Una de las principales características de la madera frente a las ventanas de otros materiales, es la posibilidad de actuar sobre ellas con el fin de limitar la pérdida de calor. El diseño de perfiles con juntas de estanqueidad y cámaras de descompresión, adecuía a las ventanas para su clasificación, de acuerdo con los resultados de los ensayos de estanqueidad al aire, como A-1 es decir que las infiltraciones de aire están comprendidas entre 20 y 50 m<sup>3</sup> por cada hora y metro cuadrado de ventana cuando la presión exterior es creciente entre 100 y 150 Pascales. Los perfiles de madera admiten sin variación alguna, el acristalamiento doble.

La aptitud de conducir el calor es distinta en cada uno de los materiales utilizados en la construcción.

Para poder comparar las distintas aptitudes se define un coeficiente  $\lambda$  (lambda) de conductividad térmica, de forma que su valor es característico de cada material e independiente de la forma geométrica del cuerpo. Este coeficiente se evalúa determinando la cantidad de calor que atraviesa, en cada

segundo, un metro cuadrado de superficie del material que tiene un grueso de un metro, cuando la diferencia de temperatura entre una y otra parte del material es un grado. Se expresa en vatios dividido por metros y grados centígrados (W/m°C), también suele expresarse en kilocalorías dividido por hora, metro y grado centígrado (kcal/mh°C).

La clasificación de los cuerpos en aislantes o conductores del calor suele hacerse comparando su conductividad con la de una lámina de aire en reposo y sin humedad. Así, es normal considerar que un cuerpo es aislante si  $\lambda$  es menor de 0,2 W/m°C.

Sin embargo, los muros de los edificios están constituidos por varios materiales con diferentes formas geométricas, por lo que es necesario definir un coeficiente de transmisión térmica (K) que indique la cualidad térmica de ese muro concreto.

Situación de la superficie	Orientación de superficie	Sentido de paso de calor	R en $\frac{hm^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$ - $\frac{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{W}}$
Interior	Horizontal	Ascendente Descendente	0,12 - 0,10 0,18 - 0,16
	A 45° con la horizontal	Ascendente Descendente	0,13 - 0,11 0,15 - 0,13
	Vertical	Horizontal	0,14 - 0,12
Exterior	Cualquiera	Cualquiera	0,05 - 0,04

La resistencia térmica de un elemento (R) se determina dividiendo el grueso del elemento por su coeficiente de conductividad térmica.

Con estos valores de R, se obtiene el valor K de la forma siguiente:

$$\frac{1}{K} = R_{\alpha i} + R_{\alpha e} + R$$

$R_{\alpha i}$ , es la resistencia térmica superficial que corresponde a la superficie interior.

$R_{\alpha e}$ , es la resistencia térmica superficial que corresponde a la superficie exterior.

Si el elemento de separación fuera compuesto, su resistencia térmica se obtendrá como suma de las resistencias térmicas de los elementos simples que lo componen.

El elemento más importante a tener en cuenta a la hora de evaluar las pérdidas de calor de una habitación, es la ventana.

Así, el coeficiente «K» de transmisión térmica de un cierto paramento, es la cantidad de calor que por un metro cuadrado atraviesa durante un tiempo determinado dicho paramento cuando la diferencia de temperatura entre las dos caras es de un grado centígrado. Este coeficiente puede evaluarse en

$$\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \delta \quad \frac{\text{Kcal}}{hm^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

El cálculo de «K» suele efectuarse en base a las resistencias térmicas superficiales ( $R_{\alpha}$ ) y la resistencia térmica del elemento (R).

Cuando las superficies del elemento considerado están en contacto con el aire, en función de la situación, orientación de la superficie y del sentido de paso del calor se pueden adoptar los siguientes valores de  $R_{\alpha}$ .

En una ventana hay que considerar las pérdidas por transmisión a través del material constitutivo del cerco y los batientes, las pérdidas por transmisión a través de los cristales y las pérdidas por infiltraciones de aire.

a) Pérdidas de calor debidas a la transmisión a través de los materiales constitutivos de la ventana:

a-1) Madera:

Se considera una ventana en la que el 30% de su superficie es madera y el 70% cristal. El 40% de esta superficie de madera tiene un grueso en la dirección de transmisión del calor de 68 mm. y el resto 45 mm.

Como valor de  $\lambda$  tomamos 0,15  $\frac{W}{m \text{ } ^\circ\text{C}}$

que es el adecuado para la madera de coníferas que generalmente se utiliza en el tipo de carpintería que consideramos.

La resistencia térmica de la madera será:

$$R_{\text{madera}} = \frac{\text{grueso perfil madera}}{\lambda_{\text{madera}}}$$

$$R_{\text{madera}} (\text{grueso 45 mm}) = \frac{0,045}{0,15} = 0,30 \frac{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{madera}} (\text{grueso 68 mm}) = \frac{0,068}{0,15} = 0,453 \frac{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

a-2) Vidrio: Considerando

$$\lambda = 0,9 \frac{W}{m \text{ } ^\circ\text{C}}$$

y que el vidrio es de 4 mm de grueso:

$$R_{\text{vidrio}} = \frac{\text{grueso vidrio}}{\lambda \text{ vidrio}}$$

$$R_v = \frac{0,004}{0,9} = 0,0044 \frac{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{W}$$

Es decir, que tendremos para la ventana de madera un K que será:

$$K = \frac{0,7}{\frac{0,004}{0,9} + 0,16} + \frac{0,3 \times 0,6}{\frac{0,045}{0,15} + 0,16} + \frac{0,3 \times 0,3}{\frac{0,068}{0,15} + 0,16} \quad (1)$$

$$K = 4,85 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \left( 4,17 \frac{\text{Kcal}}{hm^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right)$$

(1) El término 0,16 es la suma de las resistencias térmicas superficiales de cada una de las dos caras de la ventana cuyos valores se deducen de la tabla anteriormente expuesta.

b) Pérdidas totales de calor a través de la ventana.

Para determinar las pérdidas de calor totales a través de la ventana, es decir, no sólo por transmisión sino también por la renovación del aire, hay que fijar las características de permeabilidad de la ventana.

Supongamos una ventana que está clasificada como A<sub>1</sub>, cuya permeabilidad al aire va a estar comprendida entre:

$$20 \text{ y } 50 \frac{m^3 \text{ h}}{m^2}$$

para una diferencia de presión del aire de 100 Pa (esto equivale aproximadamente a unos 45 Km/hora de velocidad del aire que choca contra la ventana) tomando para el aire un calor específico de:

$$0,35 \frac{W}{hm^3 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

suponiendo que el volumen medio del aire que se infiltra es de

$$20 \frac{m^3 \text{ h}}{m^2}$$

se tiene que las pérdidas de calor por infiltraciones es de:

$$0,35 \times 20 = 7 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \left( 6 \frac{\text{kcal}}{hm^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right)$$

Por lo tanto, las pérdidas totales de calor a través de una ventana de madera serán de:

$$11,8 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \left( 10,2 \frac{\text{kcal}}{hm^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right)$$

Si la ventana fuera de perfil metálico, las pérdidas serían del orden de:

$$13,0 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \left( 11,0 \frac{\text{kcal}}{hm^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right)$$

Además, el perfil de la ventana de madera permite el empleo indistinto de cristal sencillo o doble, lo que aumenta aún más la diferente respuesta de las ventanas de madera y metal frente a las pérdidas de calor.

Considerando un muro formado por una capa de ladrillos macizos (12 cm) cámara de aire (2 cm), plancha de lana de vidrio (4 cm), una capa de ladrillos de hueco doble (7.6 cm) y una capa de yeso (1,5 cm), se tendrá que el valor de K sería:

$$K = 0,29 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

**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

$$\frac{1}{K} = \frac{0,12}{1,15} + \frac{0,02}{0,035} + \frac{0,04}{0,041} + \frac{0,021}{1,15} + \frac{0,055}{0,035} + \frac{0,015}{0,46} + 0,16$$

Es decir, que las pérdidas de calor por cada metro cuadrado de ventana equivalen a las pérdidas de calor por 40 m<sup>2</sup> de muro, lo que significa que es sumamente importante la elección del tipo de ventana y los materiales constitutivos de ellas. Por otra parte el Decreto 1490/1975 de la Presidencia del

Gobierno establece unas medidas que se deben considerar en las edificaciones para reducir el consumo de energía. Este Decreto limita el valor del coeficiente global de calor del edificio en función de la zona climática en que se encuentre y de la relación entre la superficie de separación del mismo y el

volumen que encierra (factor de forma).

Por la importancia que tienen las pérdidas de calor por infiltración en las ventanas, limita el grado de permeabilidad al aire en función de la zona climática.