

El vidrio y la protección energética

JOSÉ PABLO CALVO BUSELLO
ARQUITECTO

El vidrio, la transparencia por definición, permitió a la Arquitectura rasgar la gruta románica y abrirse al exterior. Desde los crisoles de fusión discontinua y el vidrio emplomado de los vitrales góticos hemos llegado a la cámara de alto vacío, al bombardeo electrónico y los vidrios a capas.

Sin perder transparencia, se busca la protección energética, junto con la seguridad y la alta resistencia

Glass, defined as transparent, allowed architecture to tear off the Romanesque grotto and open itself up to the outside. From the crucibles of broken fusion and the leaden glass of gothic stained glass we have come to high vacuume chambers, electronic bombardment and layered glazing.

Without losing transparency, energy protection is sought along with security and strong resistance.

El vidrio, la transparencia por definición, permitió a la Arquitectura rasgar la gruta románica y abrirse al exterior. Al principio sólo a la luz y nacieron los vitrales góticos: Reims, Amiens, León, ..., y después a la total visión, en la medida en que los métodos de fabricación permitieron la producción de láminas vítreas cada vez más perfectas y de mayor dimensión, hasta llegar a los diseños del Movimiento Moderno donde el vidrio, como en el ya lejano s. XI, vuelve a revolucionar la Arquitectura rompiendo los corsés neoclásicos, donde cumplía una secundaria función de relleno dentro de fachadas masivas, para desarrollar planos libres con carácter compositivo propio. La Fábrica FAGUS, el CENTROSOYUS, Villa SABOYA o el rascacielos de la SEAGRAN son las nuevas catedrales donde el vidrio, dócil a los estrictos principios del Movimiento Moderno, es la pantalla invisible que relaciona nuestros espacios vivideros con su entorno exterior, pero ¿era capaz el vidrio de los años 20 y 30 de cubrir las necesidades técnicas que los nuevos diseños mandaban?

El aumento en la dimensión de los huecos y la independencia dictada por el plano libre planteaban al vidrio dos demandas fundamentales:

- Protección energética.
- Seguridad mecánica.

La energía, transmitida por radiación, lo hace a través de ondas de longitud variable:

0 a 0,38 μm	\Rightarrow Ultravioleta
0,38 a 0,78 μm	\Rightarrow Luz visible
> 0,78 μm	\Rightarrow Infrarrojo
0,78 a 2 μm	Solar
> 2 μm	Cuerpos calientes

En el caso de la radiación solar, la cantidad de energía transportada por un rayo se distribuye, según la longitud de onda, en:

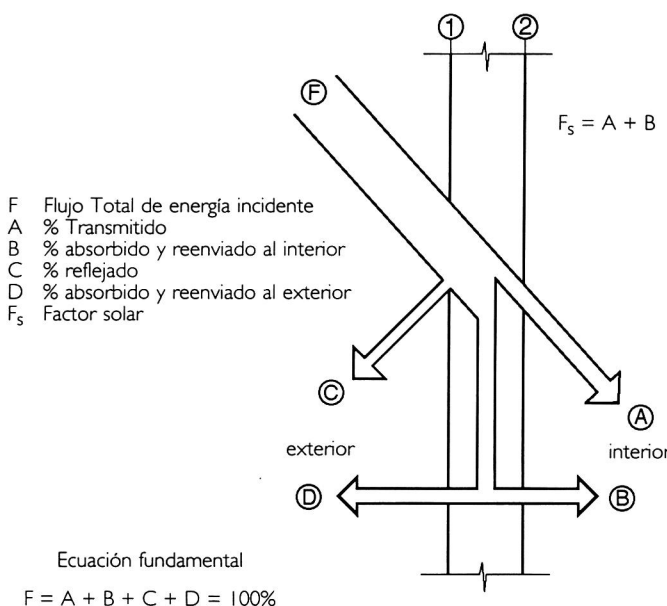
Ultravioleta	5%
Luz visible	50%
Infrarrojo	45%

Así todo vidrio se caracteriza energéticamente por dos valores:

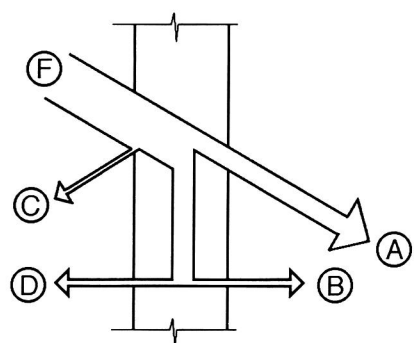
- El Factor Solar (F_s)
- El Coeficiente de Transmisión Térmica (K)

Valores fundamentales pues el primero de ambos mide la amplitud del material para la protección en regímenes calurosos y el segundo su efectividad para impedir las pérdidas de energía en climas fríos.

F	Flujo Total de energía incidente
A	% Transmitido
B	% absorbido y reenviado al interior
C	% reflejado
D	% absorbido y reenviado al exterior
F_s	Factor solar



Planilux 6 mm
 F_s = 85%



Analizando el comportamiento del vidrio para el primer factor, o régimen de verano, vemos que todo material expuesto a la radiación solar permite el paso de una parte de aquella de forma directa (A), otra parte es reflejada por la superficie (C) y el resto absorbida por la lámina en función de su color y espesor, para ser posteriormente reenviada al exterior (D) y al interior (B) según el régimen relativo de temperaturas.

Pues bien, al conjunto (A) + (B), es decir a la suma de la parte de energía directamente transmitida más la absorbida y reenviada al interior, llamamos Factor Solar (F_s) y mide el grado de protección del vidrio frente a la radiación solar total, en climas calurosos.

Asimismo el vidrio retiene en gran medida las radiaciones infrarrojas -de muy larga longitud de onda- por lo que el calor producido por la emisión energética que atraviesa el vidrio queda retenida en el interior, provocando el conocido efecto invernadero. Este efecto, indeseable en climas calurosos, se reduce rebajando el factor solar.

El valor del F_s de un vidrio normal transparente PLANILUX es el 85%. Para mejorar este valor, en un primer intento de obtener vidrios más eficaces para el control solar, se coloreó la masa vítrea mediante aporte de óxidos en la fusión del material, obteniéndose los vidrios PARSOL que por el principio del cuerpo negro absorbían más cantidad de energía radiada y reducían, por consiguiente, la transmitida (A).

Con estos vidrios el F_s se redujo a límites del 60 al 57%, peor la energía acumulada en el vidrio se devolvía en parte al interior con un desfase temporal, luego el PARSOL no detenía la radiación sino más bien retrasaba su efecto, aparte de incrementar los riesgos de rotura por salto térmico por acumulación de calor.

En esta línea de búsqueda el único factor sobre el que se podía actuar para mejorar más el control solar del vidrio era la reflexión (C). Así nació la generación de vidrios reflectantes, o más propiamente llamados de control solar específico. En un principio, el REFLECTASOL obtenido en caliente por pirólisis de silicio elemental, daba un F_s del 49 al 42% y era el primer paso por la vía de los vidrios energéticos de capas.

Posteriores investigaciones permitieron depositar en frío, por bombardeo electrónico en alto vacío, capas metálicas sobre la superficie de un vidrio; este metal depositado en estado puro, de óxido o de nitruro, permite la interferencia de determinadas longitudes de onda del espectro total de radiación, con lo que es posible diseñar la capa óptima en cada caso y para cada uso específico.

Esta última generación de vidrios de capas constituye la familia del COOL-LITE y con ellos se obtienen F_s entre el 42 y el 17%, siendo el último paso hasta el momento en el control solar. su gama es tan variada como puedan serlo las bases posibles, prácticamente todos los vi-

drios comerciales planos, PLANILUX, PARSOL y PINK ROSA, y los metales a depositar, acero, titanio, zinc, plomo, plata, etc. Solucionado el problema del aporte energético solar en climas calientes mediante el empleo de vidrios de protección, vamos a analizar la cuestión inversa, las pérdidas de calor en zonas frías.

Un vidrio monolítico tiene una alta permeabilidad a las radiaciones entre 0,35 y 2 μm , haciéndose más absorbente según crece la longitud de onda hasta ser totalmente opaco a las mismas por encima de 5 μm .

Este crecimiento de la absorción para radiaciones largas lleva aparejado un aumento de temperatura en la lámina vítrea que la convierte en un emisor, al estar colocada entre ambientes a diferente temperatura y cumplirse el principio de termodinámica, por el cual elementos en contacto a temperaturas distintas intercambian calor a fin de igualarlas.

Dado el alto coeficiente K del vidrio monolítico ($K = 4,98 \text{ kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$), el calor acumulado por absorción es fácilmente cedido a la zona fría (exterior), convirtiéndolo en un puente térmico de extremada importancia a la hora de evaluar la efectividad térmica de una edificación.

Hace ya bastantes años, se creó un tipo de acristalamiento que reducía apreciablemente el problema anterior. Aprovechando las excelentes propiedades térmicas de las capas de aire desecadas y confinadas, y con el vidrio como **contenedor** de las mismas, apareció el doble acristalamiento CLIMALIT - hoy ya vanalizado y de uso habitual -, con el que se reducía el K del conjunto a 2,6 kcal/h $^\circ\text{C m}^2$.

El doble acristalamiento sólo puede mejorar sus valores de aislamiento térmico con el aumento del número de cámaras de aire, pues -por problemas de efectividad- el espesor de las mismas no puede superar los 12/15 mm.

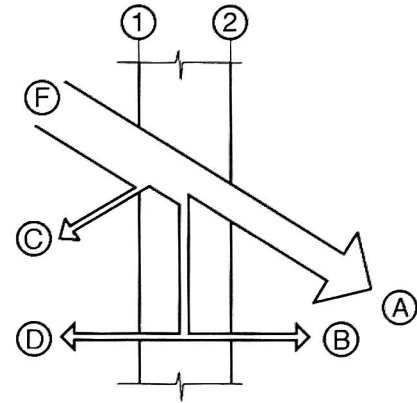
Era, pues, el vidrio el que debía variar para continuar mejorando los valores de transmisión energética de los acristalamientos aislantes.

Mediante el procedimiento de pulverización catódica reactiva bajo vacío que han generado los COOL-LITE es posible crear los vidrios denominados de baja emisividad, PLANITHERM, cuya emisividad en la cara tratada es de 0,1, frente al 0,845 de la cara sin tratar, sin alterar su transparencia ni su transmisión luminosa.

El comportamiento energético del vidrio PLANITHERM es óptimo para la conservación de energía, pues, a la habitual barrera que el vidrio presenta a la radiación larga (efecto invernadero), la capa de baja emisividad añade la casi total reducción de pérdidas por cesión al exterior del calor acumulado por absorción. Así, un doble acristalamiento reforzado con vidrio de baja emisividad, CLIMALIT con PLANITHERM, tiene un $k = 1,5 \text{ kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$.

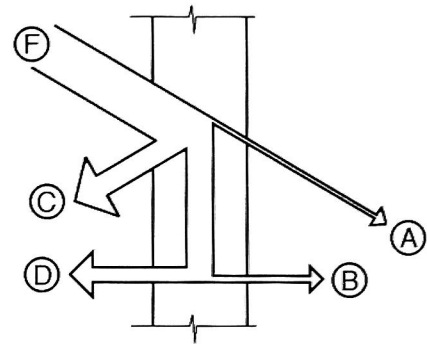
Parsol 6 mm

$F_s =$ 60% (GRIS)
59% (BRONCE)
57% (VERDE)



cool-lite 6 mm

$F_s =$ 17% (55-108)



Además de la ventaja directa que el uso de tales vidrios conlleva por ganancia energética, su empleo produce efectos secundarios que redundan en una mejora de la habitabilidad, ya que la reducción del k eleva la temperatura en la cara interna del vidrio, con la consiguiente reducción del efecto de pared fría y de la condensación. Así, en un clima extremo, con temperatura exterior de -5°C e interior de 20°C , empleando un vidrio monolítico PLANILUX de 6 mm se producirían condensaciones en el mismo para una humedad relativa del 31%, elevándose este umbral al 62% para un CLIMALIT 4 (12) 4 y llegando al 76,5% en un CLIMALIT con PLANITHERM de la misma composición.

La siguiente cuestión planteada por los acristalamientos de gran superficie nos traslada al campo mecánico. Las grandes áreas vítreas, accesibles al contacto humano directo y, por consiguiente, foco permanente de riesgo, habida cuenta de la fragilidad del vidrio, obligó a la transformación del mismo para ofrecer mayor seguridad al impacto fortuito o voluntario.

En un intento de ofrecer mayor resistencia, y alejar así el umbral de riesgo, se crearon los vidrios templados SECURIT, cuya tensión admisible duplica como mínimo la del PLANILUX habitual, pero que al ser un vidrio tensionado aumentaba la sensibilidad del mismo a la rotura frágil. Por tanto, si bien era un material de alta resistencia también lo es de alta fragilidad y por tanto no demasiado seguro.

Fue la aparición del laminado lo que aportó soluciones efectivas en el campo de la seguridad para los acristalamientos.

El vidrio STADIP, obtenido mediante laminación de varios vidrios monolíticos con capas de butiral de polivinilo intermedios, posee la ventaja de mantenerse en su lugar aun

después de la fractura de todos sus componentes vítreos.

Su aspecto es el de un monolítico vulgar y, según sus espesores, ofrece los siguientes niveles de seguridad:

- Seguridad física.
- Antiagresión.
- Antirrobo.
- Antibala.

Su uso es insustituible en cerramientos transparentes de antepechos exteriores, barandillas y todos aquellos elementos constructivos que precisen un alto nivel de seguridad frente a accidentes personales.

Asimismo ha sustituido con ventaja al vidrio armado en los lucernarios y claraboyas, pues no altera el aspecto estético de un vidrio normal.

Puede componerse dentro de un CLIMALIT uniendo su alta seguridad a las propiedades de aislamiento térmico de aquél, generando un acristalamiento óptimo que cubre perfectamente las demandas que el crecimiento del hueco planteaba y presentábamos al principio:

- Protección energética.
- Seguridad mecánica.

COOL-LITE para protección solar en régimen caluroso, CLIMALIT con PLANITHERM en climas fríos, STADIP y SECURIT cubriendo las áreas de seguridad y alta resistencia..., desde los crisoles de fusión discontinua y el vidrio emplomado de los vitrales góticos hemos llegado a la cámara de alto vacío, al bombardeo electrónico y los vidrios a capas, ¿cuál será el futuro?, en manos está de los creadores que, con sus demandas de mayor servicio a tan viejo material como es el vidrio forzarán su evolución permanente y su afirmación como material básico de la Arquitectura del mañana.