

SGG COOL-LITE: Vidrio para la Arquitectura de Control Solar y Eficiencia Energética

La fachada acristalada es, sin duda, una solución constructiva que ha ido desarrollándose en las últimas décadas hasta alcanzar hoy en día una amplia presencia en la arquitectura actual, fundamentalmente en el sector terciario. Independientemente de la tipología considerada, las grandes superficies en las que el vidrio es el elemento fundamental, están cada vez más presentes en los grandes edificios. Oficinas, hoteles, centros comerciales, hospitales y un sinfín de edificios de diferentes usos contemplan, en todo o en parte de sus fachadas y cubiertas, grandes superficies acristaladas.

Por otra parte, es otra realidad que la eficiencia energética de los edificios cobra cada vez más importancia tanto por los requisitos reglamentarios, cada vez más exigentes, como por la responsabilidad de todos los agentes intervinientes en el proceso edificatorio en relación al respeto y conservación del medio ambiente. No podemos olvidar que cualquier edificio de nueva construcción, así como aquellos que sean vendidos o alquilados, deben disponer del *Certificado Energético del Edificio* que se constituye de alguna forma en la tarjeta de presentación de su eficiencia energética.

La envolvente del edificio es el componente fundamental que va a determinar las condiciones interiores y, en consecuencia, la demanda de energía para climatización, tanto en calefacción como en refrigeración. No debemos olvidar que gran parte de los edificios que poseen

fachadas acristaladas son edificios de alta carga interna. Esto implica la consideración de que no sólo las características de aislamiento en términos de diferencia de temperaturas (transmitancia térmica, valor U) sea importante, sino que los aportes energéticos debidos a la insolación recibida (factor solar) deban ser considerados como aspecto prioritario a considerar.

Es decir, los edificios de nueva construcción deben cuidar en su diseño los aspectos de la envolvente relacionados con su eficiencia energética, pero también los edificios existentes acristalados de hace 20 o 30 años deben plantearse si las soluciones adoptadas entonces han sido ampliamente superadas y la rehabilitación energética de sus fachadas con acristalamientos de altas prestaciones supone una mejora viable que represente un beneficio, no solo en términos de reducción de emisiones de CO₂, sino también en un ahorro económico ligado a la factura de climatización y en una mejora del confort de los usuarios.

Se estima que en los países del sur europeo el 83% de los edificios del sector no residencial, y el 15% del residencial, construidos desde el año 2007 hasta el 2020 están y estarán dotados de aire acondicionado.

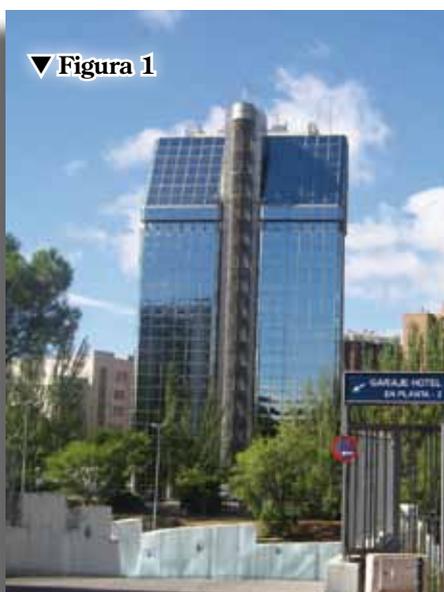


▲ Figura 2

nado. El consumo en acondicionamiento está directamente relacionado con la superficie acristalada y sus propiedades.

El control solar no es algo nuevo. Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que es un concepto presente en la arquitectura tradicional y puesto en práctica de múltiples formas a lo largo de la historia de la edificación. Es con la incorporación de las grandes superficies acristaladas cuando el control de este parámetro cobra una importancia fundamental.

A diferencia de los materiales opacos, el vidrio y los acristalamientos, permiten el paso de una parte de la radiación solar en las tres partes fundamentales de su espectro: el ultravioleta, la luz o espectro visible, y el infrarrojo o radiación calorífica.



▼ Figura 1

▼ Figura 3. - Porcentaje de edificios construidos entre 2007-2020 incorporando aire acondicionado



Fuente: Glass for Europe

El control solar ofrecido por un cerramiento acristalado se define por el factor solar modificado del hueco, considerando las sombras arrojadas sobre el acristalamiento, pero realmente es el propio acristalamiento como elemento transparente a la radiación calorífica el determinante de las propiedades del hueco referentes a la entrada de luz, color, visibilidad y factor solar. Dicho de otra forma, podemos responsabilizar al acristalamiento de la reducción de entradas de calor evitando así la incorporación de elementos de sombreamiento que dificultan la visión y reducen los aportes de luz natural.

La transmisión de radiación ultravioleta es fácilmente controlable con la instalación de vidrios laminares que reducen el paso de los rayos UV a menos del 1%, pero frenar el aporte de calor es algo más complicado. El vidrio permite el paso de un porcentaje de luz en función del color y de la reflexión de la superficie o la presencia de capas, siendo diferente para cada longitud de onda correspondiente al espectro visible. De forma análoga ocurre con el espectro energético. El sol radia energía principalmente en el espectro de infrarrojo entre 780 nm y 2500 nm. El vidrio se comporta de forma permeable frente a estas longitudes de onda, dejando pasar una gran cantidad de calor. Esta transmisión es la denominada **Transmisión Energética directa (TE)**.

Por otra parte, el sol calienta el acristalamiento hasta que alcanza temperatura superior a su ambiente, interno y externo, y a partir de ese momento comienza a reemitir calor. La parte reemitida hacia el interior más la transmisión energética directa constituye el "factor solar" y representa una medida del calor total que penetra a través del acristalamiento. (Figura 4).

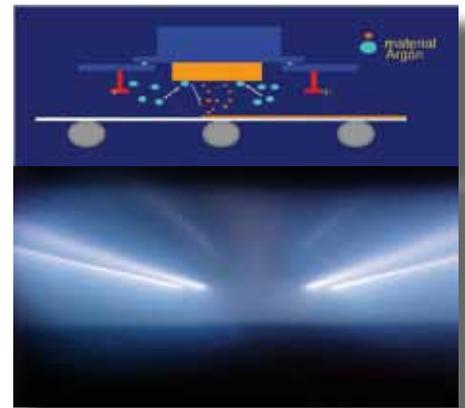
En geografías de clima templado y cálido como la nuestra, los aportes solares son muy importantes incluso en invierno. La gran cantidad de radiación directa e

indirecta que reciben los edificios hace que sea necesaria la climatización durante casi todo el año. La radiación infrarroja que penetra a través del acristalamiento es absorbida por paramentos y enseres del interior del edificio calentándolos y aumentando su temperatura. Estos objetos y superficies, una vez alcanzada la temperatura de equilibrio con el ambiente, reemiten el calor a su entorno bajo la forma de infrarrojo lejano, con longitudes de onda superiores a 2500 nm. El vidrio no es permeable a estas longitudes de onda por lo que el calor se concentra en el interior aumentando la temperatura, lo que se conoce como "efecto invernadero", disminuyendo fuertemente el confort o exigiendo elevados consumos energéticos para su evacuación.

En edificios del sector terciario, con elevadas superficies acristaladas, con pocos o ningún hueco practicable que facilite la ventilación y con elevadas cargas internas, se hace indispensable la instalación de vidrios de control solar que disminuyan los aportes caloríficos.

Los vidrios de capa de control solar se obtienen por deposición de metales, óxidos y otros compuestos que, con espesor de una centena de nanómetros, modifican el comportamiento del vidrio frente a la radiación solar tanto en su espectro infrarrojo como en el visible obteniendo vidrios reflectantes, con color en reflexión o neutros. La alta tecnología aplicada en las líneas de capas magnetronica a alto vacío (coater), donde se alcanza un estado de plasma, permite obtener productos que disminuyen fuertemente la transmisión energética sin que sean perceptibles al ojo humano y sin que suponga pérdidas de

▼ Figura 5 - Esquema de un coater

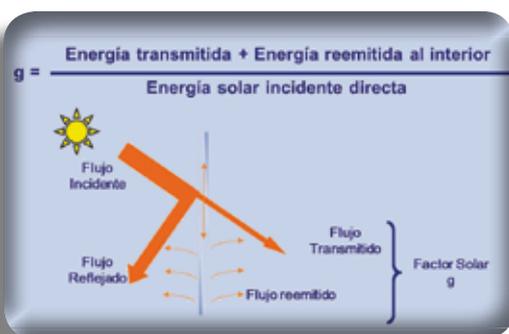


▲ Figura 6 - Interior de una línea magnetron. Depósito de la capa sobre el vidrio. Estado de Plasma

aportes de luz. Son los vidrios de alta selectividad. (Figuras 5 y 6)

Evitar los aportes solares prescindiendo de luz o de la visión que tenemos a través del hueco acristalado es relativamente sencillo y así podemos encontrar soluciones tradicionales como los retranqueos que arrojan sombras, la instalación de voladizos y costillas que sombrean el hueco, la instalación de umbráculos y toldos o las lamas orientables que permiten modificar el sombreamiento y la visión en función de la época del año y la hora del día (Figura 7). Todas ellas son soluciones que permiten reducir los aportes solares pero que en mayor o menor grado reducen el aporte de luz y el confort visual además de otros factores como pueden ser la dependencia del usuario y la durabilidad, así como el coste y el mantenimiento adicionales a la propia fachada.

Siempre que la función de control solar pueda residir en el propio acristalamiento se minimizan los aspectos anteriores y

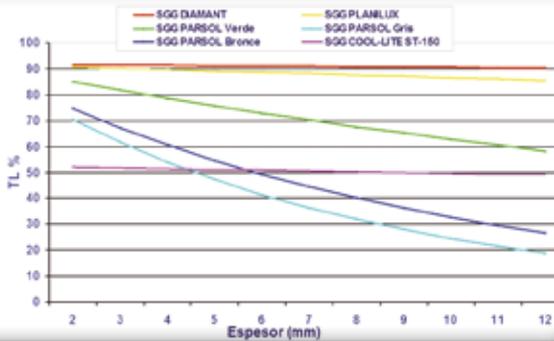


▲ Fig. 4 - Factor solar del acristalamiento



▲ Figura 7 - Protecciones solares exteriores

▼
Fig. 8 -
Pérdida de transmisión luminosa con el espesor en vidrios



VIDRIOS DE COLOR EN MASA	
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)
SGG PLANILUX 6mm	0,84
SGG PARLUX BRONCE 6mm	0,60
SGG PARLUX GRIS 6mm	0,57
SGG PARLUX VERDE 6mm	0,55
SGG CLIMALIT PLANILUX 6/12/6	0,75
SGG CLIMALIT PARLUX BRONCE 6/12/6	0,49
SGG CLIMALIT PARLUX GRIS 6/12/6	0,46
SGG CLIMALIT PARLUX VERDE 6/12/6	0,45

en este sentido el control solar ofrecido por los acristalamientos ha ido evolucionando hasta alcanzar hoy en día elevados niveles de prestaciones basados en productos de alta tecnología.

Si como primer paso sobre el control solar puede apuntarse los retranqueos y los voladizos, dejando aparte las persianas y toldos, puede decirse que los vidrios de color en masa constituyen el primer paso en el uso del acristalamiento como elemento de control solar. Su capacidad de ofrecer una protección solar eficaz es limitada y está acompañada de una pérdida de aporte de luz natural (Figura 8). Su acción se basa en reducir los aportes solares directos al aumentar fuertemente su absorción energética. El acristalamiento absorbe energía y se calienta alcanzando temperaturas superiores a 60°C. El vidrio caliente reemite energía a ambos lados, exterior e interior, disminuyendo el factor solar en la misma proporción que la parte reemitida al exterior (Figura 10). Al instalar el vidrio de color (gris, verde, etc.) como SGG PARLUX formando parte de un doble acristalamiento aumenta el control solar ya que se reduce fuertemente la reemisión hacia el interior por efecto de la cámara aumentando la reemisión hacia el exterior.

Los vidrios de color en masa también han sido utilizados como parasoles en forma de lamas o costillas aprovechando el freno que suponen a la radiación solar directa y a que su transparencia permite la visión a través y que tiene un cierto aporte de luz, la cual resulta matizada por el color del acristalamiento. (Figura 9).

El segundo escalón en el control solar, que se alcanza con los vidrios de capa reflectantes. En este caso lo que se produce es un aumento de la reflexión de la energía y con ello se reduce la transmisión energética directa y con ello el factor solar. Los vidrios de control solar de capa reflectantes son aquellos en los que la capa de óxidos y metales depositada

sobre el vidrio interfiere con la radiación solar en el espectro energético del infrarrojo rechazando parte de la energía incidente pero además se produce mayor reflexión en el espectro visible. Las consecuencias inmediatas son una mayor reflexión luminosa exterior, menor entrada de luz y menor transmisión energética al interior (Figura 11). Con esta tecnología se obtienen acristalamientos de factores solares muy bajos si bien la disminución de transmisión luminosa al interior puede ser importante.

Los vidrios de capa de control solar pueden aplicarse sobre vidrios de color obteniendo así diferentes estéticas reflectantes como SGG COOL-LITE ST 408, 420 y 436 de color verde, o los SGG COOL-LITE ST 320, 336 sobre vidrio gris. En estos casos se suman los efectos de la capa reflectante con los conseguidos con el vidrio de color en masa. Otra posibilidad para obtener color en reflexión es la modificación del espectro visible reflejado por la capa aplicada de forma que refleje longitudes

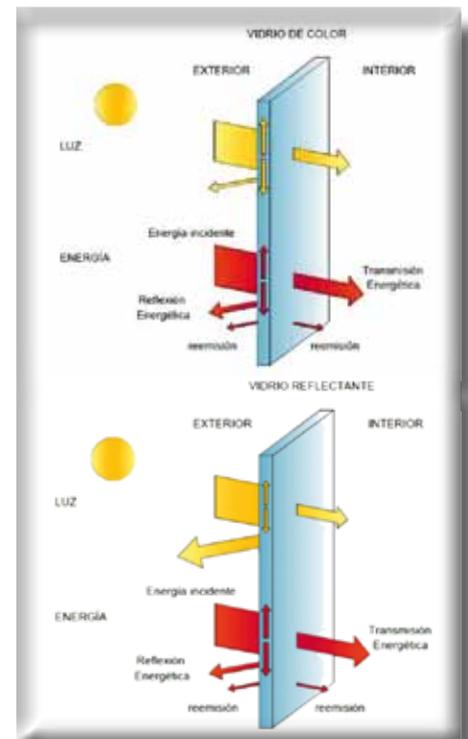
de onda correspondientes a un color, por ejemplo azul. Desde el exterior el vidrio parecerá reflectante azul aunque se trate de un vidrio incoloro. Esta solución conlleva una menor absorción de energía por parte del vidrio sustrato pero permite mayores aportes de luz y una iluminación más neutra y natural que cuando se utilizan vidrios de color.

Las fachadas acristaladas han utilizado durante décadas estas soluciones y continúan instalándose proporcionando a los edificios un aspecto luminoso, espejado, de diferentes colores y tonalidades, donde en condiciones de luz natural a lo largo del día el interior del edificio no es visible desde la calle mientras que el exterior puede observarse tras el vidrio sin ninguna restricción. La menor transmisión luminosa de estos acristalamientos se ve compensada sobradamente por las

▼ **Figura 9 -** *Lamas de vidrio gris*



▼ **Figura 10 -** *Comportamiento de un vidrio de color en masa*



▲ **Figura 11 -** *Comportamiento de un vidrio reflectante*



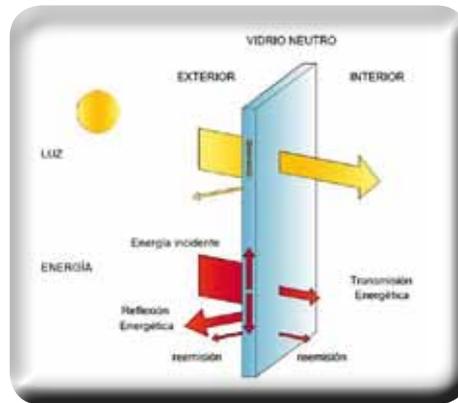
▲ **Figura 12 - Vidrio de control solar reflectante**

grandes dimensiones de las superficies acristaladas y su contribución a la iluminación interior. Solo en determinadas condiciones de oscuridad exterior se hace visible el interior del edificio cuando éste está iluminado. (Figura 12).

En busca de mayor eficiencia energética y mayores aportes luminosos así como para ofrecer estéticas más neutras y no tan espejadas, **Saint-Gobain Glass** desarrolló los vidrios de control solar de aspecto neutro. Se trata de vidrios de capa que tienen poca interferencia con las longitudes de onda correspondientes al espectro visible, es decir poca modificación de la luz, y sin embargo reflejan una gran cantidad del calor recibido del sol (Figura 13). Se consiguen así acristalamientos de aspecto neutro, transparentes, con una ligera tonalidad que en ocasiones es imperceptible. Normalmente este tipo de vidrios de capa incorporan plata en sus composiciones lo que les confiere prestaciones de aislamiento térmico reforzado (baja emisividad) que reducen su transmitancia térmica hasta valores de $1.2 - 1.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (en composición 6/16 Ar 90%/6). Entre

estos vidrios de capa de control solar neutra se pueden clasificar los **SGG COOL-LITE KNT 140, 155 y 164** que ofrecen distintos niveles de control solar y trasmisión luminosa.

Los acristalamientos neutros de control solar pueden considerarse como primer nivel de vidrios selectivos. Es decir aquellos que seleccionan las radiaciones que dejan pasar, frenando las radiaciones energéticas y permitiendo el paso de la luz. En este caso los acristalamientos permiten ver con bastante facilidad el interior del edificio. Estamos ante acristalamientos similares a los utilizados en las ventanas que permiten grandes aportes



▲ **Figura 13 ▲ Importamiento de un vidrio neutro.**

VIDRIOS DE CAPA REFLECTANTE		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG COOL-LITE ST 150 6mm	0,55	51
SGG COOL-LITE STB 436 6mm	0,33	29
SGG COOL-LITE ST 120 6mm	0,29	20
SGG COOL-LITE ST 420 6mm	0,27	18
SGG COOL-LITE ST 408 6mm	0,15	7
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE ST 150 6/12/6	0,46	46
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE STB 436 6/12/6	0,23	27
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE ST 120 6/12/6	0,21	18
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE ST 420 6/12/6	0,17	15
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE ST 408 6/12/6	0,09	6



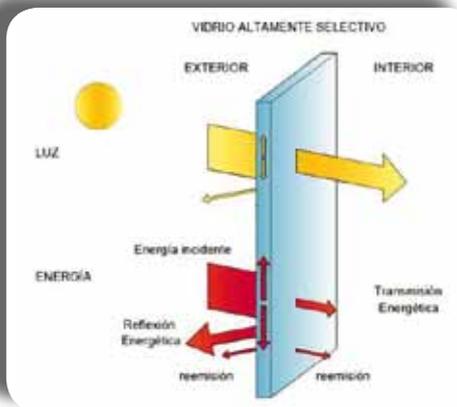
▼ **Fig.14 ▼ Vidrio de control solar neutro**

de luz natural pero que reducen los aportes solares hasta el 28 % del calor incidente por radiación solar impidiendo que el 72 % penetre en el edificio. Esta fuerte reducción del factor solar hace que el efecto invernadero se minimice sin tener que recurrir a vidrios espejados u oscuros. (Figura 14).

Como en el caso anterior y si la estética del edificio lo requiere, éstas capas pueden aplicarse sobre vidrios de color. En este caso se obtienen fachadas de aspecto similar a las de vidrio de color en masa pero sus prestaciones se ven fuertemente reforzadas tanto en control solar como en el aislamiento ofrecido en términos de transmitancia térmica.

Por último, en cuanto a vidrios de capa de control solar nos encontramos con los vidrios de alta selectividad. Se trata de la última generación de capas conocidas también por multi-capas de plata (triple capa de plata). El desarrollo de apilamientos de gran complejidad de óxidos y metales permite alcanzar capas de control solar extra neutras con bajísimos valores de factor solar a la vez de altas transmisiones luminosas (figura 15). Es decir, la selectividad ofrecida por estos acristalamientos está muy cercana al límite físico de la misma. Estamos ante vidrios que por su extrema neutralidad

VIDRIOS DE ALTA SELECTIVIDAD		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 174 6/12/6	0,41	68
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 165 6/12/6	0,34	60
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 154 6/12/6	0,28	50
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE XTREME 6/12/6	0,29	60



▲ **Figura 15 - Comportamiento de un vidrio de alta selectividad**

solo se aplican sobre vidrios incoloros o sobre extraclaros como *SGG DIAMANT* a fin de conseguir acristalamientos de altísimas prestaciones y aspectos totalmente neutros o supernaturales. Los vidrios de capas como *SGG COOL-LITE SKN 154, 165* o *174* son difícilmente perceptibles al ojo humano y en muchos casos se requiere detectores específicos para verificar su presencia sobre el vidrio. (*Figura 16*).

Con estos productos pueden alcanzarse transmisiones luminosas del 68% una vez ensamblado en doble acristalamiento 6/12/6 a la vez que el factor solar se reduce al 41%. El caso de mayor selectividad nos lo ofrece el producto denominado *SGG COOL-LITE XTREME* que proporciona un factor solar de 28% con una transmisión luminosa del 60%, es decir una selectividad del 2,14 rozando el límite físico de transmisión luminosa con dicho valor de factor solar.

Todas estas tipologías de vidrios de control solar pueden combinarse como ha quedado expuesto más arriba y pueden formar parte de múltiples soluciones constructivas que, en definitiva, serán las determinantes del comportamiento energético de la fachada y del edificio en su conjunto. Dobles pieles, costillas, lamas de vidrio o apantallamientos en vidrio, así como el uso de serigrafías sobre el acris-

Fig.16 ▼- Vidrio de alta selectividad



VIDRIOS DE ALTA SELECTIVIDAD		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 174 6/12/6	0,41	68
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 165 6/12/6	0,34	60
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 154 6/12/6	0,28	50
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE XTREME 6/12/6	0,29	60

Scenario	Energy savings for heating in 2020 [TJ]	Energy savings for cooling in 2020 [TJ]	CO ₂ reduction in 2020 [kt]	Contribution to EU target for CO ₂ reduction for buildings in 2020
1	-3.333	69.990	4.563	1.5%
2	-3.333	107.919	6.831	2.3%
3	20.484	208.025	16.552	5.6%
4	169.249	1.001.536	86.040	28.7%

▲ **Figura 17 - Ahorros de energía y emisiones de CO₂ por uso de vidrios de control solar en Europa (Fuente: Glass for Europe)**

talamiento son soluciones que permiten alcanzar comportamientos de alta eficiencia energética de la envolvente acristalada sin renunciar a la estética de una superficie de vidrio.

Se han realizado distintos estudios sobre el impacto que el uso generalizado de los vidrios de control solar pueden representar en el conjunto de Europa. Según el documento publicado por "Glass for Europe" bajo el título *Solar Control Glass- Graters Energy Efficiency*, en un escenario en el que todo edificio construido hasta 2020 incorporase uso de vidrios de control solar y los edificios existentes reemplazasen sus acristalamientos por otros con estas prestaciones se podrían reducir, en Europa, 20.480 TJ/año en calefacción y 208.025 TJ/año en refrigeración, lo que equivale a una reducción de 16.552 kt de CO₂ anuales. Si consideramos la evolución de los niveles de confort de forma similar a los Estados Unidos donde el 65% del sector residencial y el 80% del no residencial disponen de aire acondicionado, estos ahorros se disparan alcanzando valores de 169.249 TJ/año en calefacción y 1.001.536 TJ/año en refrigeración con una reducción de emisiones de 86.040 kt CO₂/año. (*Figura 17*).

Trasladando estos mismos escenarios a España encontraríamos ahorros de 46.236 TJ/año en calefacción y refrigeración, equivalentes a una reducción de 2.712 kt de CO₂ anuales. En el caso de una generalización del aire acondicionado los niveles de ahorro alcanzados serían de 19.946 TJ/año en calefacción y refrigeración con una reducción de emisiones de 11.107 kt CO₂/año1.

Como conclusión puede decirse que el vidrio, o mejor dicho el acristalamiento, es el elemento fundamental en el comportamiento de la fachada frente a los aportes caloríficos solares y, por ello, resulta prioritario conocer las posibilidades que ofrece la tecnología actual para alcanzar los máximos posibles en eficiencia compatibles con el diseño, considerando que los vidrios de control solar no tienen por qué ser oscuros ni reflectantes para ser eficaces, sino que existen vidrios altamente selectivos que ofrecen aspectos muy neutros similares al de un vidrio natural o extraclaro.

En los lugares de trabajo, debido a las altas cargas internas y a las grandes superficies acristaladas que aportan luz, el aire acondicionado se hace necesario. Los vidrios de control solar son un medio eficaz para la reducción de los aportes solares aportando un triple beneficio: reducción de costes energéticos, reducción de emisiones de CO₂ y aumento del confort de los usuarios. La energía más limpia, barata y más sostenible es aquella que no utilizamos. □




Saint Gobain Cristalería S.L.
 Príncipe de Vergara 132
 28002 Madrid
www.es.saint-gobain-glass.com
www.climalit.es