

## PROYECTO TERMOGLAZE: ACRISTALAMIENTO TERMOCRÓMICO VARIABLE

Texto: **Enercome**

**L**as superficies acristaladas están siendo adoptadas cada vez más en los edificios, ya que son responsables de la mayor parte de las necesidades energéticas de éstos (en torno a un 25-30% del consumo energético de calefacción/refrigeración puede atribuirse a pérdidas a través de las ventanas), lo cual representa el 40% del consumo total de la energía en Europa.

En los climas moderados, típicos de muchas regiones europeas, los edificios son sometidos a sobrecalentamiento en algunas estaciones, mientras que en otras las ganancias solares son deseables para contribuir a la calefacción de los espacios. Por tanto, un acristalamiento óptimo debería tener una alta transmitancia solar en invierno para mejorar la utilización pasiva de la energía solar, mientras que en verano la transmisión en la región infrarroja solar debería ser baja, para evitar el sobrecalentamiento y/o cargas de refrigeración elevadas.

Por todo ello Enercome, empresa dedicada a la climatización mediante sistemas eficientes y energías renovables, participa en el Proyecto Europeo de Investigación Cooperativa TERMOGLAZE, dentro del 6º Programa Marco de Investigación de la Comisión Europea. Dicho proyecto se engloba en la prioridad de Sistemas de energía sostenible de este Programa, concretamente en el objetivo estratégico de Integración de nanotecnologías, nuevos materiales y tecnologías de producción para mejoras en la construcción, productos químicos y el transporte en superficie. Termoglaze es un proyecto de investigación cooperativa del que forman parte empresas y organismos de Italia, Portugal, Reino Unido y España.

El objetivo de Termoglaze es llevar a cabo un acristalamiento termocrómico variable, que se adapte por

sí solo a las condiciones climáticas externas para optimizar su comportamiento, comportándose como una superficie clara bajo la temperatura de transición (permitiendo altas ganancias de calor debidas a la radiación solar, y alta transmitancia de luz visible), y como una superficie espectralmente selectiva por encima de dicha temperatura (obstaculizando la ganancia de calor pero sin perder apenas la visibilidad del exterior).

La finalidad del proyecto Termoglaze es desarrollar este innovador producto y un proceso de producción asumible y de bajo coste, basado en procesos de deposición CVD (chemical vapour deposition) a presión atmosférica. Las características deseadas de estos cristales son: cambio limitado en el espectro visible, pero muy significativo en la porción IR por encima de la temperatura de transición (transmitancia visible del 50-60% y coeficiente de sombra del 40%); cambio virtualmente inexistente en el aspecto visual (color y visibilidad); temperaturas de transición optimizadas para diferentes condiciones climáticas en el rango de 20-35°C; amplitud de histéresis muy reducida en torno a la temperatura de transición; buena durabilidad física y mecánica de la capa termocrómica, de modo que pueda ser implementada como una capa muy fina de estado sólido (menos de 250 nm); coste reducido de inversión para la instalación del equipamiento; y un coste de producción de la capa termocrómica no mayor del 20% del coste de la ventana subyacente.

En este contexto se enmarca el proyecto de investigación Enercome-Termoglaze.

### NECESIDAD DEL PROYECTO

El objetivo principal de una ventana es permitir la entrada de la luz del día, asegurando que los ocupan-

tes puedan tener vistas del exterior. Sin embargo, las ventanas han de cumplir varias funciones adicionales importantes de la envolvente del edificio: confort visual, confort térmico y aspectos estéticos.

Centrándonos en el rendimiento energético, pueden identificarse como factores primarios en las ventanas tres tipos principales de flujos de energía:

1. Ganancias solares térmicas debidas a la radiación solar.
2. Pérdidas de calor por mecanismos de conducción, convección y radiación.
3. Flujos de aire: intencionados (ventilación) y no intencionados (filtraciones).

Los objetivos de rendimiento en acristalamientos y ventanas para mejorar la eficiencia energética dependen fuertemente de las condiciones climáticas y el tipo de edificio en cada caso:

- ❖ En climas fríos lo primordial es la reducción de las pérdidas de calor, manteniendo un nivel alto de ganancias solares, para reducir los requerimientos energéticos: la elección óptima es un acristalamiento de baja emisión que minimice estas pérdidas, pero permita la entrada del calor del sol y mantenga un ambiente cálido en la habitación.
- ❖ En climas cálidos el objetivo es controlar las ganancias solares para ahorrar energía de refrigeración: la mejor solución es un acristalamiento con una alta transmitancia visible, y un bajo coeficiente de sombra; dicho acristalamiento debería maximizar la luz del sol, reducir las cargas lumínicas y minimizar la ganancia de calor en verano.

En un clima moderado y en edificios comerciales con altas ganancias internas, se dan ambas situaciones: los edificios están expuestos a inviernos relativamente fríos, pero también a veranos muy cálidos. Por tanto, un sistema de acristalamiento

óptimo debería autoadaptarse a las condiciones climáticas externas para optimizar su comportamiento y así reducir las necesidades energéticas, tanto de calefacción como de refrigeración.

La respuesta tecnológica para esta solución la constituyen los vidrios que cambian sus propiedades en respuesta a señales exteriores. Estos vidrios son capaces de alterar sus propiedades ópticas para controlar el flujo de calor solar por radiación hacia el edificio, bien por aplicación de un campo magnético (vidrios electrocrómicos), bien por influencia de la iluminación (fotocrómicos), o bien por cambio de temperaturas (termocrómicos).

Actualmente ninguno de estos sistemas está accesible por lo general en el mercado, exceptuando ciertas ventanas electrocrómicas de elevado coste. Sin embargo, están emergiendo nuevas tecnologías de cristales termocrómicos. Las ventanas que cuentan con ellos pueden constituir la mejor elección, autoadaptándose a las condiciones climáticas, y cambiando su reflectividad en el infrarrojo cercano a cierta temperatura crítica, permitiendo el paso de la radiación en el espectro visible y reflejando la porción infrarroja.

Estos vidrios así descritos contribuirían considerablemente al ahorro energético en los edificios (hasta un 25%).

## RELEVANCIA DEL PROYECTO AHORRO ENERGÉTICO

Nos enfrentamos a una situación de continuo incremento del gasto energético como consecuencia de la generalización de los sistemas de climatización. La aparición de sistemas de climatización de bajo coste en los hogares supone, además, el agravamiento de las puntas veraniegas en el consumo eléctrico a que nos obliga nuestra climatología.

Se trata, en definitiva, de un serio reto en cuanto a la producción, distribución y racionalización y aho-

rro de la energía; la oportunidad de esta investigación se centra en la reducción del consumo energético en los edificios, al tiempo que en el incremento del confort y la calidad de vida en su interior.

El escenario actual de precios en el mercado del petróleo, junto con el hecho de que se haya alcanzado ya el cenit de producción, debe servir de acicate para el desarrollo de elementos precursores de bajo consumo energético y reducida emisión de CO<sub>2</sub>.

El presente proyecto de investigación y la tecnología resultante del mismo contribuirían de forma directa al cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos (Protocolo de Kioto), las normativas y recomendaciones medioambientales (Código Técnico de la Edificación...), y los Planes Energéticos nacionales y autonómicos.

## RELEVANCIA ECONÓMICA

La incorporación a los edificios de los cristales termocrómicos desarrollados, conseguiría reducir significativamente el capítulo de gasto energético en el sector residencial y de servicios.

## DESARROLLO TECNOLÓGICO

El desarrollo del proyecto de investigación Enercome-Termoglaze contribuirá al acercamiento español a una tecnología tan prometedora como es el campo de las capas termocrómicas. El desarrollo de dispositivos de propiedades cambiantes según las condiciones ambientales es un campo de investigación cuyas implicaciones pueden revolucionar numerosos aspectos cotidianos.

El proyecto Enercome-Termoglaze también supondrá el desarrollo de una utilidad informática de cálculos energéticos en ventanas de edificios (con vidrios de cualquier tipo), lo que significará un avance en las herramientas que los diseñadores e instaladores tienen para optimizar los consumos de climatización.

## OBJETIVOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

El objetivo de Termoglaze es hacer realidad un producto duradero y un proceso de producción económicamente eficiente para superficies de cristal termocrómicas, con temperatura de transición y especificaciones optimizadas para condiciones climáticas y aplicaciones diferentes, que se emplearían en edificios e invernaderos.

Idealmente el producto Termoglaze debería presentar un comportamiento óptimo en cada condición climática:

- ❖ Comportamiento de superficie transparente bajo la temperatura de transición: alto coeficiente de sombra (es decir, alta ganancia de calor debida a la radiación solar), y alta transmitancia en el espectro visible.
- ❖ Comportamiento de superficie espectralmente selectiva sobre la temperatura de transición: bajo coeficiente de sombra (es decir, baja ganancia de calor), y alta transmitancia en el espectro visible; por tanto, sin perder demasiada visibilidad hacia el exterior.

Para conseguir un producto optimizado para la aplicación a la construcción, y apropiado para la manufactura industrial de vidrios, los factores clave de la investigación que ha de perseguir el proyecto son los siguientes:

### 1. TEMPERATURA DE TRANSICIÓN:

- a. Niveles diferentes de dopado en el semiconductor dopado con metales (dióxido de vanadio) permiten obtener temperaturas de transición diferentes.
- b. El objetivo es producir al menos dos productos con temperaturas de transición diferentes en el rango de 20-35°C para aplicaciones en edificios e invernaderos.

### 2. PROPIEDADES ÓPTICAS DEL CRISTAL POR ENCIMA DE LA TEMPERATURA DE TRANSICIÓN

En relación a estos objetivos, deben perseguirse tres aspectos de I+D:



- a. Minimizar el espesor de la capa termocrómica para alcanzar una alta reflexión en el infrarrojo, pero manteniendo una alta transmisión de luz tras la transición; hay, de hecho, un compromiso entre el espesor de las películas termocrómicas y las propiedades ópticas del cristal termocrómico. Típicamente, las películas termocrómicas mantienen un 20% de la transmisión visible tras la transición; optimizar el proceso de deposición para obtener capas menores de 250 nm puede triplicar la transmisión visible, elevándola a un 60%.
- b. Llevar a cabo un co-dopado F para conseguir películas más transparentes sobre la temperatura de transición.
- c. Investigar la adición de capas refractivas para optimizar o eliminar el color del vidrio.

### 3. VELOCIDAD E HISTÉRESIS DEL PROCESO DE TRANSICIÓN

- a. La velocidad deber ser lo más elevada posible, manteniendo a su vez una amplitud de histéresis lo más reducida posible; esto debe alcanzarse optimizando la composición y microestructura de la capa termocrómica.
- b. La estabilidad ante múltiples ciclos térmicos depende de la

composición de la capa termocrómica y el proceso de deposición.

### 4. DURABILIDAD

- a. El proceso de deposición (CVD, PVD o eventualmente sol-gel) es fundamental para producir una capa sólida que sea robusta y resistente ante agentes externos tales como la atmósfera o las abrasiones.
- b. El diseño del vidrio y el tratamiento superficial son claves para conseguir un producto duradero y resistente al rayado y la abrasión; el diseño óptico podría consistir en una unidad de doble acristalamiento con una cara interna tratada con la capa termocrómica, para hacerla segura ante ataques externos.

### 5. EFICIENCIA DE COSTES

Junto con la controlabilidad del proceso de fabricación, es uno de los principales aspectos del proyecto; la deposición CVD parece, por el momento, la mejor solución para permitir que el tratamiento con capa termocrómica sea incorporado de manera fácil y económica al proceso de producción del cristal, ya que este tipo de tratamiento ya se aplica en la fabricación de vidrios 