

# Guía de Ahorro y Eficiencia Energética



## en Concesionarios de Automóviles

Madrid Ahorra con Energía



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA

**Comunidad de Madrid**

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

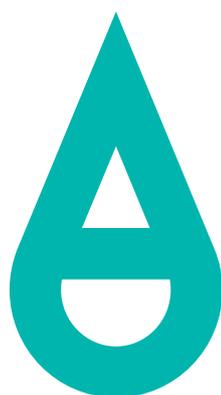


La Suma de Todos





# Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Concesionarios de Automóviles



Madrid **Ahorra** con Energía

Madrid, 2014



Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



**Biblioteca virtual**



 **CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA**  
**Comunidad de Madrid**  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

Esta Guía se puede descargar en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

**[www.madrid.org](http://www.madrid.org)**

(Consejería de Economía y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

**[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)**

Si desea recibir ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid

[dgtecnico@madrid.org](mailto:dgtecnico@madrid.org)

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

[fundacion@fenercom.com](mailto:fundacion@fenercom.com)

La Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, respetuosa con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan. Tanto la Comunidad de Madrid como la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores ni de las posibles consecuencias que se deriven para las personas físicas o jurídicas que actúen o dejen de actuar de determinada forma como resultado de la información contenida en esta publicación.

Depósito Legal: M-26130-2014

Imprime: Gráficas Arias Montano, S. A.

28935 MÓSTOLES (Madrid)

# Presentación

Hace ya más de tres décadas, nuestra sociedad descubrió que la energía no era algo inagotable y barato que pudiera desperdiciarse alegremente fuera cual fuera su origen. La primera crisis del petróleo nos dio el aldabonazo y fue precisamente en el sector del automóvil donde empezaron a sentirse las primeras consecuencias.

Este escenario es común a todos los países importadores de energía, por lo que en principio, no tendría que afectar a la competitividad de la economía española. Sin embargo, hay circunstancias en el escenario energético español que hacen más preocupante las recientes tendencias en los precios de la energía.

El elevado peso de los combustibles fósiles en nuestro balance energético, junto con nuestra elevada dependencia y nuestro excesivo consumo de energía, hacen a nuestro país más vulnerable ante el nuevo escenario de precios energéticos.

En España, el transporte emplea algo menos de la mitad de todos los derivados del petróleo consumidos en el país. En todo el mundo los automóviles, especialmente, junto a los demás medios de transporte, son los principales responsables del consumo de petróleo y de la contaminación y del aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Por esto, cualquier ahorro de energía en los motores o el uso de combustibles alternativos que contaminen menos, tienen una gran repercusión.

En la Comunidad de Madrid el parque de vehículos, automóviles de particulares y de flotas, furgonetas, camiones y autobuses, etc. supera la cifra de cuatro millones. La gran mayoría de éstos se comercializan a través de concesionarios, donde se encuentran en exposiciones los últimos modelos o, incluso, los vehículos de ocasión.

En estos establecimientos el consumo de energía es elevado, pues se cuenta con importantes instalaciones de iluminación y de climatización, además de los propios talleres o naves anexas.

El potencial de ahorro de energía es significativo, pero es preciso conocer en qué tipo de instalaciones se puede actuar y las medidas que se deben adoptar.

Otro punto que mejorará la competitividad del sector, será hacer eficientes energéticamente las instalaciones de los concesionarios y talleres de automóviles, colaborando así a la reducción de sus costes.

Por todo lo anterior, la Consejería de Economía y Hacienda, a través de su Dirección General de Industria, Energía y Minas y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, publica esta **Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Concesionarios de Automóviles**, con la que se pretende acercar a empresarios, técnicos de mantenimiento, operarios y, en general, todo aquel profesional del sector, las posibilidades de reducción del consumo de energía en las instalaciones de los propios concesionarios, que se enmarca en la campaña Madrid Ahorra con Energía.

**Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas  
Consejería de Economía y Hacienda  
Comunidad de Madrid

# Autores

- Capítulo 1. **Medidas para la eficiencia energética**  
Gustavo Barbero Maganto  
Product Manager  
Endesa Energía
- Capítulo 2. **Sistemas de climatización eficientes**  
Julián Pradillo González  
Ingeniero de Ventas  
Wolf Ibérica S.A.
- Capítulo 3. **La tecnología LED en concesionarios de vehículos**  
Fernando Sierra  
Departamento Técnico  
LuzDyA
- Capítulo 4. **Demandas térmicas en concesionarios y talleres de automoción. Competitividad y confort con gas natural**  
José Manuel Domínguez Cerdeira  
Responsable de Prescripción. Dirección de Promoción del Gas  
Gas Natural Distribución, SDG
- Capítulo 5. **Ahorro energético y energía solar térmica**  
Mónica López Montoya  
Product Manager  
Viessmann, S.L.
- Capítulo 6. **Aplicación de la energía solar fotovoltaica en los concesionarios de automóviles**  
Claudia García Cueto  
Account Manager Assitant  
Yingli Green Energy Spain
- Capítulo 7. **Acristalamientos de eficiencia energética en concesionarios de automóviles**  
Eduardo M<sup>º</sup> de Ramos Vilariño  
Director CITAV – Centro de Información Técnica de Aplicaciones de Vidrio  
Saint - Gobain Glass

Capítulo 8. **Eficiencia y ahorro en el uso del espacio de almacenamiento, estacionamiento y exposición de vehículos**

Luis de Pereda Fernández

Director de Proyectos

Dynamic Park Systems, DPS. América

Integral Park Systems, IPS. España

# Índice

|  |          |
|--|----------|
| <b>Capítulo 1. Medidas para la eficiencia energética</b>                           | 13       |
| 1.1. Introducción  | 13       |
| 1.2. Optimización tarifaria  | 14       |
| 1.2.1. Mercado liberalizado: gas y electricidad                                    | 15       |
| 1.3. Optimización de instalaciones   | 15       |
| 1.3.1. Estudio del consumo   | 15       |
| 1.3.2. Parámetros de eficiencia energética   | 18       |
| 1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en concesionarios de automóviles | 19       |
| 1.4. Conclusiones  | 40       |
| <b>Capítulo 2. Sistemas de climatización eficientes</b>                            | 43       |
| 2.1. Consumo de energía en concesionarios de automóviles                           | 43       |
| 2.2. Climatización eficiente   | 44       |
| 2.3. Recuperación de energía del aire de expulsión                                 | 45       |
| 2.3.1. Recuperadores de placas   | 46       |
| 2.3.2. Recuperadores de placas de alta eficiencia                                  | 47       |
| 2.3.2. Recuperadores rotativos   | 48       |
| 2.4. Ahorro energético en ventilación  | 49       |
| 2.4.1. Ejemplo. Cálculo de SFP y potencia de red                                   | 50       |
| <b>Capítulo 3. La tecnología LED en concesionarios de vehículos</b>                | 57       |
| 3.1. La eficiencia energética  | 57       |
| 3.2. ¿En qué consiste la tecnología LED?   | 58       |
| 3.3. Tecnologías de iluminación instaladas en concesionarios de automóviles        | 59       |
| 3.4. Razones para cambiar a tecnología LED   | 60       |
| 3.5. Preguntas frecuentes sobre la tecnología LED                                  | 63       |
| ¿Para qué?   | 63       |
| ¿Cuándo se debe iniciar el cambio a LED?   | 63       |
| ¿Por dónde empezar?  | 64       |
| <b>GUÍA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CONCESIONARIOS...</b>                 | <b>9</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| ¿Cómo hacer la sustitución por LED?   | 64        |
| 3.6. El estudio técnico de ahorro   | 64        |
| 3.7. Ficha técnica  | 68        |
| 3.8. Variables a tener en cuenta para elegir la iluminación LED adecuada  | 69        |
| 3.10. Tipos de sistemas de iluminación LED  | 70        |
| <b>Capítulo 4. Demandas térmicas en concesionarios y talleres de automoción. Competitividad y confort con gas natural</b> | <b>75</b> |
| 4.1. Introducción   | 75        |
| 4.2. Demandas energéticas de los concesionarios y talleres  | 75        |
| 4.3. Aportación de las tecnologías asociadas al gas natural   | 77        |
| 4.4. Comparativa de precios de la energía   | 79        |
| 4.5. Cabinas de pintura. Soluciones con gas natural   | 80        |
| 4.6. Calefacción de talleres  | 82        |
| 4.7. Climatización de zonas de exposición y oficinas  | 85        |
| 4.8. Producción de agua caliente sanitaria  | 86        |
| 4.9. ¿Qué se debe hacer para disponer de gas natural?   | 87        |
| <b>Capítulo 5. Ahorro energético y energía solar térmica</b>  | <b>89</b> |
| 5.1. Introducción   | 89        |
| 5.2. Ahorro energético  | 90        |
| 5.3. Evaluación de una inversión  | 90        |
| 5.4. Soluciones energéticas eficientes  | 91        |
| 5.5. Descripción de las instalaciones solares térmicas  | 91        |
| 5.5.1. Constante solar  | 92        |
| 5.5.2. Influencia de la latitud y la declinación  | 93        |
| 5.5.3. Radiación global   | 93        |
| 5.5.4. Irradiación  | 94        |
| 5.6. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas   | 95        |
| 5.7. Parámetros que influyen en las ganancias energéticas del captador  | 96        |
| 5.7.1. Inclinación  | 96        |
| 5.7.2. Orientación  | 97        |
| 5.8. Componentes  | 98        |
| 5.8.1. Colectores solares   | 98        |
| 5.8.2. Acumulación solar  | 102       |
| 5.8.3. Intercambio  | 103       |
| 5.8.4. Regulación y control   | 104       |
| 5.9. Instalaciones solares térmicas en concesionarios de automóviles  | 104       |
| 5.9.1. Ejemplo de una instalación solar térmica en un concesionario de automóviles  | 107       |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 6. Aplicación de la energía solar fotovoltaica en los concesionarios de automóviles</b>                       | 115       |
| 6.1. Caso práctico  | 115       |
| 6.2. Beneficios de la aplicación fotovoltaica   | 118       |
| <b>Capítulo 7. Acristalamientos de eficiencia energética en concesionarios de automóviles</b>                             | 121       |
| 7.1. Introducción   | 121       |
| 7.2. Estabilidad mecánica   | 124       |
| 7.3. Seguridad de uso   | 132       |
| 7.4. Seguridad anti-agresión o anti-robo  | 135       |
| 7.5. Visibilidad a través del escaparate: <i>Transmisión y Reflexión Luminosa</i> del acristalamiento                     | 141       |
| 7.6. Eficiencia energética: limitación de la demanda de calefacción y aire acondicionado                                  | 149       |
| 7.6.1. Consideraciones generales  | 149       |
| 7.6.2. Doble acristalamiento o UVA  | 151       |
| 7.6.3. Tipos de doble acristalamiento: sistemas y prestaciones  | 154       |
| 7.6.4. Reducción de la transmitancia térmica  | 159       |
| 7.6.4.1. Efecto de la cámara  | 161       |
| 7.6.4.2. Efecto de los vidrios bajo emisivos o ATR  | 162       |
| 7.6.4.3. Efecto del gas   | 166       |
| 7.6.4.4. Efecto del espesor de los vidrios  | 168       |
| 7.6.5. Factor solar   | 168       |
| 7.6.6. <i>Transmisión Luminosa</i> y Selectividad   | 174       |
| 7.7. Conclusiones   | 176       |
| Bibliografía  | 182       |
| FICHAS TÉCNICAS DE ACRISTALAMIENTOS   | 183       |
| <b>Capítulo 8. Eficiencia y ahorro en el uso del espacio de almacenamiento, estacionamiento y exposición de vehículos</b> | 205       |
| 8.1. Introducción   | 205       |
| 8.2. Tecnología y sistemas de estacionamiento mecánico  | 209       |
| 8.2.1. Sistemas semiautomáticos para la compactación horizontal del espacio de aparcamiento                               | 211       |
| 8.2.2. Sistemas semiautomáticos para la compactación vertical y horizontal del espacio de aparcamiento                    | 211       |
| 8.2.3. Sistemas robotizados para la compactación del volumen de aparcamiento  | 216       |
| 8.3. Optimización del espacio de estacionamiento  | 219       |
| 8.3.1. Optimización del aprovechamiento horizontal del espacio  | 219       |
| <b>GUÍA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CONCESIONARIOS...</b>  | <b>11</b> |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 8.3.2. | Optimización del aprovechamiento vertical del espacio   | 221 |
| 8.3.3. | Compactación del volumen de aparcamiento  | 223 |
| 8.4.   | Aplicación de los sistemas de aparcamiento mecánico en concesionarios   | 225 |
| 8.4.1. | Logística de almacenamiento   | 225 |
| 8.4.2. | Optimización del almacenamiento en el concesionario. Actuaciones para mejorar el aprovechamiento del espacio en concesionarios existentes | 227 |
| 8.4.3. | Estacionamiento en talleres de concesionarios   | 228 |
| 8.4.4. | Exhibición, estacionamiento y almacenamiento  | 230 |
| 8.4.5. | Exhibición y servicios de promoción de la imagen de marca   | 232 |
| 8.5.   | Nuevas modalidades y oportunidades  | 233 |

## 1.1. Introducción

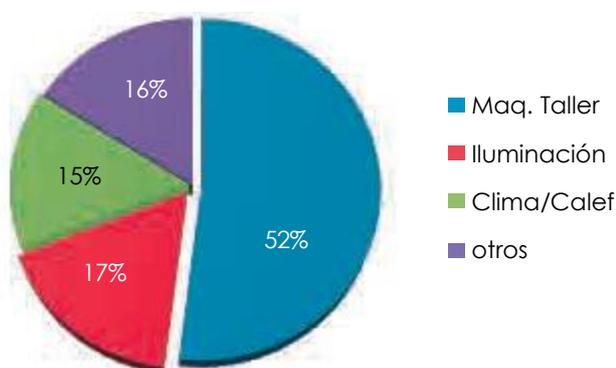
Para una correcta gestión energética de los concesionarios de automóviles, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que permitirá un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.



**Figura 1.1.** Identificación de fuentes y consumos energéticos.

De la diversidad de instalaciones que pueden acoger los concesionarios de automóviles, así como del catálogo de servicios que en ellos se ofrecen, depende el suministro de ENERGÍA.

Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: maquinaria, climatización, calefacción e iluminación.



**Figura 1.2.** Distribución de consumos energéticos en concesionarios de automóvil.

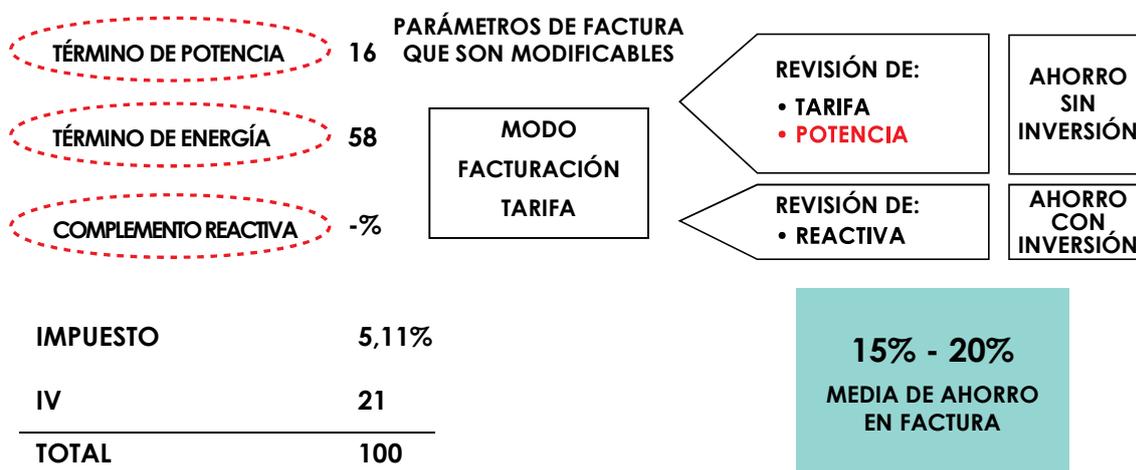
Fuente. Auditorías Energéticas realizadas en el sector Concesionarios Automóvil.

El consumo de energía como una variable más dentro de la **gestión** de un negocio adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.

Se han de contemplar dos aspectos fundamentales que permiten optimizar el coste de la energía y, por lo tanto, maximizar el beneficio: optimizar la tarifa y optimizar las instalaciones.

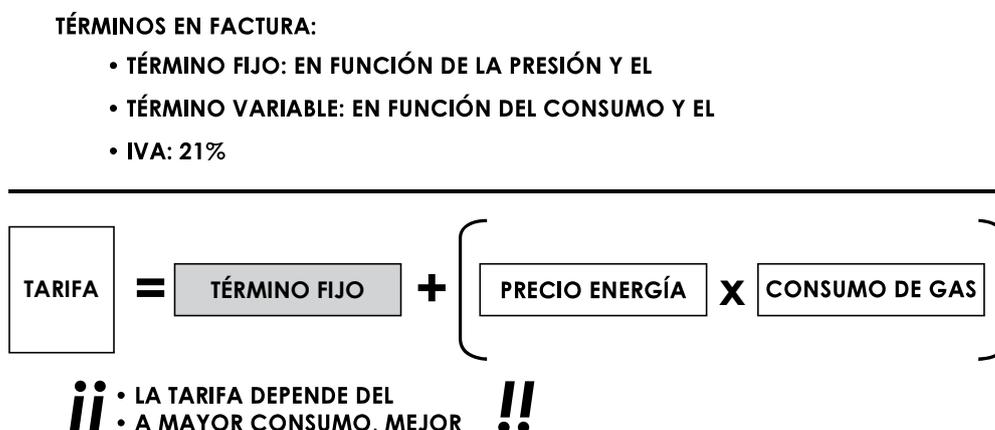
## 1.2. Optimización tarifaria

Para conseguir una adecuada optimización en las tarifas de la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, Fig. 1.3.



**Figura 1.3.** Media asesorías energéticas realizadas en concesionarios.

Para conseguir una adecuada optimización en las tarifas de la factura del gas, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, Fig. 1.4.



**Figura 1.4.** Composición de costes de la tarifa eléctrica.

## 1.2.1. Mercado liberalizado: gas y electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el mercado liberalizado:

- \* **PRECIO:** el precio no está fijado por la Administración y la oferta varía en cada comercializadora.
- \* **ELECCIÓN:** la elección de la comercializadora debe basarse en el Catálogo de servicios adicionales, además del precio.
- \* **¿CÓMO CONTRATO?:** la comercializadora elegida gestiona el alta del nuevo contrato.

En todo caso, se ha de tener en cuenta:

- \* Con el cambio de comercializadora NO se realiza ningún corte en el suministro.
- \* Los contratos suelen ser anuales.
- \* Se puede volver al mercado regulado.
- \* La comercializadora gestiona las incidencias de suministro, aunque es la distribuidora la responsable de las mismas.

## 1.3. Optimización de instalaciones

### 1.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones con las que cuentan los concesionarios de automóviles.

Para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones.

En este apartado se pretende establecer la estructura de consumo energético de los concesionarios de automóviles, analizando las fuentes de energía utilizadas y los usos finales a los que se destina.

### 1.3.1.1. Consumo de energía en concesionarios

En este apartado se van a utilizar los datos derivados de distintos trabajos realizados y los datos de consumo extraídos de la bibliografía disponible.

La distribución del consumo energético entre energía eléctrica y energía térmica demandada por un concesionario, depende de varios factores: de su situación, de los servicios que ofrece, de las características constructivas del edificio, etc.

En la Tabla 1.1 se muestra la distribución de consumo típico, aunque hay que tener en cuenta que a nivel individual existen grandes diferencias respecto de esta distribución en función de los factores mencionados.

**TABLA 1.1.** Instalaciones de los concesionarios de automóviles.

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| <b>INSTALACIONES</b>                  | Exposición          |
|                                       | Taller              |
|                                       | Oficinas            |
|                                       | Aseos               |
| <b>APLICACIONES ENERGÉTICAS</b>       | Maquinaria          |
|                                       | Iluminación         |
|                                       | ACS                 |
|                                       | Climatización       |
|                                       | Otros               |
| <b>ENERGÍAS</b>                       | Electricidad        |
|                                       | Gas                 |
| <b>CONSUMO</b><br>(*) MEDIA SECTORIAL | 138.580 kWh/año     |
| <b>COSTE</b><br>(*) MEDIA SECTORIAL   | <b>15.050 €/año</b> |

### 1.3.1.2. Distribución del consumo energético

Generalmente, los concesionarios de automóviles consumen, por una parte, energía eléctrica para su consumo en maquinaria eléctrica, alumbrado, aire acondicionado, etc. También se están implantando, cada vez con mayor frecuencia, las bombas de calor eléctricas, que permiten el suministro de calefacción durante los meses fríos. Por otra parte, en ocasiones consumen algún combustible, que se

utiliza para la producción de agua caliente para calefacción (si no dispone de bomba de calor), para la producción de agua caliente sanitaria, etc.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en los concesionarios de automóviles, se observa que no es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que el grueso de su facturación corresponde a la maquinaria necesaria, generalmente hidráulica. No obstante, el gasto asociado a la iluminación y climatización es importante y susceptible de mejora. La iluminación por la cantidad de horas que se utiliza, y los gastos de climatización por la importancia que éstos tienen.

Además, las inversiones requeridas en mejoras de iluminación y climatización son sensiblemente inferiores a otras como las relacionadas con maquinaria. Por lo tanto, los principales esfuerzos de los empresarios a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción del consumo en iluminación y climatización, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la reducción de la demanda, como se verá más adelante. No obstante, se deberán también analizar las posibles mejoras en maquinaria debido al alto consumo que conlleva su utilización.

### Consumo de energía eléctrica

Como se ha mencionado anteriormente, el consumo de energía eléctrica es generalmente la principal partida del consumo energético de un concesionario de automóviles. Este consumo de energía eléctrica es variable a lo largo del año, presentando generalmente un aumento ligado a la demanda de aire acondicionado.

### Consumo de energía térmica

Como se ha comentado anteriormente, los principales servicios que generalmente requieren de un suministro térmico son los siguientes:

- Calefacción.
- Agua caliente sanitaria (ACS).

Por lo general, estas demandas se satisfacen mediante el uso de calderas de agua caliente. En aquellos concesionarios de automóviles donde la demanda

de calefacción se suministra mediante el empleo de bombas de calor eléctricas (normalmente aire – agua), no se consume combustible para este fin.

La demanda térmica de los concesionarios de automóviles es también variable a lo largo del año, y en los meses de invierno es cuando generalmente se produce mayor demanda, debido a la calefacción del edificio.

### 1.3.2. Parámetros de eficiencia energética

En cualquier lugar de trabajo es importantísimo generar las condiciones de confort óptimas. Sin embargo, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mayor confort o a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el confort de los distintos ambientes y el consumo estén en la proporción adecuada.

Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica, combustible y agua, se pueden obtener los ratios de consumo energético del concesionario.



**Figura 1.5.** Esquema de identificación de costes energéticos.

A partir de estos ratios, los profesionales del sector pueden clasificar su establecimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética, y tomar las medidas necesarias para reducir el consumo y coste de la energía.

### 1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en concesionarios de automóviles

Como ya se ha comentado anteriormente, la creciente preocupación por el confort en los concesionarios de automóviles debido al actual concepto de confort, ha producido un incremento considerable en el consumo energético de los mismos. Esto se traduce en un notable aumento de la participación de la factura energética en la estructura de costes.

Para reducir el coste de los consumos de energía se puede:

- \* Optimizar el contrato.
- \* Optimizar las instalaciones.

En la Tabla 1.2 se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.



Foto 1.1. Motor eléctrico de elevador.

**TABLA 1.2.** Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

| SISTEMA/<br>EQUIPO                     | MEJORAS<br>POSIBLES  | ¿CÓMO?   | CONSECUENCIA  | AHORRO<br>ESTIMADO<br>(%) |
|--|--|--|---|---------------------------|
| <b>Calderas<br/>(Gas/Gas-Oil)</b>      | Optimización de la combustión  | Mediante análisis de la composición de los humos de escape | Ahorro en combustible<br>Reducción de la factura                    | 15                        |
|  | Aprovechamiento calores residuales                                     |  | Utilización del calor para ACS/<br>Calefacción                      | 25                        |
|  | Substitución de gasoil por gas natural                                 | Adaptación de las calderas                                 | Utilización de gas natural, más económico por unidad térmica        | 38                        |
| <b>Calderas de vapor</b>               | Optimización de la combustión  | Mediante análisis de la composición de los humos de escape | Ahorro combustible  | 15                        |
|  | Recuperación de calor y automatización de purgas                       | Recuperación de calor de humos según combustible           | Utilización de ACS/calefacción o frío por absorción                 | 10                        |
|  | Reinyección de condensados   | Reinyección de condensados                                 | Ahorro de agua y combustible  | 15                        |
| <b>Climatización (bombas de calor)</b> | Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS | Mediante balance energético (energía entrante = saliente)  | Reducción en el consumo eléctrico<br>Producción de ACS para consumo | 40                        |

| SISTEMA/<br>EQUIPO                 | MEJORAS<br>POSIBLES  | ¿CÓMO?   | CONSECUENCIA   | AHORRO<br>ESTIMADO<br>(%) |
|------------------------------------|--|--|--|---------------------------|
| <b>Motores eléctricos</b>          | Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa) | Funcionamiento mediante variador de frecuencia | Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura               | 15                        |
| <b>Bombas agua climatización</b>   | Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno     | Funcionamiento mediante variador de frecuencia | Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura eléctrica             | 15                        |
| <b>Máquinas de frío industrial</b> | Reaprovechamiento del calor que se lanza a la atmósfera para ACS, climatización, etc.    | Funcionamiento mediante variador de frecuencia | Reducción del consumo eléctrico Reducción del coste de la factura eléctrica              | 15                        |
|                                    |  | Colocación de intercambiadores de calor        | Reducción del consumo eléctrico Reducción del coste en la factura eléctrica, gas, gasoil | 25                        |

### 1.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un importante consumo eléctrico dentro de un concesionario de automóviles, dependiendo su porcentaje de su tamaño, de los servicios que proporciona y del clima de la zona donde esté ubicado. Este consumo puede llegar a alcanzar cerca del 15% de la facturación.



**Foto 1.2.** Iluminación de cabina de pintura.

Es por ello que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costes.

Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20% y el 85% en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.

Además, puede haber un ahorro adicional si el concesionario tiene aire acondicionado, ya que la iluminación de bajo consumo o LED presenta una menor emisión de calor.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

- **Fuente de luz o lámpara:** es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.
- **Luminaria:** aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.
- **Equipo auxiliar:** muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red, y necesitan dispositivos que modifiquen las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.



**Foto 1.3.** Lámpara portátil.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender esencialmente su eficiencia energética.

Para una instalación de alumbrado existe un amplio rango de medidas para reducir el consumo energético, haciendo a continuación referencia a alguna de ellas.

### Luminarias con fluorescencia

Las lámparas fluorescentes son generalmente las lámparas más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad y pocos encendidos. Este tipo de lámpara necesita de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto. En concesionarios, se encuentran en las zonas de taller y/u oficina.

- ✱ Sustitución de equipos

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.

En la Tabla 1.3 se muestra cómo varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

**TABLA 1.3.** Comparación entre balasto convencional y balasto electrónico.

| Luminaria con tubos fluorescentes 2x58 W con balasto <b>convencional</b> |       | Luminaria con tubos fluorescentes 2x58 W con balasto <b>electrónico</b> |       |
|--|-------|---|-------|
| POTENCIA ABSORBIDA   |       | POTENCIA ABSORBIDA  |       |
| Lámparas (2 x 58 W)  | 116 W | Lámparas (2 x 51 W)   | 102 W |
| Balasto convencional   | 30 W  | Balasto electrónico   | 11 W  |
| TOTAL  | 146 W | TOTAL   | 113 W |
| DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO   |       | 22,60%  |       |

La tecnología de los balastos electrónicos de alta frecuencia permite además la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual a su vez permite adaptar el nivel de iluminación a las necesidades.

**TABLA 1.4.** Características de los balastos electrónicos.

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.</li> <li>• Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.</li> <li>• Optimizan el factor de potencia.</li> <li>• Proporcionan un arranque instantáneo.</li> <li>• No producen zumbido ni otros ruidos.</li> <li>• Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.</li> <li>• Incrementan la vida de la lámpara.</li> </ul> |
|--|

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

Además del precio, el cambio de balasto requiere el desmontaje/montaje de la luminaria, por lo que, en términos de retorno de la inversión, suele ser más rentable el cambio de la luminaria completa o sólo de la fuente de luz.

En el caso de instalación nueva, es recomendable a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electróni-

co, ya que en este caso el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.

✱ **Sustitución de lámparas**

También existe la posibilidad de reemplazar la lámpara fluorescente por dos alternativas:

1. Tubos ECO: Misma tecnología que el tubo convencional, pero con un ahorro del orden del 10%. La única salvedad es que su funcionamiento óptimo es a temperatura ambiente.
2. Tubos LED: Siempre previo estudio lumínico (para mantener condiciones de niveles de luz, uniformidad y deslumbramiento) se puede reducir el consumo del orden del 60%.

**TABLA 1.5.** Ejemplo de sustitución por tubos led.

| Luminaria con tubos fluorescentes 2x58 W con balasto <b>convencional</b> |       | Luminaria con tubos de LED |      |
|--|-------|----------------------------|------|
| POTENCIA ABSORBIDA   |       | POTENCIA ABSORBIDA         |      |
| Lámparas (2 x 58 W)  | 116 W | Lámparas (2 x 22 W)        | 44 W |
| Balasto convencional   | 30 W  | Balasto electrónico        | - W  |
| TOTAL  | 146 W | TOTAL                      | 44 W |
| DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO   |       | 69%                        |      |

### Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga de alta presión son hasta un 35% más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente de que su rendimiento de color no es tan bueno.

Es por ello que su aplicación resulta interesante en los lugares donde no se requiere un elevado rendimiento de color.

### Sustituciones luminarias

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función principal es la de distribuir la luz producida por la fuente en la forma más adecuada a las necesidades.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de concesionarios antiguos utilizando luminarias de elevado rendimiento, generalmente conlleva un sustancial ahorro energético, así como una mejora de las condiciones visuales.

### Aprovechamiento de la luz diurna

El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones importantes a nivel de eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento (orientación correcta) y de calentamiento (doble acristalamiento).

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior mediante luz diurna son la profundidad de la nave, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, los vidriados utilizados y las sombras externas. Estos factores dependen generalmente del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



**Foto 1.4.** Taller con iluminación exterior.

Hay que tener en cuenta que para un máximo aprovechamiento de la utilización de la luz natural es importante asegurar que la iluminación eléctrica se apaga cuando con la luz diurna se alcanza una iluminación adecuada. Esto se consigue mediante el uso de sistemas de control apropiados, y puede requerir un cierto nivel de automatización.

Es también muy conveniente pintar las superficies de las paredes de colores claros con una buena reflectancia, de forma que se maximice la efectividad de la luz suministrada. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80% de la luz incidente, mientras que los colores oscuros pueden llegar a reflejar menos de un 10% de la luz incidente.

### **Sistemas de control y regulación**

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras sea necesario y durante el tiempo que sea preciso. Con un sistema de control apropiado pueden obtenerse sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de una estancia.

Un sistema de control de la iluminación completo combina sistemas de control de tiempo, sistemas de control de la ocupación, sistemas de aprovechamiento de la luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación.

#### **1.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado**

Los sistemas de climatización representan generalmente el principal apartado en cuanto al consumo energético de cualquier instalación. Como se ha visto, se pueden obtener ahorros entre un 10% y un 50% gracias a la optimización de las instalaciones.

**TABLA 1.6.** Ahorros de energía en las instalaciones de calefacción con aplicaciones de mejora de eficiencia energética.

| MEJORAS  | AHORRO DE ENERGÍA (%) | AMORTIZACIÓN        |
|--|-----------------------|---------------------|
| OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES     |                       |                     |
| <i>Aislamiento caldera no calorifugada</i>                       | 3                     | Inferior a 1,5 años |
| <i>Mejora calorifugado insuficiente</i>                          | 2                     | Inferior a 3 años   |
| OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE |                       |                     |
| <i>Aislamiento tuberías</i>                                      | 5                     | Inferior a 1,5 años |
| <i>Descalcificación tuberías</i>                                 | 5 - 7                 | Inferior a 3 años   |
| CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN DEFECTUOSOS                   |                       |                     |
|  | 3 - 5                 | Inferior a 4,5 años |
| CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN OBSOLETOS O DEFECTUOSOS       |                       |                     |
| <i>Quemador</i>  | 9                     | Inferior a 3 años   |
| <i>Caldera y quemador</i>  | 21                    | Inferior a 3 años   |

### Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de un concesionario de automóviles dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orientación del edificio, los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento y las protecciones solares.

### Control y regulación

Otra mejora importante a la hora de reducir la demanda energética de calefacción y aire acondicionado, consiste en la implantación de un buen sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento y en cada zona del edificio.

Se pueden obtener ahorros del 20-30% de la energía utilizada en este apartado mediante: la sectorización por zonas, el uso de sistemas autónomos para el control de la temperatura en cada zona, la regulación de las velocidades de los ventiladores o la regulación de las bombas de agua.

Los sistemas de gestión centralizada permiten un control de la temperatura en función de que la superficie se encuentre desocupada, reservada u ocupada. De este modo, el sistema permite controlar los parámetros de temperatura y humedad.

Con este sistema se obtiene un importante ahorro energético, ya que por cada grado que se disminuye la temperatura ambiental, el consumo energético disminuye en un 5-7%, por lo que el ahorro de energía que se consigue con el empleo de estos controles es del 20-30% del consumo de climatización durante esas horas.

### Free-cooling

Es conveniente también que la instalación vaya provista de un sistema de free-cooling para poder aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de refrigeración del aire exterior para su aplicación en el edificio cuando las condiciones así lo permitan.

Esta medida requiere de un sistema de control del aire introducido en función de la entalpía del aire exterior y del aire interior, consiguiendo de esta forma importantes ahorros energéticos.

### Aprovechamiento del calor de los grupos de frío

En algunos aparatos de aire acondicionado de alta eficiencia, el calor del condensador que extraen los equipos frigoríficos puede ser utilizado, mediante intercambiadores de calor, para la producción de agua caliente que puede ser requerida en otra parte de las instalaciones.



Foto 1.5. Equipo exterior de bomba de calor.

Este aprovechamiento puede suponer, por un lado, un ahorro importante de energía para la producción de agua caliente sanitaria y, por otro, un ahorro por menor consumo eléctrico del condensador.

### Recuperación de calor del aire de ventilación

Esta mejora consiste en la instalación de recuperadores de calor del aire de ventilación. En el recuperador se produce un intercambio de calor entre el aire extraído del edificio y el aire exterior que se introduce para la renovación.

De esta manera, se consigue disminuir el consumo de calefacción durante los meses de invierno, ya que el aire exterior de renovación se precalienta en el recuperador, y en verano se disminuye el consumo eléctrico asociado al aire acondicionado.

### Bombas de calor

La bomba de calor es un sistema reversible que puede suministrar calor o frío, a partir de una fuente externa cuya temperatura es inferior o superior a la del local a calentar o refrigerar, utilizando para ello una cantidad de trabajo comparativamente pequeña.

El rendimiento de las bombas de calor (COP) es del orden de entre 2,5 y 4, rendimiento que está muy por encima del de una caldera de combustible, por lo que, aunque la electricidad tiene un precio más elevado, estos equipos en muchos casos representan una alternativa más competitiva que la utilización de calderas para la producción del calor.

**TABLA 1.7.** Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

|  | MEDIO DEL QUE SE EXTRAE LA ENERGÍA | MEDIO AL QUE SE CEDE ENERGÍA |
|--|------------------------------------|------------------------------|
| Según medio de origen y de destino de la energía | AIRE                               | AIRE                         |
|  | AIRE                               | AGUA                         |
|  | AGUA                               | AIRE                         |
|  | AGUA                               | AGUA                         |
|  | TIERRA                             | AIRE                         |
|  | TIERRA                             | AGUA                         |

Algunos tipos de bombas de calor pueden producir simultáneamente frío y calor.

Otra posibilidad dentro de este apartado es la utilización de bombas de calor con motor de gas, aunque su COP es inferior.

### **Optimización del rendimiento de las calderas**

El primer paso para obtener un buen rendimiento de estos sistemas es un buen dimensionamiento de las calderas, adecuando su potencia a la demanda y evitando sobredimensionamientos innecesarios.

Es también conveniente un buen sistema de control de la instalación para evitar excesivas pérdidas de calor cuando la caldera está en posición de espera, y también la revisión periódica de las calderas, de forma que se mantenga funcionando en sus niveles óptimos de rendimiento.

Se estima que la combinación de sobredimensionamiento, pérdidas en posición de espera y bajo rendimiento, resulta en un rendimiento global anual inferior en un 35% al de las calderas nuevas, correctamente dimensionadas e instaladas.

Cuando se realice la revisión periódica de las calderas es también recomendable realizar un análisis de la combustión, para ver si está funcionando en condiciones óptimas de rendimiento.

También es importante la conservación y reparación de los aislamientos de las calderas, de los depósitos acumuladores y de las tuberías de transporte del agua caliente.

### **Calderas de baja temperatura y calderas de condensación**

Las calderas convencionales trabajan con temperaturas de agua caliente entre 70 °C y 90 °C y con temperaturas de retorno del agua superiores a 55 °C, en condiciones normales de funcionamiento.

Una caldera de baja temperatura, en cambio, está diseñada para aceptar una entrada de agua a temperaturas menores a 40 °C. Por ello, los sistemas de calefacción a baja temperatura tienen menos pérdidas de calor en las tuberías de distribución que las calderas convencionales.

Las calderas de condensación están diseñadas para recuperar más calor del combustible quemado que una caldera convencional, y en particular, recupera el calor del vapor de agua que se produce durante la combustión.

La diferencia estriba en la mayor inversión de este tipo de calderas, que suele ser entre un 25-30% más alta para las bajas temperaturas y hasta duplicar la inversión en el caso de las calderas de condensación.

### Sustitución de gasóleo por gas natural

A medida que van extendiéndose las redes de distribución de gas natural, este combustible va adquiriendo una mayor implantación debido a las claras ventajas de su aplicación, tanto a nivel energético y económico, como a nivel medioambiental.

**TABLA 1.8.** Beneficios de las sustituciones de gasóleo por gas natural.

- Ahorro energético debido al mejor rendimiento de las calderas a gas natural.
- Menor coste de combustible.
- Utilización de un combustible más limpio, con el que se eliminan las emisiones de  $\text{SO}_2$  y se reducen las de  $\text{CO}_2$  responsables del efecto invernadero.
- Menor mantenimiento de la instalación.

#### 1.3.3.3. Agua caliente sanitaria

Las necesidades de agua caliente sanitaria (ACS) representan una parte no despreciable del consumo energético de los concesionarios de automóviles.

La producción de ACS se realiza generalmente mediante calderas de agua caliente, por lo que en este apartado son de aplicación las mejoras mencionadas para las calderas de calefacción. También es conveniente que la temperatura de almacenamiento no sea muy alta para minimizar las pérdidas, sin que en ningún caso sea inferior a 60 °C.

Una medida de ahorro consiste en la instalación de grifería termostática para la limitación y regulación de la temperatura del ACS, con lo cual se evitan las pérdidas de agua caliente por ajuste de la temperatura del grifo.

**TABLA 1.9.** Porcentaje de ahorro de energía en una instalación de agua caliente.

| ACCIONES ECONOMIZADORAS  | AHORRO DE ENERGÍA (%) | AMORTIZACIÓN        |
|--|-----------------------|---------------------|
| AISLAR EL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO                             | 10                    | Inferior a 1,5 años |
| AISLAR LAS TUBERÍAS  | 15                    | Inferior a 1,5 años |
| INDIVIDUALIZAR LA PRODUCCIÓN                                     | 25                    | Inferior a 6 años   |
| DIMENSIONAMIENTO DEL APROVECHAMIENTO                             | Variable              | Inferior a 6 años   |
| SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS OBSOLETOS                               |                       |                     |
| Quemador (de más de 8 años)                                      | 9                     | Inferior a 4,5 años |
| Caldera (de más de 8 años)                                       | 7                     | Inferior a 6 años   |
| Caldera y quemador   | 16                    | Inferior a 6 años   |
| CONTROLAR LA COMBUSTIÓN Y LIMPIAR LAS SUPERFICIES DE INTERCAMBIO | 8                     | Inferior a 3 años   |
| LIMPIEZA DEL INTERCAMBIADOR                                      | 12                    | Inferior a 1,5 años |
| CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE                      | 5                     | Inferior a 1,5 años |
| COLOCACIÓN DE CONTADORES   | 15                    | Inferior a 4,5 años |

**TABLA 1.10.** Recomendaciones de ahorro en la producción de ACS.

- Minimizar todas las fugas de agua caliente con un mantenimiento apropiado de las conducciones y los grifos de duchas y lavabos.
- Evitar temperaturas de almacenamiento muy altas, con el fin de limitar las pérdidas.
- Aislar adecuadamente las conducciones y depósitos de almacenamiento.
- Instalar grifos temporizados en lavabos y servicios de las zonas de servicios generales.
- Instalación de sistemas de bajo consumo en duchas y baños, sin reducción de la calidad de suministro.
- Instalar contadores del consumo de agua caliente para tener un seguimiento adecuado de las condiciones de la instalación.

### Ahorro de agua

La disminución del consumo de agua no solamente redundará en una distribución del gasto por este concepto, sino que además conlleva un ahorro energético

importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético, y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las medidas indicadas en la Tabla 1.11.

**TABLA 1.11.** Medidas para el ahorro de agua.

- Trabajar con presiones de servicio moderadas: 15 mm c.a. en el punto de consumo son suficientes.
- La instalación de grifos con sistemas de reducción de caudal sin merma del servicio ofrecido al cliente, los cuales permiten reducciones de caudal de entre el 30% y el 65%. Existe en el mercado una gran variedad de modelos para todos los puntos de utilización (lavabos, duchas, fregaderos, fuentes, etc.).
- El empleo del sistema WC Stop para cisternas, el cual economiza hasta un 70% de agua, pudiendo el usuario utilizar toda la descarga de la cisterna si fuera necesario.

### Ahorro en bombeo

Para que una instalación de bombeo funcione satisfactoriamente desde el punto de vista energético, es necesario que haya sido dimensionada correctamente.

Para poder variar la velocidad de los motores, se utilizan reguladores eléctricos. Mediante la aplicación de reguladores de velocidad a los motores que accionan las bombas, se pueden conseguir ahorros de hasta el 40-50% del consumo eléctrico de los mismos.

A continuación se expone un ejemplo de la aplicación práctica de un variador de frecuencia a una bomba de suministro de agua.

**TABLA 1.12.** Variaciones en el bombeo de agua.

| MÁQUINA A ACCIONAR            | Bomba de Agua 7,5 kW        |
|-------------------------------|-----------------------------|
| <b>SITUACIÓN INICIAL</b>      |                             |
| Regulación mecánica           | Válvula de estrangulamiento |
| Régimen medio funcionamiento  | 70%                         |
| Horas de trabajo              | 2.920 horas/año             |
| Consumo eléctrico anual       | 19.864 kWh/año              |
| Coste energía eléctrica       | 0,072 €/kWh                 |
| Coste eléctrico anual         | 1.430 €/año                 |
| <b>SITUACIÓN CON VARIADOR</b> |                             |
| Coste energía eléctrica       | 9.244 kWh/año               |
| Coste eléctrico anual         | 666 €/año                   |
| <b>AHORRO ENERGÉTICO</b>      | <b>10.620 kWh/año</b>       |
| <b>% AHORRO</b>               | <b>53,50%</b>               |
| <b>AHORRO ECONÓMICO</b>       | <b>764 €/año</b>            |
| <b>INVERSIÓN</b>              | <b>2.050 €/año</b>          |
| <b>PERIODO RETORNO SIMPLE</b> | <b>2,7 años</b>             |

### 1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo adecuado, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y, como resultado, se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello se debe establecer un programa regular de mantenimiento como el indicado en la Tabla 1.13.

**TABLA 1.13.** Programa de mantenimiento periódico.

- Sustituir los filtros según las recomendaciones del fabricante, mantener limpias las superficies de los intercambiadores, así como rejillas y venteos en las conducciones de aire.
- Verificar los controles de funcionamiento de forma regular.
- Verificar que todas las electroválvulas y compuertas abren y cierran completamente sin atascos.
- Verificar que termostatos y humidostatos trabajan adecuadamente.
- Verificar el calibrado de los controles.
- Revisar la planta de calderas y los equipos de combustión regularmente.
- Detectar fugas de agua en conducciones, grifos y duchas, y repararlas inmediatamente.
- Limpiar las ventanas para obtener la máxima luz natural.
- Limpiar lámparas y luminarias regularmente, y reemplazar según los intervalos recomendados por el fabricante.

Por otra parte, las nuevas técnicas de comunicación permiten la implantación de sistemas de gestión de energía y otros más sofisticados, como los sistemas expertos, que son capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones. Cuando se instala un sistema de gestión o un sistema experto, el objetivo es obtener un uso más racional de las instalaciones, ahorrar energía, reducir mano de obra, reducir averías y prolongar la vida útil de los equipos, como medidas principales. Estos sistemas expertos son capaces de controlar el consumo de energía optimizando los parámetros de forma que se obtenga un mínimo coste energético.

Normalmente, el sistema de gestión está basado en un ordenador y en un software de gestión. No obstante, el elemento del programa debe ser siempre el operador o persona encargada de la gestión energética.

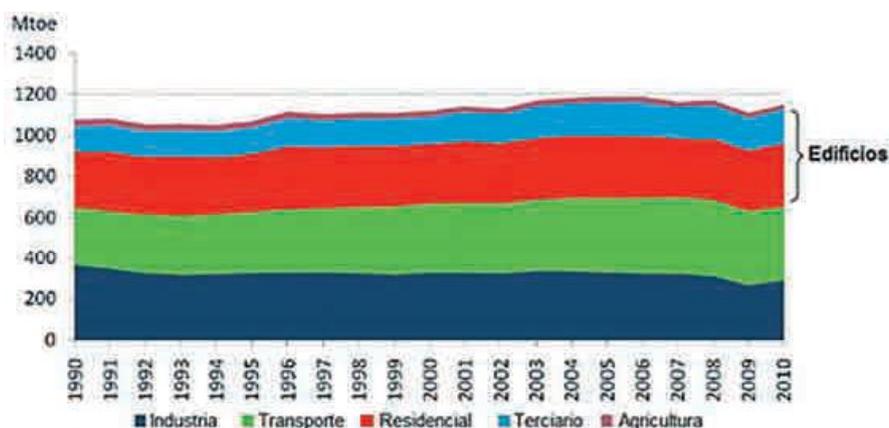
**TABLA 1.14.** Beneficios de la implantación de un sistema de control

- Gestión racional de las instalaciones.
- Aumento del confort.
- Ahorro energético.
- Reducción de averías.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Ahorro en mantenimiento.

Uno de los resultados más inmediatos de la instalación de un sistema de gestión es la disminución del consumo de energía, obteniéndose unos ahorros que oscilan entre el 10% y el 30%.

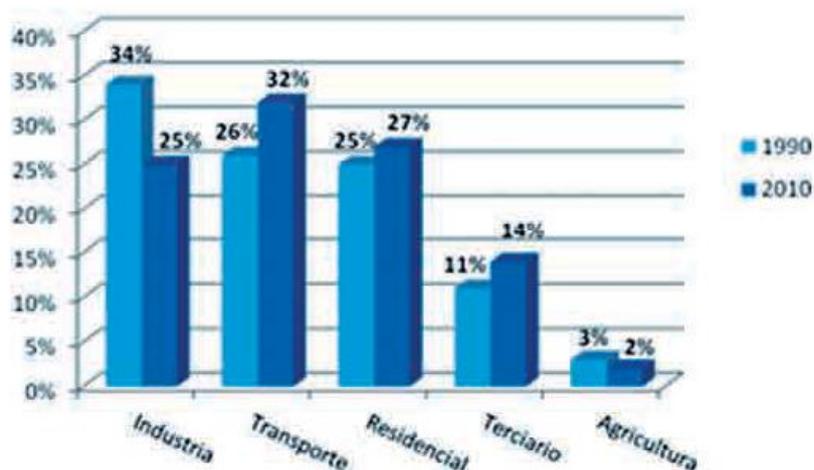
### 1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2010/31/UE y de su transposición española.

El 40% del consumo total de energía de la Unión Europea corresponde a edificios. Por ello, la reducción del consumo energético y el uso de energías procedentes de fuentes renovables en el sector de la edificación constituyen una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión Europea y las emisiones de gases de efecto invernadero.



Fuente: Eurostat

**Figura 1.6.** Consumo final de energía en la UE por sectores.



Fuente: Eurostat

**Figura 1.7.** Porcentaje del consumo final de energía en la UE por sectores.

El 19 de mayo de 2010 se aprobó la Directiva 2010/31/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición de la anterior Directiva 2002/91/CE), con objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios situados en la Unión Europea, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia.

**TABLA 1.15.** Directiva 2010/31/UE

Esta Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios o unidades de edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos o de nuevas unidades del edificio.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de:
  - Edificios y unidades o elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
  - Elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio y tengan repercusiones significativas sobre la eficiencia energética de tal envolvente cuando se modernicen o sustituyan.
  - Instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren
- Los planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo casi nulo.
- La certificación energética de edificios o de unidades del edificio.
- La inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios.
- Los sistemas de control independientes de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.

La Directiva marca el establecimiento de requisitos para las instalaciones técnicas de los edificios que sean nuevas, sustituyan a las existentes o las mejoren, y que se aplicarán siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable. Las instalaciones a las que se aplicarán los requisitos serán, como mínimo, las siguientes:

- \* Instalaciones de calefacción.
- \* Instalaciones de agua caliente.

- \* Instalaciones de aire acondicionado.
- \* Grandes instalaciones de ventilación o una combinación de ellas.

Por otra parte, la Directiva 2012/27/UE, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, establece que los gobiernos nacionales deberán renovar cada año el 3% de la superficie total de edificios con calefacción y/o refrigeración que tenga en propiedad y ocupe su administración central, siempre que su superficie útil supere los 500 m<sup>2</sup>, cifra que se reducirá a los 250 m<sup>2</sup> desde julio de 2015.

### 1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética

Las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas en la Directiva 2010/31/CE fueron transpuestas al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, mediante el que se aprobó el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, derogando y completando el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprobaba el procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción.

Se establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética del edificio y valores de referencia, tales como requisitos mínimos de eficiencia energética, con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

El RD 235/2013 establece el procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética de los edificios, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo energético de los edificios, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los edificios.

También regula la utilización del distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética, garantizando en todo caso las especificidades que sean precisas en las distintas comunidades autónomas. En el caso de los edificios que presten servicios públicos a un número importante de personas y que, por consiguiente, sean frecuentados habitualmente por ellas, será obligatoria la exhibición de este distintivo de forma destacada.

### 1.3.5.2. Inspección de las instalaciones de calefacción y de aire acondicionado

Las exigencias relativas a las inspecciones periódicas de las instalaciones de calefacción y de aire acondicionado establecidas en la Directiva 2010/31/CE fueron transpuestas al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1007/2007, de 20 de julio.

El RD 238/2013 exige que se establezcan inspecciones periódicas de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria que cuenten con generadores de calor de potencia útil nominal igual o mayor que 20 kW, excluyendo los sistemas destinados únicamente a la producción de agua caliente sanitaria de hasta 70 kW de potencia útil nominal. Si la potencia útil nominal de la caldera está comprendida entre 20 y 70 kW, la frecuencia de inspección será cada 5 años. Si la potencia es superior a 70 kW, la inspección se realizará cada 4 años si se trata de calderas que utilizan gases o energías renovables, y de 2 años para otros tipos de calderas.

También exige que se establezcan inspecciones periódicas de los sistemas de aire acondicionado que cuenten con generadores de frío de potencia útil nominal instalada igual o mayor que 12 kW. En este caso, la frecuencia de inspección es de 5 años.

En ambos casos la inspección incluirá un análisis y evaluación del rendimiento y dimensionado del generador en comparación con la demanda térmica a satisfacer por la instalación.

Tras la realización de la inspección se emitirá un informe que incluirá la calificación del estado de la instalación, así como recomendaciones para mejorar en términos de rentabilidad la eficiencia energética de la instalación inspeccionada.

## 1.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil el incremento en las ventas, sin embargo no es el único camino para conseguir mejoras en el ansiado beneficio. El recorte de costes -en particular los de componente fijo o semifijo- se

convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar nuestros pasos para lograr reducir costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir mayor eficacia en esta misión. El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad del concesionario, permitiendo una optimización de recursos y un aumento del rendimiento, así como conseguir una mejora en los efectos medioambientales producidos por la actividad.

Este documento recoge -aunque sea de un modo superficial e intentando evitar complicaciones técnicas excesivas- la idea de que un estudio pormenorizado de consumos y demandas energéticas indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la mayor efectividad con el menor esfuerzo económico. Esto se conseguirá con la realización de una Asesoría Energética.

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones, y sobre otros aspectos de calidad y seguridad en el suministro. Se han propuesto diferentes opciones y se propone un Plan de Gestión de la Demanda.

Parece una obviedad el recomendar antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: el ahorro. Las necesidades varían a lo largo de la vida del concesionario y es muy probable que una atenta revisión permita una selección de la tarifa más adecuada para el momento actual, que no tiene por qué ser la misma que la que se seleccionó al inicio de la actividad. Por otra parte, el consumo diario no es constante a lo largo de la jornada, por lo que el componente horario determinará las necesidades reales en cada momento del día. Una adecuada asesoría tarifaria ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y se notará en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados, y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que, sumados a los conseguidos con una adecuada selección tarifaria, rebajará de modo ostensible los costes energéticos. Hay que tener en mente una máxima: la energía más barata es la que no se consume.

Además, el uso de otras posibilidades, como la energía solar térmica y otras energías renovables, pueden ser una opción interesante para incrementar el suministro de manera rentable reduciendo los daños medioambientales.

Por otra parte, un adecuado estudio termográfico permitirá incrementar la seguridad y la prevención y, además, evitará las averías antes de que éstas se produzcan y, con ello, las pérdidas energéticas y económicas subsiguientes. La termografía permite actuar fundamentalmente sobre las instalaciones eléctricas y sobre los equipos e instalaciones térmicas. Con ello, se pueden evitar costes de oportunidad, aumentar la eficiencia y conseguir ahorros.

En cualquier caso, estas son sólo unas pocas de las posibilidades que existen en el mercado para ahorrar en la factura energética, así como para mejorar la calidad y garantizar el suministro. Por ello, es clave identificar minuciosamente cada caso y establecer una relación de compromiso en la que la versatilidad es fundamental para ofrecer el servicio requerido. En este sentido, una Asesoría Energética es el vehículo más adecuado para conocer las necesidades del cliente y las posibilidades de mejora.

ENDESA propone la realización de Asesorías Energéticas y la puesta en marcha de las mejores consecuencias de ese estudio. Dichas mejoras –algunas posibilidades han sido introducidas en este documento– significarán de manera inmediata el ahorro en los costes energéticos del concesionario y, con ello, la mejora de la cuenta de resultados.

## 2.1. Consumo de energía en concesionarios de automóviles

Los concesionarios de automóviles se caracterizan por tener varias zonas claramente diferenciadas: oficinas, exposición, taller, etc.

Las zonas perimetrales tienen elevados coeficientes de transferencia debido a grandes superficies acristaladas que producen elevadas pérdidas en invierno y ganancias en verano.

Habitualmente, no existe una gran ocupación, pero sí una gran carga de iluminación que introduce cargas internas aunque, en general, no son muy elevadas.

La ventilación, renovación y filtración de aire tiene cada día una mayor importancia, así como el coste de la energía.



**Figura 2.1.** Climatización de concesiones de automóviles.

## 2.2. Climatización eficiente

Para mantener unas buenas condiciones interiores se requiere ventilación, pero ventilar demasiado supone un sobrecoste económico cada día más importante dado el creciente coste de la energía.

Con este objetivo se recomiendan una serie de medidas entre las que destacan:

- Los equipos de producción de frío/calor tienen que ser lo más eficientes posible y con las prestaciones más cercanas al régimen de funcionamiento.
- Disminuir la demanda de energía del edificio.
- Introducir sistemas de recuperación de energía del aire de expulsión, aprovechamiento de energía residual y uso del enfriamiento gratuito.
- Emplear ventiladores de menor consumo eléctrico y un control de ventilación en función de demanda.
- Aislar térmicamente la distribución de frío/calor para conseguir que los fluidos lleguen a las unidades terminales a las temperaturas adecuadas.
- Regulación y control adecuado para mantener las condiciones de diseño.
- Contabilizar los consumos de energía de las instalaciones térmicas.
- Incorporar energías renovables: solar térmica, solar fotovoltaica, cogeneración, etc.
- Combinar distintos aspectos y funciones del edificio para un ahorro global.



**Figura 2.2.** Unidad de tratamiento de aire.

## 2.3. Recuperación de energía del aire de expulsión

Con el objetivo de ahorrar energía, se recomienda instalar recuperadores eficientes. El RITE obliga a instalar un recuperador del aire cuando el caudal de extracción sea superior a 1.800 m<sup>3</sup>/h, cumpliendo con unos determinados niveles de eficiencia en el recuperador. Esta eficiencia mínima es mayor según aumenta el caudal y el número de horas anuales de funcionamiento, pero siempre teniendo en cuenta la pérdida de carga máxima, ya que aumentar la pérdida de carga supone incrementar el consumo eléctrico.

Estas eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior oscilan entre un 40% hasta un 75%, con unas pérdidas de carga que varían de 100 a 260 Pa.

El RITE, en su ITE 1.2.4.5.2, indica que sobre el aire de extracción se instalará un dispositivo de enfriamiento adiabático salvo que se justifique con el aumento de la eficiencia del recuperador que se superan los resultados de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Esto implica que si se considera una eficiencia mínima de un 52% y un enfriamiento adiabático en el lado de extracción con un recuperador de una eficiencia de un 80%, se conseguirá superar casi seguro la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> exigida.

Dentro de los distintos tipos de recuperadores, los más comunes en las instalaciones de climatización son los recuperadores de placas y los recuperadores rotativos.



**Figura 2.3.** Climatizador centralizado.

### 2.3.1. Recuperadores de placas

Recuperar el calor o el frío generado no sólo es ecológico y obligatorio, sino que también es un negocio muy rentable para el operador e inversor en equipos.

La técnica de climatización ofrece a arquitectos, planificadores y operadores distintos sistemas de recuperación de calor.

Los sistemas de recuperación de calor:

- Reducen los costes de explotación.
- Reducen el consumo de energías primarias.
- Reducen los costes de inversión en generadores de calor, generadores de frío, tuberías y bombas.

Su funcionamiento se fundamenta en que el aire caliente y el frío discurren paralelamente en flujo cruzado. La obtención de energía se produce por transferencia entre las corrientes de aire caliente y frío. Las corrientes de aire están totalmente separadas por planchas de aluminio.



**Figura 2.4.** Recuperador de placas.

Las ventajas de este tipo de recuperadores son:

- Grado de efectividad de la temperatura hasta el 70% en seco.
- Sin elementos móviles.
- Prácticamente sin mantenimiento.
- No se mezcla el aire de alimentación con el de evacuación.

- Posibilidad de obviarlo durante el verano gracias a la derivación integrada.
- En equipos de pequeño y mediano tamaño, excelente relación coste/utilidad y espacial.
- Recuperación de calor limpia y sensible (evacuación de la humedad).
- Adecuado para refrigeración adiabática.



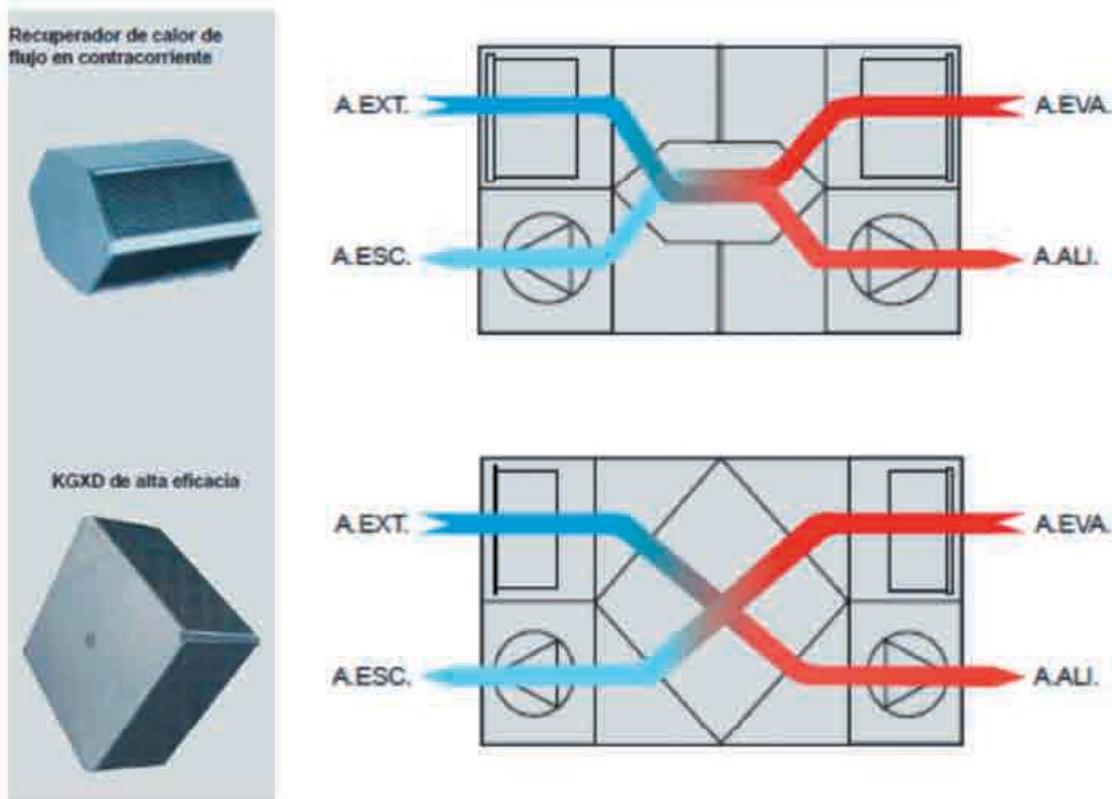
**Figura 2.5.** Intercambiador de calor con paneles de flujos cruzados.

### 2.3.2. Recuperadores de placas de alta eficiencia

Se trata de recuperadores de flujo en contracorriente y de alta eficacia.

Sus principales ventajas son:

- Grado de efectividad hasta el 90%.
- Sin elementos móviles.
- Prácticamente sin mantenimiento.
- Sin transmisión de humedad.
- No se mezcla el aire de alimentación con el de evacuación.
- Para pequeños y medianos caudales de aire, solución óptima, compacta, eficiente y económica.
- Función de protección antiheladas mediante la derivación integrada.
- Posibilidad de obviarlo durante el verano gracias a la derivación integrada.



**Figura 2.6.** Recuperadores de alto rendimiento.

### 2.3.2. Recuperadores rotativos

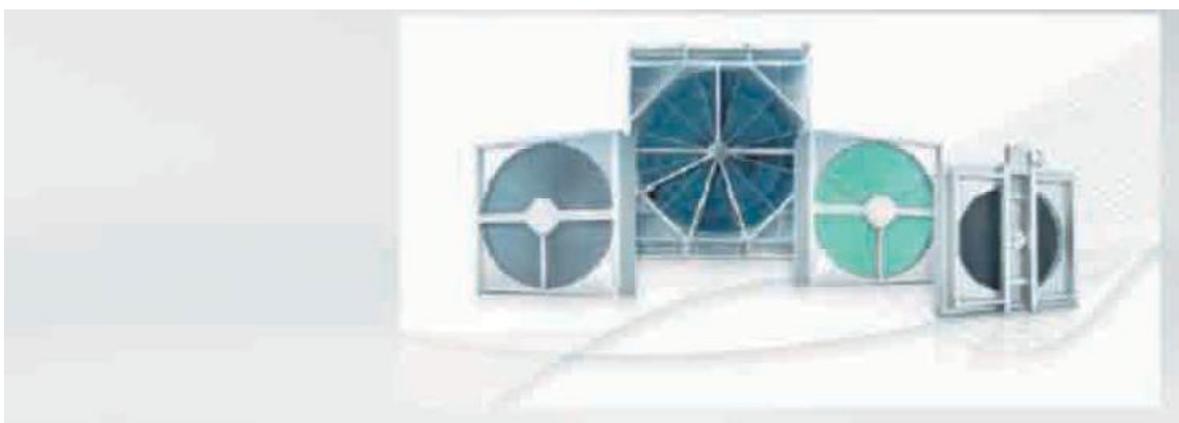
Se componen de rotores adecuados para su funcionamiento en caliente y en frío.

En cuanto a su descripción del funcionamiento, la masa acumuladora giratoria absorbe la energía de la corriente de aire (caliente) de evacuación y lo cede a la corriente de aire de impulsión.

Sus ventajas más reseñables son:

- Grado de efectividad de la temperatura hasta aproximadamente el 80%.
- Posibilidad de transmisión de la humedad.
- Fácil mantenimiento.
- Ahorro de espacio por su pequeño tamaño.

- Pérdidas de presión reducidas.
- Óptima rentabilidad con grandes caudales de aire.
- Efecto de autolimpieza gracias al funcionamiento en contracorriente.
- Posibilidad de recuperación de energía latente y sensible.
- Con caudales de aire medianos y grandes, suele ser la solución más económica.
- Rotores de sorción y entálpicos.
- Regulación para optimizar el rendimiento, por ejemplo, modo de verano y de invierno.



**Figura 2.7.** Recuperadores rotativos.

## 2.4. Ahorro energético en ventilación

La eficiencia está relacionada con distintas estrategias que se van sumando:

1. Aumentar el rendimiento de los sistemas de ventilación con ventiladores y motores más eficientes que permiten ahorrar energía eléctrica.
2. Sondeas de calidad del aire para ventilación controlada bajo demanda para registrar el caudal en cada momento y, a su vez, reducir el consumo eléctrico anual.



**Figura 2.8.** Sondas de CO<sub>2</sub> y calidad de aire.

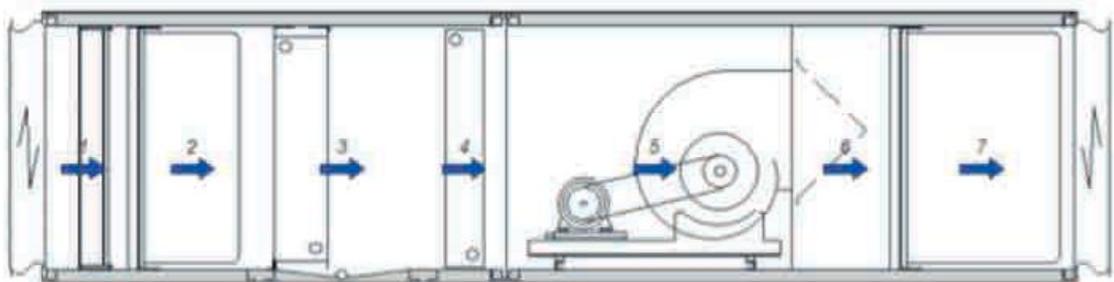
### 2.4.1. Ejemplo. Cálculo de SFP y potencia de red

Se van a comparar dos UTAs con los mismos componentes, una de ellas con ventilador de transmisión por correas y poleas, y otra con transmisión directa.

Los componentes son los siguientes:

Filtro G4 + Filtro F7 + Batería de Frío + Batería de Calor + Ventilador+ Filtro F9

#### UTA01 - Motor eff2



**Figura 2.9.** UTA01.

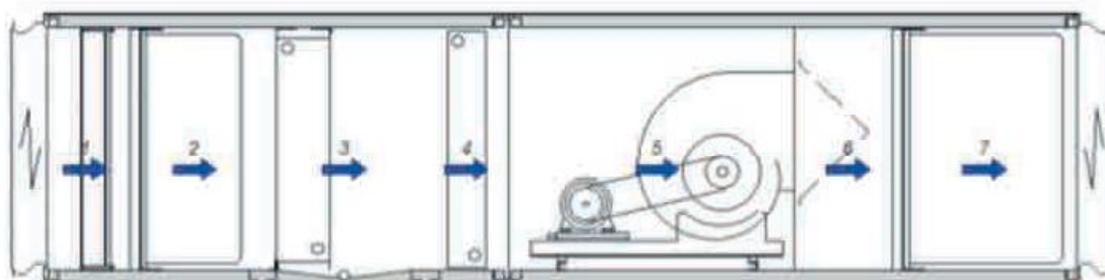
**TABLA 2.1.** Pérdidas de carga UTA01.

| Clase Filtro | Pérdida de carga inicial (Pa) | Pérdida de carga seleccionada (Pa) | Pérdida de carga final (Pa) |
|--------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| G4           | 21                            | 110                                | 200                         |
| F7           | 84                            | 142                                | 200                         |
| F9           | 110                           | 205                                | 300                         |

**TABLA 2.2.** Cálculos UTA01.

|  |                        |  |                        |                  |         |         |         |
|--|------------------------|--|------------------------|------------------|---------|---------|---------|
| Caudal de aire                             | 5000 m <sup>3</sup> /h | Velocidad radial                         | 39,2 m/s               |                  |         |         |         |
| Pérdida de carga externa                   | 250 Pa                 | Ventilador-Wirkungsgrad                  | 84,3 %                 |                  |         |         |         |
| Pérdida de carga interna                   | 558 Pa                 | Potencia del motor                       | 2,20 kW                |                  |         |         |         |
| Pérdida de carga dinámica                  | 28 Pa                  | Revoluciones del motor                   | 1500 1/min             |                  |         |         |         |
| Pérdida de carga total                     | 836 Pa                 | Tensión del motor                        | 3*400 V                |                  |         |         |         |
| Turbina/Rodete                             | Doblado hacia atrás    | motor - corriente                        | 5,3 A                  |                  |         |         |         |
| Tipo de ventilador                         | T-HLZ 355              | Modelo de motor                          | 100                    |                  |         |         |         |
| Posición de impulsión                      | A                      | Nivel de potencia sonora total           | 83,9 dBA               |                  |         |         |         |
| Ventilador - Potencia en el eje            | 1,38 kW                | consumo de la red                        | 2,01 KW                |                  |         |         |         |
| Revoluciones del ventilador                | 2108 1/min             | SFP (Potencia específica del ventilador) | 1,00 kW/m <sup>3</sup> |                  |         |         |         |
| 63 Hz                                      | 125 Hz                 | 250 Hz                                   | 500 Hz                 | 1000 Hz          | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |
| 62 dBA                                     | 69 dBA                 | 76 dBA                                   | 81 dBA                 | 78 dBA           | 73 dBA  | 67 dBA  | 59 dBA  |
| Protección del motor, Termistor (PTC) 1500 |                        |  |                        | Puerta de acceso |         |         |         |

## UTA02 - Motor eff1



**Figura 2.10.** UTA02.

**TABLA 2.3.** Pérdidas de carga UTA02.

| Clase Filtro | Pérdida de carga inicial (Pa) | Pérdida de carga seleccionada (Pa) | Pérdida de carga final (Pa) |
|--------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| G4           | 21                            | 110                                | 200                         |
| F7           | 84                            | 142                                | 200                         |
| F9           | 110                           | 205                                | 300                         |

**TABLA 2.4.** Cálculos UTA02.

|                                     |                    |                   |  |                         |                   |      |      |      |      |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|--|-------------------------|-------------------|------|------|------|------|
| Caudal de aire                      | 5000               | m <sup>3</sup> /h | Modelo de motor                          | BG 100L / B3            |                   |      |      |      |      |
| Pérdida de carga externa            | 250                | Pa                | Potencia del motor                       | 2,20 kW                 |                   |      |      |      |      |
| Pérdida de carga interna            | 540                | Pa                | Revoluciones del motor                   | 1420 1/min              |                   |      |      |      |      |
| Pérdida de carga dinámica           | 46                 | Pa                | Tensión del motor                        | 3*400 V                 |                   |      |      |      |      |
| Pérdida de carga total              | 836                | Pa                | Corriente del motor                      | 4,53 A                  |                   |      |      |      |      |
| Módulo de ventilador                | F400C - 2.2 - 1500 |                   | Velocidad de ventilador máxima           | 2480 1/min              |                   |      |      |      |      |
|                                     | IE2                |                   |  |                         |                   |      |      |      |      |
| Potencia del ventilador             | 1,46               | kW                | Frecuencia máxima                        | 87 Hz                   |                   |      |      |      |      |
| Revoluciones del ventilador         | 2164               | 1/min             | consumo de la red                        | 1,77 KW                 |                   |      |      |      |      |
| Rendimiento                         | 79,1               | %                 | SFP (Potencia específica del ventilador) | 0,93 kWs/m <sup>3</sup> |                   |      |      |      |      |
| Punto de operación frecuente        | 76                 | Hz                |  |                         |                   |      |      |      |      |
| Frecuencia de octava [Hz]           | 63                 | 125               | 250                                      | 500                     | 1000              | 2000 | 4000 | 8000 | Suma |
| Lw(A) lado de aspiración            | 49                 | 63                | 74                                       | 81                      | 80                | 77   | 73   | 66   | 85   |
| Lw(A) lado de impulsión             | 51                 | 65                | 76                                       | 83                      | 82                | 79   | 75   | 68   | 87   |
| Protección del motor, Termistor PTC |                    |                   |  |                         | Puerta de acceso. |      |      |      |      |

La potencia de red se define como:

$$\text{Potencia de red} = \text{Pot. eje ventilador (Kw)} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{MOTOR}}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{TRANSMISIÓN}}} = [\text{Kw}]$$

1. La potencia absorbida de la red es el valor real para el cálculo de consumo de una UTA.
2. El rendimiento de transmisión es un parámetro que debe proporcionar el fabricante (como regla: transmisión directa = 95%; transmisión correas y poleas = 85%).
3. El rendimiento del motor se determina según tablas de eficiencia EFF1 / EFF2.

## Conclusiones:

| REF.: | SFP (Kws·m3) | Pot. Eje Ventilador (Kw) | Pot. Nominal motor (Kw) | Clase Motor | Rend. Ventilador (%) | Rend. Motor (%) | Rend. Transmision (%) | Pot. de Red (Kw) |
|-------|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------------------|-----------------|-----------------------|------------------|
| UTA01 | 1,00         | 1,38                     | 2,2                     | eff2        | 84,3                 | 81,0            | 85,0                  | 2,01             |
| UTA02 | 0,93         | 1,46                     | 2,2                     | eff1        | 79,1                 | 86,4            | 95,0                  | 1,77             |

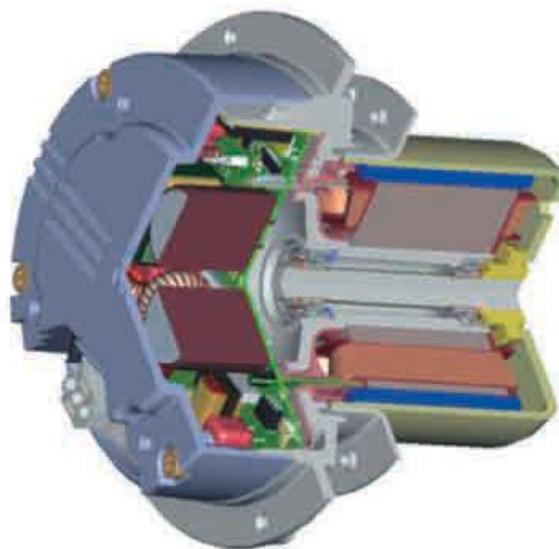
1. Aún siendo la potencia necesaria en el ventilador de la UTA01 menor que en la UTA02, la potencia necesaria de red es mayor debido a su motor con peor rendimiento y las pérdidas por transmisión de correas y poleas.

2. El valor de potencia necesaria de red es el valor de referencia para evaluar el consumo del equipo.
3. Tan importante es el rendimiento del ventilador, como el del motor y el del tipo de transmisión motor-ventilador. Por tanto, hay que evaluar conjuntamente los tres parámetros.

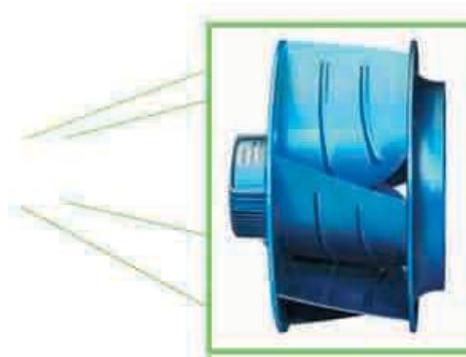
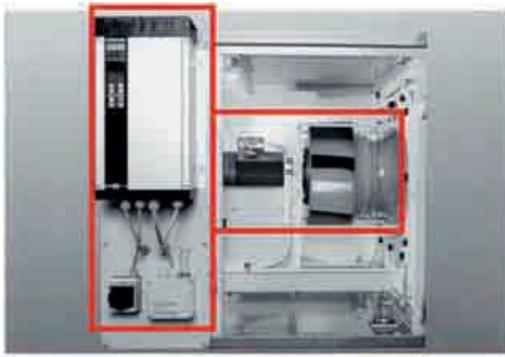
La reducción de consumo eléctrico puede ser aún mayor si se utiliza un motor EC, que se define como un motor síncrono sin escobillas, con imán permanente y conmutación electrónica.

Las características más destacables de un motor EC son:

- Ahorro energético.
- Silencioso.
- Diseño compacto.
- Electrónica integrada en el motor.
- PFC (power-factor control).
- Protección del motor.
- No es necesario cableado adicional.
- No son necesarios componentes externos de protección.
- Motor y electrónica adaptados.
- Libre de mantenimiento durante toda la vida del ventilador.



**Figura 2.11.** Motor EC.



**Rodete:**

- motor estandar +
- convertidor
- cables apantallados
- sistema protección motor
- sensor de presión

**Motoventilador:**

- sensor presión

**Figura 2.12.** Comparación EC/Plug-fan + variador.

Como conclusión, la reducción de consumo eléctrico con un motor EC es aproximadamente de un 25%.



**Foto 2.1.** Ventilador transmisión de poleas.



**Foto 2.2.** Ventilador EC.



## 3.1. La eficiencia energética

La eficiencia energética es un concepto que va cobrando gran importancia en la sociedad actual, que se resume en instalar y usar soluciones que redundan en un consumo más racional de la energía para reducir costes, evitar emisiones de gases de efecto invernadero, utilizar las más recientes tecnologías alternativas limpias y sin perder de prestaciones.

En el caso concreto de eficiencia energética aplicada a la iluminación artificial, ya sea interior como exterior, la tecnología LED ha demostrado ser el adversario con mayor apoyo frente a los demás sistemas de iluminación por su eficiencia, bajísimo consumo, prestaciones y durabilidad.

Los expertos pronostican que para el año 2020, el 75% de la iluminación artificial en el mundo estará constituida por tecnología LED. Se trata de una industria de reciente creación, que está en constante evolución y crecimiento con más de 6.000 fábricas (solamente en Asia) dedicadas a su manufacturación. Las inversiones en I+D+i son constantes, y la innovación y las prestaciones de los productos van mejorando a velocidades vertiginosas y ya están invadiendo todos los rincones del planeta.

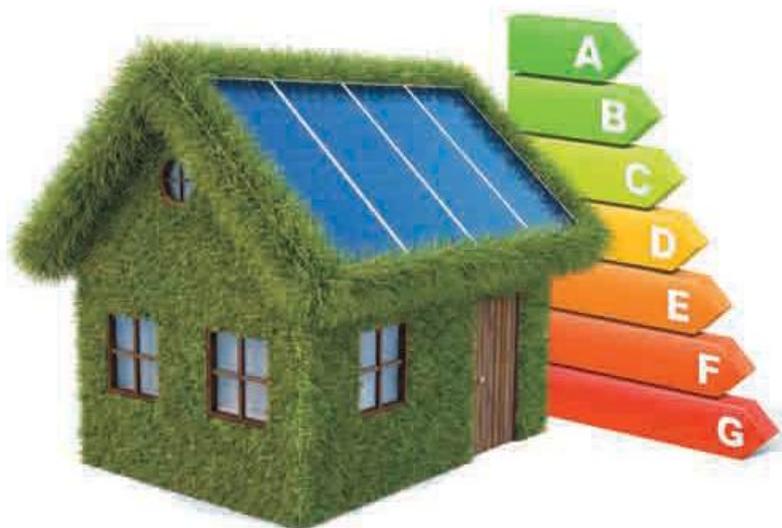
De hecho, los estudios técnicos de ahorro con LED que ofrecen los proveedores de soluciones profesionales, revelan claramente que la inversión en LEDs en casos donde la luz está encendida al menos durante un tercio del día (8 h) es muy rentable. Dicha inversión se amortiza de forma rápida, dado que consumen muchísimo menos que la iluminación convencional y apenas tienen costes de instalación y mantenimiento.

En los concesionarios de automóvil se pueden enumerar varias mejoras a realizar para optimizar los consumos energéticos. Entre ellas, está el cambio de calderas convencionales por calderas de condensación o biomasa, implantar energías renovables como solar térmica o solar fotovoltaica, reforzar los aislamientos del cerramiento exterior del edificio, instalar motores de elevadores y compresores más eficientes, etc. Está sobradamente demostrada la eficiencia de estos pro-

yectos pero, por lo general, la inversión inicial es muy elevada y se recupera (o se amortiza) a lo largo de un periodo de tiempo moderadamente largo (plazos superiores a 3 años).

En cambio, sustituir la iluminación convencional por su equivalente en LED es una inversión relativamente menor, se amortiza más rápidamente y es de forma permanente (tanto como el número de horas de vida de la solución LED instalada).

Por lo tanto, instalar iluminación LED sustituyendo la iluminación convencional (incluso la llamada de "bajo consumo") es rentable y constituye una de las medidas de ahorro energético (MAE) de mayor impacto, menor inversión inicial, y cuyo ahorro se refleja directamente en la factura de la luz en lo sucesivo.



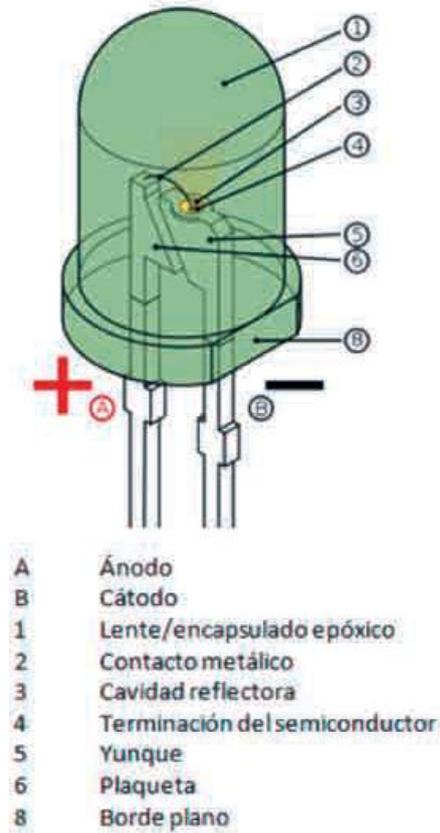
**Figura 3.1.** Etiquetado energético de viviendas.

## 3.2. ¿En qué consiste la tecnología LED?

Las siglas LED provienen del inglés (*Light Emitting Diode*) y se traduce como Diodo Emisor de Luz. Se trata de un cuerpo semiconductor en estado sólido de gran resistencia que, al ser atravesado por una corriente eléctrica de muy baja intensidad, emite luz.

El LED lleva décadas utilizándose. Fue presentado como componente electrónico en 1962, y aunque los primeros modelos emitían una luz roja de baja intensidad, los dispositivos actuales ya emiten una luz de alto brillo en el espectro visible, con enormes posibilidades en el mundo de la iluminación artificial.

En la Fig. 3.2 se muestran las distintas partes de un LED. Se trata de un ejemplo de aplicación en electrónica de consumo que muestra muy bien sus componentes.



**Figura 3.2.** LED de diodo y sus diferentes partes.

### 3.3. Tecnologías de iluminación instaladas en concesionarios de automóviles

Una de las principales tecnologías de iluminación de interiores utilizada de forma generalizada en los concesionarios de vehículos a nivel nacional es la tecnología basada en fluorescencia, más conocida como tubos fluorescentes. Pueden ser de balasto inductivo o balasto electrónico en función del tipo de balasto utilizado. El primero es un balasto de tecnología electromagnética disponible en el mercado desde hace décadas y el segundo es un balasto de tecnología electrónica, más eficiente que el anterior, y que devuelve menor cantidad de corriente reactiva a la red.

Es cierto que también se utiliza en los concesionarios de vehículos, en menor medida, iluminación basada en tecnología por descarga, tales como los halo-

generos metálicos y fluorescentes compactas, pero la más implantada es el tubo fluorescente con balasto inductivo.

Se describen a continuación los inconvenientes más habituales de la tecnología fluorescencia:

- Las lámparas fluorescentes no emiten una luz continua, sino que muestran un parpadeo que depende de la frecuencia de la corriente alterna aplicada. Este efecto apenas se nota a simple vista, pero una exposición continua a esta luz puede provocar molestias o dolor de cabeza.
- Este parpadeo puede también causar un efecto estroboscópico, de forma que un objeto que gire a cierta velocidad podría verse estático bajo una luz fluorescente.
- Los tubos fluorescentes necesitan el mercurio para su funcionamiento. Este elemento es un metal pesado potencialmente peligroso si se encuentra en porcentajes elevados en el aire que se respira. Un solo tubo tiene micras de mercurio, por lo que si se libera al ambiente no existe un grave peligro para la salud, pero algunos países tienen implantados planes de ventilación en el caso de que se rompa un tubo en un espacio cerrado.
- El tubo fluorescente requiere de un reciclado especial para su eliminación. No se puede simplemente tirar un tubo fluorescente a la basura.
- El tubo fluorescente necesita unos segundos de tiempo para alcanzar el 100% de su capacidad de flujo luminoso. Esto puede ser perjudicial cuando se necesita que la luz sea máxima de forma inmediata.
- La vida útil de los tubos fluorescentes se acorta con muchos apagados y encendidos. Suelen durar entre 8.000 y 15.000 h (según modelos y fabricantes) pero si se encienden y se apagan con mucha frecuencia, la vida útil se puede acortar considerablemente.

### 3.4. Razones para cambiar a tecnología LED

Con la tecnología LED se consigue mejorar notablemente la eficiencia de las fuentes de luz convencionales con una importante reducción en el gasto eléctrico. Son varias las razones por la que compensa implantar tecnología LED:

- Mayor eficiencia lumínica, definida como el porcentaje de electricidad que se convierte en luz visible. Las bombillas incandescentes tienen una eficiencia lumínica de apenas un 2%, y es porque el 98% restante se convierte en calor para funcionar. Una lámpara fluorescente compacta (conocida por el nombre de bajo consumo) tiene una eficiencia lumínica del 25% frente al 50-60% de los LED.
- Emisión de luz constante sin parpadeos.
- El índice de reproducción cromática o IRC es el nivel de calidad con el que una fuente de luz traduce las formas y los colores, y con la tecnología LED está en torno al 70-80%.
- No contiene mercurio ni plomo.
- Extremadamente duradera. Esto se debe en primer lugar a que no existen componentes sometidos a altas temperaturas, por lo que no hay piezas que se pueden fundir o derretir. Las marcas LED de renombre ofrecen una vida media de 50.000 horas (unos 5 años encendidos las 24 horas al día).
- Dura dos o tres veces más que los tubos fluorescentes de larga vida (según modelos) y treinta veces más que las mejores bombillas incandescentes (hoy ya sin fabricación).
- Mayor resistencia a la vibración al no utilizar filamentos ni piezas móviles.
- Aportan mayor seguridad para su manipulación, ya que las lámparas permanecen generalmente a temperaturas moderadas durante su funcionamiento, por lo que se pueden tocar sin correr el riesgo de quemarse.
- Su encendido es inmediato y ofrecen el máximo nivel de iluminación desde el primer momento de forma instantánea.
- No le afecta los múltiples encendidos y apagados.
- Son capaces de emitir por sí mismos luz de un intenso color sin el uso de filtros de colores.
- Su fallo se produce mediante la pérdida progresiva de la luminosidad de cada LED que aparece tras un largo tiempo de funcionamiento, a diferencia del fundido repentino de las bombillas incandescentes y un parpadeo incómodo en el caso de tubos fluorescentes.



**Foto 3.1.** Downlight para empotrar con rotación e inclinación.

En la mayoría de los establecimientos dedicados a la venta y reparación de vehículos, el espacio requerido es, en general, muy grande. En consecuencia, el número de puntos de luz es elevado por la gran superficie que hay que iluminar eficazmente. Por otra parte, el tiempo de encendido de la iluminación artificial durante todo el día hace que el consumo en iluminación sea una partida muy elevada dentro de los gastos generales del negocio.

Si se opta por sustituir la iluminación convencional de tubos fluorescentes por su equivalente en LED, el porcentaje de ahorro podrá estar en torno al 50% en el caso de tubos fluorescentes, e incluso más, si lo que se sustituye por LED es iluminación de alta potencia (halogenuros metálicos, vapor de sodio o vapor de mercurio), habitual en los concesionarios.

Por tanto, la implantación de tubos LED se considera muy recomendable en concesionarios donde la luz está encendida más de 8 h diarias.



**Figura 3.3.** Tubos LED LuzDyA®.

## 3.5. Preguntas frecuentes sobre la tecnología LED

### ¿Para qué?

- Para ahorrar, como mínimo, entre un 50-55% en el consumo eléctrico dedicado a iluminación. Hay que recordar que la factura de la luz abarca el consumo total en electricidad, y la iluminación artificial de interiores y exteriores (carteles luminosos, etc.) es sólo una parte de dicho consumo. El consumo eléctrico de la iluminación varía según la actividad y tipo de establecimiento, pero, obviamente, si se reducen los consumos en iluminación a la mitad, se reflejará en la factura de la luz en el porcentaje correspondiente.
- Para reducir drásticamente los gastos en sustitución y mantenimiento (la iluminación LED dura 4-5 veces más).
- Para reducir el reciclado de tubos fluorescentes en 4 - 5 veces.
- Para mejorar el bienestar y el confort visual al eliminar totalmente los parpadeos, zumbidos y el retardo en llegar al máximo flujo luminoso.
- Un motivo que cobra cada vez mayor peso es nuestra propia responsabilidad social ante un llamamiento cada vez más global acerca de la necesidad de apostar por un mundo energéticamente más sostenible. Hay empresas que promueven activamente una política de ahorro energético e incluyen esta iniciativa como ventaja competitiva.

### ¿Cuándo se debe iniciar el cambio a LED?

- Lo primero es solicitar a cualquier empresa especializada en LED un estudio técnico de ahorro. Con el estudio, se va a poder conocer el ahorro potencial en gasto eléctrico desde el momento en que se realiza la instalación.
- En casi todos los estudios de ahorro realizados al sector de concesionarios del automóvil el ahorro es superior al 20%, con lo que se recomienda plantear el cambio de la iluminación de forma integral o en varias fases. El cambio por fases puede ser por zonas o estancias, o por tramos.

## ¿Por dónde empezar?

- Una vez tomada la decisión de cambiar la iluminación por LED, se debe comenzar por aquellos puntos de luz cuyo ahorro al cambiar a LED sea igual o superior al 50% y donde estén encendidas, al menos, 8/9 horas al día. El principal motivo de elegir este número de horas es que los retornos de la inversión son a corto plazo (inferiores a 18 meses).

## ¿Cómo hacer la sustitución por LED?

- La mayoría de los LED utilizan los mismos apliques o bases que la iluminación convencional. Con simplemente sustituir los focos, tubos fluorescentes (el modelo de tubo LED debe estar diseñado específicamente para trabajar con reactancias inductivas ), etc. por su equivalente en LED (sin modificar cableado ni la instalación eléctrica, salvo algunas excepciones y siempre bajo prescripción facultativa), aprovechando la instalación existente.

### 3.6. El estudio técnico de ahorro

El estudio de ahorro es la herramienta indispensable para conseguir una radiografía fiable del consumo actual de la iluminación de forma teórica y poder compararlo con el ahorro que se podría conseguir si se sustituye la totalidad de la iluminación por su equivalente en LED en cualquier instalación real.

Para poder realizar un estudio técnico de ahorro se necesita una serie de datos mínimos, como son:

1. Tipología de las luminarias.
2. Número exacto de puntos de iluminación a sustituir.
3. Potencia de cada tipología.
4. Duración media de la tipología instalada.
5. Horas de funcionamiento al día.

6. Precio real de compra de la tecnología instalada.
7. Precio de las lámparas LED equivalentes.
8. Costes de instalación/recableado (si procede).

A partir de los datos anteriores, las empresas de servicios energéticos especializadas en LED pueden confeccionar una propuesta donde presenta las posibles alternativas para conseguir el mayor ahorro posible. Se ha de tener en cuenta que al proponer tecnología LED hay que asegurar que los niveles de iluminación resultantes igualen o superen a los existentes, y que no se verá reducido el confort y calidad visual.

Hay múltiples posibilidades de enfocar o representar los resultados obtenidos, pero para un buen estudio el proveedor debe ser un experto en LED y poder ofrecer soluciones respecto a:

- Qué tipo de LED es el más indicado para sustituir a la iluminación existente garantizando el mismo flujo luminoso.
- Calcular con exactitud el consumo de la instalación existente (potencia instalada).
- Calcular con exactitud el consumo eléctrico de la instalación futura (potencia prevista).

**TABLA 3.1.** Análisis de ahorro energético en iluminación

| Análisis de ahorro energético en iluminación  |   |  |  |                                 |   |  |   | <br><small>Tecnología y Ahorro</small> |  |
|---|---|--|--|---------------------------------|---|--|---|---|--|
| Tecnología:   |   | <b>LED</b>   |  | Dirección:                      |   |  |   |   |  |
| Contando con  | Nº unidades                             | TIPO DE LED  | Nº unidades  | TIPO DE LED                     | Nº unidades                             | TIPO DE LED  |   |   |  |
| <b>1) Coste de luminarias y mano de obra</b>  |   |  |  |                                 | Descuento                               | ➡  |   | 0%  |  |
| TIPO DE LED con descuento:  | 0,00 €                                  | TIPO DE LED con descuento:                               | 0,00 €   |                                 | Descuento                               | ➡  |   | 0%  |  |
| <b>LED</b>  |   |  |  | <b>Iluminación convencional</b> |   |  |   |   |  |
| Especificación  | Nº unidades                             | Precio PVPr en € sin IVA                                 | Total coste en €   | Especificación                  | Nº unidades                             | Precio en € sin IVA                                      | Total coste en €  |   |  |
|   |   |  | - €  |                                 |   |  | - €   |   |  |
|   |   |  | - €  |                                 |   |  | - €   |   |  |
|   |   |  | - €  |                                 |   |  | - €   |   |  |
|   |   |  | - €  |                                 |   |  | - €   |   |  |
| Total sin IVA con descuento incluido:   |   |  | 0,00 €   | Total                           |   |  | - €   |   |  |
| En el precio de las lámparas LED se ha hecho un descuento especial (reflejado en celda DESCUENTO) por ejecución de proyectos integrales. Iva no incluido  |   |  |  |                                 |   |  |   |   |  |
| Precio fluorescente   | - €                                     | Precio Cebador:  | Iva no incluido. Cada LED lleva una tasa RAEE de 0,20€/unidad. (Incluido en el precio) |                                 |   |  |   |   |  |
| <b>2) Consumo eléctrico</b>   |   |  |  |                                 |   |  |   |   |  |
| <b>LED</b>  |   |  |  | <b>Iluminación convencional</b> |   |  |   |   |  |
| Especificación  | Nº unidades                             | Consumo (W/por unidad) contando pérdidas de reactancia   | Total consumo en W/h   | Especificación                  | Nº unidades                             | Consumo (W/por unidad) contando pérdidas de reactancia   | Total consumo en W/h  |   |  |
|   |   |  | 0  |                                 |   |  | 0   |   |  |
|   |   |  | 0  |                                 |   |  | 0   |   |  |
|   |   |  | 0  |                                 |   |  | 0   |   |  |
| Total:  |   |  | 0  | Total:                          |   |  | 0   |   |  |
| <b>3) Tarifa eléctrica</b>  |   |  |  |                                 |   |  |   |   |  |
| <b>LED</b>  |   |  |  | <b>Iluminación convencional</b> |   |  |   |   |  |
| Total consumo en kWh (KWH)  | Precio tarifa eléctrica (€/kWh) sin IVA | Periodo de 12 meses (14 h x 21 días x 12 meses) en horas | Parte de la factura eléctrica relativa a ilumin artificial en € en 12 meses            | Total consumo en kWh (KWH)      | Precio tarifa eléctrica (€/kWh) sin IVA | Periodo de 12 meses (14 h x 21 días x 12 meses) en horas | Parte de la factura eléctrica relativa a ilumin artificial en € en 12 meses |   |  |
| 0,00  | 0,163 €                                 | 3.528  | - €  | 0,00                            | 0,163 €                                 | 3.528  | - €   |   |  |
| Nota: Se ha hecho la hipótesis de que la luz está encendida durante nº horas diarias  |   |  |  |                                 |   |  | <b>% de ahorro con LED</b>  |   |  |
| <b>4) Ahorro en Euros</b>   |   |  |  |                                 |   |  |   |   |  |
| Con LED, el ahorro real anual en consumo:   |   |  | 0,00 € en la factura de la luz (IVA incluido) a tarifa lineal                          |                                 |   |  |   |   |  |
| Observación: El consumo energético por luz artificial representa solo una parte del consumo energético total, por lo que si la luz artificial en este perfil de cliente puede ser de hasta 75% del gasto total de la factura, el ahorro estimado del consumo eléctrico total será inferior. |   |  |  |                                 |   |  |   |   |  |

**TABLA 3.2.** Resumen de la inversión

|   |                       |                  |                        |             |
|---|-----------------------|------------------|------------------------|-------------|
| <b>MATERIAL INSTALADO</b>   |                       |                  |                        |             |
| <b>INVERSIÓN TOTAL</b>  |                       | IVA incluido     |                        |             |
| <b>PERÍODO DE AMORTIZACIÓN (meses)</b>  |                       |                  |                        |             |
| <b>AHORRO ANUAL EN FACTURA ELÉCTRICA Y reposiciones</b>   |                       | IVA incluido     |                        |             |
| <b>POTENCIA AHORRADA</b>  |                       | W/hora           | kW/año                 |             |
| <b>AHORRO TOTAL EN 5 AÑOS DE VIDA (€-IVA INCLUIDO) CON INVERSIÓN AMORTIZADA</b>   |                       | IVA incluido     |                        |             |
| <b>VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA LED FRENTE A OTRAS TECNOLOGÍAS</b>   |                       |                  |                        |             |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>  | <b>INCANDESCENCIA</b> | <b>HALOGENAS</b> | <b>FLUORESCENCIA</b>   | <b>LED</b>  |
| VIDA ÚTIL   | 1.000 h               | 2.000 h          | 8-10.000h              | 30-50.000 h |
| REGULABLES  | SI                    | SI               | ALGUNAS                | ALGUNAS     |
| AHORRO  | 0%                    | 30%              | 80%                    | 80-90%      |
| ENCENDIDO INMEDIATO   | SI                    | SI               | ALGUNAS                | SI          |
| TIEMPO NECESARIA PARA EL 100%   | 1sg                   | 1sg              | 60 sg                  | 1sg         |
| CONTIENE MERCURIO   | NO                    | NO               | SI                     | NO          |
| <p><b>GARANTÍA DEL PRODUCTO: 3 AÑOS.</b> Excluyendo todos los desperfectos causados por manipulación, golpes, modificación de las instalaciones, y en general todo aquello que no sea implícito al normal funcionamiento en iguales condiciones en que queden instaladas.</p> |                       |                  |                        |             |
| Cliente:  |                       |                  | Distribuidor:          |             |
| Telefono:   |                       |                  | Estudio Realizado por: |             |
| <p>Los precios de los productos LED del presente estudio tienen una validez de 30 días. Fecha:</p>  |                       |                  |                        |             |

## 3.7. Ficha técnica

TABLA 3.3. Ejemplo de ficha técnica de un tubo LED




**Tubo LED T8  
LuzDyA**

Disponible en carcasa de policarbonato  
translucido

Hasta un 70% de ahorro



LuzDyA® distribuido por  
StudyPLAN.  
Miembro de Ambilamp




### NUEVA gama de tubos LED T8 3N

Con la nueva gama de productos "Tubos LED LuzDyA®", disfrutará de la más reciente tecnología en iluminación por LED. La tecnología LED ofrece una luz sin parpadeos y una duración hasta 5 veces superior. Con unos flujos luminosos a partir de 800 lúmenes para el tubo LED de 10W, y con unos ahorros reales de hasta un 70%, en comparación con los tubos fluorescentes.

**Especificaciones:**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Potencias disponibles:         | 10W / 15W / 23W   |
| Medidas disponibles:           | 600mm: 10W<br>1200mm: 15W<br>1500mm: 23W  |
| Ángulo de apertura:            | 120°  |
| Temperatura de color:          | 600mm: WW, DW<br>1200mm: WW, DW<br>1500mm: WW, DW   |
| Fuente de alimentación:        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AC 100-240V usando balasto inductivo con márgenes admisibles de potencia, según el tipo de tubo LED (retrando cebador)</li> <li>• AC 100-240V, directo a Red</li> <li>• AC 100-240V usando balasto inductivo con márgenes admisibles de potencia, con By-pass</li> </ul> |
| Normas y Certificación         | CE/RoHS/ RAEE/ PSE/ FCC   |
| Tipo de LED:                   | Epistar SMD   |
| Capacitor:                     | Rubycon   |
| Vida media:                    | 50.000 horas  |
| CRI:                           | 10W: 82<br>15W: 73<br>23W: 73   |
| Eficiencia Tubos LED:          | 10W: 80 lm/w<br>15W: 113 lm/w<br>23W: 100 lm/w  |
| Factor de potencia             | 0,97  |
| Tipo de base:                  | G13   |
| Temperatura de funcionamiento: | -40~60°C  |
| Flujo luminoso:                | 600mm: + 800 Lúmenes DW<br>1200mm: +1700 Lúmenes DW<br>1500mm: +2300 Lúmenes DW   |
| Garantía:                      | 3 años con reposición de producto   |
| Sustituye a:                   | T8 fluorescente de 18W/30W/36W  |

LuzDyA® es marca registrada  
Distribuido en España por StudyPLAN® desde 1981  
C/ Pablo Serrano, 5 - 28043 Madrid - Telf.: 91 413 2261  
Datos válidos salvo error tipográfico  
Información sujeta a variaciones sin previo aviso.

### 3.8. Variables a tener en cuenta para elegir la iluminación LED adecuada

Una vez más, es importante asesorarse bien antes de acometer inversiones. Hay que tener en cuenta varios detalles:

- Saber el ángulo de apertura del haz de luz apropiado.
- Elegir la temperatura de color adecuada y que viene indicada en grados Kelvin.

**TABLA 3.4.** Temperaturas de color

| WW (Warm White)     | 2.700 K | 3.500 K |
|---------------------|---------|---------|
| NW (Natural White)  | 4.000 K | 4.600 K |
| DW (Daylight White) | 5.500 K | 6.500 K |
| CW (Cold White)     | 7.000 K | 9.000 K |

- Saber la marca de los chips LED para conocer su calidad.
- Marca del transformador LED instalado (driver).
- N.º de LEDs en la pieza y su disposición geométrica.
- Los vatios de consumo, contando elementos adicionales, como drivers.
- Usar un luxómetro para medir los niveles de iluminación con la luminaria convencional para asegurar flujos luminosos similares cuando se cambie a LED.
- Duración de la garantía del fabricante.
- Si hace falta que el LED sea de intensidad variable (dimmable) o no.
- Tipo de luminaria que sustituye y su casquillo o base.
- Ahorro real en W/h al compararlo con la iluminación convencional.

### 3.9. Ejemplo de montaje sin manipulación en el cableado (sujeto a comprobación de la luminaria)

En la Fig. 3.4 se puede observar cómo, siendo la reactancia del tipo inductivo, es posible colocar un tubo LED en sustitución de otro fluorescente tan sólo retirando el tubo fluorescente y el cebador, instalando el Starter LED en lugar del cebador, y, por último, montar el nuevo tubo LED.

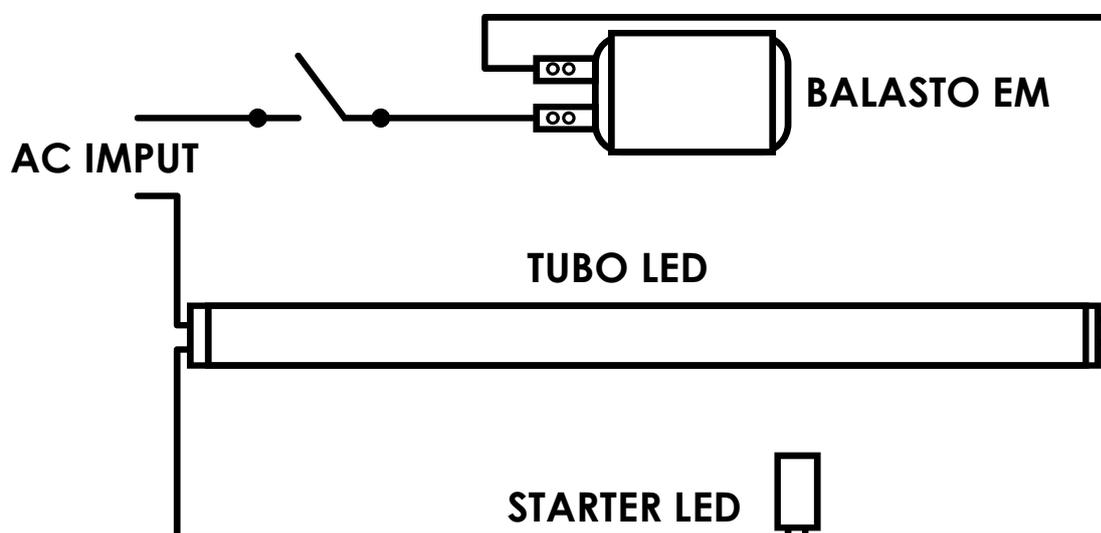


Figura 3.4. Esquema de conexión de tubo LED con Starter LED.

### 3.10. Tipos de sistemas de iluminación LED

Aunque los sistemas de iluminación más utilizados en los concesionarios de vehículos son los tubos fluorescentes, pueden existir otros sistemas, como campanas de vapor de sodio, halogenuros metálicos, fluorescentes compactas, etc.

En la gran mayoría de los casos, existe una solución en tecnología LED para cada uno de ellos, por lo que casi se puede asegurar que la práctica totalidad de la iluminación convencional se puede sustituir por sus equivalentes en LED.

En la valoración de los estudios de ahorro, se comprobará el grado de compatibilidad de la instalación existente con los de LED.



**Figura 3.5.** Distintos modelos de sistemas de iluminación con tecnología LED.

### 3.11. Caso real en un concesionario de vehículos donde se ha sustituido la iluminación convencional por LED

El reportaje fotográfico que se muestra en este apartado corresponde a un concesionario de vehículos ubicado en Madrid, que tenía instalado 86 lámparas fluorescentes compactas con un consumo de 26 W/unidad.

Se sustituyeron sin realizar ninguna modificación eléctrica en la instalación, por lámparas LED de 12 W tipo R-90. Con este cambio, se ha reducido el consumo eléctrico en la parte relativa a iluminación en más de un 50%, y se ha mejorado tanto el índice de reproducción cromática como el nivel de iluminación.



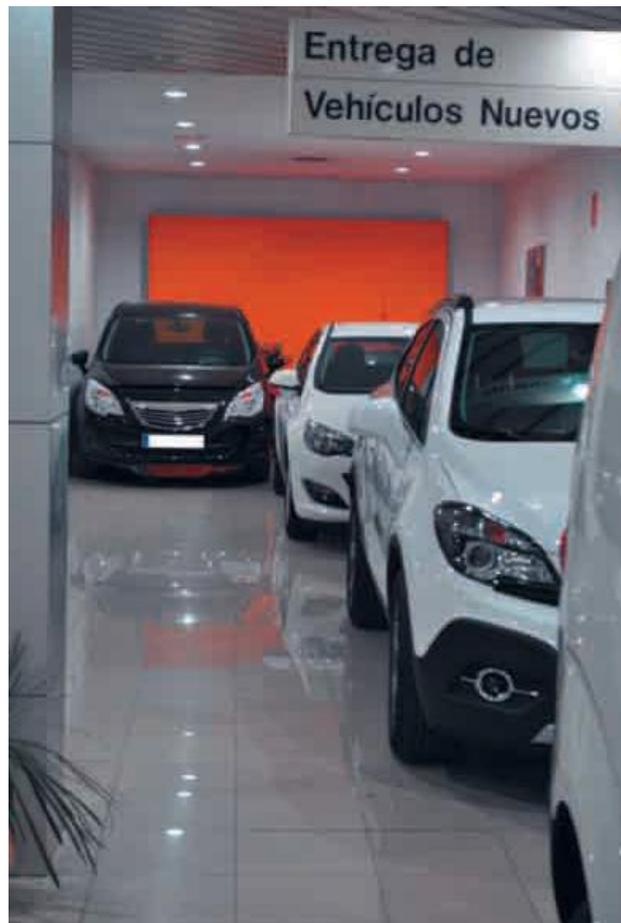
**Foto 3.2.** Concesionario de automóviles tras reforma (I)



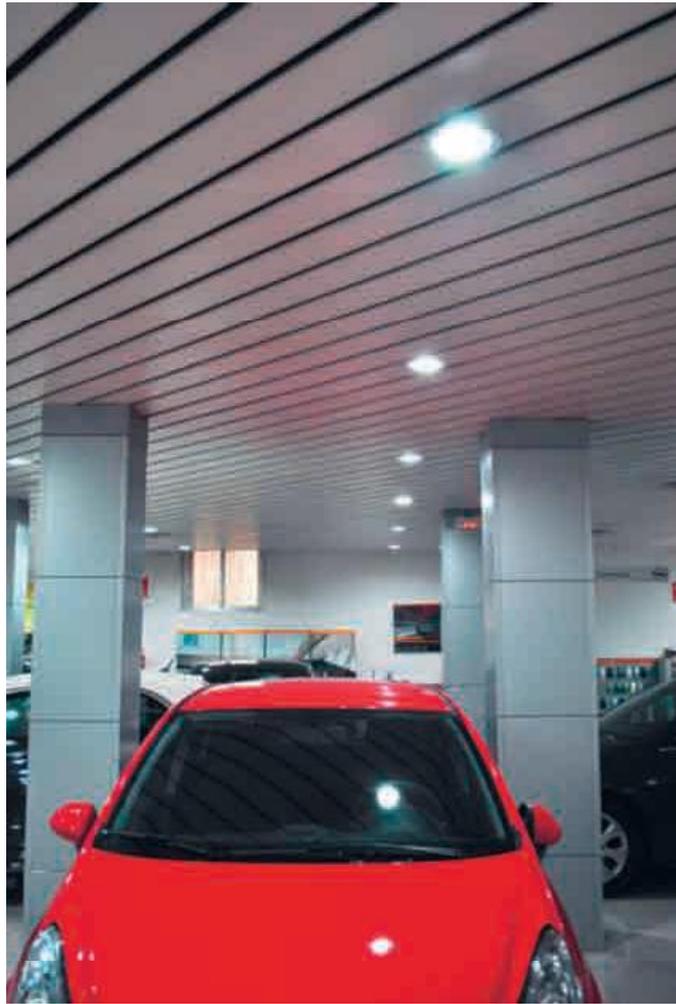
**Foto 3.3.** Concesionario de automóviles tras reforma (II)



**Foto 3.4.** Concesionario de automóviles tras reforma (III)



**Foto 3.5.** Concesionario de automóviles tras reforma (IV)



**Foto 3.6.** Concesionario de automóviles tras reforma (V)



**Foto 3.7.** Tipo de lámpara instalada con temperatura de color de 5.500 K.

# Demandas térmicas en concesionarios y talleres de automoción. Competitividad y confort con gas natural

## 4.1. Introducción

Cada vez más, las empresas y establecimientos deben ser eficientes en la gestión de sus costes, siendo los energéticos de los más importantes, sin considerar los costes de personal y alquileres inmobiliarios. Por ello, se debe analizar su situación actual, los consumos que se están produciendo y valorar la rentabilidad de los potenciales cambios a realizar.

Un aspecto que se debe considerar, en especial en la zona de talleres, es la mejora de productividad que puede obtenerse por el cambio de la tecnología empleada en sus procesos. Así, en el caso particular de las cabinas de pintura, el empleo de quemadores en vena de aire produce una reducción de los tiempos empleados, lo que permite un mejor aprovechamiento tanto de la instalación como del personal asociado a la misma.

## 4.2. Demandas energéticas de los concesionarios y talleres

En los concesionarios y talleres existen dos tipos de demandas energéticas, las alimentadas con electricidad (iluminación, ofimática y herramientas de taller) y las demandas térmicas, que se pueden clasificar en dos tipos:

- ✳ **Cabinas de pintura:** es la principal demanda en los trabajos que se realizan en la zona de talleres. Estos espacios precisan un control de temperatura ambiente tanto durante el proceso de pintado como, posteriormente, para el proceso de secado y curado de la pintura, teniendo también una importancia primordial los tiempos empleados para esos procesos por su impacto en la productividad.

- \* **Demandas de confort:** tanto para la calefacción de la zona de talleres como para la climatización (calor y frío) de las zonas de exposición y de oficinas. También se debe considerar la demanda de agua caliente de vestuarios y aseos.



**Foto 4.1.** Zona de talleres. Climatización y pintura.



**Foto 4.2.** Zona de exposición y venta. Climatización.

Con relación a las demandas eléctricas, la iluminación representa el porcentaje mayor de demanda de potencia y de consumo anual, por lo que es en este punto donde se pueden adoptar medidas de ahorro mediante la instalación de lámparas y luminarias de mayor eficiencia, así como por un buen control de horarios de funcionamiento.

Respecto a las demandas térmicas, ante un potencial cambio de generadores empleados en estos establecimientos, previo a cualquier análisis de las opciones existentes y su interés, se deben considerar los motivos que pueden llevar a la propiedad a llevar a cabo dicho cambio. Éste puede ser motivado porque los generadores sufren un nivel importante de averías y, por tanto, fallos en la cobertura de los servicios, al haber finalizado su vida útil o son obsoletos frente a nuevos equipos

más eficaces y rentables, o bien porque se les ofrece un cambio no forzado, pero que por la rentabilidad de la solución propuesta representará a corto plazo un beneficio económico a la propiedad.

En el primer caso, la comparativa a realizar debe comprender el análisis directo de los costes asociados a cada una de las alternativas disponibles, sin considerar la instalación actual a sustituir, mientras que en el segundo caso, un cambio no forzado, las distintas alternativas deben compararse económicamente con el sistema actualmente en funcionamiento, “si no da problemas y es adecuadamente rentable, ¿para qué cambiar nada?”.

En la comparación entre opciones se deben tener en cuenta la suma de tres factores, la inversión inicial precisa en el cambio (CAPEX), el coste de energía previsto por cada solución propuesta (materia prima) y los costes de operación y mantenimiento asociados (OPEX). En cuanto a los costes de inversión inicial, se deben incluir no sólo la adquisición y montaje de los generadores sino todos los subsistemas asociados, como pueden ser almacenajes (depósitos o silos), sistemas de alimentación de combustible, eléctrico y de regulación, de seguridad, evacuación de humos, etc. y la obra civil precisa para realizar el cambio.

Respecto al coste de materia prima, no sólo se deben comparar los precios unitarios de cada tipo de energía alternativa, sino también los rendimientos estacionales que se obtienen con los equipos (tecnología asociada), es decir, no sólo se puede ahorrar por un tipo de energía barata sino que si su tecnología asociada tiene un mejor rendimiento a lo largo del año, también se ahorra porque se consume menos cantidad de energía.

Finalmente, en los costes de operación previstos se debe incluir el coste de mantenimiento preventivo sistemático asociado a cada solución, así como una previsión del coste medio anual de pequeñas averías que pueden surgir a lo largo de los años en la instalación de nueva factura. Para esta previsión se suele tomar un porcentaje (habitualmente un 3-4%) del coste de inversión total inicial prevista.

### **4.3. Aportación de las tecnologías asociadas al gas natural**

Respecto a las condiciones que el gestor de uno de estos establecimientos espera de una propuesta de cambio de su sistema térmico, debe cumplir los siguientes aspectos:

- \* **Ser económica:** el resultado del producto del coste unitario de energía por la energía total consumida (rendimiento estacional ante la demanda energética) debe ser competitivo ante el resto de opciones.
- \* **Ser asequible:** no sólo debe ser económica, sino que la inversión inicial que precise permita al consumidor adquirirla, bien directamente al inicio, bien financiada en un número determinado de años, con los costes financieros que ello conlleve y su repercusión en el total de coste.
- \* **Ser fiable:** operativamente, las soluciones propuestas deben tener un índice adecuado de fiabilidad que permitan asegurar al empresario que cubrirán los servicios previstos sin indisponibilidades y/o averías significativas, con el menor coste de mantenimiento posible.
- \* **Ser limpia:** cada vez más, por exigencia normativa y por el impacto en su imagen ante su entorno, el empresario exige soluciones que sean respetuosas con el medio ambiente, tanto en cuanto a emisiones que afecten globalmente, como son las emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ), como en aquellas de tipo local que afectan a la calidad del aire urbano, como son las emisiones de  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  y partículas  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$ .



**Figura 4.1.** Condiciones de una propuesta de transformación.



**Foto 4.3.** Quemador de gas natural en cabina de pintura.

Las soluciones que utilizan el gas natural como fuente de energía cumplen todas estas condiciones, su economía por ser el combustible más económico (véase el apartado siguiente) y por la mejora en el rendimiento de sus tecnologías asociadas. Son soluciones que precisan la menor inversión inicial, por lo que su tiempo de recuperación es corto, menor a 4 años e incluso en algunas aplicaciones, menor de 2 años.

Respecto a los dos últimos aspectos, sus soluciones de alta eficiencia, como son los quemadores en vena de aire para su aplicación en cabinas de pintura y para cubrir las demandas de climatización, las calderas de condensación y nuevas tecnologías como las bombas de calor a gas, tanto de absorción como de compresión, son soluciones ampliamente utilizadas, con un historial de la mayor fiabilidad y con los mayores niveles de disponibilidad del mercado.

Respecto al respeto medioambiental, el gas natural es el combustible convencional de menor emisión de CO<sub>2</sub> por cada unidad de energía obtenida y su emisión de contaminantes locales es también menor.



**Foto 4.4.** Calderas de pie a gas natural. Calefacción y ACS.

## 4.4. Comparativa de precios de la energía

Para realizar un análisis comparativo entre diversas soluciones, en primer lugar se debe conocer cuál es el coste unitario de cada tipo de energía que se utilice en cada solución. Estos precios sufren variaciones con el paso del tiempo, pero se pueden hacer estimaciones de su evolución o incluso hacer un estudio a precios constantes, valorando la sensibilidad del resultado a variaciones de este factor.

Un aspecto a considerar en estos estudios es el «flujo de caja», es decir, cuando se paga la energía que se utiliza, porque en adquisiciones de energía a granel (gasóleo-C, propano a granel, biomasa), se debe abonar el combustible suministrado en el momento en que se produce el suministro, con la consiguiente y puntual salida de caja. Los valores empleados aquí, correspondientes al mes de octubre de 2013, son los indicados en la Fig. 4.2.

| <b>Gasoleo-C</b>                                |                      |                           |                             |
|---|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ● Precio por litro (c/ Imp. Esp., s/ IVA):      |                      |                           | 83,72 c€/litro              |
| ● Precio por kWh (PCI, c/ Imp. Esp., s/ IVA):   |                      |                           | 8,25 c€/kWh                 |
| <b>Gas Propano (Granel)</b>                     |                      |                           |                             |
| ● Precio por litro (c/ Imp. Esp., s/ IVA):      |                      |                           | 114,00 c€/litro             |
| ● Precio por kWh (PCS, c/ Imp. Esp., s/ IVA):   |                      |                           | 9,58 c€/kWh                 |
| <b>Gas Natural (PCS, c/ Imp. Esp., s/ IVA):</b> |                      |                           |                             |
| Consumo Anual (kWh/año)                         | Término fijo (€/mes) | Término variable (c€/kWh) | Precio medio (c€/kWh) (PCS) |
| Q < 50,000 kWh/año                              | 8,58                 | 5,312971                  | 5,570371                    |
| 50.000 < Q < 100.000                            | 53,01                | 5,403100                  | 6,109789                    |
| Q > 100.000 kWh/año                             | 79,15                | 5,100933                  | 5,417533                    |

Elaboración propia. Precios medios mercado liberalizado (Oct 2013)

**Figura 4.2.** Comparativo de precios de energías (octubre 2013).

## 4.5. Cabinas de pintura. Soluciones con gas natural

Aunque ya en muchos casos, para obtener las temperaturas adecuadas en los procesos de pintado y de secado estas cabinas están alimentadas con equipos de gas natural, todavía existen muchas que utilizan uno de estos dos sistemas:

- ✱ **Quemador de propano en vena de aire**, que aprovechando la limpieza de sus gases de combustión, los inyecta directamente en la cabina.
- ✱ **Quemador de gasóleo-C**, que a través de un intercambiador de calor, calienta el aire de aportación a la cabina.

En el primer caso, con la sustitución del propano por gas natural, se obtiene el ahorro económico proporcional a la diferencia de precios, ya que su comportamiento, rendimientos y tiempos de actuación son similares. Además, se elimina la necesidad de disponer de un depósito de propano en la finca.



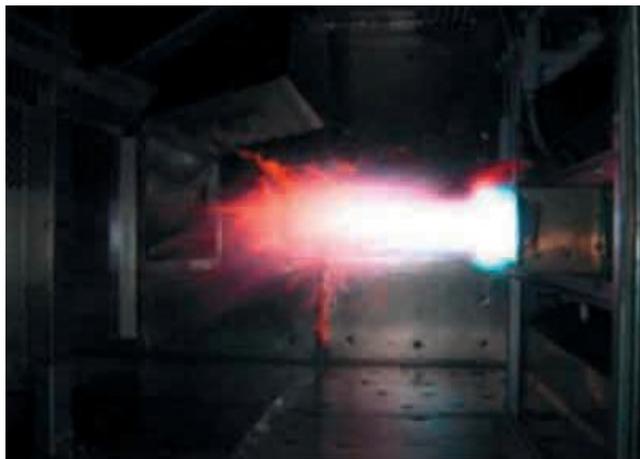
**Foto 4.5.** Quemador en vena de aire. Vista exterior conducto.

El ahorro se puede estimar en un 40 – 45%.

En el segundo caso, la sustitución del gasóleo-C por gas natural, se puede realizar de dos modos:

- **Sustituir el quemador existente por uno nuevo alimentado con gas natural**, manteniendo el intercambiador de calor existente. En este caso, el ahorro económico obtenido sería proporcional a la diferencia de precios de la energía (y un aumento en el rendimiento de combustión).

El ahorro se puede estimar en un 34 - 38%.



**Foto 4.6.** Quemador en vena de aire. Vista interior conducto.

- **Eliminar el quemador e intercambiador existente**, acoplado en el conducto de alimentación de aire un nuevo quemador en vena de aire con gas natural y ajustar la programación de regulación así como las clapetas de control.

En este caso, además de la diferencia de coste entre combustibles, se reducen los tiempos de operación, por lo que, además del aumento de productividad, el ahorro que se puede estimar es de un 54 - 60%.



**Foto 4.7.** Quemador en vena de aire. Conjunto exterior (I).



**Foto 4.8.** Quemador en vena de aire. Conjunto exterior (II).

## 4.6. Calefacción de talleres

Otro de los consumos térmicos que se producen en las áreas de talleres es la calefacción de estas superficies. Lo habitual es utilizar generadores de aire ca-

liente, o bien aerotermos alimentados por un circuito de agua desde calderas de gasóleo-C.

Como alternativas, el gas dispone de diversas soluciones:

**Sistemas de radiación:** estos sistemas se basan en el principio de que las personas, para encontrarse en un estado de confort, no precisan de que el aire que les circunda se encuentre a la temperatura de confort, sino que con una temperatura inferior, si existe un elemento radiante a alta temperatura que incide en ellos, se obtiene esa sensación de bienestar.

Son elementos que pueden instalarse en locales desde 3,5 metros de altura hasta en naves con alturas de 6 a 9 metros, que sólo precisan la instalación de los equipos, de su encendido al alcance de las personas y las tuberías de gas de alimentación. Estos sistemas tienen las siguientes ventajas:

- Se pueden acondicionar zonas determinadas de los locales, sin necesidad de realizarlo a la totalidad de la nave.
- No precisa calentar el aire, por lo que la cantidad de energía necesaria para esta calefacción es mucho menor.

Esta última característica hace que este sistema sea mucho menos sensible a las renovaciones de aire producidas por puertas abiertas al exterior en muchos momentos, habitual en este tipo de locales.



**Foto 4.9.** Calefacción de talleres. Placas infrarrojas.

**Sistemas por aerotermos de calentamiento de aire:** en naves de baja altura (hasta 4 metros) es factible realizar la calefacción mediante sistemas de aerotermos por circulación del aire del local y por calentamiento del mismo bien mediante un circuito de agua (aerotermos de agua) o bien por combustión de gas natural (aerotermos a gas).



**Foto 4.10.** Calefacción de talleres. Aerotermos de agua caliente.



**Foto 4.11.** Calefacción de talleres. Aerotermos a gas natural.

## 4.7. Climatización de zonas de exposición y oficinas

En estas áreas, el gas natural dispone de soluciones para cubrir la demanda de calefacción e incluso el conjunto de demandas de calor y frío para climatización.

En el primer caso, las calderas de condensación representan una solución de mayor eficiencia que las calderas de gasóleo-C, por su menor precio de energía y porque se obtienen aumentos de rendimiento que dan lugar a reducciones de consumo de combustible de hasta un 25%.



**Foto 4.12.** Calderas modulares a gas natural. Calefacción y ACS.

Por ello, para la alimentación de calor a fancoils, UTA's o radiadores, se pueden obtener ahorros económicos de hasta un 40%.

Estas calderas pueden ubicarse en los locales actualmente ocupados por las calderas de gasóleo, incluso instalando calderas similares a las calderas murales habituales en los hogares, o bien en cubierta, en elementos autoportantes, tipo roof-top.

Para la cobertura de frío y calor, se dispone de bombas de calor a gas (BCG) que son esencialmente iguales a las bombas de calor eléctricas (BCE), sustituyendo el motor eléctrico que en la BCE está acoplado al compresor por un motor de combustión interna de acuerdo con un ciclo OTTO, alimentado con gas natural.

La refrigeración de ese motor permite que, si la temperatura exterior es inferior a 7 °C, se disponga de una derivación del circuito de evacuación de calor del motor que evita el escarchado de la batería condensadora y, por tanto, man-

tiene la capacidad de calefacción del equipo, incluso con bajas temperaturas exteriores, representando una mejora de eficiencia sobre las BCE.



**Foto 4.13.** Bomba de calor a gas natural. Aire acondicionado, calefacción y ACS.

Si la temperatura exterior es superior a 7 °C o cuando funcionan en ciclo de refrigeración, el calor de refrigeración puede derivarse a un intercambiador a través del cual puede producirse agua caliente sanitaria (ACS) gratuita. Como esta producción se realiza mediante una energía residual, el Código Técnico de la Edificación (CTE) permite que este aprovechamiento sea alternativo al uso de la energía solar térmica, reduciendo o incluso eliminando la instalación de paneles.

## 4.8. Producción de agua caliente sanitaria

Otro de los consumos térmicos que se produce es el de agua caliente sanitaria (ACS), precisa para la higiene de trabajadores y visitantes. No es porcentualmente un gran consumo pero también debe considerarse.

El gas natural dispone de tecnologías sencillas y destinadas exclusivamente a este servicio, como son el clásico calentador instantáneo de gas, tan conocido en nuestras viviendas, que permite cubrir pequeñas demandas, y otras, como el acumulador de ACS a gas, que, con acumulaciones de agua de 100 a 500 litros, cubre de modo adecuado las necesidades de vestuarios y duchas.

Pero no sólo existen estas soluciones, si se dispone de calderas para abastecimiento de calefacción, éstas pueden cubrir simultáneamente, con acumuladores asociados, este servicio. Y si se dispone de bombas de calor a gas, como se ha indicado anteriormente, se puede obtener esa agua caliente de un modo gratuito.

## 4.9. ¿Qué se debe hacer para disponer de gas natural?

Una vez valorado el interés en disponer de gas natural en el equipamiento de estos establecimientos, se debe tener en cuenta las condiciones mínimas que deben cumplir tanto la instalación de suministro de gas natural como los locales en donde se ubican los aparatos.

Respecto a la instalación, consiste en una tubería, habitualmente de cobre o de acero, que discurre vista o bajo una vaina en zonas ocultas, que une los aparatos con la conexión a la red de distribución en la calle, a través de la acometida. En esta instalación se ubica el contador de gas, con el que se miden los consumos y en su caso, si fuera preciso, un regulador que ajusta la presión del gas.

Todo esto tiene que ser realizado por un instalador autorizado y registrado en la correspondiente Delegación de Industria, de acuerdo con la normativa en vigor y que, antes de iniciarse el suministro de gas la instalación, será revisada por la compañía distribuidora de gas natural, con lo que se garantiza la calidad y seguridad de las mismas.

Respecto a los locales donde se ubican, decir en primer lugar que los aparatos a gas natural pueden ubicarse en primer sótano, en planta baja o en cualquier otra planta por encima de esta.

Referente al tamaño del local, si se instalan aparatos que tienen chimenea, es decir, que evacuan los gases quemados directamente al exterior o que disponen de sistema de corte de gas ante apagado de llama, no existe limitación de tamaño (volumen mínimo).

Finalmente, como los aparatos que usan gas natural producen una combustión, se deben cumplir dos condiciones básicas, ventilar el local para asegurar que se recibe el suficiente aire fresco para alimentar la combustión y evacuar los gases quemados al exterior.

En cuanto a la ventilación, se debe disponer de una abertura libre al exterior, mediante hueco en la pared o por conducto, de una superficie libre de 5 cm<sup>2</sup> por cada kW instalado en gas, y en cuanto a la chimenea debe cumplir con las exigencias que fije la ordenanza municipal correspondiente en cuanto a su punto de descarga. Si no se dispone de chimenea, como es el caso de los paneles radian-

tes, existen diversos métodos para evacuar los gases quemados, que se definen claramente en la normativa (UNE 13410).

En todo este entorno, el gas natural como combustible es la fuente de energía más adecuada para estos fines, ya que dispone de tecnologías de muy alta eficiencia basadas en su uso, produce la menor emisión de CO<sub>2</sub> y de contaminantes locales y, quizás lo más importante, las inversiones iniciales precisas para su implantación son las más favorables respecto a la obtención de un mismo resultado de ahorro.

## 5.1. Introducción

La situación energética mundial se caracteriza por las reservas de gas natural y petróleo mineral finitos, aumentando al mismo tiempo el consumo y el aumento de los precios drásticamente. Además, el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> eleva la temperatura de la atmósfera, dando lugar a un cambio climático.

Esta situación obliga a manejar la energía responsablemente. Se necesita una mayor eficiencia en los sistemas y un aumento en el uso de las energías renovables. El sector de la calefacción es el consumidor más importante de la energía, por lo tanto, una de las principales contribuciones al ahorro y la reducción de CO<sub>2</sub> podrá realizarse mediante el uso de innovadoras y eficientes tecnologías de calefacción.

La amplia gama de productos del mercado incluye soluciones para todos los tipos de energía, y permite un suministro de calor fiable y conveniente, y proteger el medio ambiente a través de una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Ya sea con una caldera de condensación o una bomba de calor o cualquier otro sistema, el suplemento ideal para cada fuente de calor es un sistema de energía solar térmica para la producción de ACS y apoyo a la calefacción.

La integración de los sistemas solares térmicos requiere un conocimiento previo de los componentes para lograr el rendimiento óptimo, manteniendo los costes bajo control.

Las industrias son uno de los pilares en la utilización del Sol por el gran consumo de energía que realizan para el desarrollo de sus actividades diarias. Estas industrias son cada vez más exigentes con los niveles de calidad y de servicios superiores, y entre las nuevas muestras de calidad que valoran destaca el compromiso con la protección del medio ambiente. La utilización del Sol para reducir los consumos de combustible en las instalaciones representa, desde este punto de vista, no sólo una buena oportunidad de reducir la factura energética con rentabilidades atractivas, sino que, ade-

más, sirve de muestra del compromiso de esta tipología de instalaciones con la protección del medio ambiente. Cuando se combinan las aplicaciones solares con otras medidas de ahorro energético (sustitución de generadores convencionales de calor, aislamiento, etc.), se consiguen unas rentabilidades especialmente interesantes.

## 5.2. Ahorro energético

Si se consigue reducir la energía requerida en el “proceso” (concesionario) para obtener la misma cantidad y calidad de producto (vender coches), se estará en presencia de ahorro energético.



**Figura 5.1.** Condiciones para la obtención de ahorro energético.

Fuente: Viessmann, S.L.

A veces, el ahorro se produce cambiando la clase de energía, puesto que no todas tienen el mismo coste, pero el cambio de energía implica siempre una inversión, por lo que se tendrá que determinar si los beneficios justifican la inversión.

## 5.3. Evaluación de una inversión

Para evaluar una inversión, se necesitan, fundamentalmente, tres premisas:

1. Que exista ahorro energético:
  - Si es el único objetivo, no estaremos frente a una buena decisión.
  - Por sí mismo, el ahorro energético no justifica una inversión.

2. Que sea rentable:
  - Análisis bajo criterios simples (sin tener en cuenta, por ejemplo, la tasa de actualización del capital)
  - Análisis más exacto (teniendo en cuenta la vida de la instalación, la actualización del capital, costes de mantenimiento, etc.).
3. Que las condiciones socio-coyunturales lo hagan o no aconsejable:
  - Medio ambiente, legislación, prestigio de la empresa, imagen verde, etc.
  - Una buena decisión debería cumplir estas tres premisas, aunque esta Guía se centra principalmente en que exista ahorro energético con la implantación de sistemas solares térmicos.

## 5.4. Soluciones energéticas eficientes

Un sistema de energía solar puede proporcionar aproximadamente el 60% de la energía requerida al año para el calentamiento de agua caliente sanitaria. Estos sistemas, además, pueden también proporcionar calefacción central y, así, reducir los costes de energía aún más. Tales sistemas pueden ahorrar hasta un 35% de los costes anuales para agua caliente sanitaria y calefacción central gracias al uso de energías renovables.

La energía solar térmica puede ser un socio muy fiable, ya que se cuenta con tecnologías cada vez más eficientes y duraderas, gracias a la madurez que estos sistemas han alcanzado a lo largo de los años.

## 5.5. Descripción de las instalaciones solares térmicas

A continuación se explican algunos conceptos básicos sobre el "combustible solar" y cómo la energía de radiación puede utilizarse efectivamente. Para una visión general inicial, los sistemas solares térmicos se describen y comparan seguidamente.

Esta información constituye la base para la práctica de la técnica solar y para alcanzar así el correcto manejo y utilización de la energía solar térmica.



**Foto 5.1.** Colectores solar térmicos.

Fuente: Viessmann, S.L.

Las diferentes fuentes de radiación emiten radiación en diferentes longitudes de onda. La longitud de onda depende de la temperatura, y la intensidad de radiación aumenta con el aumento de las temperaturas. Hasta una temperatura de 400 °C, un cuerpo irradia en la longitud de onda larga, en la gama de infrarrojos invisible. Por encima de esa temperatura, la radiación se hace visible.

Su alta temperatura, hace del Sol una fuente muy intensa de radiación. El espectro visible de la insolación constituye sólo una pequeña parte del espectro de radiación total. Sin embargo, representa el más alto nivel de intensidad de la radiación.

En la superficie del Sol (fotosfera) la temperatura es de casi 5.500 °C. La fuerza de esta radiación así emitida corresponde a una potencia de 63 MW/m<sup>2</sup>. Durante un solo día, 1.512.000 kWh de energía por metro cuadrado es irradiada, lo que equivale a un contenido energético de aproximadamente 151.200 litros de fuel oil.

### 5.5.1. Constante solar

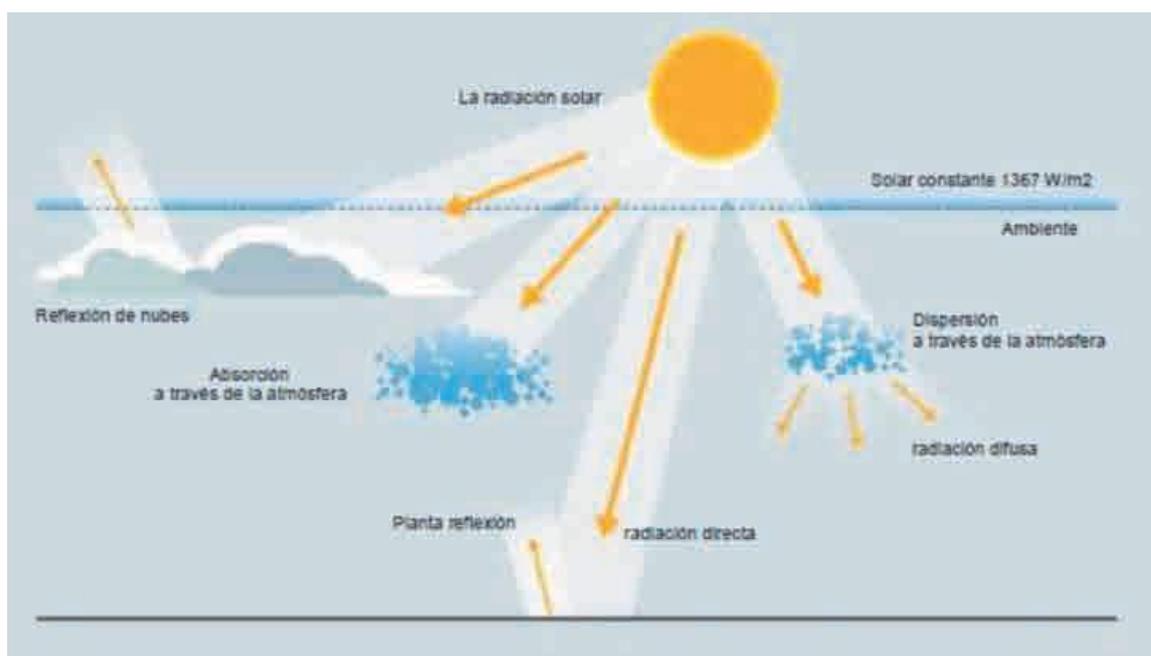
El Sol tiene más de 5.000 millones de años. Tiene un diámetro de 1,4 millones de kilómetros, mientras que el diámetro de la Tierra es de sólo 13.000 km. La gran distancia entre la Tierra y el Sol (aprox. 150.000.000 kilómetros) reduce el enorme nivel de la radiación hasta una magnitud que permite la vida en nuestro planeta. Esta distancia reduce la radiación promedio de energía hasta la Tierra a una irradiancia de 1.367 W/m<sup>2</sup>.

Este es un valor fijo que se conoce como constante solar. En realidad, la irradiancia varía en  $\pm 3,5\%$ , ya que la órbita elíptica de la Tierra alrededor del Sol

hace que la distancia entre la Tierra y el Sol no sea constante (entre 147 millones y 152 millones de kilómetros). Es por ello que la actividad solar también fluctúa.

### 5.5.2. Influencia de la latitud y la declinación

En su viaje anual alrededor del Sol, la Tierra está inclinada a lo largo de su eje norte-sur  $23,5^\circ$  respecto al eje de su órbita. A partir de marzo y hasta septiembre, el hemisferio norte está más orientado hacia el Sol, y entre septiembre y marzo el hemisferio sur. Como resultado, los días son más largos en verano que en invierno. La longitud del día también está sujeta a la latitud, es decir, cuanto más al norte nos encontremos, más largo (en verano) o más corto (en invierno) son los días. Por ejemplo, en Estocolmo las horas de Sol del 21 de junio son de 18 horas y 38 minutos, en Madrid sólo duran 15 horas y 4 minutos. En los meses de invierno, sucede al contrario. En invierno, Madrid gestiona 9 horas y 18 minutos el 21 de diciembre, mientras que Estocolmo sólo puede llegar a 6 horas y 6 minutos.



**Figura 5.2.** Influencia de la atmósfera.

Fuente: Viessmann, S.L.

### 5.5.3. Radiación global

La influencia de la atmósfera reduce el nivel de radiación absoluta (constante solar) de  $1.367 \text{ W/m}^2$  a, aproximadamente,  $1.000 \text{ W/m}^2$  sobre la superficie de la Tie-

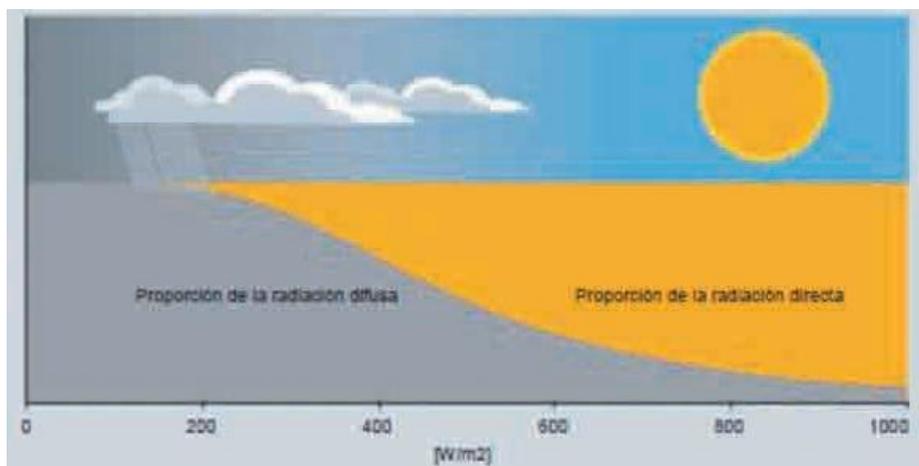
rra. La atmósfera ejerce influencia sobre el espectro de radiación. Las nubes reflejan parte de la radiación y otra parte es absorbida por la atmósfera. Otros componentes de la radiación se dispersan por varias capas densas de la atmósfera o las nubes, convirtiéndola en radiación difusa. Otra parte de la radiación incide sobre la Tierra directamente. Esa parte de la radiación que llega a la Tierra sin obstáculos, o bien es reflejada o es absorbida por la superficie de la Tierra, que se calienta y genera otra radiación térmica de la superficie terrestre, generando así más radiación difusa.

La cantidad total de radiación, tanto difusa como directa, se denomina radiación global. La proporción de la radiación difusa, como porcentaje de radiación global en España, de media anual, es aproximadamente del 30%. La diferencia entre la radiación directa y difusa es sobre todo relevante para los sistemas de concentradores (parabólico, por ejemplo), ya que estos sistemas utilizan sólo la radiación directa.

#### 5.5.4. Irradiación

El nivel de radiación en un área definida se denomina irradiancia y se expresa en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ). La irradiación solar fluctúa significativamente desde unas condiciones de severamente nublado con, aproximadamente,  $50 W/m^2$ , a  $1.000 W/m^2$  cuando el cielo está despejado.

Para poder calcular la cantidad de insolación que en realidad es convertible en energía solar térmica, debe tenerse en cuenta la duración de la insolación. La energía es la potencia durante un período definido, por lo cual su unidad de medida es el vatio-hora (Wh). La energía de radiación global se muestra normalmente en cantidades por día, mes o año.



**Figura 5.3.** Radiación solar en la atmósfera terrestre.

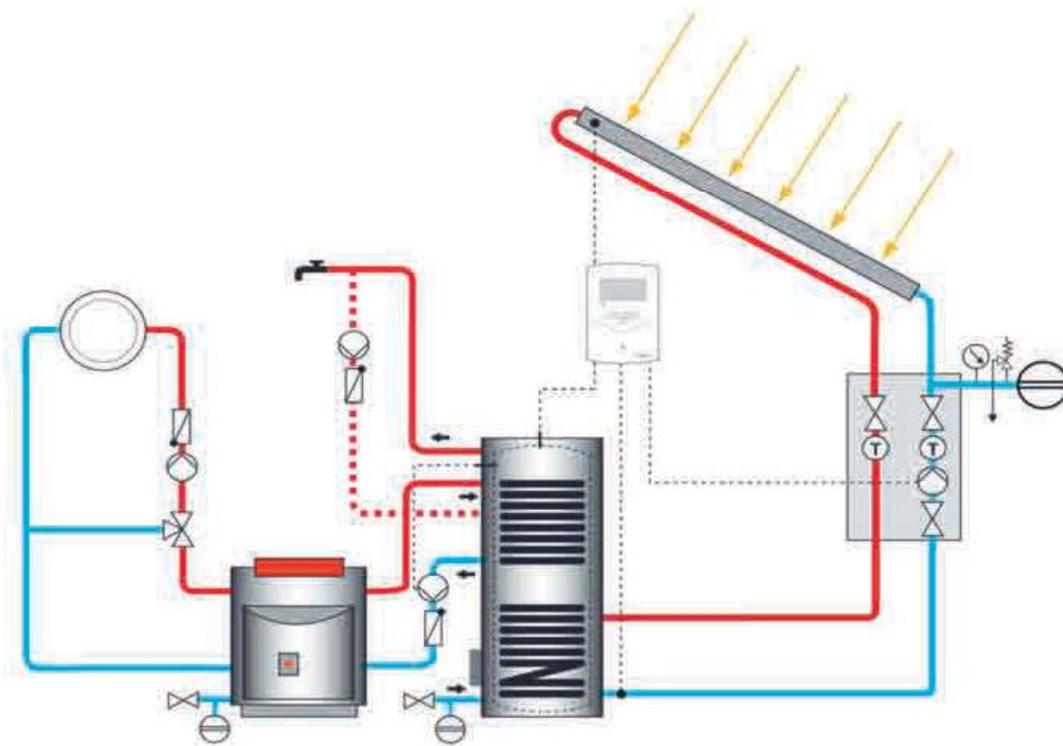
Fuente: Viessmann, S.L.

## 5.6. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas

La diferencia más obvia con las instalaciones térmicas convencionales es la fuente de energía primaria utilizada para generar calor, es decir, el “combustible” que se utiliza es la insolación.

Por un lado, esta fuente de energía es inagotable y además su disponibilidad real es ilimitada.

En particular, durante la temporada de calefacción, cuando se necesita más calor, existe menor cantidad la energía solar disponible y viceversa. Además, el Sol no se puede iniciar y detener según varía la demanda. Estas condiciones generales requieren un enfoque diferente frente al diseño de los sistemas que tienen disponible el aporte de calor bajo demanda. Con unas pocas excepciones, por lo tanto, los sistemas de energía solar deben ser complementados por una segunda fuente de calor, es decir, que están diseñados y operados como sistemas duales. La Fig. 5.4 muestra un sencillo esquema de funcionamiento.

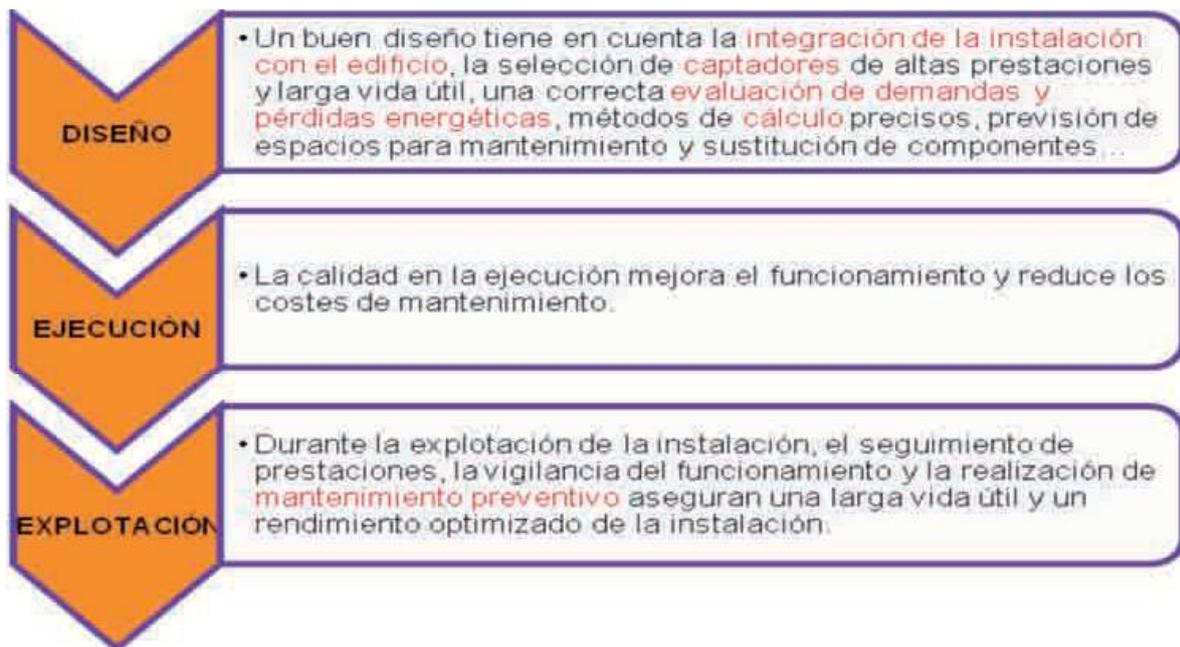


**Figura 5.4.** Esquema de funcionamiento de una instalación solar térmica.

Fuente: Viessmann, S.L.

Aquí, la caldera proporciona una determinada cantidad de agua caliente en cualquier momento. El sistema colector está integrado en el sistema de gene-

ración de agua caliente sanitaria, de modo que toda la energía solar disponible que se genera a partir de la insolación, es utilizada por el usuario con el mínimo combustible posible consumido por la caldera. Incluso este ejemplo simplificado muestra que la operación más exitosa de un sistema solar térmico no sólo está sujeta al colector, sino que es igualmente importante la interacción de todos los componentes utilizados. Para planificar con éxito el efecto de un colector solar, como parte de una estrategia global de sistema, se han de tener en cuenta los factores señalados en la Fig. 5.5.



**Figura 5.5.** Planificación de las instalaciones solares.

Fuente: Viessmann, S.L.

La falta de calidad puede dar lugar a reclamaciones y sanciones, provocando la pérdida de imagen de los agentes implicados.

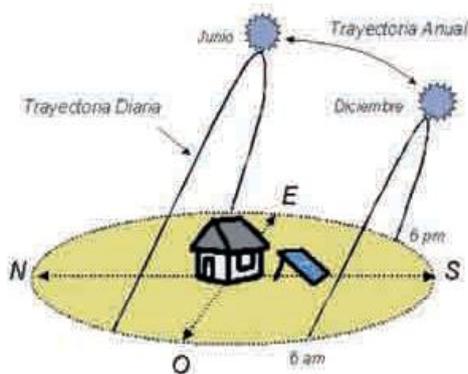
## 5.7. Parámetros que influyen en las ganancias energéticas del captador

### 5.7.1. Inclinación

Los valores de energía de radiación global están influenciados por la inclinación de la superficie receptora.

La cantidad de energía es mayor cuando la radiación llega a la superficie del receptor con ángulos próximos a  $90^\circ$ . En nuestras latitudes, este caso nunca surge, pero, en consecuencia, la inclinación de la superficie del receptor puede ayudar a conseguir una mayor ganancia.

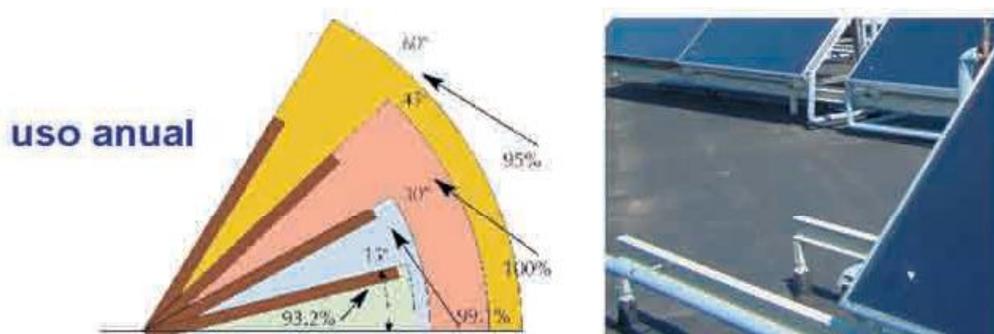
En España, una superficie receptora con un ángulo de inclinación de  $35^\circ$  recibe, en promedio, un 18% más de energía cuando está orientada hacia el sur, en comparación con la posición horizontal.



**Figura 5.6.** Declinación.

Fuente: Viessmann, S.L.

Para alcanzar mayor ganancia energética, la inclinación debería ser igual a la latitud geográfica cuando la demanda energética es constante (latitud  $+10^\circ$  si la demanda es preferente en invierno y latitud  $-10^\circ$  en caso de demanda preferente en verano).



**Figura 5.7.** Influencia de la inclinación.

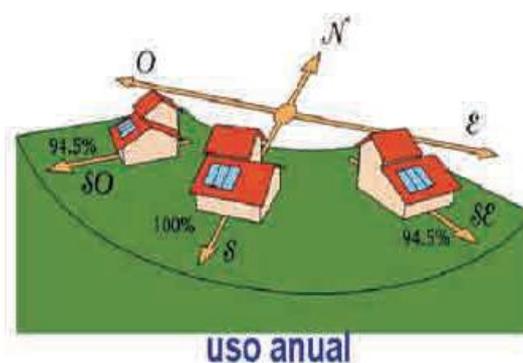
Fuente: Viessmann, S.L.

## 5.7.2. Orientación

Un factor adicional para el cálculo de la cantidad de energía que se puede esperar es la orientación de la superficie del receptor. En el hemisferio norte, una

orientación hacia el sur es ideal. Las desviaciones del sur de la superficie del receptor se describen como el ángulo de acimut. Una superficie orientada hacia el sur tiene un ángulo de acimut de  $0^\circ$ .

Al contrario de una brújula, los ángulos en la tecnología solar se miden respecto al sur, siendo el ángulo al sur =  $0^\circ$ , al oeste =  $+90^\circ$ , al este =  $-90^\circ$ , etc. Para obtener mayores o menores rendimientos del rango de variación del acimut se pueden definir los rendimientos conseguidos por un sistema solar térmico ideal entre  $-25^\circ$  al sureste y  $+25^\circ$  al suroeste. Para mayores desviaciones, por ejemplo para los sistemas en fachada, las pérdidas por inclinación pueden ser compensadas por la correspondiente mayor superficie de colectores solares.



**Figura 5.8.** Influencia de la orientación.

Fuente: Viessmann, S.L.

## 5.8. Componentes

### 5.8.1. Colectores solares

La eficiencia de un colector se describe como la proporción de la insolación que incide sobre el área de apertura del colector y que es convertida en energía útil.

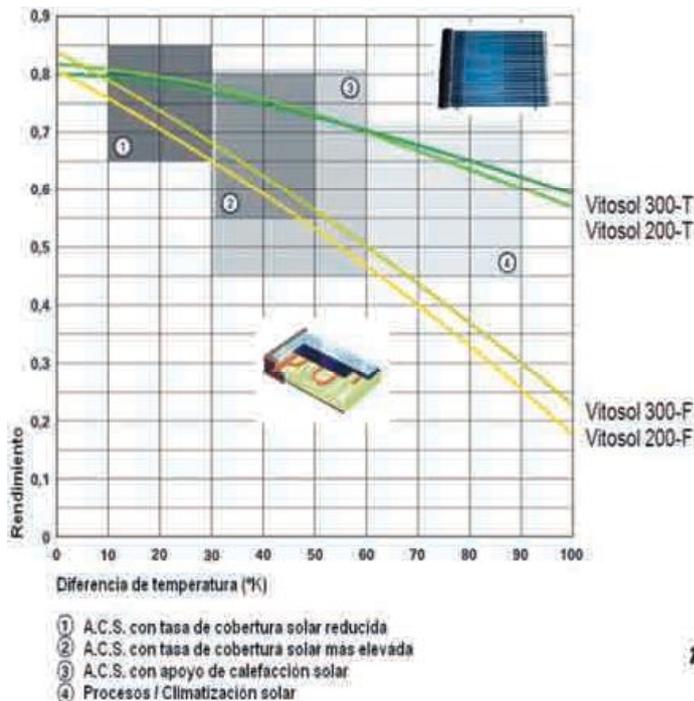
La eficiencia depende, entre otras cosas, de las características internas del colector, siendo el método de cálculo el mismo para todos los tipos de colectores. Toda la energía que incide sobre el colector solar no puede considerarse como energía útil, de manera que, al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado una potencia útil del colector solar.



**Figura 5.9.** Tratamientos especiales del vidrio solar.

Fuente: Viessmann, S.L.

Estas pérdidas de calor crecen con la temperatura del fluido de trabajo, hasta que llega un momento de equilibrio en el que se cumple que la energía captada es igual a las pérdidas, alcanzándose en ese momento la temperatura de estancamiento del colector. En la mayoría de los colectores, esta temperatura de estancamiento o de equilibrio se alcanza a unos 150 - 200 °C. Con todo ello, y teniendo en cuenta la ecuación de la curva que define el rendimiento de un colector solar, se deduce que interesa hacer trabajar el colector a la temperatura más baja posible, siempre que ésta sea suficiente para la utilización específica en cada caso.



- ① A.C.S. con tasa de cobertura solar reducida
- ② A.C.S. con tasa de cobertura solar más elevada
- ③ A.C.S. con apoyo de calefacción solar
- ④ Procesos / Climatización solar

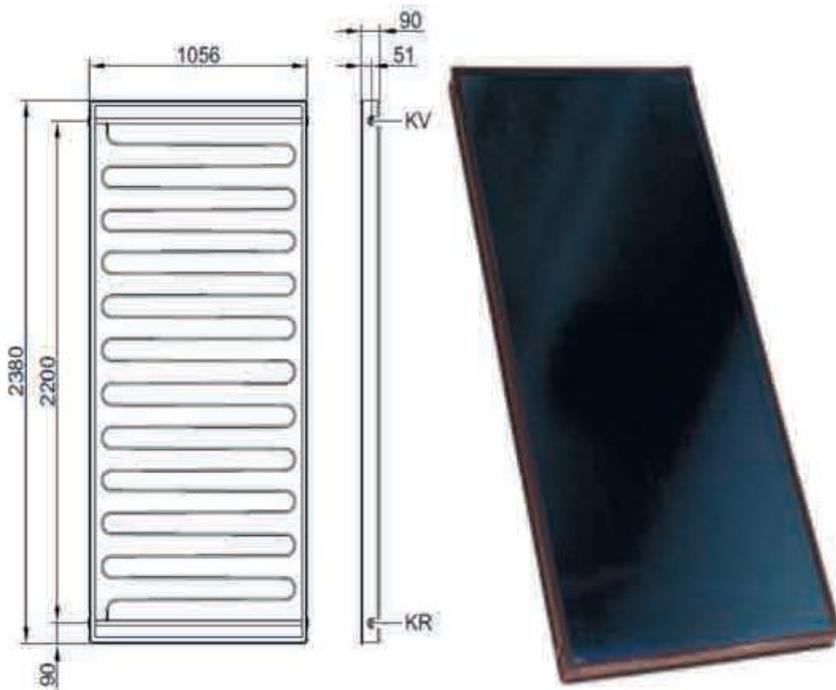
$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

**Figura 5.10.** Curva de rendimiento. Fuente: Viessmann, S.L.

Los colectores solares son el subsistema principal de cualquier sistema de utilización de la energía solar: absorbe la luz solar y la transforma en calor. Los criterios básicos para su selección son:

- Productividad energética a la temperatura de trabajo y coste.
- Durabilidad y calidad.
- Posibilidades de integración arquitectónica.
- Fabricación y reciclado no contaminante.

Dependiendo de la aplicación, el tipo de colector solar que hay que utilizar varía. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura ( $<100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), los sistemas con colectores planos son los más utilizados, seguidos por los tubos de vacío.



**Figura 5.11.** Colector solar plano con absorbedor de serpentín.

Fuente: Viessmann, S.L.

Los colectores de tubos de vacío se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas -mayor rendimiento- al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire y por sus mayores posibilidades de integración arquitectónica.

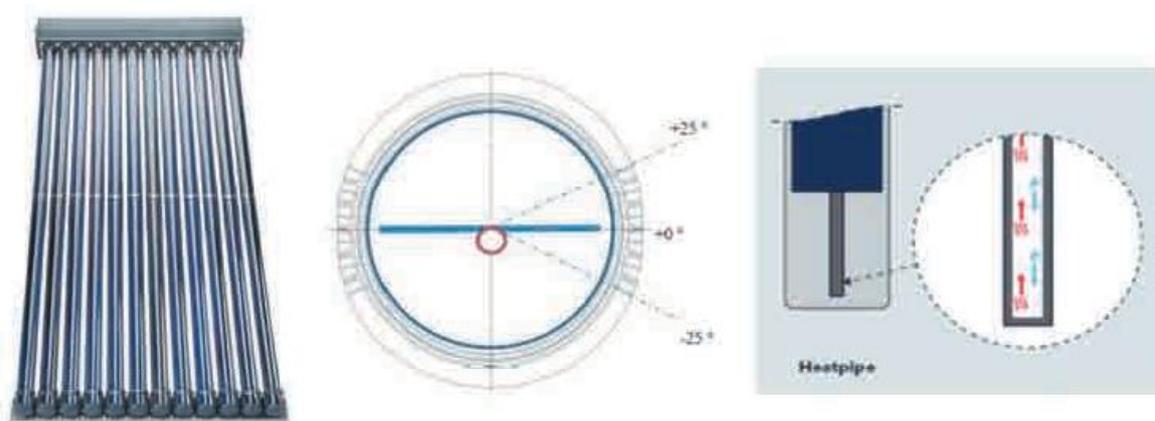
La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.



**Foto 5.2.** Posibilidades de montaje. Colectores planos.

Fuente: Viessmann, S.L.

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, una ventaja que tienen los colectores de vacío de absorbente plano es que permiten una mayor flexibilidad de montaje. Así, los tubos de vacío con absorbente plano se pueden instalar en una superficie horizontal o vertical y girar los tubos para que su absorbente esté a la inclinación adecuada.



**Figura 5.12.** Colectores de tubo de vacío (tipo heat pipe).

Fuente: Viessmann, S.L.

Hoy en día, la tecnología de tubo de vacío ha evolucionado de tal manera que ya se cuenta con sistemas de tipo heat pipe que se puede montar en horizontal. Las ventajas a destacar son:

- “Dry conexión” permite sustituir un tubo por otro sin vaciar la instalación.
- Baja presión interior de los tubos debido al bajo contenido de líquido y al vaciado rápido.



**Foto 5.3.** Posibilidades de montaje. Colectores de vacío (heat pipe).

Fuente: Viessmann, S.L.

### 5.8.2. Acumulación solar

Para conseguir acoplar la producción del sistema solar con el consumo de la instalación siempre hará falta una acumulación de energía solar. Esta acumulación tendrá mayor o menor volumen en función de dos factores principales:

- En nivel de cobertura con energía solar de la demanda de la instalación.
- El perfil de consumo de la instalación.

Cuanto mayor sea el nivel de cobertura, mayor tendrá que ser esta acumulación. La mayor heterogeneidad del perfil de consumo también hará que sea necesaria una acumulación mayor.

El cálculo del volumen de acumulación solar adecuado para cada instalación tiene una gran importancia, porque de este volumen va a depender en gran me-

didada el rendimiento de todo el sistema solar. Para calcular el volumen exacto de acumulación solar en una instalación habrá que hacer un análisis de sensibilidad, analizando el rendimiento del sistema solar con diferentes volúmenes de acumulación y comparando el beneficio de su utilización con la inversión inicial necesaria.

Otro factor de gran influencia en el rendimiento del sistema solar será la estratificación térmica de la acumulación solar: a mayor estratificación mayor será el rendimiento de la instalación solar. La estratificación térmica de la acumulación hace posible que la temperatura de entrada al colector solar sea lo más baja posible, lo que mejora su rendimiento. Esta estratificación se puede conseguir en mayor o en menor grado en función de las medidas de diseño que se tomen. Como medidas básicas se deben adoptar las siguientes:

- Utilización de depósitos verticales.
- Conexión en serie de las batería de depósitos.

Una estratificación mayor se puede conseguir mediante diseños más sofisticados, funcionamiento a bajo flujo del circuito primario solar con caudal variable o depósitos especialmente diseñados para favorecer la estratificación térmica.

Una de las consecuencias más importantes de la necesidad de acumulación de energía con los sistemas solares es que el cálculo del sistema solar siempre se tiene que hacer en función de la energía demandada y no de la potencia. Esto implica un cambio en el cálculo clásico de las instalaciones, que normalmente se hace basándose en potencias y demandas máximas (el peor día del invierno, etc.), y no basándose en consumos medios diarios como es el caso del diseño solar.

### 5.8.3. Intercambio

La mayoría de los sistemas solares térmicos son de circuito indirecto, por lo que existe un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

Los circuitos indirectos, es decir, instalaciones con dos circuitos, uno primario (compuesto por los captadores solares que funcionan como un generador de calor; el sistema de bombeo; el sistema de intercambio que transmite la energía

producida al almacenamiento; y el sistema de expansión y seguridad) y otro secundario (acumulador solar y sistema de bombeo), son de obligada utilización en zonas con riesgo de heladas (el circuito primario se rellena con un líquido anticongelante) o zonas en las que la calidad del agua sea baja, aguas duras, con riesgo de incrustaciones calcáreas.

#### 5.8.4. Regulación y control

Estos sistemas se encargan de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación solar. Las estrategias de regulación y control no son complejas, de manera que suelen consistir en el de marcha-paro de una bomba en función de un diferencial de temperatura establecido en la regulación, y en el de control de la temperatura de un acumulador (termostato de seguridad o máxima). En instalaciones complejas, mediante el sistema de regulación y control se pueden realizar múltiples operaciones mejorando el rendimiento de éstas.



**Figura 5.13.** Regulación y control. Fuente: Viessmann, S.L.

### 5.9. Instalaciones solares térmicas en concesionarios de automóviles

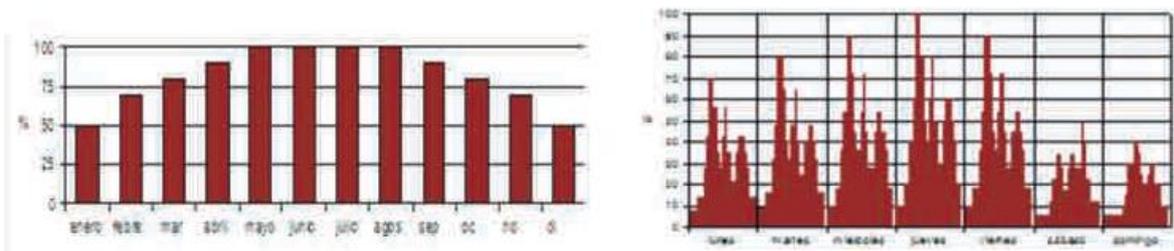
El fin de este ejemplo es mostrar el potencial que algunas aplicaciones de la energía solar en distintos procesos industriales tiene para mejorar el medio ambiente aprovechando la energía solar, de una manera económica y con garantía de mantener sus niveles de confort.

Se puede plantear como solución energética en un concesionario la instalación de energía solar térmica de la siguiente manera:

## 1. Evaluación de la demanda

Que sea constante.

¿Existen meses sin uso? / ¿Se necesita calor al menos cinco días a la semana?



**Figura 5.14.** Valoración de la evaluación de la demanda.

Fuente: Viessmann, S.L.

Que las temperaturas de aplicación sean bajas (por debajo de 65 °C aumenta el rendimiento).

## 2. Disponibilidad de superficie y acumulación

La parte de la instalación solar más visible es el campo solar, formado por baterías de colectores que, si se montan con una cierta inclinación sobre una estructura, pueden producir sombras, con la consiguiente reducción de la radiación incidente. Por este motivo, las baterías deben separarse una cierta distancia para evitar estos sombreados, lo que supone una correcta planificación de los espacios necesarios para la implantación del campo solar.



**Figura 5.15.** Posibilidades de montaje. Fuente: Viessmann, S.L.



**Figura 5.16.** Planificación de espacios en cubierta y en sala de calderas.

Fuente: Viessmann, S.L.

Igualmente, los volúmenes de acumulación requeridos en los sistemas, aunque pueden ser muy diferentes en cada instalación, siempre requieren de un espacio añadido al sistema convencional en las salas de máquinas, y éste debe tenerse en cuenta ya desde la planificación del proyecto.

### 3. Descripción del sistema convencional

Una instalación solar siempre va acompañada de un sistema convencional de generación de calor para los periodos en los que no es suficiente el nivel de radiación aportado a la demanda, con el fin de conseguir el confort necesario de las instalaciones y dar servicio al usuario final.

Estos sistemas pueden ser muy variados: calderas de condensación, biomasa, bombas de calor, etc., y en definitiva todos los sistemas que hoy en día están desarrollados para conseguir el suficiente ahorro energético.

## 4. Definir el porcentaje de cobertura solar

A finales de 2013, se aprobó el nuevo DB-HE "Ahorro de energía" del Código Técnico de la Edificación. El nuevo Documento Básico HE-4 persigue el objetivo común de intentar actualizar, simplificar y flexibilizar las exigencias existentes. Por ello, el nuevo documento ha ampliado el ámbito de aplicación, siendo obligatorio implantar sistemas solares en:

- Edificios de nueva construcción o edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.
- Ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial.
- Climatizaciones de piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.
- La contribución solar mínima requerida se recoge en la Tabla 5.1, siendo Madrid una zona climática IV.

**TABLA 5.1.** Contribución solar mínima anual para ACS (Orden FOM/1635/2013).

| % Aporte Solar para ACS           |                |    |     |    |    |
|-----------------------------------|----------------|----|-----|----|----|
| Demanda de ACS del edificio (l/d) | Zona Climática |    |     |    |    |
|                                   | I              | II | III | IV | V  |
| 50 - 5000                         | 30             | 30 | 40  | 50 | 60 |
| 5000 - 10000                      | 30             | 40 | 50  | 60 | 70 |
| > 10000                           | 30             | 50 | 60  | 70 | 70 |

| % Aporte Solar para Piscinas Cubiertas | Zona Climática |    |     |    |    |
|--|----------------|----|-----|----|----|
|  | I              | II | III | IV | V  |
|  | 30             | 30 | 50  | 60 | 70 |

Fuente: Viessmann, S.L.

### 5.9.1. Ejemplo de una instalación solar térmica en un concesionario de automóviles

Los datos de partida de los que se dispone son los siguientes:

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Demanda de ACS                   | 800 l/día  |
| Temperatura de referencia de ACS | 60 °C      |
| Criterio de diseño               | CTE DB HE4 |

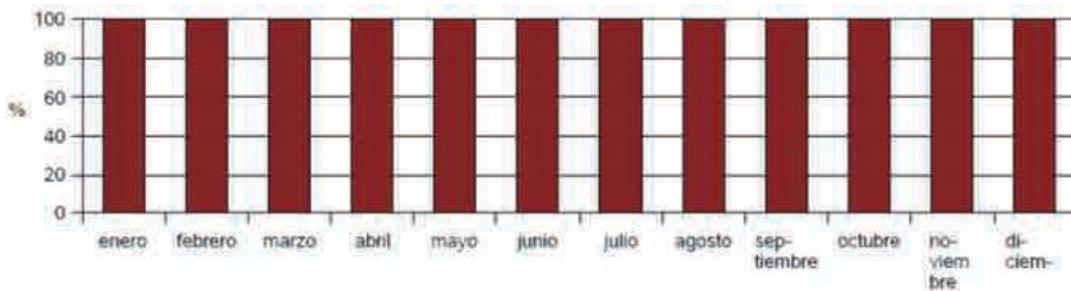


Figura 5.17. Perfil mensual de consumo de ACS. Fuente: Viessmann, S.L.

Perfil diario de consumo de ACS

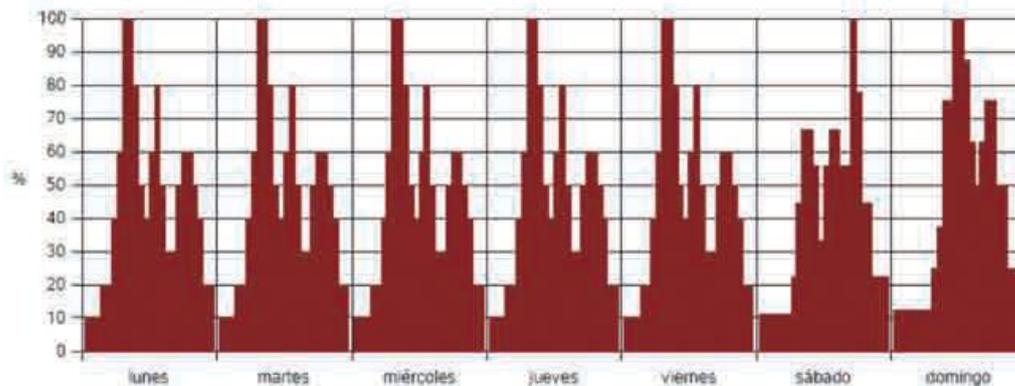


Figura 5.18. Perfil diario de consumo de ACS. Fuente: Viessmann, S.L.

TABLA 5.2. Definición de un sistema solar térmico.

|   |  |
|---|--|
| Localidad:  | Leganés  |
| Aplicación solar:                                     | A.C.S.   |
| Esquema hidráulico                                    | Producción de A.C.S. con interacumulador solar de A.C.S. |
| <b>Definición de la Demanda de A.C.S.</b>             |  |
| Demanda de consumo (l/día)                            | 800  |
| Temperatura de referencia (°C)                        | 60   |
| Tª considerada a efectos de cálculo (°C)              | 60   |
| Consumo medio diario a la Tª de cálculo (l/día)       | 800  |
| Datos de temperatura agua de red (Febrero y Agosto)   | UNE 94002  |
| Temperatura de agua de red en Febrero (°C)            | 8  |
| Temperatura de agua de red en Agosto (°C)             | 19   |
| Volumen acumulación disponibilidad de A.C.S. (litros) | 600  |
| Potencia generador energía auxiliar (Kw)              | --   |
| Sistema de apoyo                                      | centralizado   |
| Temperatura deseada para preparación de ACS (°C)      | 60   |
| ¿Existe recirculación?                                | NO   |
| Longitud simple tubería recirculación (m)             | -  |
| Horario recirculación                                 | -  |
| Temperatura de mezcla a la salida del depósito (°C)   | --   |
| Perfil de consumo                                     | CTE  |
| Demanda horaria pico ACS/demanda horaria media (%)    | 100  |
| <b>Datos del Sistema de Aprovechamiento Solar</b>     |  |
| Datos de radiación solar                              | UNE 94003  |
| Datos de temperatura ambiente                         | UNE 94003  |
| Método de cálculo                                     | TªSol  |

Fuente: Viessmann, S.L.

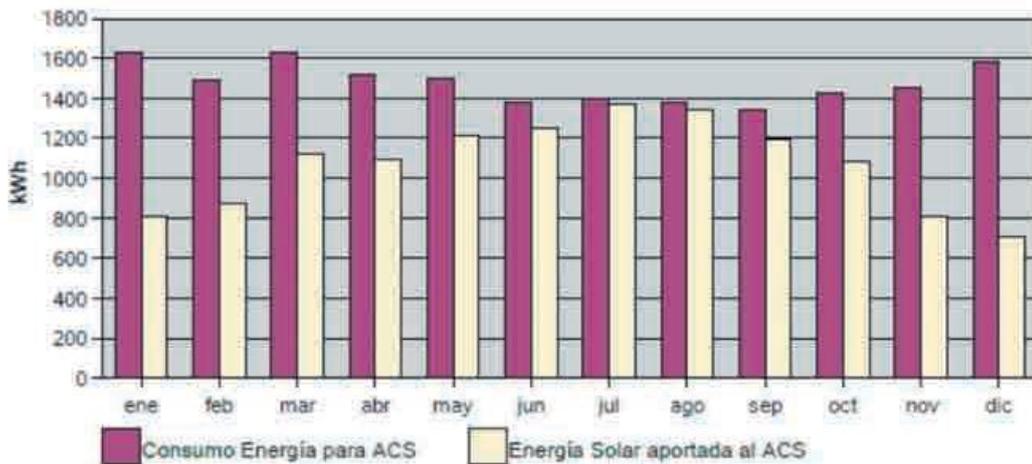
**TABLA 5.3.** Definición de un sistema solar térmico (continuación).

| Circuito Primario                                     |                      |
|---|----------------------|
| Nº de colectores                                      | 7                    |
| Modelo del colector                                   | Vitosol 300 F SH3A   |
| Tipo de montaje del colector                          | Sobre cubierta plana |
| Área del colector (m <sup>2</sup> )                   | 2,327                |
| Superficie total de captación (m <sup>2</sup> )       | 16,289               |
| Nº de baterías en el campo de colectores              | 1                    |
| Nº de series en batería de colectores                 | 1                    |
| Caudal de diseño del colector (l/h·m <sup>2</sup> )   | 25                   |
| Fluido caloportador                                   | TYFOCOR LS           |
| Caudal total circuito primario (l/h)                  | 407,225              |
| Orientación de los colectores solares (º Sur, O+, E-) | 0                    |
| Inclinación de los colectores solares (º)             | 40                   |
| Corrector anual por sombras (%)                       | 100                  |

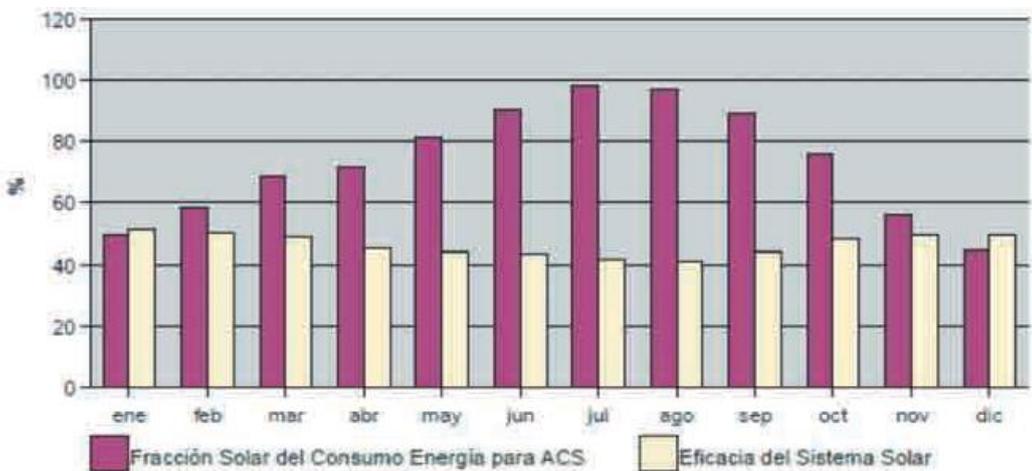
  

| Circuito Secundario                |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Volumen acumulación solar (litros) | 1000                            |
| Nº de acumuladores                 | 1 interacumulador X 1000 litros |

Fuente: Viessmann, S.L.



**Figura 5.19.** Balance energético de la instalación solar. Fuente: Viessmann, S.L.



**Figura 5.20.** Eficacia y cobertura de la instalación solar. Fuente: Viessmann, S.L.

**TABLA 5.4.** Equivalencias de ahorro energético y de reducción de emisiones.

| Combustible   | Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh) | CO <sub>2</sub> evitados kg/año |
|---|---|---------------------------------|
| Gas Natural   | 55,5  | 3027                            |
| Ahorro energético anual - Energía (kWh/año)   | 12876 kWh/año   |                                 |
| Ahorro de emisiones - kg de CO <sub>2</sub> en 20 años *  | 60540 kgCO <sub>2</sub>                                       |                                 |
| Reducción Emisiones en millones de km Equivalentes de coches nuevos (CO <sub>2</sub> evitado en 20 años) ** | 0,5 Millones de km  |                                 |
| Numero de arboles equivalentes (CO <sub>2</sub> acumulado en 20 años) ***                                   | 1101 árboles  |                                 |
| Hectáreas de bosques equivalentes (CO <sub>2</sub> acumulado en 20 años) ***                                | 0,26 hectáreas  |                                 |

\*EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook

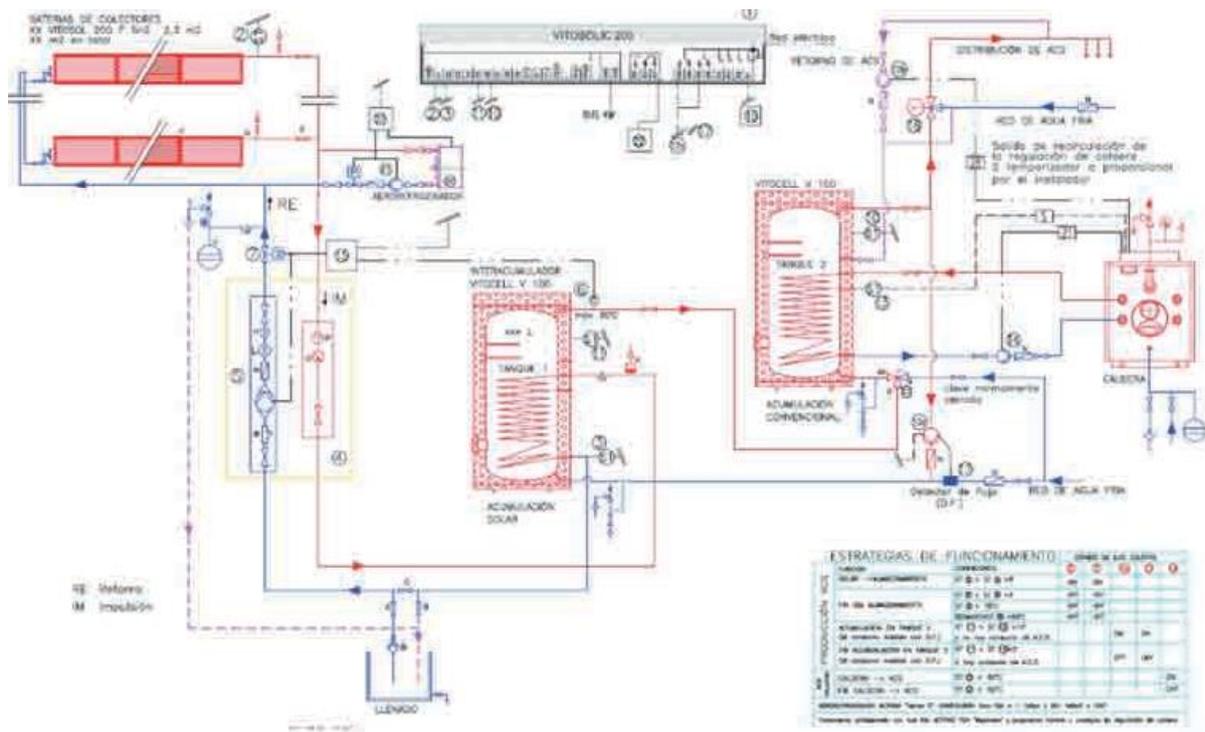
Fuente: Viessmann, S.L.

**TABLA 5.5.** Análisis económico de una instalación solar en un concesionario de automóviles.

| ANÁLISIS ECONÓMICO INSTALACIÓN SOLAR EN CONCESIONARIO            |                     |        |             |          |                   |          |          |          |         |
|--|---------------------|--------|-------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|---------|
| APLICACIÓN DE LA INSTALACIÓN                                     |                     |        |             |          | Producción de ACS |          |          |          |         |
| UBICACIÓN:   |                     |        |             |          | Madrid            |          |          |          |         |
| SISTEMA CONVENCIONAL (CON CALDERA)                               |                     |        |             |          |                   |          |          |          |         |
| Caldera convencional:  | kW                  |        | 24,00       |          |                   |          |          |          |         |
| Rendimiento medio de los aportes de calor en puntos de consumo:  | %                   |        | 80,00       |          |                   |          |          |          |         |
| Consumo de combustible (gas natural)                             | m <sup>3</sup> /año |        | 2,40        |          |                   |          |          |          |         |
| Horas de funcionamiento del quemador:                            | h/año               |        | 1000        | 1100     | 1200              | 1300     | 1400     | 1500     |         |
| Consumo de combustible según horas funcionamiento (gas natural): | m <sup>3</sup> /año |        | 2400        | 2742     | 3001              | 3241     | 3490     | 3738     |         |
| Energía consumida (gas natural)                                  | kWh/año             |        | 28800,07    | 32338,07 | 33003,07          | 34670,06 | 37337,06 | 40004,06 |         |
| Combustible sustituido:  | gas natural         |        |             |          |                   |          |          |          |         |
| Coste del combustible anual:                                     | €/año               |        | 0,05 €/kWh  | 1233,50  | 1466,85           | 1600,20  | 1733,55  | 1866,90  | 2000,25 |
|  |                     |        | 0,058 €/kWh | 1640,23  | 2034,25           | 2208,27  | 2382,30  | 2576,32  | 2780,34 |
| INCORPORACIÓN DEL SISTEMA SOLAR                                  |                     |        |             |          |                   |          |          |          |         |
| Superficie de captadores solares Vitosol 200 F 3VE               | m <sup>2</sup>      |        | 18,30       |          |                   |          |          |          |         |
| Demanda energética anual:  | kWh/año             |        | 17720,00    |          |                   |          |          |          |         |
| Producción energética anual del sistema solar:                   | kWh/año             |        | 12876,00    |          |                   |          |          |          |         |
| Cobertura solar:   | %                   |        | 73          |          |                   |          |          |          |         |
| CO <sub>2</sub> evitado anualmente:                              | kg/año              |        | 3027,00     |          |                   |          |          |          |         |
| CO <sub>2</sub> evitado en la vida útil de la instalación:       | kg/20 años          |        | 60540,00    |          |                   |          |          |          |         |
| Ahorro conseguido (sin aumento del coste del combustible):       | gas natural         |        |             |          |                   |          |          |          |         |
|  | €                   | 843,00 | 0,05 €/kWh  | 899,70   | 823,00            | 856,40   | 1008,76  | 1223,10  | 1386,45 |
|  | €                   | 888,44 | 0,058 €/kWh | 951,78   | 1135,81           | 1319,83  | 1502,85  | 1687,88  | 1871,90 |

Fuente: Viessmann, S.L.

El funcionamiento del esquema de principio se puede observar en la Fig. 5.21.



**Figura 5.21.** Esquema de principio. Fuente: Viessmann, S.L.

### Producción de ACS sin energía solar

La caldera calienta el interacumulador de ACS (tanque 2). Por medio de la sonda de temperatura del interacumulador (13), la regulación de la caldera pone en marcha la bomba de circulación del circuito de caldera (14).

Cuando la bomba de recirculación (12b) esté conectada, la bomba de recirculación (12a), en el caso de que exista, estará desconectada, de manera que la recirculación de ACS sólo se efectúa a través del interacumulador de ACS (tanque 2), con el objeto de evitar caídas de presión en el servicio de ACS en los puntos de consumo.

### Producción de ACS con energía solar

Si la regulación electrónica (1) detecta un diferencial de temperatura entre la sonda del colector (2) y la del interacumulador (3) mayor al ajustado en su programación, se pone en marcha la bomba de circulación del circuito primario (5), se abre la electroválvula (7) y se produce el calentamiento del interacumulador de ACS 1. El ACS precalentada con la energía solar en este interacumulador pa-

sará, a medida que se produzca el consumo, al interacumulador calentado por la caldera. En caso necesario, la caldera se encargará de elevar la temperatura del ACS hasta la de consigna.

El paro de la bomba del primario (5) y el cierre de la electroválvula (7) se producirá cuando la diferencia de temperatura entre la sonda de colectores (2) y la del interacumulador (3) sea menor al valor fijado en la regulación electrónica (1).

El limitador electrónico de la temperatura (medido por la sonda de temperatura (3)) instalado en la regulación electrónica (1) o el termostato de seguridad (6) limitan, si procede, la temperatura del interacumulador de ACS. Al sobrepasar la temperatura ajustada, éstos desconectan la bomba de recirculación del circuito de energía solar (5), cerrando la electroválvula (7). El termostato electrónico viene ajustado de fábrica y puede reajustarse.

Si la regulación electrónica (1) detecta un diferencial de temperatura entre la sonda del interacumulador solar (11) y la del interacumulador calentado por caldera (10) superior al fijado y, además, el detector de flujo (17) no detecta que hay consumo (que no entre agua de la red), pondrá en marcha la bomba de circulación (12a). De este modo, se consigue aprovechar al máximo la acumulación disponible, acumulando energía solar también en el interacumulador de caldera (Tanque 2). Este proceso de cesión de energía desde el tanque de solar al de caldera se realizará siempre que no exista consumo, por lo que se instalará un detector de flujo (17) a la entrada de agua de red.

### Tratamiento antilegionela

El tratamiento antilegionela, si es que hay que aplicarlo, se realizará posteriormente a los acumuladores solares, manteniendo la temperatura del acumulador convencional (unido al circuito de consumo de ACS) a una temperatura de 60 °C y subiendo esporádicamente a 70 °C (según aplicación de normativa) mediante el uso de la caldera, si es necesario.

Para conseguir una temperatura de 70 °C en el interacumulador solar mediante el aprovechamiento de la energía solar, basta con usar la válvula de tres vías (23) pasando su funcionamiento de B-AB a A-AB y esperar a que se alcancen los 70 °C. Si se quiere automatizar este proceso, será necesario dotar a esta válvula de un servomotor y utilizar un programador externo. Durante esta operación, la bomba (12a) debe estar desconectada.

Si se desea realizar la desinfección térmica a 70 °C mediante caldera de todos los acumuladores, deberá activarse la bomba de circulación (12a) durante la fase de calentamiento por parte de la caldera para la desinfección térmica. Esta operación puede realizarse manualmente o a través de la regulación de la caldera, activando la función "legionela" y conectando el bus KM entre la regulación electrónica (1) y la regulación de la caldera; así se activará la bomba (12a) en el periodo programado en la regulación de la caldera para la desinfección térmica.

### **Funcionamiento del aerorefrigerador**

Deberá configurarse la sonda del colector (2) como indicador de temperatura que activará el conjunto aerorefrigerador - bomba – válvula de dos vías, cuando dicha sonda supere el valor prefijado en la programación como temperatura de desconexión del termostato. Cuando la sonda del colector baje su valor hasta la temperatura de rearme del termostato programado, se desactivará el conjunto aerorefrigerador – bomba – válvula de dos vías.



# Aplicación de la energía solar fotovoltaica en los concesionarios de automóviles

## 6.1. Caso práctico

La eficiencia energética es un hecho que ya es una realidad en los edificios de nueva construcción. España es un país energéticamente dependiente y la eficiencia energética ayuda a reducir dicha dependencia del exterior.

En este capítulo se va a mostrar un caso práctico de eficiencia energética en un concesionario de automóviles, mediante un sistema completo (One Stop Solution) que convierte la energía solar en electricidad.

Los datos generales y eléctricos se muestran en las Tablas 6.1 y 6.2.

**TABLA 6.1.** Datos generales.

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| Actividad         | Concesionario automóviles            |
| Localización      | Madrid                               |
| Tamaño            | 5.000 m <sup>2</sup><br>35 empleados |
| Horario actividad | L-S (9:00-20:00)                     |

**TABLA 6.2.** Datos eléctricos.

| Potencia contratada   | 100 kW   |
|-----------------------|--|
| Consumos considerados | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminación interior y exterior</li> <li>• Equipos informáticos</li> <li>• Climatización</li> <li>• Maquinaria de almacén</li> <li>Equipamiento del taller</li> </ul> |

En la Fig. 6.1 se muestra el consumo de energía del concesionario en cuestión.



**Figura 6.1.** Datos de consumo del concesionario.

Tras el estudio del caso en profundidad, se ofrece una solución que cumpla con las exigencias energéticas del concesionario.

Se necesita un sistema con una potencia de 30 kWn. El sistema lo formarán 132 módulos (modelo YL245P-29b) instalados en una superficie de 200 m<sup>2</sup> en la fachada del edificio.



**Foto 6.1.** Instalación de los módulos fotovoltaicos.

En total, se producirán 50.651,84 kWh.

**TABLA 6.3.** Datos de la solución implantada.

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| Potencia del sistema          | 30 kWn (32 kWp)    |
| Número de módulos             | 132                |
| Superficie                    | 200 m <sup>2</sup> |
| Energía producida             | 50.651,84 kWh      |
| Rendimiento de la instalación | 83%                |

Se ha realizado, así mismo, un estudio económico tomando en consideración los siguientes ingresos y gastos:

| Ingresos                        |       | Gastos                    |             |
|---------------------------------|-------|---------------------------|-------------|
| Precio energía (c€/kWh)         | 17,59 | Degradación módulos       | 2,5% - 0,7% |
| Tarifa 3.0                      | 13,43 | Operación y mantenimiento | 0,001 €/Wp  |
|                                 | 7,92  | Seguros                   | 0,0015 €/Wp |
| Incremento tarifa eléctrica (%) | 4,00  | IPC                       | 2,5%        |

El resultado de dicho estudio se muestra en la Tabla 6.4.

**TABLA 6.4.** Datos de la solución implantada.

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Inversión (€)</b>                       | 44.673,24    |
| <b>Ahorro año 1 (€/año)</b>                | 5.833,10     |
| <b>Ahorros a 25 años (€/25 años)</b>       | > 178.582,02 |
| <b>Coste generación a 25 años (c€/kWh)</b> | 6,6          |
| <b>Periodo de retorno (años)</b>           | <b>7</b>     |

Se observa que los ahorros producidos por la planta fotovoltaica tras 25 años son mayores a 170.000 €. Comparando esta cifra con la inversión inicial, se puede apreciar una gran rentabilidad.

Si se considera el coste de generación frente al precio de la energía, se observa que la energía generada por la planta fotovoltaica tiene un coste menor que el precio de compra de energía en la red. Esto, junto a los bajos costes de operación y mantenimiento de la planta, hacen muy interesante la inversión.

En resumen, los beneficios que se obtendrían de la instalación del sistema fotovoltaico en el concesionario de coches se podría resumir en:

- Mayor eficiencia energética.
- Mayor competitividad.
- Menores gastos estructurales.

— Existen módulos, como el modelo BIPV, para instalación en fachadas, mucho más estéticos que los módulos convencionales.

— Los coches se fabrican cada vez más «eco-friendly», es decir, cada vez son menos contaminantes y respetuosos con el medio ambiente. Y, si lo son los coches, ¿por qué no ha de serlo un concesionario?

**Ahorro anual de emisiones de CO<sub>2</sub> = 25.923,52 kg**



## 6.2 Beneficios de la aplicación fotovoltaica

Son varios los beneficios que se obtienen al instalar un sistema integrado fotovoltaico. Entre ellos, se pueden destacar los siguientes:

— Polivalencia en la colocación de los módulos.



**Foto 6.2.** Diferentes tipologías de módulos fotovoltaicos en fachada y cubierta.

— Puntos de recarga para los coches eléctricos.

La energía fotovoltaica es una excelente aplicación para cargar el coche eléctrico en horas diurnas.



**Figura 6.2.** Recarga del coche eléctrico.



# Acristalamientos de eficiencia energética en concesionarios de automóviles

## 7.1. Introducción

Son pocos, por no decir ninguno, los establecimientos, locales o habitáculos que presentan una superficie acristalada de tanta importancia como es el caso de los concesionarios de automóviles. Esta situación se vuelve aún más patente si se toma como parámetro la relación entre la superficie acristalada y la superficie útil del local o bien respecto al volumen interior de la zona de exposición, como el caso presentado en la Foto 7.1.



**Foto 7.1.** Frontal de la zona de exposición acristalado en toda su longitud con vidrios enmarcados en cuatro lados.

Fuente: propiedad del autor.

La necesidad de exhibición de elementos voluminosos, como son los automóviles, obliga a una zona de escaparate de grandes dimensiones que, junto con los requisitos de estabilidad mecánica, seguridad de uso y seguridad frente a posibles agresiones intencionadas y los evidentes requisitos de eficiencia energética, hacen que este tipo de establecimientos requieran un estudio transversal y pormenorizado de los acristalamientos a instalar.

Hasta hoy en día era habitual que los grandes escaparates de los concesionarios de automóviles se acristalasen simplemente con un vidrio laminar cuya composición era función de los requisitos mecánicos consecuencia directa de las dimensiones y forma de instalación del acristalamiento, y de los requisitos de anti-agresión que llevaban a instalar un vidrio “anti-robo” de nivel de protección B, blindaje contra ataque manual, según la antigua denominación. Estas condiciones llevaban a la instalación de un vidrio (tipo SGG STADIP 666.2 o SGG STADIP 1010.1) que, cumpliendo los requisitos, presentaba una alta *Transmisión Luminosa*<sup>1</sup> y una moderada *Reflexión exterior* que permitía la observación del interior en condiciones aceptables siempre que la iluminación interior fuese generosa. Sin embargo, esta solución no evitaba que la *Reflexión Luminosa (RLe)* en condiciones de elevados aportes lumínicos exteriores o soleamiento directo produjese el reflejo del entorno exterior, impidiendo la vista de los vehículos expuestos, como ilustra la Foto 7.2.



**Foto 7.2.** Acristalamiento tradicional orientado al oeste reflejando una gran cantidad de luz que impide la visión del interior. Fuente: propiedad del autor.

---

<sup>1</sup> Se recogen en cursiva los términos que hacen referencia expresa a parámetros del vidrio medidos según alguna norma europea y deben ser entendidos bajo las definiciones que aparecen en las mismas.

En esta solución, que se puede considerar "tradicional", no se contemplaban requisitos de eficiencia energética en relación con las pérdidas y ganancias de energía por diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, ni los aportes solares producidos por la incidencia directa del sol sobre las grandes superficies acristaladas. El acristalamiento parece definido desde un inicio y la demanda de energía para alcanzar el confort necesario se suplía con los equipos de calefacción y aire acondicionado que diesen respuesta a las necesidades derivadas del diseño.

Resulta importante no perder de vista que nos encontramos ante establecimientos comerciales en los cuales los niveles de confort deben ser adecuados para que el visitante dedique el tiempo necesario para recibir toda la información y, en su momento, para la toma de decisiones. En consecuencia, el cliente debe encontrarse en condiciones de temperatura, iluminación y ruido adecuadas.

Teniendo en cuenta la consideración de que en esta Guía se aborda la eficiencia energética en los concesionarios de automóviles, no se puede perder de vista el resto de prestaciones que hasta aquí se han enumerado a la hora del estudio de un acristalamiento para un nuevo concesionario de automóviles, o bien considerar las carencias del acristalamiento existente y las ventajas que puede aportar su sustitución por otro acristalamiento de alta eficiencia energética. Los vidrios de capa, los vidrios laminados y los dobles acristalamientos existentes hoy en día permiten aunar diversas prestaciones que dan respuesta a las necesidades planteadas. En los siguientes apartados se exponen con mayor detalle las consideraciones anteriores, proponiendo progresivamente soluciones de acristalamiento reales que incorporan las diferentes prestaciones compatibles entre sí y con un elevado nivel de eficiencia energética. Así, se abordan progresivamente los siguientes aspectos:

- Estabilidad mecánica.
- Seguridad de uso.
- Seguridad anti-agresión o anti-robo.
- Visibilidad a través del escaparate: *Transmisión y Reflexión Luminosa* del acristalamiento.
- Eficiencia energética: limitación de la demanda de calefacción y aire acondicionado.
- Reducción de la *Transmitancia Térmica*
- Reducción de los aportes solares: *Factor Solar*

## 7.2. Estabilidad mecánica

Las necesidades de estabilidad mecánica de los grandes paños acristalados están definidas por sus dimensiones y por las cargas, fundamentalmente de viento, que deben resistir.

En la mayoría de los casos, y salvo contadas excepciones, los escaparates de los concesionarios de automóviles se encuentran a pie de calle y puede considerarse que en situación no especialmente expuesta al viento. Sus principales características que determinarán el espesor necesario del acristalamiento serán sus dimensiones, por una parte, y el modo de sujeción, por otra.

La instalación comercial más habitual consiste en el acristalamiento en toda su altura, es decir, de suelo a techo, cogido exclusivamente en sus lados horizontales y dejando libres los lados verticales a excepción de los extremos en los que el acristalamiento se recibe, además de en los travesaños superior e inferior, en un montante que cierra el paño acristalado, dejando el otro lado vertical unido "a hueso", es decir, sin carpintería, con el vidrio adyacente.

En esta situación, los espesores vienen condicionados por la altura del local que define el "lado libre de apoyo". La longitud en horizontal de cada vidrio tendrá una dimensión máxima que permita la explotación de la hoja de vidrio de dimensiones comerciales. Habitualmente, las dimensiones máximas de explotación son 6.000 mm x 3.210 mm, aunque en algunos casos especiales y según qué productos pueden ser superadas en su dimensión mayor.

Consecuentemente, si la altura del acristalamiento de suelo a techo es inferior a los 3.210 mm, la longitud del paño de vidrio podría aproximarse hasta los 6.000 mm. Si, por el contrario, la altura es superior a los 3.210 mm, como muestra la Fig. 7.1, la explotación de la hoja base requiere obtener la altura de acristalamiento en la dirección de mayor longitud, limitando entonces la otra dimensión a los 3.210 mm.



**Figura 7.1** Explotación de una hoja de vidrio cuando uno de los lados supera los 3.210 mm. El lado corto no podrá superar esta medida.

Fuente: elaboración propia.

Este es el momento de considerar el dimensionamiento de los volúmenes de acristalamiento que formarán parte del cerramiento exterior de la exposición. Para ello, deberá tenerse en cuenta que la instalación de dobles acristalamientos, necesarios para una mínima eficiencia energética de la envolvente, supone la existencia de juntas de sellado de los mismos en todo su perímetro. Esto no ocurre con la instalación de vidrios laminados puros que se instalan con una junta de silicona transparente entre ellos, dando una continuidad visual a la exposición pero sin ninguna prestación de aislamiento térmico como se expone más adelante (Apartado 7.6: Eficiencia energética: limitación de la demanda de calefacción y aire acondicionado).

Por tanto, si se considera la instalación de doble acristalamiento, denominados también Unidades de Vidrio Aislante (UVA), hay que prever una junta que, entre sellado de acristalamientos adyacentes y junta de dilatación, suponga como mínimo entre 30 y 35 mm de sellado, que rompe la continuidad ofrecida por un vidrio sencillo sellado con silicona transparente al siguiente, y que en la mayor parte de los casos se oculta con una pletina de carpintería. Por ello, es aconsejable la decisión previa y prever la instalación de montantes de carpintería, que modifican la instalación requiriendo menores espesores de vidrio en el acristalamiento. La instalación se transforma de vidrios apoyados en dos lados a un acristalamiento apoyado en sus cuatro lados, lo que se traduce en menores espesores, menores pesos y menores costes, sin renunciar a otras prestaciones que son compatibles con valores adecuados a los requisitos de este tipo de instalaciones.



**Foto 7.3.** Concesionario con doble acristalamiento de control solar oscuro.  
Juntas verticales a hueso. Fuente: propiedad del autor.

Si bien hace años el escaparate se constituía en la primera, y casi única, exposición del producto a comercializar, hoy en día se debe considerar que el visitante de un concesionario de automóviles acude, o puede acudir, al mismo con una gran cantidad de información obtenida a través de los diferentes medios informáticos y publicidad buscando casi únicamente el contacto final con el vehículo a adquirir y las condiciones económicas de la transacción. Consecuentemente, las dimensiones libres, visibilidad diáfana, del escaparate pueden verse reducidas al modificarse las funcionalidades encomendadas al mismo y al aumentar los requisitos relativos a la eficiencia energética del mismo.

Dicho lo anterior, y en función de las dimensiones finales consideradas, el cálculo general del espesor y de la flecha, siempre que ésta sea de poca importancia, puede obtenerse de forma aproximada, según se recoge en el Manual del Vidrio<sup>2</sup> mediante las expresiones.

$$e = \sqrt{\beta \cdot P \frac{l^2}{\sigma}} \quad \gamma \quad f = \alpha \frac{l^4}{e^3}$$

<sup>2</sup> Manual del Vidrio – CITAV – Saint Gobain Cristalería (Edición 2001)

Donde:

$e$  = espesor nominal necesario de vidrio (mm)

$f$  = flecha en el centro del acristalamiento (mm)

$l$  = lado menor o distancia entre apoyos superior e inferior si se considera apoyado en dos lados

$P$  = presión uniformemente repartida en Pa (Comprendiendo el peso propio del vidrio)

$s$  = tensión de trabajo admisible del vidrio a flexión en MPa ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) en función del vidrio considerado. Para vidrio simple recocido (tipo SGG PLANILUX y vidrio laminar SGG STADIP canteado) puede tomarse 20 MPa para carga de viento y 10 MPa para cargas permanentes (peso propio, nieve, etc.).

$\alpha$  y  $\beta$  = coeficientes adimensionales que dependen de la relación  $L/l$  entre el lado largo,  $L$ (m), y el lado corto,  $l$ (m). Para el caso de vidrio sujeto a dos lados, puede tomarse  $\alpha = 2,0653$  y  $\beta = 0,750$ .

Según la publicación referida, para el caso de vidrios planos simples sin tratamientos térmicos, pueden aplicarse de forma simplificada para el cálculo del espesor las siguientes expresiones para acristalamientos apoyados en cuatro lados:

$$\text{Si } L/l \leq 3: e = \sqrt{\frac{s \cdot P}{72}}$$

$$\text{Si } L/l > 3: e = \frac{l \cdot \sqrt{P}}{4,9}$$

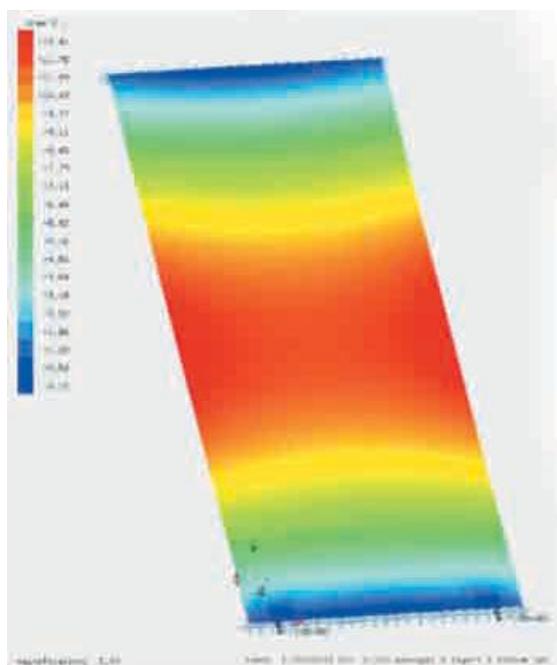
En el caso de acristalamientos apoyados solo en dos lados, arriba y abajo, puede aplicarse:

$$e = \frac{l \cdot \sqrt{P}}{4,9}$$

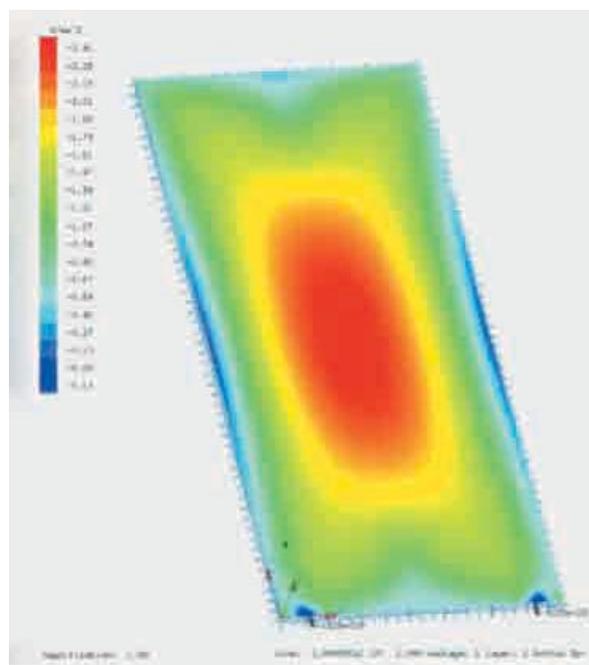
Los espesores así obtenidos deberán incrementarse en las tolerancias establecidas para cada producto, Tabla 7.1, y, posteriormente, ajustarlos al espesor comercial.

**TABLA 7.1.** Tolerancias sobre el espesor nominal<sup>3</sup>

| Espesor nominal (mm) | Tolerancias (mm) |
|----------------------|------------------|
| 2                    | ±0,2             |
| 3                    | ±0,2             |
| 4                    | ±0,2             |
| 5                    | ±0,2             |
| 6                    | ±0,2             |
| 8                    | ±0,3             |
| 10                   | ±0,3             |
| 12                   | ±0,3             |
| 15                   | ±0,5             |
| 19                   | ±0,5             |



**Figura 7.2.** Acristalamiento sGG STADIP 1010.2 colocado en dos lados (arriba y abajo).  
Dimensiones: alto 3,20 m; ancho 1,5 m.  
Tensiones máximas de trabajo (N/mm<sup>2</sup>) frente a carga de viento.  
Máximas en el centro de los bordes libres: 12,41 N/mm<sup>2</sup>.  
Fuente: Saint-Gobain Glass.



**Figura 7.3.** Acristalamiento sGG STADIP 1010.2 colocado en cuatro lados.  
Dimensiones: alto 3,20 m; ancho 1,5 m.  
Tensiones máximas de trabajo (N/mm<sup>2</sup>) frente a carga de viento.  
Máximas en el centro: 2,41 M/mm<sup>2</sup>.  
Fuente: Saint-Gobain Glass.

<sup>3</sup> Norma de producto UNE -EN 572-2 Vidrio plano para la edificación. Productos básicos de vidrio. Vidrio de silicato sodocálcico .Parte 2 Vidrio Plano. Norma de producto

Con todo ello, se obtendría de forma aproximada el espesor necesario de un vidrio simple para garantizar la estabilidad mecánica frente a las acciones consideradas.

Los vidrios de los extremos estarán sujetos en tres de sus lados. Esto permite reducir ligeramente su espesor homologándolos en su cálculo a un vidrio en cuatro lados de mayores dimensiones. Sin embargo, lo habitual es mantener el espesor del resto del paramento acristalado para evitar diferencias de tonalidad debidas al espesor diferente y por sencillez de suministro.

Hasta aquí se ha considerado la estabilidad mecánica y los requisitos que implica con un acristalamiento sencillo, de una sola hoja de vidrio, pero teniendo en cuenta los aspectos que se abordan más adelante referentes a las condiciones de seguridad de uso, anti-agresión y eficiencia energética del cerramiento acristalado, se desarrolla a continuación la transformación del espesor obtenido para un vidrio simple en el espesor equivalente de vidrio laminar (tipo SGG STADIP) y doble acristalamiento (tipo SGG CLIMALIT/ SGG CLIMALIT PLUS).

Los requisitos de seguridad mínimos recogidos en el CTE-DB SUA<sup>4</sup> exigirán la instalación de vidrios laminares o templados en aquellos acristalamientos por debajo de los 0,90 m (1,20 m en zonas de paso) en función de la diferencia de cota a ambos lados del mismo. En el caso de los concesionarios de automóviles, tratándose de grandes piezas de vidrio, y dado que, además, existen requisitos de seguridad anti-agresión, hacen que se descarte el vidrio templado y sea necesario la instalación de vidrios laminares de seguridad (tipo SGG STADIP / SGG STADIP PROTECT).

La resistencia mecánica de un vidrio laminar es inferior a la de un vidrio monolítico de igual espesor total y, por ello, se debe calcular el espesor equivalente,  $e_{eq}$  entre el número de vidrios sin que entre ellos exista más de 2 mm de diferencia, aumentando ambos en las tolerancias de espesor y llevándolos luego al espesor comercial superior más próximo.

Es decir, si se ha obtenido:  $e = 13,5 \text{ mm}$

Su espesor equivalente en laminar será:  $e_{eq} = e \cdot 1,3 = 14,5 \cdot 1,3 = 18,9 \text{ mm}$

— Para dos vidrios iguales:  $e_1 = e_2 = \frac{e_{eq}}{2} = 9,45 \text{ mm}$

— Incrementando las tolerancias de espesor:  $9,45 + 0,3 = 9,75 \text{ mm}$

— Llevándolo al espesor comercial inmediatamente superior:  $e_c = 10 \text{ mm}$

---

<sup>4</sup> CTE: Código Técnico de la Edificación – DB SUA: Documento Básico de Uso y Accesibilidad – Impacto con elementos frágiles

Producto a instalar: vidrio tipo sGG STADIP 1010.x, donde x representa el número de láminas de PVB de espesor estándar 0,38 mm y que dependerá del nivel de seguridad deseado (ver apartados 7.3. Seguridad de uso y 7.4. Seguridad anti-agresión). En este tipo de aplicaciones, como mínimo es aconsejable siempre considerar, al menos, un doble PVB, es decir 0,76 mm, lo que convierte al acristalamiento en otro tipo sGG STADIP 1010.2.

Si se consideran los requisitos de eficiencia energética y las prestaciones con las que el acristalamiento debe contribuir, junto con el resto de la envolvente, a la disminución de la demanda energética, se verá que es imprescindible la instalación de un doble acristalamiento (tipo sGG CLIMALIT PLUS). Esto implica una transformación de los espesores calculados para obtener el espesor de cada vidrio. Para ello, se transforma el espesor de vidrio sencillo calculado inicialmente, "e", aplicando un coeficiente de transformación de al menos 1,5 para doble acristalamiento, y se reparte entre dos vidrios el espesor sin superar una diferencia de 2 mm. Lo habitual es dividir a la mitad, si bien puede ser asimétrico, en cuyo caso el de mayor espesor se situará como vidrio exterior.

El espesor equivalente en doble acristalamiento sGG CLIMALIT será:  $e_{da} = 1,5 \cdot e$

Cada uno de los vidrios que componen el sGG CLIMALIT será:  $e_1 = e_2 = \frac{e_{da}}{2}$



**Foto 7.4.** Acristalamiento abotonado en sus cuatro esquinas.

Fuente: propiedad del autor.

A continuación, es necesario sumar las tolerancias de espesor y llevar al espesor comercial inmediatamente superior al obtenido. Esto implica que, en ocasiones, sea conveniente considerar vidrios asimétricos y con ello se logre reducir el espesor total y el peso. En ese caso, el vidrio de mayor espesor se situará, como norma general, como vidrio exterior.

Una vez obtenidos los espesores necesarios en doble acristalamiento (tipo SGG CLIMALIT), y volviendo a las consideraciones de seguridad, habrá que transformar cada uno de los espesores obtenidos para los vidrios exterior e interior del doble acristalamiento en vidrios laminares de seguridad aplicando el procedimiento anteriormente visto. Con ello se conseguirá un doble acristalamiento que responda a los requisitos de eficiencia energética, de seguridad de uso y de seguridad anti-agresión con los criterios expuestos en los apartados siguientes.



**Foto 7.5.** Concesionario concebido como fachada acristalada dotado de vidrios laminares y lámina exterior de control solar. Fuente: propiedad del autor.

Todas las consideraciones anteriores deben entenderse en las situaciones habituales de diseño de los concesionarios de automóviles. En la actualidad, asistimos

a la ejecución de concesionarios que presentan como zona de exposición verdaderas fachadas acristaladas con sistemas de instalación singulares, como pueden ser fachadas abotonadas, estructurales, con contrafuertes, etc. (Foto 7.4 y 7.5). En estos casos es necesario recurrir a los procedimientos relativos al tipo de acristalamiento en cuestión valorando todos los aspectos mencionados en esta Guía.

### 7.3. Seguridad de uso

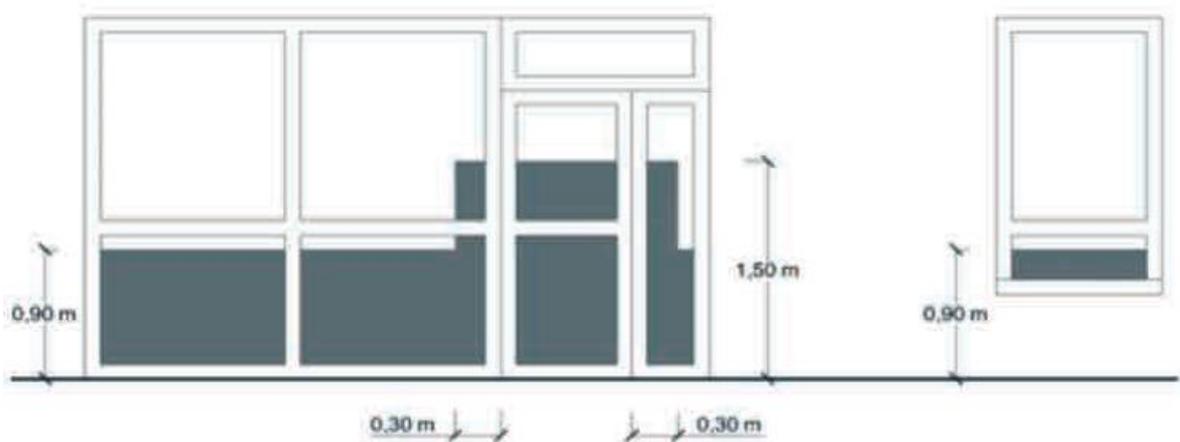
La seguridad de uso de los acristalamientos hace referencia a las posibles consecuencias de un accidente en la utilización del mismo. Como elemento frágil, que en su rotura puede producir lesiones de alcance severo e incluso grave, el vidrio y los acristalamientos utilizados en zonas de acceso público como son los concesionarios de automóviles están sujetos a las disposiciones recogidas en el CTE-DB:SUA, además de las buenas prácticas del sector y del sentido común del proyectista del concesionario.

Ya en el pasado, sin reglamentación aplicable que lo exigiera, los acristalamientos de estos locales se realizaban con vidrios laminados en sus escaparates. Esto significaba, además de una "buena práctica", una reducción sensible de los riesgos de lesiones producidas por accidentes fortuitos de impacto contra los mismos con la consecuente rotura y desprendimiento de porciones punzantes y cortantes. Vidrios laminados (tipo SGG STADIP) que también proporcionaban prestaciones de seguridad anti-agresión, es decir, anti-robo.

Hoy en día, desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, una buena parte de las consideradas buenas prácticas se han convertido en requisitos de obligatorio cumplimiento. Así, se puede considerar que los escaparates, por encontrarse a menos de 0,90 m de cota desde el suelo accesible por el interior del concesionario, deben responder a una clasificación de rotura segura tipo B o C según la norma europea UNE-EN 12600<sup>5</sup>, como se recoge en la Fig. 7.4. En términos prácticos, esto significa que deben instalarse vidrios laminados o templados, respectivamente. Por el exterior, prácticamente se repite la situación en la mayoría de las ocasiones y resulta necesario el mismo tipo de acristalamiento. Si a lo anterior se añaden los requisitos de seguridad anti-agresión que se tratan en el apartado siguiente, se llega a la conclusión de que es necesaria la instalación de vidrios laminados de seguridad (tipo SGG STADIP).

---

<sup>5</sup> UNE-EN 12600: Vidrio para la edificación - Ensayo pendular – Método de ensayo al impacto y clasificación para vidrio plano.



**Figura 7.4.** Zonas de riesgo de impacto según el CTE-DB-SUA.  
Fuente: CTE.

Jugando con el dimensionado de los huecos, se puede diseñar una modulación que supere la cota reglamentaria en cada zona (hasta 0,90 m y 1,20 m en zonas de paso) para la instalación de vidrios con rotura segura, y en la zona superior evitar este requisito al menos en uno de los vidrios si se instala doble acristalamiento, dejando que el otro cumpla con los requisitos de seguridad anti-agresión.



**Foto 7.6.** Ensayo del péndulo UNE-EN 12600.  
Fuente: Saint-Gobain Glass.

En consecuencia, y de forma resumida, se llega a la conclusión de que resulta necesario la inclusión de un vidrio laminar (tipo sgg STADIP) si se trata de un acristalamiento de vidrio monolítico, en cuyo caso es aconsejable, dadas las grandes dimen-

siones, que al menos cuente con un PVB doble (0,76 mm) por razones de seguridad de uso. Esto le confiere una clasificación según EN 12600 de nivel 1B1 (nivel máximo contemplado en la norma) y evita, en caso de rotura, el desprendimiento de grandes pedazos de vidrio con el riesgo que ello comporta (ensayo en Foto 7.6).

En la Tabla 7.2 se recoge un listado de acristalamientos y su comportamiento frente al impacto del péndulo que reproduce las condiciones de un impacto fortuito contra el acristalamiento. En el caso de que la instalación se realice con doble acristalamiento (tipo sGG CLIMALIT PLUS) por motivos de eficiencia energética, se valorará, en función de la modulación, las dimensiones y las cotas desde el suelo accesible, la necesidad de vidrios laminares a un lado o a los dos teniendo en cuenta que, por requisitos de seguridad anti-agresión, será necesario al menos uno de ellos.

**TABLA 7.2.** Clasificación de vidrios al impacto pendular según UNE-EN 12600<sup>6</sup>

| ACRISTALAMIENTO                                | CLASE |
|--|-------|
| <b>VIDRIOS TEMPLADOS DE SEGURIDAD</b>          |       |
| sGG SECURIT 6 mm                               | 1C2   |
| sGG SECURIT 8 mm                               | 1C2   |
| sGG SECURIT 10 mm                              | 1C1   |
| sGG SECURIT 12 mm                              | 1C1   |
| sGG SECURIT 15 mm                              | 1C1   |
| sGG SECURIT 19 mm                              | 1C1   |
| <b>VIDRIOS TEMPLADOS DE SEGURIDAD con 1PVB</b> |       |
| sGG STADIP 66.1                                | 2B2   |
| sGG STADIP 88.1                                | 2B2   |
| sGG STADIP 1010.1                              | 2B2   |
| sGG STADIP 1212.1                              | 2B2   |
| <b>VIDRIOS TEMPLADOS DE SEGURIDAD con 2PVB</b> |       |
| sGG STADIP 66.2                                | 1B1   |
| sGG STADIP 88.2                                | 1B1   |
| sGG STADIP 1010.2                              | 1B1   |
| sGG STADIP 1212.2                              | 1B1   |
| sGG STADIP 1515.2                              | 1B1   |
| sGG STADIP 1919.2                              | 1B1   |

<sup>6</sup> La norma UNE 12600 presenta un ensayo inclusivo de forma que composiciones superiores en espesores o en número de láminas de PVB a las composiciones con clasificación máxima 1B1 pueden considerarse que cumplen con la misma clasificación.

Aunque los vidrios templados-laminados pueden considerarse como vidrios de rotura segura y, por tanto, cumplen con los requisitos de seguridad de uso, no son aconsejables en instalaciones de grandes dimensiones, ya que en caso de producirse la rotura se convierten en auténticas "alfombras mojadas" que, en caso de desprendimiento, pueden producir accidentes por aplastamiento. En estos casos, es conveniente valorar la laminación de un vidrio templado con otro sin templar.

Respecto a los vidrios laminares, es siempre recomendable que se realice la instalación de los vidrios con canto pulido para reducir el riesgo de roturas de origen térmico y mecánico. Esto se hace imprescindible para los espesores de vidrios tipo SGG STADIP 88.1 y superiores.

Estos requisitos de seguridad de uso son perfectamente compatibles con los requisitos de estabilidad mecánica tanto en vidrio laminares (tipo SGG STADIP) como en dobles acristalamientos (tipo SGG CLIMALIT PLUS) que incorporan vidrios laminares en cualquiera de sus composiciones.

## 7.4. Seguridad anti-agresión o anti-robo

Un paso más en la definición del acristalamiento de los concesionarios de automóvil es, sin duda, la valoración de las medidas de seguridad anti-robo o anti-agresión. En lo que se refiere al acristalamiento, como en otros muchos casos, hay que entender la seguridad anti-agresión no como medidas que la eviten, sino como retardadores de la misma. Es decir, no se puede considerar un vidrio anti-robo, sino retardador del robo.

Dadas las características propias de los concesionarios y el valor de los vehículos expuestos, junto con las dimensiones habituales de los huecos, parece obvio que se hace necesaria la instalación de acristalamientos anti-robo o anti-agresión.

Evidentemente, los acristalamientos empleados difícilmente van a evitar una agresión como es el caso de un alunizaje, pero sí dificultan el paso a través de los mismos y la salida de vehículos a través de las zonas de exposición. Para ello, hay que acudir a una combinación de medidas de seguridad con la instalación de bolardos y sistemas de alarma adecuados.

Los acristalamientos de seguridad y protección de bienes y personas, entendidos como retardadores de la agresión, deben entenderse además como una medida disuasoria. Por ello, siempre es conveniente dejar constancia de su insta-

lación mediante algún tipo de información visible que disuada al atacante de sus intenciones. Con ello se evitará la rotura del acristalamiento además de la entrada del atacante y el robo.



**Foto 7.7.** Impacto sobre vidrio laminado de seguridad.

Fuente: Saint-Gobain Glass.

Los vidrios de seguridad y protección (tipo sgg STADIP) basan su resistencia a la efracción en la tenacidad del intercalario de PVB (butiral de poli-vinilo) y la dificultad que entraña la apertura de un hueco y su traspaso. La adecuada protección se obtiene en combinación con un marco adecuado que garantice la sujeción del vidrio en el mismo, pues no sería el primer “escaparate” del que se arranca literalmente la luna anti-agresión dejando el vano perfectamente libre en toda su superficie.

Los vidrios anti-efracción o anti-agresión se ensayan y clasifican según la norma europea UNE-EN 356 mediante dos ensayos y 8 niveles de resistencia. Los 5 primeros niveles de resistencia (P1A a P5A) se obtienen mediante el llamado “ensayo de caída de cuerpo duro”, o ensayo de bola (Foto 7.8 y Fig. 7.5), consistente en la evaluación del comportamiento de una probeta de vidrio, de 1.100 x 900 mm, frente al impacto de una bola de 10 cm de diámetro y 4,11 kg de peso. Sobre la probeta se deja caer la bola 3 veces desde diferentes alturas (9 veces para la clase P5A) y

como resultado no debe obtenerse el paso de la bola a través del vidrio. El vidrio se rompe con el impacto, pero el cuerpo duro no logra abrir paso a través del mismo.



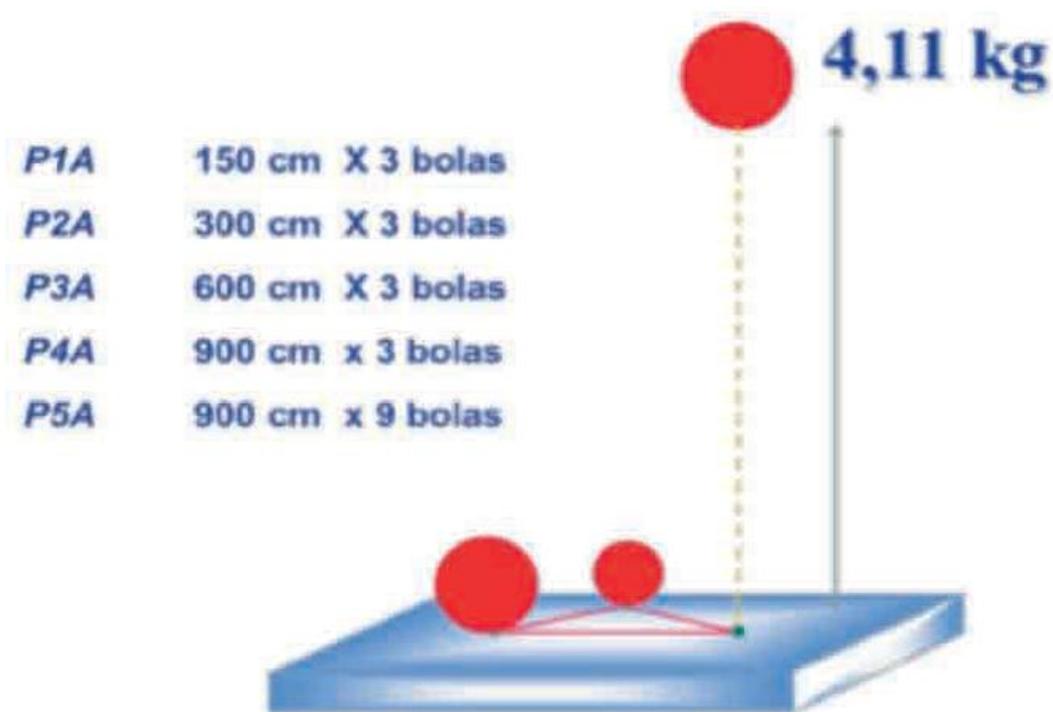
**Foto 7.8.** Ensayo de caída de bola UNE-EN 356.  
Fuente: Saint-Gobain Glass.

Así, se obtienen las clasificaciones definidas en la Tabla 7.3.

**TABLA 7.3.** Clasificación de vidrios al impacto de cuerpo duro según UNE-EN 356<sup>7</sup>.

| Clase | Nº Impactos          | Altura caída |
|-------|----------------------|--------------|
| P1A   | 3 en triángulo       | 1,5 m        |
| P2A   | 3 en triángulo       | 3,0 m        |
| P3A   | 3 en triángulo       | 6,0 m        |
| P4A   | 3 en triángulo       | 9,0 m        |
| P5A   | 9 (3x3 en triángulo) | 9,0 m        |

<sup>7</sup> UNE-EN 356: Vidrio de construcción. Vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque manual.



**Figura 7.5.** Clasificaciones del ensayo de caída de bola UNE-EN 356.  
Fuente: Saint-Gobain Glass.

Por encima de estos niveles, la norma considera otro tipo de ensayo y clasifica los acristalamientos en tres niveles superiores P6B, P7B Y P8B en función de su comportamiento frente al “ensayo del hacha”. Este ensayo consiste en la apertura de un hueco, o “paso de hombre”, de dimensiones 40 x 40 cm en el acristalamiento ensayado (Fotos 7.9 – 7.12). Inicialmente, se rompe con la cabeza de un martillo de 2 kg de peso y aproximadamente 1 m de mango el perímetro del hueco a abrir. Posteriormente, con un hacha de 2 kg de peso y el mismo mango de 1 m, se golpea en 12 puntos de ese perímetro hasta lograr abrir el paso de hombre. Las clasificaciones que se obtienen son las indicadas en la Tabla 7.4.

**TABLA 7.4.** Clasificación de vidrios al ensayo del hacha según UNE-EN 356.

| Clase | Nº Impactos de hacha |
|-------|----------------------|
| P6B   | 30 – 50 impactos     |
| P7B   | 50 – 70 impactos     |
| P8B   | Más de 70 impactos   |

A la vista de la clasificación, y en función de la instalación, el valor del contenido y el riesgo de ataque, debe elegirse el nivel de protección, si bien se puede considerar que el nivel P5A representa más realmente un ataque repetitivo al exigir la resistencia de 9 impactos con una gran energía, o bien optar por un nivel superior correspondiente a los obtenidos por el ensayo del hacha.



**Foto 7.9.** Ensayo del hacha UNE-EN 356 (I).

Fuente: Saint-Gobain Glass.



**Foto 7.10.** Ensayo del hacha UNE-EN 356 (II).

Fuente: Saint-Gobain Glass.



**Foto 7.11.** Ensayo del hacha UNE-EN 356 (III).

Fuente: Saint-Gobain Glass.



**Foto 7.12.** Ensayo del hacha UNE-EN 356 (IV).

Fuente: Saint-Gobain Glass.

No es necesario pensar en acristalamientos de un gran espesor o de gran complejidad en su configuración para obtener los niveles superiores de protección. Se pueden encontrar acristalamientos del máximo nivel de protección con espesores inferiores a 30 mm y compuestos por dos o tres vidrios laminados con diferente número de láminas de PVB. Así, en la Tabla 7.5 se recogen algunos de los acristalamientos (tipo SGG STADIP PROTECT) con su espesor y su clasificación según su comportamiento frente a estos ensayos.

**TABLA 7.5.** Vidrios de seguridad laminados y clasificación según UNE-EN 356.

| Producto                      | Espesor (mm) | Clase EN 356 |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| SGG STADIP PROTECT 107        | 7            | P1A          |
| SGG STADIP PROTECT 209        | 9            | P2A          |
| SGG STADIP PROTECT 309        | 9            | P3A          |
| SGG STADIP PROTECT 410        | 10           | P4A          |
| SGG STADIP PROTECT 414        | 14           | P4A          |
| SGG STADIP PROTECT 419        | 19           | P4A          |
| SGG STADIP PROTECT SP 510     | 10           | P5A          |
| SGG STADIP PROTECT SP 514     | 14           | P5A          |
| SGG STADIP PROTECT SP 615     | 15           | P6B          |
| SGG STADIP PROTECT JH610.21-S | 21           | P6B          |
| SGG STADIP PROTECT SP 722     | 22           | P7B          |
| SGG STADIP PROTECT JH730.30-S | 30           | P7B          |
| SGG STADIP PROTECT SP 827     | 27           | P8B          |
| SGG STADIP PROTECT JH840.54-S | 54           | P8B          |

Los productos SGG STADIP PROTECT JH xxx.xx-S son productos ensayados antibala

Como es lógico, estos ensayos son inclusivos y mayores composiciones en vidrio o PVB que las presentadas ofrecen al menos el mismo nivel de prestación. La elección de una composición u otra del mismo nivel de protección estará fundamentalmente motivada por requisitos de espesor y estabilidad mecánica.

Igualmente ocurre con los vidrios antibalas que se clasifican en función de su resistencia frente a un ensayo recogido en la norma UNE-EN 1063<sup>8</sup> en 9 clases diferentes según el tipo de arma de ataque, el calibre y la munición empleada.

<sup>8</sup> UNE EN 1063: Vidrio de construcción. Vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque por balas.

## 7.5. Visibilidad a través del escaparate: *Transmisión y Reflexión Luminosa* del acristalamiento

La visibilidad a través del acristalamiento desde el exterior es la función esencial del mismo. La existencia del hueco acristalado de grandes dimensiones tiene su razón de ser en la capacidad de mostrar el interior del mismo y los vehículos expuestos como reclamo comercial para incentivar la entrada al establecimiento.

Las prestaciones de *Transmisión y Reflexión Luminosas* de los acristalamientos instalados, que a continuación se desarrollan, son determinantes para que el acristalamiento seleccionado pueda cumplir la función encomendada.



**Foto 7.13.** Exposición sombreada (orientación SO, 16:00 h) con poca cantidad de luz reflejada. Interior visible con iluminación suficiente.

Fuente: propiedad del autor.

La capacidad de observación del interior por un viandante está definida por el estímulo visual que recibe. Para poder ver el interior del concesionario de automóviles tendrá que recibir, a través del acristalamiento, la luz que proviene

de los objetos expuestos. Estamos hablando de la *Transmisión Luminosa interior (TLi)* del acristalamiento, es decir, de la cantidad de luz que el acristalamiento deja pasar desde el interior al exterior. Esta magnitud habitualmente no se mide ya que, en la práctica, es igual a la *Transmisión Luminosa exterior (TLe)* ya que se compensan la *Reflexión Luminosa interior* con la variación de la absorción de luz por el acristalamiento. Por tanto, se puede considerar que ambas son iguales ( $TLe = TLi$ ).



**Foto 7.14.** Exposición sombreada (orientación O, 16:00 h) con mucha cantidad de luz reflejada. Interior no visible con iluminación insuficiente.

Fuente: propiedad del autor.

Sin embargo, no es ésta la única componente del estímulo visual que le llega al observador. A la vez que le llega la luz reflejada por los objetos interiores y transmitida a través del acristalamiento, le llega la luz exterior reflejada por el acristalamiento. En este caso se estará hablando de la *Reflexión Luminosa exterior (RLe)* del acristalamiento. Una elevada reflexión exterior puede combatirse, en parte, aumentando la cantidad de luz transmitida, es decir, aumentando la iluminación interior. Esto puede ocurrir en determinadas situaciones como orientaciones a la sombra o voladizos y marquesinas que sombream el escaparate cuando el interior queda poco iluminado.

Es evidente que también resulta interesante y conveniente el análisis de la *Transmisión Luminosa exterior (TLe)* ya que, durante las horas de luz natural, es una fuente de iluminación interior que condiciona el uso de la iluminación artificial y, por tanto, del consumo de energía. Durante el día, la cantidad de luz que penetra a través de los escaparates reduce las necesidades de iluminación para crear un ambiente de confort visual que repercutirá sobre el estado anímico del visitante y, por tanto, sobre el tiempo de permanencia en el establecimiento, pudiendo influir sobre la decisión alcanzada. Sin embargo, dada la elevada superficie acristalada y las dimensiones y posición de los huecos, puede ser aceptable, y proporcionar iluminación suficiente, la instalación de acristalamientos con transmisiones luminosas en torno al 60% en zonas y orientaciones poco soleadas y valores en torno al 50% en orientaciones y ubicaciones con abundancia de soleamiento. *Transmisiones Luminosas* muy elevadas pueden ser origen de deslumbramientos y reflejos en el interior de concesionario provocando situaciones incómodas y molestas.



**Foto 7.15.** Exposición con acristalamiento de elevada TL con interferencias de la luz reflejada en un entorno muy luminoso. Orientación N, 15:45 h.

Fuente: propiedad del autor.

Por último, quedaría el análisis de la *Reflexión Luminosa interior (RLi)*, con mucha menos incidencia ya que, dadas las condiciones del entorno, sólo se pueden encontrar efectos secundarios respecto a los ya mencionados. Por una parte,

cuanto mayor es la  $RLi$ , menor es la  $TLi$  y, por tanto, al observador le llega un estímulo de menor intensidad correspondiente a los objetos del interior.

El segundo efecto producido por la reflexión interior es que, en condiciones de elevada iluminación interior y poca iluminación exterior (tardes de invierno oscuras en el horario comercial, zonas muy sombreadas, etc.), se puede encontrar que desde el interior se vea reflejada la imagen de la exposición sobre el acristalamiento. Esto, en principio, no supone un problema para la observación del interior ni para los aspectos energéticos, pudiendo considerarse que, además, aporta una mayor amplitud del local al establecer visualmente un efecto de espejo que reproduce el espacio dedicado al mismo.

Todo lo anterior se debe hacer compatible con soluciones de alta eficiencia energética alcanzando el mejor equilibrio posible de forma que, aceptando mínimas modificaciones de las prestaciones luminosas del acristalamiento y sin renunciar a ninguna de sus funcionalidades esenciales, permitan mejorar sensiblemente las características de aislamiento térmico y protección solar que definirán el comportamiento energéticamente eficiente del acristalamiento de la envolvente.

En definitiva, se trata de establecer la comparación de un sistema de acristalamiento convencional, fijando los mínimos exigibles para un nivel de eficiencia energética básico, y los acristalamientos que pueden aportar mayores niveles de ahorro energético mediante la reducción de su *Transmitancia Térmica* y su *Factor Solar*.

Si se parte de la solución empleada desde hace años, que sólo considera la transparencia del acristalamiento y su comportamiento frente a las agresiones, como es el caso de un vidrio laminar anti-agresión, se puede hablar de un acristalamiento (tipo SGG STADIP 1010.2) cuyas prestaciones se recogen en la Tabla 7.6, con una elevada *Transmisión Luminosa* tanto exterior como interior ( $TL = 83\%$ ) y reflexiones moderadas ( $RLe=RLi= 8\%$ ).

La primera aproximación que se puede considerar para aumentar la eficiencia energética es la instalación de vidrios de control solar, protegiendo de la entrada excesiva de radiación del sol y evitando el efecto invernadero. Los vidrios laminares de control solar como (tipo SGG STADIP COOL-LITE ST 167 y SGG STADIP COOL-LITE ST 150) aportan reducciones del *Factor Solar* del 13% y del 29% respecto a la solución convencional, con una pérdida de *Transmisión Luminosa* exterior de 10 y 34 puntos porcentuales, alcanzando valores de 67% y 49%. Estos valores pueden ser muy

aceptables si se consideran amplias superficies acristaladas que proporcionan suficiente cantidad de luz. La cantidad de luz aportada por el Sol permite considerar acristalamientos con el 50% de *Transmisión Luminosa* e inferior que son aptos para la aplicación considerada. Las versiones sobre vidrio extra-claro permiten mayor entrada de luz pero reducen su aporte sobre el control solar, siendo adecuados para instalaciones no muy expuestas.



**Foto 7.16.** Exposición muy soleada (orientación O, (16:16 h). Acristalamiento laminar tradicional con grandes entradas de calor.

Fuente: propiedad del autor.

Veamos qué ocurre con la reflexión. Los vidrios de control solar neutros y muy neutros poseen baja *Reflexión Luminosa*. En los casos presentados en la Tabla 7.6 se observa que sus *Reflexiones Luminosas* exteriores aumentan aproximadamente un 5% para las ganancias de *Factor Solar* mencionadas. Es decir, un aumento difícilmente perceptible por el ojo humano. El aumento de la *Reflexión* en 5%-10% es poco significativo, ya que los aportes solares son tan elevados que una *Reflexión* del 8%-10% produce en la práctica casi el mismo deslumbramiento que una *Reflexión* del 15%.



**Foto 7.17.** Fachada de concesionario (orientación E, 14:10 h) con vidrios laminares de control solar permitiendo ver el interior del mismo. Fuente: propiedad del autor.

La incorporación de una capa neutra de control solar en un vidrio laminar supone un ligerísimo aumento de la *Reflexión Luminosa* para situarla al mismo nivel que el de un doble acristalamiento convencional (tipo SGG CLIMALIT) o del mismo orden que un doble acristalamiento dotado de vidrios de protección. Este aumento no supone empeorar significativamente las condiciones de observación desde el exterior, ya que las grandes cantidades de luz reflejadas por la solución tradicional ya la impiden suficientemente. Sin embargo, puede obtenerse una significativa mejora en cuanto al *Factor Solar*.

**TABLA 7.6.** Comportamiento frente a la luz de vidrios laminares de control solar.

| ACRISTALAMIENTO  | TLe (%) | RLe (%) | RLi (%) |
|--|---------|---------|---------|
| Incoloros  |         |         |         |
| SGG STADIP 1010.2  | 83      | 8       | 8       |
| SGG STADIP COOL-LITE ST 167 1010.2                             | 67      | 11      | 13      |
| SGG STADIP COOL-LITE ST 150 1010.2                             | 49      | 9       | 13      |
|  |         |         |         |
| SGG CLIMALIT 4/16/4  | 82      | 15      | 15      |
| SGG CLIMALIT 1010.2/16/66.2                                    | 72      | 13      | 14      |
|  |         |         |         |
| Extra-claros SGG DIAMANT                                       |         |         |         |
| SGG STADIP COOL-LITE ST 067 1010.2                             | 72      | 13      | 12      |
| SGG STADIP COOL-LITE ST 050 1010.2                             | 52      | 14      | 10      |
| (Capas de control solar SGG COOL-LITE embebidas en el laminar) |         |         |         |

El mismo razonamiento se puede seguir si se evalúa la pérdida de *Transmisión Luminosa* que supone la instalación de un doble acristalamiento (tipo SGG CLIMALIT) como mejora de la capacidad de aislamiento del paramento acristalado.

La instalación de un doble acristalamiento (tipo SGG CLIMALIT 1010.2/16/66.2), que respeta las características de seguridad y protección de la solución convencional, no supone variaciones de *Transmisión Luminosa* ni de *Reflexión* interior o exterior que puedan ser consideradas importantes. La reducción de transmisión luminosa puede considerarse en el límite de la variación apreciable por el ojo humano, mientras que la *Reflexión Luminosa* prácticamente no varía. La opción de instalar doble acristalamiento mejorará la *Transmitancia Térmica*, reduciéndola entre un 50% y un 70% frente a un vidrio laminar monolítico. Con la instalación de doble acristalamiento podría reducirse, en algunos casos, los espesores empleados repercutiendo positivamente en una mayor *Transmisión Luminosa*.

La opción de instalación de doble acristalamiento (tipo SGG CLIMALIT PLUS) permite la incorporación de otros vidrios de control solar y alta selectividad que permiten el paso de la luz y no de la radiación infrarroja (calor), disminuyendo ligeramente los aportes luminosos sin comprometer la iluminación natural ni la visibilidad desde el exterior, a la vez que permiten reforzar el aislamiento térmico

y el control solar mejorando significativamente la eficiencia energética del acristalamiento y contribuyendo al comportamiento del conjunto del establecimiento. Así, en la Tabla 7.7, sin valorar las ganancias de *Factor Solar* y *Transmitancia Térmica*, se recogen las prestaciones luminosas de diferentes acristalamientos (tipo sGG CLIMALIT PLUS) que incorporan vidrios de ATR y de control solar de alta selectividad.

**TABLA 7.7.** Comportamiento frente a la luz del vidrio sGG CLIMALIT PLUS de control solar, aislamiento térmico reforzado y alta selectividad.

| ACRISTALAMIENTO   | TLe (%) | RLe (%) | RLi (%) |
|---|---------|---------|---------|
| Incoloros   |         |         |         |
| sGG CLIMALIT 4/16/4   | 82      | 15      | 15      |
| sGG CLIMALIT 1010.2/16/66.2   | 72      | 13      | 14      |
| sGG CLIMALIT 66.2/16/44.2   | 76      | 14      | 14      |
|   |         |         |         |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16/44.2                                | 48      | 17      | 21      |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16/44.2                                | 57      | 15      | 16      |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16/44.2                                | 65      | 11      | 12      |
| Extra-claros sGG DIAMANT  |         |         |         |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 054 66.2/16/44.2                                | 51      | 18      | 22      |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 065 66.2/16/44.2                                | 61      | 16      | 17      |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 074 66.2/16/44.2                                | 69      | 11      | 12      |
| (Capas de control solar sGG COOL-LITE en contacto con cámara de aire) |         |         |         |

Como en el caso de los vidrios laminares, la utilización de vidrios extra-claros (tipo sGG STADIP DIAMANT) permite mayores aportes de luz al disminuir la tonalidad de la masa vítrea.

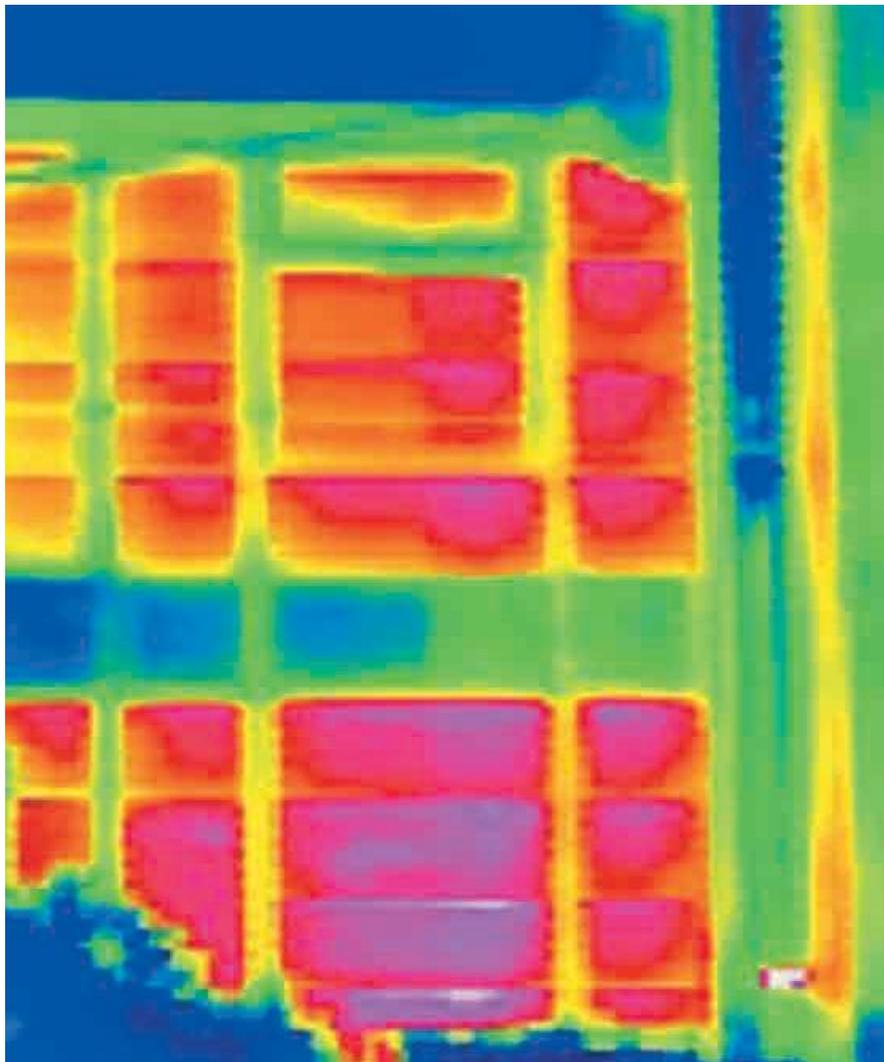
Hasta aquí se han planteado las pérdidas de *Transmisión Luminosa* que pueden producirse por la incorporación de vidrios de aislamiento térmico reforzado y control solar (tipo sGG CLIMALIT PLUS) pero sin cuantificar los beneficios obtenidos a cambio. En la Tabla 7.10 se recogen las características incorporando los valores de "g" (factor solar) y "U" (*Transmitancia Térmica*) de las soluciones mencionadas hasta el momento, de forma que pueden valorarse las ganancias obtenidas frente a la solución inicial.

Para ello, antes de abordar directamente los valores de diferentes soluciones, se presentan en el apartado siguiente los principales parámetros que definen el comportamiento energético de los acristalamientos.

## 7.6. Eficiencia energética: limitación de la demanda de calefacción y aire acondicionado

### 7.6.1. Consideraciones generales

Parece evidente que, en la mayoría de los casos de los concesionarios de automóviles, el hueco acristalado es el elemento térmicamente más débil de la envolvente tanto si se consideran establecimientos nuevos como los ya existentes. Tanto por sus características como por la superficie ocupada se convierte en el elemento más importante a abordar dentro de la envolvente térmica del establecimiento.



**Figura 7.6.** Termografía: pérdidas energéticas a través de huecos acristalados.

Fuente: Saint-Gobain Glass.

Con una simple termografía puede observarse cómo las pérdidas de calor a través de los cerramientos acristalados de los huecos son muy superiores a las que se producen por las partes opacas. Los cerramientos acristalados pueden constituir verdaderos puentes térmicos si no son correctamente solucionados.

Además, es preciso considerar que el acristalamiento cuenta con unos pocos milímetros, a lo más dos o tres decenas, para dar respuesta al conjunto de prestaciones solicitadas. En ocasiones, las soluciones de fachadas acristaladas más complejas se resuelven con dobles pieles de acristalamiento combinando distintas prestaciones.

Afortunadamente, la industria ha sabido ir proporcionando respuestas a estas necesidades crecientes y, hoy en día, los cerramientos acristalados permiten cumplir los mayores niveles de exigencia aportando soluciones que alcanzan valores, en sus parámetros característicos, inimaginables hace algunos años.

Atendiendo al objeto de esta Guía, es posible definir el cerramiento acristalado como aquel elemento de la envolvente térmica del edificio que, permitiendo el paso de la luz natural, constituye una barrera térmica entre el exterior y el interior calefactado del edificio.

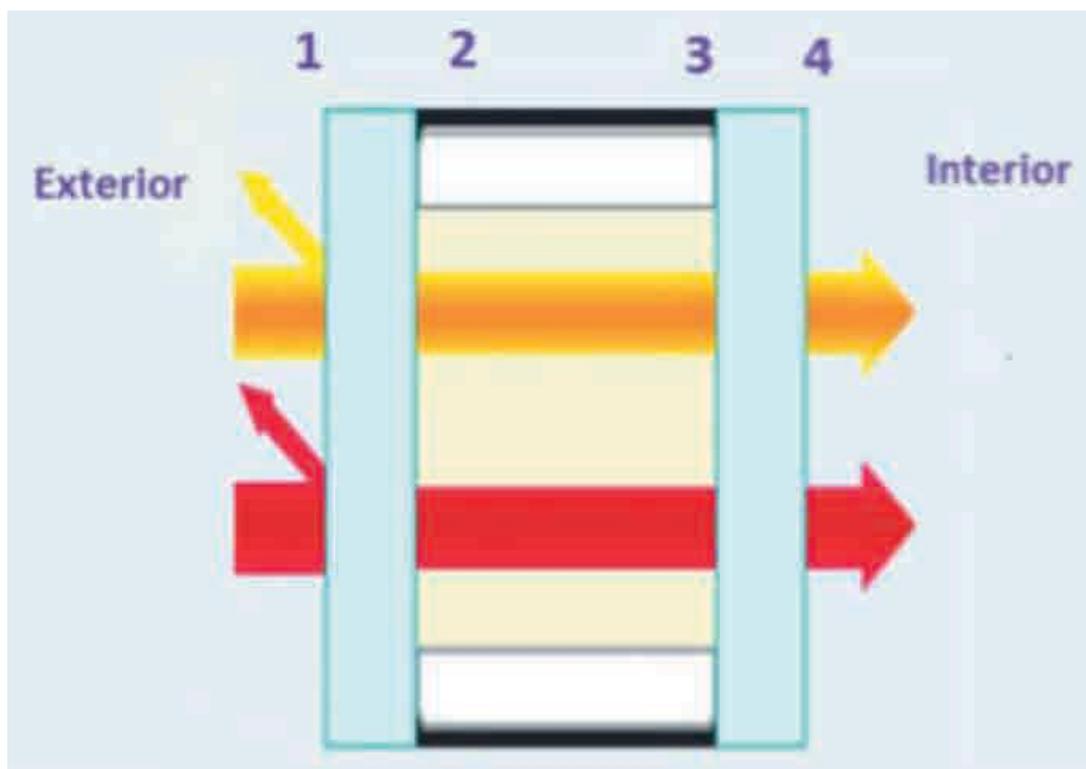
El concepto de envolvente térmica del edificio está perfectamente definido en el Código Técnico de la Edificación, y en su apartado DB HE1 – Limitación de la demanda energética, contempla los requisitos “mínimos” que deben cumplir las edificaciones tanto en su parte opaca (muros) como en los huecos (cerramientos acristalados) en sus dos parámetros principales: *Transmitancia Térmica* y *Factor Solar*.

Centrada la idea en la eficiencia energética del hueco acristalado, en el caso particular que nos ocupa es prácticamente atribuible al acristalamiento, ya que la presencia de las carpinterías se ve muy reducida. Dicho esto, es necesario considerar que las prestaciones que se exigen deben considerar un planteamiento transversal y dar cumplimiento a requisitos planteados hasta aquí y algunos otros que pudieran plantearse, como es la acústica y la estética.

En la actualidad, debido a las exigencias normativas, el coste de la factura energética y la responsabilidad con el medio ambiente, el acristalamiento sencillo ha dejado de ser el habitual debido a su escasa eficiencia energética, siendo sustituido por el denominado doble acristalamiento o Unidad de Vidrio Aislante.

## 7.6.2. Doble acristalamiento o UVA

La norma de producto UNE-EN 1279 define como Unidad de Vidrio Aislante o UVA el "Conjunto constituido como mínimo por dos paneles de vidrio, separados por uno o más espaciadores, herméticamente sellados a lo largo de todo el perímetro y mecánicamente estable".



**Figura 7.7.** Esquema de numeración de las caras del acristalamiento.

Fuente: Saint-Gobain Glass – Calumen II.

La separación de los paneles u hojas de vidrio puede lograrse de diferentes modos y el sellado de los bordes puede obtenerse mediante la aplicación de diferentes materiales. Las diferentes combinaciones de espaciadores y materiales de sellado constituyen los distintos "sistemas" de UVA. Esto incluye dobles acristalamientos y triples acristalamientos, si bien, por su peso y por las características de nuestra climatología y las exigencias normativas, no son habituales en nuestro sector edificatorio.

El hecho de que la UVA se componga de varios vidrios y, por tanto, de varias superficies, hace que sea necesario establecer un criterio único para identificarlas. El sistema más extendido en el sector, aunque no siempre respetado, es la numeración de las caras del acristalamiento desde el exterior hacia el interior, siendo,

por tanto, la cara 1 la que se encuentra en contacto con el ambiente exterior y la cara 4 la que se encuentra en contacto con el ambiente interior. Las caras 2 y 3 son aquellas que están en contacto con la cámara de aire (Fig. 7.7).



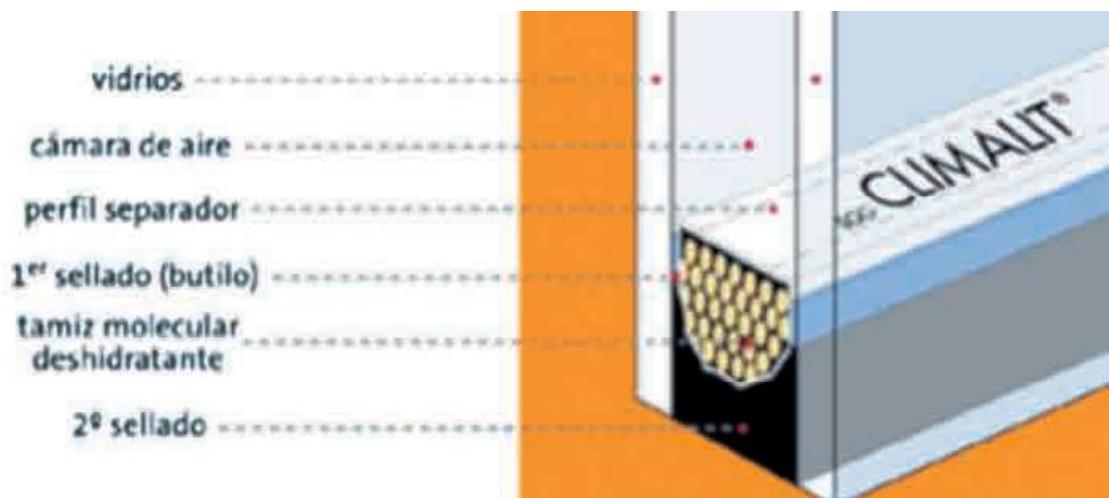
**Figura 7.8.** Sección de UVA con perfil separador hueco.

Fuente: Fondo fotográfico SGG CLIMALIT PLUS.

De forma general, y considerando los tipos más habituales de UVA en función del tipo de espaciador utilizado, del tipo de sellado realizado y del contenido de la cámara, pueden definirse distintos sistemas de UVA, aunque el más habitual es el de perfil separador hueco, donde se aloja el desecante que evita la formación de condensaciones en la cámara y doble barrera de sellado (Fig. 7.8).

El ensamblado de los vidrios con el perfil se realiza a presión atmosférica y en condiciones ambientales de humedad relativa, y es el desecante o tamiz mole-

cular, normalmente zeolita, el que logra la deshidratación del aire contenido en la cámara.



**Figura 7.9.** Esquema de fabricación de UVA con perfil separador hueco y doble barrera de sellado.

Fuente: Fondo fotográfico SGG CLIMALIT PLUS.

Hoy en día, más del 95% de la producción de UVA destinada a la edificación contiene aire deshidratado en su cámara, si bien es posible utilizar otros gases de menor conductividad térmica mejorando así la *Transmitancia Térmica* ofrecida por el acristalamiento.

El gas utilizado normalmente para este sistema de UVA es el Argón en una concentración del 90% con el que se logra una mejora entre 0,2 y 0,3 W/m<sup>2</sup>K respecto a la misma composición con cámara de aire. Otros gases que también pueden ser utilizados son el Kriptón y el Xenón con los que se logra reducir algo más el valor de *Transmitancia Térmica*, pero su uso debe estar justificado mediante en mínimo análisis económico debido al alto coste de los mismos.

Los dobles acristalamientos con gas en su cámara no son muy frecuentes en el mercado español. Su presencia es más habitual en edificios del sector terciario aunque van ganando terreno poco a poco acompañando al desarrollo de los vidrios bajo emisivos o acristalamientos de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR). En el caso que nos ocupa, pueden resultar muy interesantes, ya que las superficies acristaladas en los concesionarios de automóviles representan una gran parte de la envolvente, lo que conlleva que cualquier mejora afecte significativamente al resultado del conjunto.

### 7.6.3. Tipos de doble acristalamiento: sistemas y prestaciones

Fundamentalmente, las propiedades del doble acristalamiento están conferidas por los vidrios que lo componen, bien cada uno de ellos por separado, bien la suma de ambos en el conjunto. Así, y ciñéndose a los aspectos de aislamiento térmico y eficiencia energética del mismo, pueden considerarse tres tipos de acristalamiento:

**Doble acristalamiento básico o convencional:** formado por dos vidrios y una cámara estanca de aire deshidratado sin ningún tratamiento que mejore sus prestaciones. Aún con la incorporación de gas en su cámara la mejora en su transmitancia térmica no resulta significativa. En la Foto 7.18 se observa una sección de este tipo de acristalamiento.



**Foto. 7.18.** Sección de UVA básica.

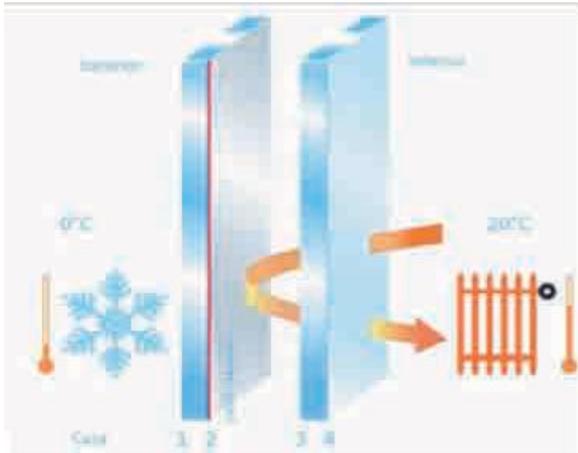
Fuente: Fondo fotográfico SGG CLIMALIT PLUS.

**Doble acristalamiento de Aislamiento Térmico Reforzado o ATR:** bajo esta denominación se agrupan acristalamientos en los que al menos uno de los vidrios que lo componen es un vidrio de capa de baja emisividad. Esta capa refuerza la capacidad de aislamiento con reducciones de la transmitancia térmica que pueden significar hasta el 50% para la misma composición de espesores y cámaras, sin que ello suponga la incorporación de gas en la cámara. Esta capa es prácticamente imperceptible y, como muestra la Foto 7.19 es necesario el uso de detectores especiales para conocer su presencia. La presencia del vidrio bajo emisivo como vidrio interior o como vidrio exterior tiene escasa incidencia en el valor de transmitancia térmica del conjunto, aunque sí puede modificar sensiblemente sus características de control solar y *Reflexión Luminosa*. Su funcionamiento se representa en la Fig. 7.10.



**Foto 7.19.** UVA de ATR con capa bajo emisiva inapreciable a la vista y detector de capa en funcionamiento.

Fuente: Fondo fotográfico sgg CLIMALIT PLUS.



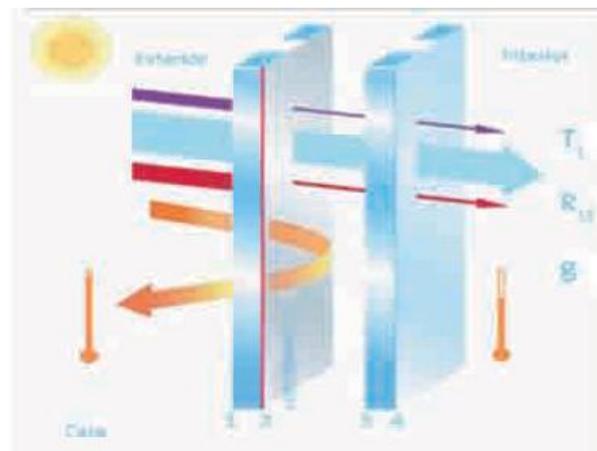
**Figura 7.10.** UVA de ATR con vidrio de baja emisividad. Esquema de funcionamiento.

Fuente: Fondo fotográfico sGG CLIMALIT PLUS.

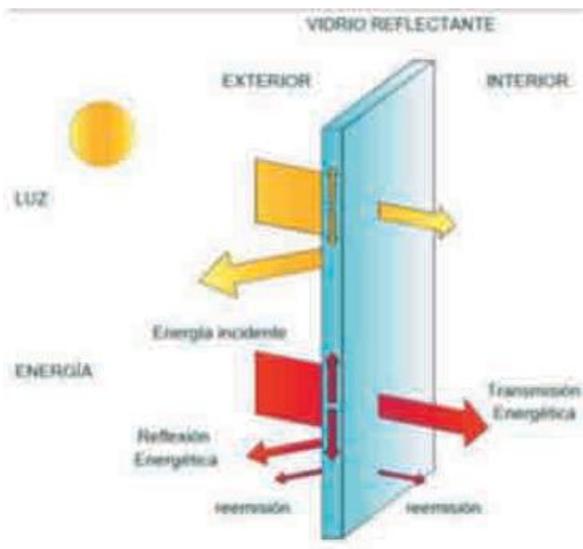
**Doble acristalamiento de control solar:** se trata de acristalamientos en los que uno de sus vidrios ha sido sometido a un tratamiento de deposición de capa que refuerza sus características de control solar reduciendo los aportes solares que penetran en el edificio con la incidencia directa del Sol. A pesar de que pueden ser varios los medios para lograr esta prestación, a efectos de esta Guía se consideran sólo los acristalamientos de capa de control solar. Habitualmente, los vidrios de control solar se sitúan como vidrios exteriores con la capa hacia el interior de la cámara, cara 2, como muestra la Fig. 7.11.

**Figura 7.11.** UVA de ATR con vidrio de control solar. Esquema de funcionamiento.

Fuente: Fondo fotográfico sGG CLIMALIT PLUS.



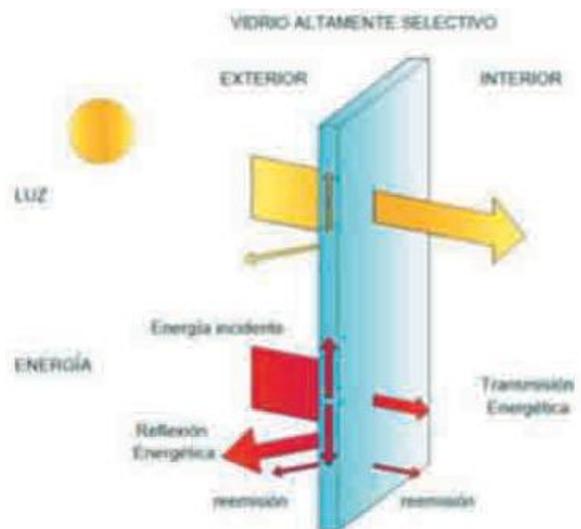
Los vidrios de control solar reflectantes (Fig. 7.12) no pueden ser utilizados para el objetivo de estas instalaciones, sin embargo existen vidrios de control solar muy eficaz que presentan alta *Transmisión Luminosa*, muy bajo *Factor Solar* y una *Reflexión* que permite su uso en escaparates (tipo sGG COOL-LITE ST 150 o sGG COOL-LITE ST 167) o incluso sus versiones sobre vidrio extra claro (tipo sGG COOL-LITE ST 050 o sGG COOL-LITE ST 067) como puede observarse en la Tabla 7.9.



**Figura 7.12.** Vidrio de control solar reflectante. Esquema de funcionamiento.

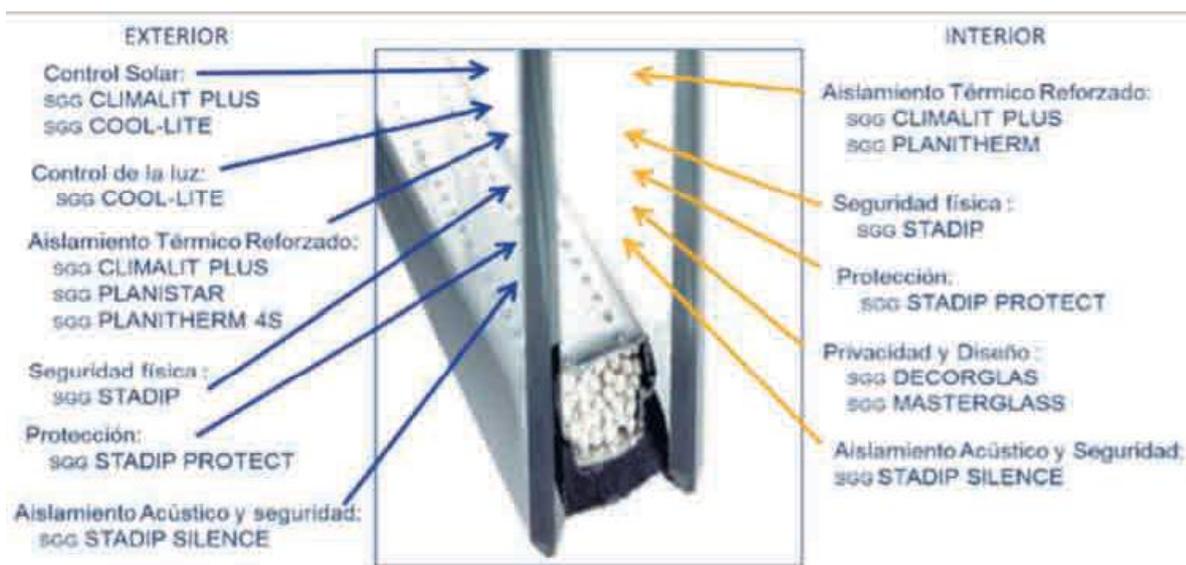
Fuente: Fondo fotográfico sgg CLIMALIT PLUS.

**Acristalamientos selectivos:** pueden entenderse como parte de los acristalamientos de control solar en tanto que hacen referencia a aquellos acristalamientos o vidrios que, proporcionando control solar, permiten elevados aportes de luz natural. Es decir, seleccionan las longitudes de onda de la radiación solar que pueden atravesarlos, permitiendo el paso de las radiaciones correspondientes al espectro visible y reflejando en gran parte aquellas que corresponden al espectro infra-rojo, con mayor aporte calorífico. Estos acristalamientos buscan el mayor aporte luminoso, por lo que habitualmente con esta denominación se hace referencia a vidrios de aspecto neutro de alta *Transmisión Luminosa* y bajo *Factor Solar* (Fig. 7.13).



**Figura 7.13.** Vidrio selectivo. Esquema de funcionamiento.

Fuente: Fondo fotográfico sgg CLIMALIT PLUS.



**Figura 7.14.** Posibilidades de combinación de vidrios en UVA.  
Multifunción de SGG CLIMALIT PLUS.

Fuente: Fondo fotográfico SGG CLIMALIT PLUS.

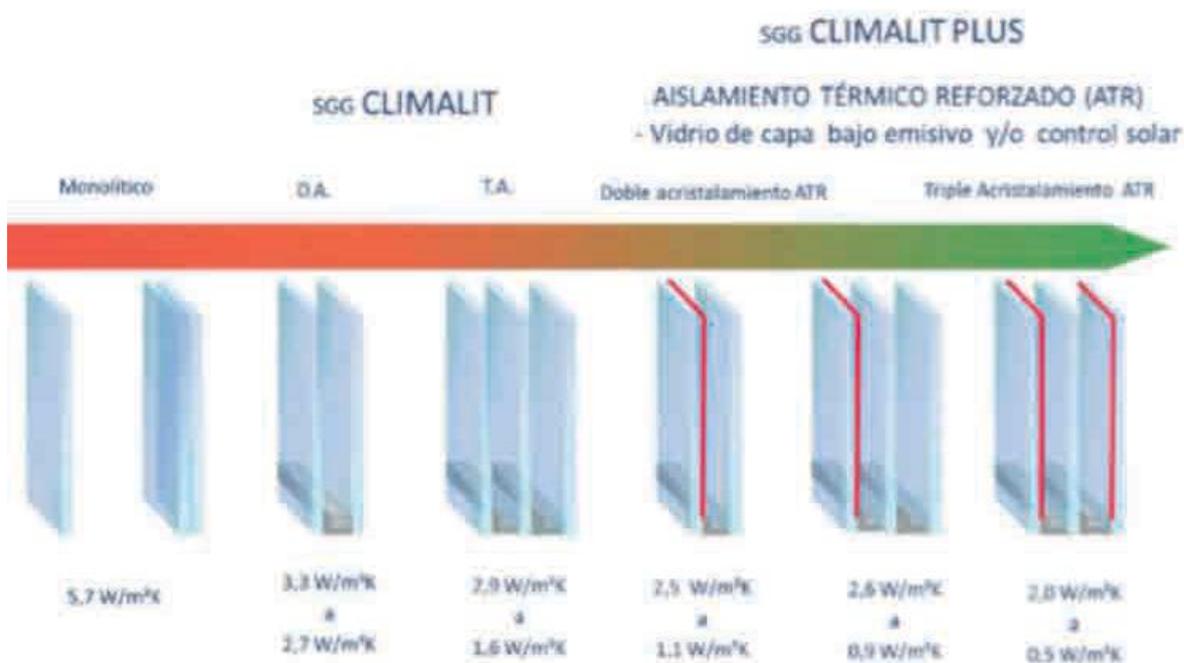
Las unidades de vidrio aislante permiten aunar diferentes propiedades en un mismo cerramiento. El simple hecho de que la unidad de vidrio aislante esté constituida por al menos dos vidrios permite combinar productos con diferentes prestaciones de *Transmisión Luminosa*, control solar y baja emisividad sobre la unidad final. Si a esto se le añade que cada uno de los paneles de vidrio puede ser un vidrio laminar de diferentes espesores y que el espesor de la cámara constituye otra variable, el número de combinaciones posibles de estos elementos es significativamente elevado. Así, sobre una UVA se combinan distintas prestaciones de manera que puede considerarse como una unidad multifuncional que debe definirse considerando el conjunto de necesidades en una evaluación transversal de todas ellas.

En este punto es necesario considerar que las principales características energéticas de las unidades de vidrio aislante no están referenciadas a normas que contengan límites para la denominación de los mismos. Por tanto, queda sujeto a la práctica profesional y comercial la denominación de los productos. Es decir, no existe Norma que defina cuándo un vidrio es un vidrio bajo emisivo, ni a partir de qué valor de *Factor Solar* puede considerarse qué es un vidrio de control solar o qué valores deben cumplirse para denominar un producto como vidrio altamente selectivo. En esta situación, bajo la misma denominación es posible encontrar productos de diversas prestaciones que será necesario analizar.

Considerando los aspectos relacionados con el aislamiento térmico y la eficiencia energética, las unidades de vidrio aislante presentan tres propiedades fundamentales: *Transmitancia Térmica*, *Factor Solar* y *Transmisión Luminosa*, estando las dos últimas relacionadas entre sí a través del concepto de selectividad.

#### 7.6.4. Reducción de la transmitancia térmica

La transmitancia térmica (U) representa la capacidad de aislamiento térmico de un UVA actuando como barrera de calor entre dos ambientes a diferente temperatura. Se expresa como el flujo térmico a través del acristalamiento por unidad de superficie y en función del salto térmico. Consecuentemente con lo anterior, las unidades en las que se expresa son  $W/m^2K$ .<sup>9</sup>



**Figura 7.15.** Comparativa de valores U: Monoítico / UVA / UVA de ATR.

Fuente: elaboración propia.

El interés como aislamiento térmico es alcanzar el valor más bajo posible reduciendo así las transferencias de calor entre el foco caliente y el foco frío. Es decir, las pérdidas de calor en invierno (pérdidas de calefacción) y las entradas de calor

<sup>9</sup> El cálculo de la transmitancia térmica de los acristalamientos se realiza según la norma europea UNE – EN 673: Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica U. Método de cálculo.

en verano (mayor necesidad de climatización), reduciendo la demanda de energía o mejorando el nivel de confort.

Como referencia del valor de la transmitancia se puede tomar el de la solución más tradicional en los concesionarios de automóvil, es decir, el de un vidrio laminar de un cierto espesor. Para esta solución de acristalamiento el aislamiento ofrecido se sitúa en  $U = 5,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , muy próximo al del vidrio monolítico de poco espesor ( $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Los parámetros que más influyen en el valor alcanzado son la emisividad de la superficie del vidrio y el espesor de la cámara. Sin embargo, en contra de lo que muchas veces se cree, el espesor de los vidrios y la conductividad del gas presente en su interior tienen una influencia limitada. Al calcularse en el centro de la unidad no tiene en consideración las medidas del acristalamiento ni el efecto del perímetro, siendo igual el valor presentado para cualquier superficie considerada y cualquier perímetro presentado. La influencia del perímetro será considerada en el cálculo de la transmitancia térmica del cerramiento completo (ventana o fachada) al considerar las condiciones de contorno impuestas por el marco o sistema de sujeción.

Se debería considerar aquí el cálculo de la transmitancia global del cerramiento. Es decir, carpintería más acristalamiento. Este cálculo está definido para las ventanas en la norma UNE-EN 10077<sup>10</sup>, si bien puede hacerse la simplificación<sup>11</sup> de considerar una media ponderada entre los valores de transmitancia del vidrio y el marco en función de las superficies que ocupan. Así:

$$U_H = (1 - FM)U_v + FM U_m$$

Donde:

$U_H$  = Transmitancia térmica del hueco acristalado ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ).

$FM$  = Fracción de marco. % de superficie del hueco ocupado por el marco expresado en tanto por uno.

$U_v$  = Transmitancia térmica del vidrio ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ).

$U_m$  = Transmitancia térmica del marco ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ).

---

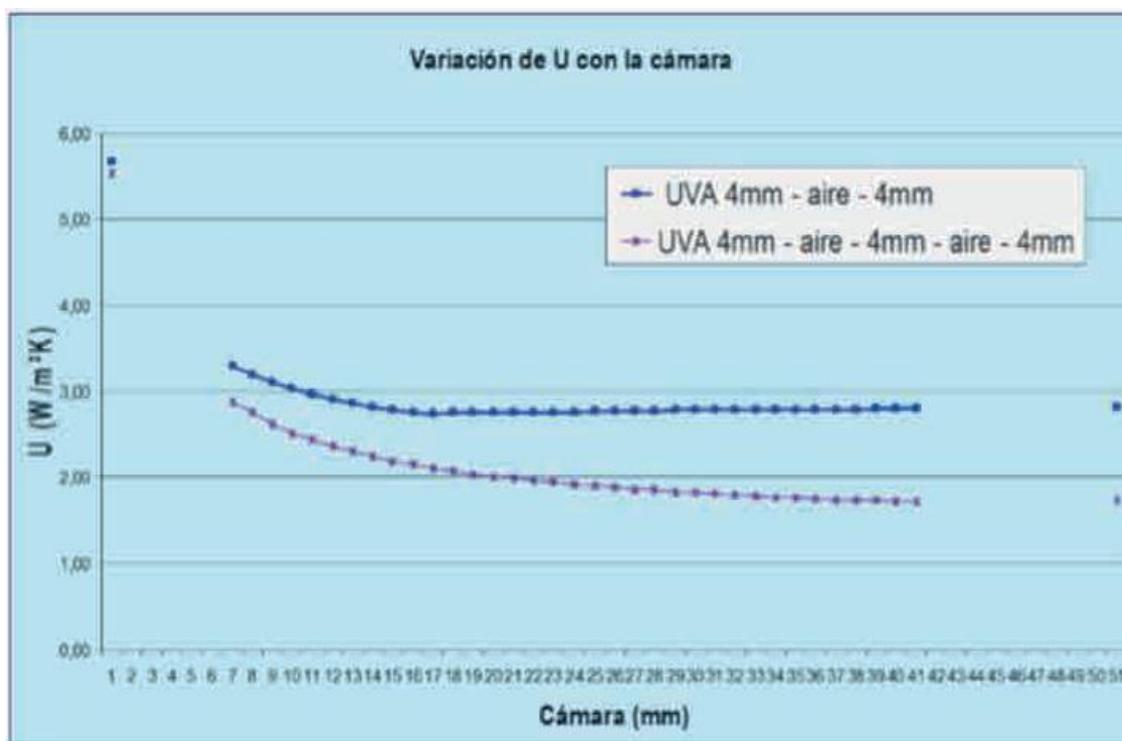
<sup>10</sup> UNE-EN 10077: Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica.

<sup>11</sup> Esta simplificación está recogida en el CTE: Código Técnico de la Edificación 2006.

Considerando que el marco representa unos porcentajes de superficie muy bajos en la aplicación particular que nos ocupa, y que fundamentalmente en los escaparates se utilizan carpinterías metálicas, se puede centrar la atención en el estudio del vidrio si bien es cierto que debe intentarse por todos los medios instalar buenas carpinterías y evitar los puentes térmicos que pudieran producirse.

### 7.6.4.1. Efecto de la cámara

La cámara comprendida entre dos vidrios, normalmente rellena de aire deshidratado, actúa como un elemento de menor conductividad que el vidrio, reduciendo el flujo térmico que se produce por el mecanismo de conducción. Debido a la gran diferencia de conductividad térmica entre el vidrio ( $\lambda = 1,0 \text{ W/mK}$ ) y el aire ( $\lambda = 0,0239 \text{ W/mK}$ ), la variación ofrecida en la transmitancia térmica entre un vidrio monolítico y un UVA es muy significativa. Tal y como se recoge en la Fig. 7.15, se pasa de un valor  $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  a un rango de valores entre  $U = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  y  $U = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Para acristalamientos laminares de gran espesor, se puede considerar un valor de transmitancia de  $U = 5,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



**Figura 7.16.** Evolución de la Transmitancia Térmica  $U$  ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) con el espesor de la cámara (mm) en doble y triple acristalamiento.

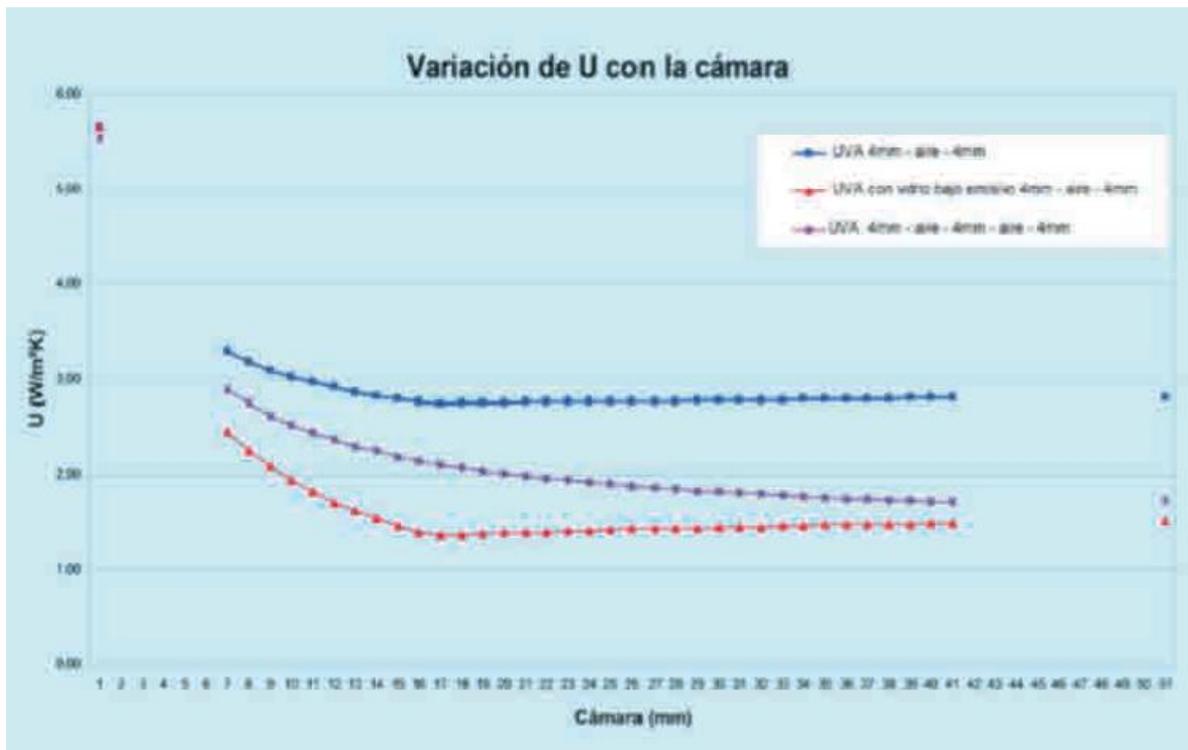
Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Fig. 7.16, el aumento de cámara entre los 6 mm y los 16 mm produce una reducción paulatina en el valor de la transmitancia hasta alcanzar un mínimo en  $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . A partir de los 16 mm no sólo no hay ganancia de la capacidad de aislamiento ofrecido, sino que se produce una ligera pérdida, aumentando el valor de la transmitancia hasta una décima para cámaras de gran espesor. Este aumento en el valor de  $U$  está producido por fenómenos de convección que tienen lugar en las cámaras a partir de 16 mm. Por tanto, no estaría térmicamente justificado ampliar las cámaras más allá de este espesor salvo por otras razones diferentes al aislamiento térmico. Es decir, que limitando el espesor de la cámara a valores inferiores a 17 mm se están limitando las transferencias de calor por convección. Por tanto, una primera conclusión sería: la instalación de doble acristalamiento debe realizarse con cámaras de 16 mm para optimizar la transmitancia térmica.

Surge la posibilidad de considerar dos cámaras de aire en la UVA, es decir, un triple acristalamiento. En este caso, los valores de transmitancia mínimos que se alcanzan son de  $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  con dos cámaras de 20 mm. Es decir, se necesita un espesor total de, al menos, 52 mm y se aumenta el peso del acristalamiento como mínimo en  $10 \text{ kg/m}^2$  al incorporar un vidrio más. Como se verá un poco más adelante, y se recoge en la Fig. 7.17, esta ganancia no justifica la instalación de triples acristalamientos con vidrios banales. Por otra parte, se produce un aumento significativo de la Reflexión que conviene estudiar en cada caso particular.

#### 7.6.4.2. Efecto de los vidrios bajo emisivos o ATR

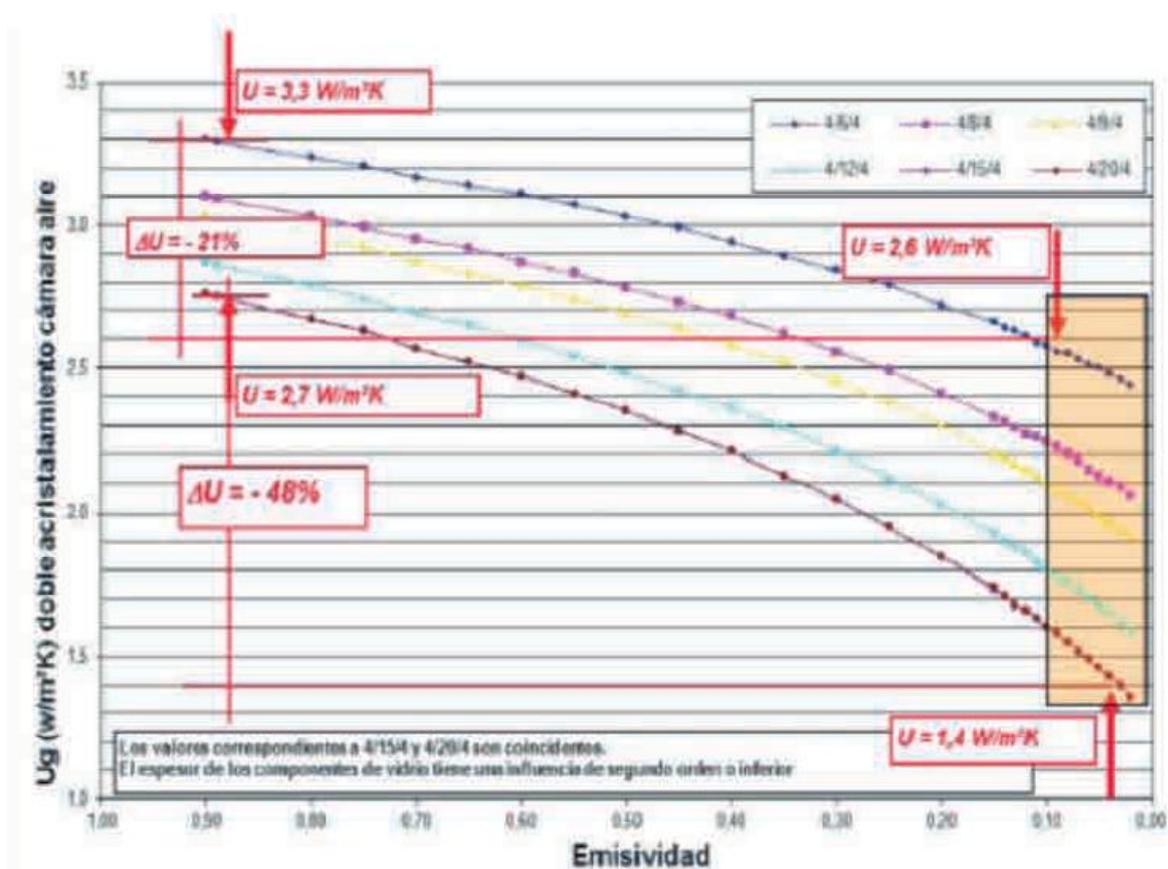
La incorporación de vidrios de capa de baja emisividad, conocidos como vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR), contribuye a la reducción drástica de la transmitancia térmica de la UVA. Normalmente, los vidrios bajo emisivos requieren ser instalados en UVA, no pudiendo ser utilizados como vidrios monolíticos, por lo que al utilizar este tipo de vidrios se está actuando sobre la transferencia de calor por radiación superponiéndose al efecto logrado por la cámara.



**Figura 7.17.** Evolución de la Transmitancia Térmica U ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) con el espesor de la cámara (mm) en doble y triple acristalamiento y doble acristalamiento de ATR (tipo SGG CLIMALIT PLUS).

Fuente: elaboración propia.

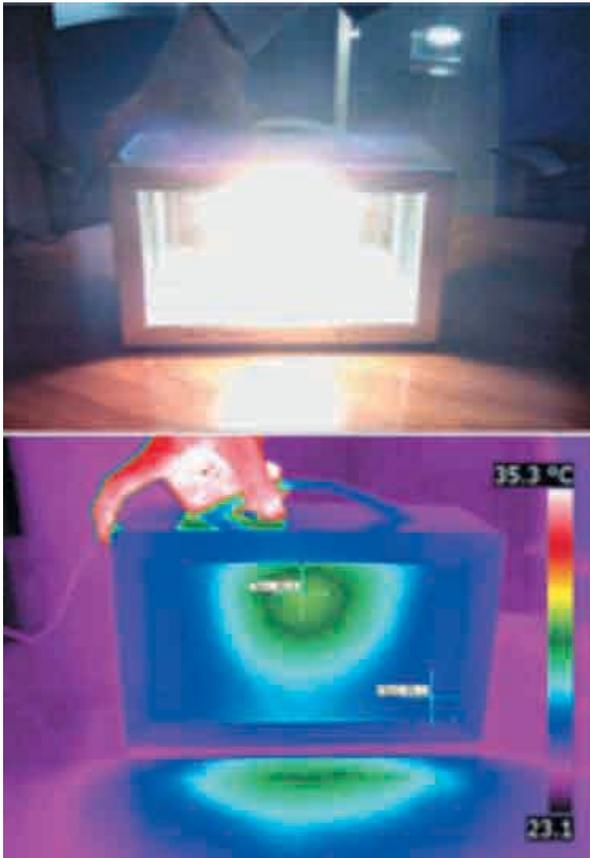
La emisividad normal de un vidrio sin ningún tratamiento es de  $e = 0,89$ , mientras que en los vidrios considerados bajo emisivos el valor de la emisividad puede considerarse  $e \leq 0,20$  pudiendo llegar con los productos existentes en el mercado de la edificación a valores de emisividad entre 0,03 y 0,01. Evidentemente, cuanto menor sea la emisividad del vidrio incorporado menor será la transmitancia térmica U de la unidad de vidrio aislante. En función de la misma y de la cámara de aire pueden alcanzarse valores situados entre  $U = 2,6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  y  $U = 1,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  para cámaras de 6 mm y 16 mm, respectivamente. Otra vez, la cámara de 16 mm marca el valor mínimo.



**Figura 7.18.** Evolución de la Transmisión Térmica  $U$  ( $W/m^2K$ ) con la emisividad de uno de los vidrios y el espesor de la cámara (mm) en sGG CLIMALIT PLUS.  
Fuente: elaboración propia.

En la Fig. 7.18 puede observarse como la reducción alcanzada, respecto a un doble acristalamiento banal, puede suponer entre un 25% y un 50% dependiendo del espesor de la cámara y de la emisividad del vidrio considerado, lo que supone una reducción del 70% respecto a la solución convencional de escaparates con vidrio laminado.

Por tanto, una vez que, como se ha expuesto anteriormente, los vidrios neutros de ATR no modifican de una forma limitante la Transmisión Luminosa ni la Reflexión Luminosa respecto a la solución tradicional ni respecto a un doble acristalamiento convencional, parece que se obtiene una segunda conclusión: la reducción significativa de la Transmisión Térmica se consigue mediante la instalación de dobles acristalamientos de ATR (tipo sGG CLIMALIT PLUS) recogidos en la Tabla 7.8 y visualmente queda patente en la Fig. 7.19 y 7.20.



**Figura 7.19.** Termografía de un doble acristalamiento SGG CLIMALIT 4/12/4 ( $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  y  $g = 0,75$ ) frente a un foco de calor interno simulado por una lámpara halógena.

Temperatura en el centro  $30,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 Temperatura en ángulo inferior derecho  $26,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Fuente: propiedad del autor.



**Figura 7.20.** Termografía de un doble acristalamiento de ATR SGG CLIMALIT PLUS 4/16/4 neutro de alta selectividad ( $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  y  $g = 0,41$ ) frente a un foco de calor interno simulado por una lámpara halógena.

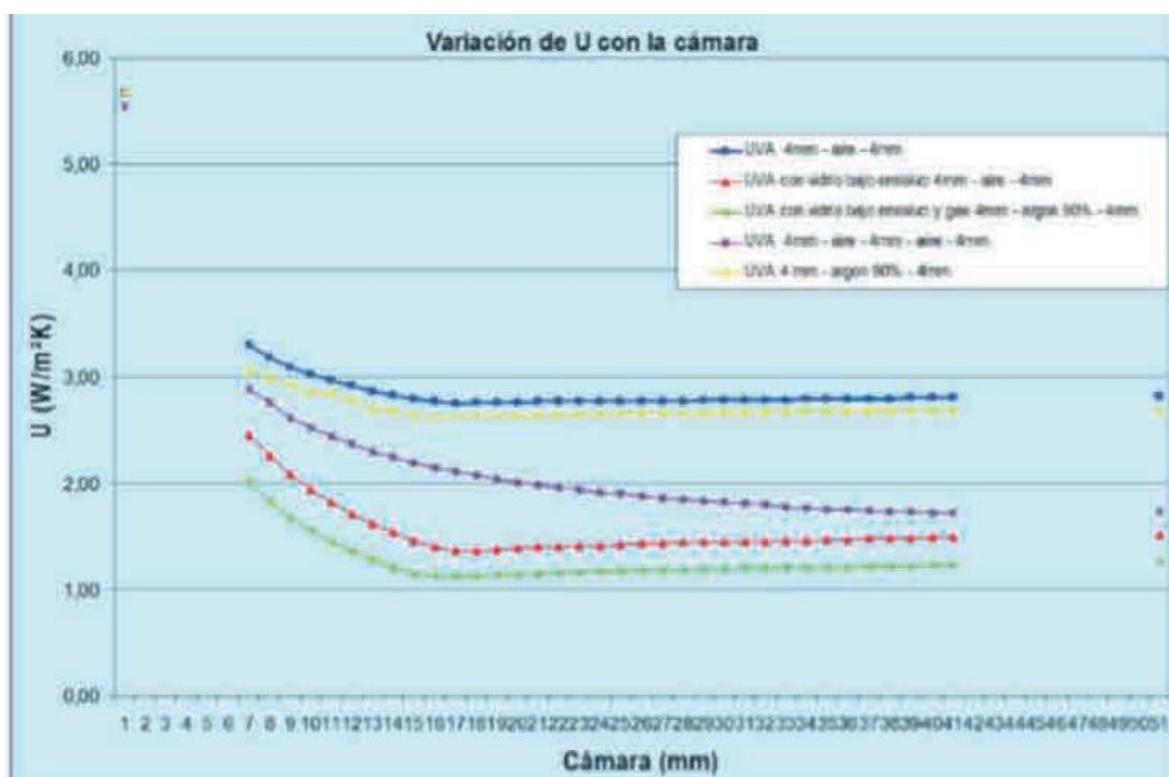
Temperatura en el centro  $26,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 Temperatura en ángulo inferior derecho  $25,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Fuente: propiedad del autor.

Si el vidrio bajo emisivo se incorpora en un triple acristalamiento, puede reducirse la  $U$  hasta valores del entorno de  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  con la incorporación de dos vidrios de baja emisividad, uno en cada cámara. Esto significa una reducción de, aproximadamente, el 50% sobre un doble acristalamiento con vidrio bajo emisivo. Pero nuevamente aparece un aumento de Reflexión Luminosa que puede perjudicar la observación desde el exterior. Aunque no es descartable directamente, no es aconsejable y su instalación debe ser estudiada cuidadosamente en cada caso particular.

### 7.6.4.3. Efecto del gas

La incorporación en la cámara de gases de menor conductividad térmica que el aire (23,9 mW/mK) ofrece como es lógico una mejora en el comportamiento de la unidad de vidrio aislante reduciendo su *Transmitancia Térmica*. Habitualmente el gas empleado es el Argón (con conductividad 16,4 mW/mK), ya que permite la reducción aproximadamente de 0,2 o 0,3 W/m<sup>2</sup>K respecto a la misma composición sin gas, y tiene un coste aceptable en las aplicaciones de edificación. Otros gases como el Kriptón (conductividad de 8,8 mW/mK) o el Xenón (conductividad de 5,2 mW/mK), proporcionan mayores reducciones pero sus costes los sitúan en aplicaciones diferentes de la edificación.



**Figura 7.21.** Evolución de la Transmitancia Térmica U (W/m<sup>2</sup>K) con el espesor de la cámara (mm) en doble y triple acristalamiento y doble acristalamiento de ATR sgg CLIMALIT PLUS con gas Argón al 90%. Fuente: elaboración propia.

En Europa, la incorporación de gas Argón es una práctica habitual que tiene su causa en las mayores exigencias reglamentarias, si bien se considera que el llenado de la cámara nunca se produce al 100% y los datos de transmitancia térmica de la UVA suelen proporcionarse para una tasa de llenado del 90%.

Como puede observarse en la Fig. 7.21, la incorporación de gas Argón en un doble acristalamiento no alcanza la reducción obtenida por incorporación de un

vidrio de baja emisividad aún con cámara de 6 mm, por tanto, no puede considerarse justificada la incorporación de gas en UVA que no estén dotadas de un vidrio de baja emisividad o ATR.

Las unidades de vidrio aislante dotadas de gas Argón y vidrio bajo emisivo ofrecen valores de *Transmitancia Térmica* situados entre  $U = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  para cámara de 6 mm, y  $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  para cámara de 16 mm, lo que lleva al siguiente paso en la definición de los acristalamientos: doble acristalamiento con vidrios ATR, carga de Argón (90%) de 16 mm, con vidrios neutros de alta *Transmisión* y baja *Reflexión Luminosa*.

En la Tabla 7.8 se recogen los valores de *Transmitancia Térmica* para diferentes acristalamientos (tradicionales, dobles acristalamientos de ATR y altamente selectivos con aire y con gas Argón). En las columnas de la derecha se muestra el % de “ahorro” entendido como menores pérdidas a través del acristalamiento, es decir, por reducción de su *Transmitancia Térmica* respecto a la solución de acristalamiento laminar sGG STADIP 1010.2 y respecto a la solución de un doble acristalamiento convencional sGG CLIMALIT 4/6/4.

**TABLA 7.8.** Capacidad de aislamiento de sGG CLIMALIT PLUS en diferentes composiciones.

| ACRISTALAMIENTO   | U<br>(W/m <sup>2</sup> K) | (%) <sup>12</sup> | (%) <sup>13</sup> |
|---|---------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Vidrio monolítico 4mm</b>  | 5,7                       | 0                 | -                 |
| sGG STADIP 1010.2   | 5,3                       | 7                 | -                 |
| sGG STADIP COOL-LITE ST 167 1010.2                                    | 5,3                       | 7                 | -                 |
| sGG STADIP COOL-LITE ST 150 1010.2                                    | 5,3                       | 7                 | -                 |
| sGG CLIMALIT 4/6/4  | 3,3                       | 42                | 0                 |
| sGG CLIMALIT 4/16/4   | 2,7                       | 53                | 18                |
| sGG CLIMALIT 1010.2/16/66.2   | 2,6                       | 54                | 21                |
| sGG CLIMALIT 66.2/16/44.2   | 2,6                       | 54                | 21                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16/44.2                                | 1,3                       | 77                | 61                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16/44.2                                | 1,3                       | 77                | 61                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16/44.2                                | 1,3                       | 77                | 61                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 1,0                       | 82                | 70                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 1,0                       | 82                | 70                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 1,1                       | 82                | 67                |
| (Capas de control solar sGG COOL-LITE en contacto con cámara de aire) |                           |                   |                   |

<sup>12</sup> Reducción respecto al vidrio monolítico.

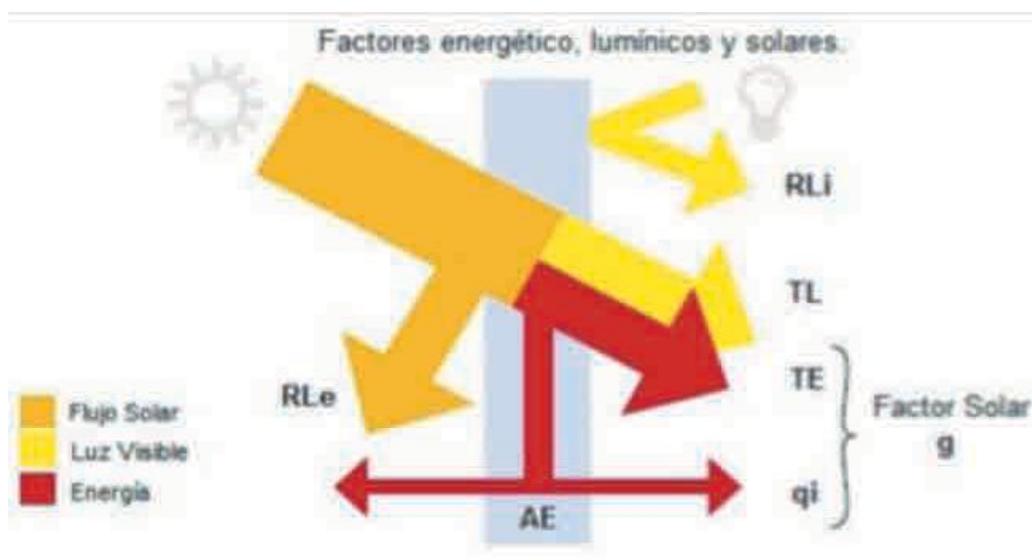
<sup>13</sup> Reducción respecto a la Unidad de Vidrio Aislante básica sGG CLIMALIT 4/6/4.

#### 7.6.4.4. Efecto del espesor de los vidrios

El efecto del espesor de los vidrios que componen la UVA tiene un efecto casi nulo en la transmitancia térmica de la unidad de vidrio aislante. Aunque entre valores muy diferentes de espesor en los vidrios puede alcanzarse alguna décima de diferencia en el valor  $U$ , en muchas ocasiones es debido al efecto del redondeo en la expresión con un decimal, como marca la norma UNE-EN 356. Dentro del rango de espesores y temperaturas habituales en edificación puede considerarse que el efecto del espesor es despreciable en la variación de la transmitancia térmica.

Igualmente la presencia de los intercalarios plásticos de PVB tiene una repercusión muy limitada sobre la capacidad de aislamiento que puede representar una décima en el valor de la Transmitancia Térmica y en función de los decimales de los redondeos para su expresión final. Para un cálculo rápido puede despreciarse este efecto.

#### 7.6.5. Factor solar



**Figura 7.22.** Esquema de flujos energéticos a través del vidrio.

Definición del *Factor Solar*.

Fuente: Saint-Gobain Glass.

A diferencia del muro, el cerramiento acristalado es transparente en gran medida a la radiación solar. Esta propiedad que permite los aportes de luz natural y contacto visual imprescindible entre el exterior y el interior del local, tiene gran incidencia sobre el comportamiento energético del acristalamiento y más si cabe en una climatología como la nuestra. Considerando que soluciones de

sombreamiento, como persianas, lamas y toldos, no son aplicables por las características intrínsecas de la instalación, sólo queda la opción de mejorar las prestaciones del acristalamiento en cuanto a la protección solar que ofrece, es decir, su factor solar.



**Foto 7.20.** Temperatura en un local con acristalamiento UVA básico sin protección solar. T interior 33,2 °C – 20 de julio.

Fuente: fotografía cedida por ANDIMAT.

El *Factor Solar* puede definirse como el total de la energía que penetra a través del acristalamiento o unidad de vidrio aislante cuando el sol incide sobre él. Como se muestra en la Fig. 7.22, el *Factor Solar* resulta de la suma de dos componentes: la *Transmisión Energética* directa y el flujo calorífico re-emitido al interior. El *Factor Solar* se representa por “g” y se expresa en tanto por uno.

La *Transmisión Energética* directa (TE) se define como la parte de energía del flujo solar que es capaz de atravesar el acristalamiento. Otra parte del flujo incidente es reflejada y otra parte absorbida por la unidad de vidrio aislante. Esta última es responsable del calentamiento de los vidrios que, una vez alcanzan mayor temperatura que el ambiente con el que están en contacto, re-emiten

una parte hacia el interior del edificio. La suma de la Transmisión Energética directa y el flujo re-emitido al interior es lo que se denomina *Factor Solar "g"*. Su efecto se nota en el menor recalentamiento del interior del edificio como muestran la Foto 7.20 (UVA básica sin protección solar) y la Foto 7.21 (UVA con vidrio de control solar  $g = 0,42$ ) en el caso de una ventana de pequeñas dimensiones. Tras recibir los aportes solares directos las temperaturas interiores pueden variar entre 5 °C y 10 °C. Con las dimensiones del acristalamiento de un concesionario de automóviles, la cantidad de energía que puede entrar por el acristalamiento puede generar un efecto invernadero importante contra el que sólo se puede actuar mediante el aporte de aire acondicionado y el consecuente consumo de energía.



**Foto 7.21.** Temperatura en un local con sgg CLIMALIT PLUS con vidrios de ATR con protección solar ( $g=0,42$ ). T interior 26,9 °C – 20 de julio.

Fuente: fotografía cedida por ANDIMAT.

El *Factor Solar* juega un papel muy importante en aquellos cerramientos que reciben insolación directa tanto en invierno como en verano. Los acristalamientos orientados al norte sólo reciben radiación difusa siendo mucho menos importante los aportes caloríficos solares.



**Foto 7.22.** Concesionario acristalado. Solución convencional con altos aportes solares por radiación directa.

Fuente: propiedad del autor.

Este parámetro proporciona una medida de la protección solar que ofrece la unidad de vidrio aislante, siendo mayor la protección cuanto menor es el valor de "g". Sin embargo, es preciso tener en cuenta que esta propiedad se refiere a la transmisión de calor procedente del Sol pero no considera la transmisión de luz ni de radiación ultravioleta. Cuando ello sea necesario habrá que recurrir a la *Transmisión Luminosa (TL)* y a la *Transmisión Ultravioleta ( $T_{UV}$ )*, respectivamente.

En estos casos, se debe conocer el diferente comportamiento del vidrio frente a las radiaciones de corta longitud de onda (ultravioleta, luz e infrarrojo) y longitudes de onda superiores a los 2.500 nm (infrarrojo lejano producido por cuerpos calientes a temperaturas de 60-100 °C). En el primer caso, la radiación es capaz de atravesar el vidrio en un porcentaje considerable permitiendo que se produzcan aportes caloríficos al interior del edificio, mientras que en el segundo la radiación denominada infrarrojo lejano no es capaz de atravesarlo. En esta situación se produce una acumulación de calor en el

interior que genera una elevación de la temperatura conocida como efecto invernadero.

Para reducir estos aportes sin impedir la visión del entorno exterior, puede recurrirse a los vidrios de capa de control solar. Estos vidrios, de bajo factor solar, reflejan una mayor parte de la radiación solar incidente y, con ello, el recalentamiento en el interior del habitáculo es menor, reduciendo la demanda energética de acondicionamiento en régimen de verano.



**Foto 7.23.** Concesionario acristalado con UVA de altas prestaciones con vidrio bajo emisivo y control solar con reflexión similar a la solución tradicional. Interior visible en condiciones de iluminación. Fuente: propiedad del autor.

Aplicando el concepto directamente sobre el caso de las zonas de exposición de los concesionarios, se puede recurrir a vidrios de control solar y alta *Transmisión Luminosa*, es decir vidrios de alta selectividad o, por lo menos, vidrios neutros y poco reflectantes, como los recogidos en la Tabla 7.9 e instalados a su vez en un doble acristalamiento de ATR que garantice una transmitancia mínima. Dicha

tabla completa los datos de *Transmisión Luminosa*, *Reflexión Luminosa* y *Transmitancia Térmica* de las tablas anteriores.

**TABLA 7.9.** Control solar de sGG CLIMALIT PLUS en diferentes composiciones.

| ACRISTALAMIENTO   | TL (%) | RLe (%) | g    | (%) <sup>14</sup> |
|---|--------|---------|------|-------------------|
| Vidrio monolítico 4mm   | 90     | 8       | 0,87 | -30               |
| sGG STADIP 1010.2   | 83     | 8       | 0,67 | 0                 |
| sGG STADIP COOL-LITE ST 167 1010.2                                    | 67     | 13      | 0,58 | 13                |
| sGG STADIP COOL-LITE ST 150 1010.2                                    | 49     | 13      | 0,47 | 30                |
| sGG CLIMALIT 4/6/4  | 82     | 15      | 0,77 | -15               |
| sGG CLIMALIT 4/16/4   | 82     | 15      | 0,78 | -16               |
| sGG CLIMALIT 1010.2/16/66.2   | 72     | 13      | 0,56 | 16                |
| sGG CLIMALIT 66.2/16/44.2   | 76     | 14      | 0,63 | 6                 |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16/44.2                                | 48     | 17      | 0,25 | 63                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16/44.2                                | 57     | 15      | 0,31 | 54                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16/44.2                                | 65     | 11      | 0,38 | 43                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 48     | 17      | 0,25 | 63                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 57     | 15      | 0,30 | 55                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 65     | 11      | 0,37 | 45                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 054 66.2/16/44.2                                | 51     | 18      | 0,26 | 61                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 065 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 61     | 16      | 0,32 | 52                |
| sGG CLIMALIT PLUS SKN 074 66.2/16 Ar 90%/44.2                         | 69     | 11      | 0,40 | 40                |
| (Capas de control solar sGG COOL-LITE en contacto con cámara de aire) |        |         |      |                   |

En ocasiones, y en función de la orientación, es habitual recurrir al sombreado de los acristalamientos mediante la instalación de marquesinas, soporte de las marcas o retranqueos de fachada. En estos casos, es conveniente estudiar la cantidad de luz reflejada por los edificios próximos, de forma que no se produzca un efecto de penumbra en el concesionario mientras el exterior recibe un gran aporte de luz que se refleja en la superficie impidiendo la visión. Este efecto puede apreciarse fácilmente en la Foto 7.24.

El Factor Solar de las unidades de vidrio aislante es una propiedad que debe ser analizada en el conjunto del periodo anual, valorando el comportamiento en régi-

<sup>14</sup> Reducción de aportes solares respecto a la solución convencional tradicional sGG STADIP 1010.2.

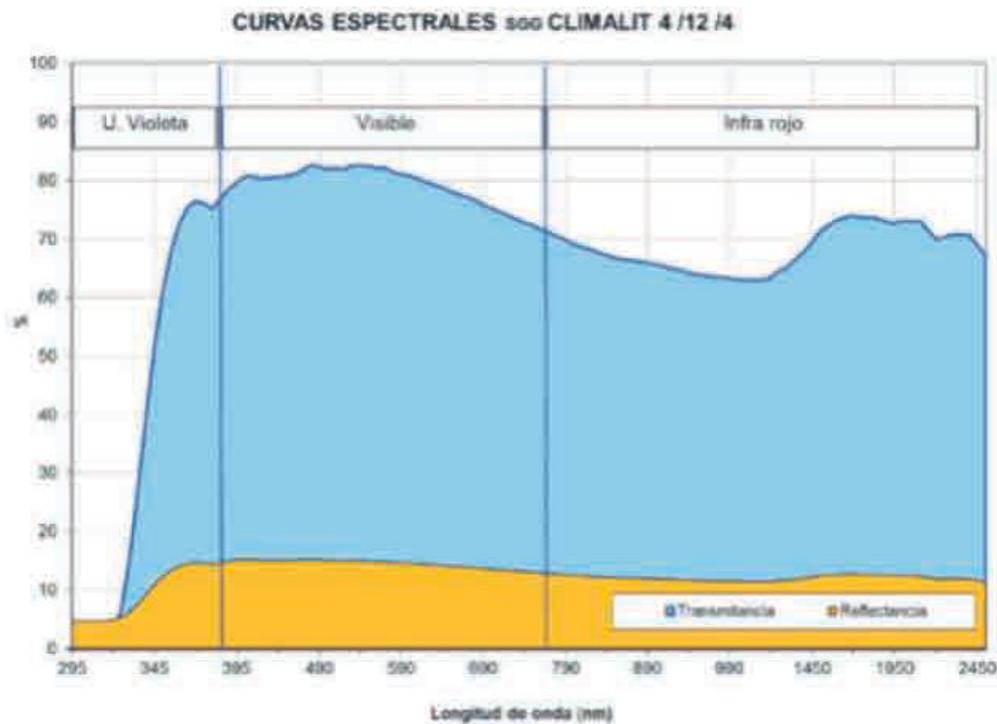
men de verano pero también de invierno y teniendo en cuenta las condiciones de contorno del hueco; retranqueos, marquesinas y voladizos, sombras arrojadas, etc.



**Foto 7.24.** Solución convencional. Interferencias en la observación del interior debidas a altas cantidades de luz sobre un acristalamiento de reflexión moderada. Interior no visible en las condiciones de iluminación. Fuente: propiedad del autor.

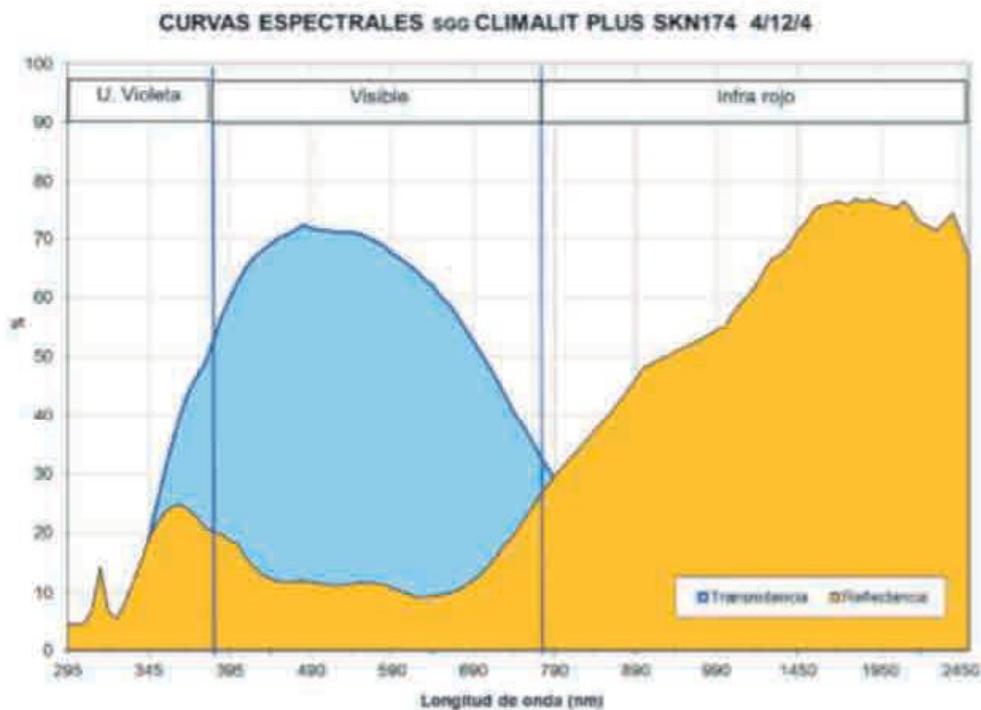
### 7.6.6. Transmisión Luminosa y Selectividad

Aunque puede parecer que la *Transmisión Luminosa* está distante de las propiedades de aislamiento térmico y es más fácil relacionarla con la eficiencia energética por la reducción de consumo necesario para la iluminación, esto no es así cuando se valora en función del factor solar. Existen vidrios capaces de permitir un gran paso de aquellas longitudes de onda correspondientes al espectro visible y reflejar las longitudes de onda correspondientes a la radiación infrarroja, es decir, aquella que presenta mayor aporte calorífico. Estos vidrios son los que se denominan vidrios selectivos o altamente selectivos. Como puede observarse en la Fig. 7.23, un vidrio normal posee alta transmitancia en el visible y en el infrarrojo, a la vez que refleja poco las longitudes de onda del infrarrojo.



**Figura 7.23.** Transmisión y reflexión de radiación solar en una UVA *SGG* CLIMALIT convencional. Altas transmisiones de radiación infrarroja y espectro visible.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 7.24.** Transmisión y reflexión de radiación solar en una UVA *SGG* CLIMALIT PLUS de alta selectividad. Altas transmisiones de luz (espectro visible) y alta reflexión del infrarrojo (protección solar). Fuente: elaboración propia.

Por el contrario, como muestra la Fig. 7.24, el vidrio altamente selectivo mantiene alta transmitancia para las longitudes de onda del visible y baja para el infrarrojo, mientras que aumenta la Reflectancia en el infrarrojo y procurando que sea lo menor posible en el visible.

Se denomina Selectividad a la relación entre la *Transmisión Luminosa* (TL) y el *Factor Solar* del vidrio (g), cociente que expresa la eficacia de la protección solar en función de la cantidad de luz que deja pasar. Este cociente está limitado por la propia naturaleza de la luz y no puede sobrepasar valores de 2,4 ya que físicamente es el resultado de permitir todo el aporte de luz y rechazar la energía de todo lo que no es luz (ultravioleta e infrarrojo). Cualquier disminución del *Factor Solar* se realizaría a costa de eliminar luz.

En ocasiones, esta característica se expresa como cociente de la *Transmisión Luminosa* y la *Transmisión Energética directa* (TL/TE), por lo que se obtienen valores más elevados que cuando se considera el cociente *Transmisión Luminosa* y *Factor Solar* (TL/g), por lo que conviene conocer bien los datos que se están comparando a la hora de valorar la selectividad de una UVA.

Teóricamente pueden alcanzarse altas selectividades con aportes de luz medianos o reducidos siempre que el *Factor Solar* sea lo suficientemente bajo. Esto no suele ser el interés perseguido cuando se habla de vidrios de alta selectividad, por lo que es necesario siempre conocer el aporte luminoso que permite el acristalamiento. Normalmente con la denominación de vidrios de alta selectividad se hace referencia a vidrios muy neutros de media y alta *Transmisión Luminosa* (50% - 60%), cuyos tratamientos de capas son prácticamente inapreciables al ojo humano y que poseen factores solares muy reducidos ("g" del entorno de 0,45 e inferiores).

Como se deduce de lo anterior, este tipo de vidrios se adecúa perfectamente a lo que en términos de protección solar y visibilidad requiere un acristalamiento de un escaparate y toma más importancia cuanto mayor sea éste. Por tanto, los vidrios de alta selectividad (tipo SGG COOL-LITE SKN) son muy adecuados para este tipo de instalaciones. Por otra parte, estos vidrios ofrecen características de aislamiento térmico reforzado, por lo que complementan su control solar con altas capacidades de aislamiento, es decir, con bajos valores de Transmitancia Térmica.

## 7.7. Conclusiones

Los acristalamientos de las zonas de exposición de los establecimientos concesionarios de automóviles ocupan superficies muy amplias y una gran parte de la

envolvente del local. Como establecimientos comerciales deben cuidar el confort en todos sus aspectos: frío, calor, iluminación, etc., preservando la función esencial del escaparate como es la visión desde el exterior de los productos expuestos. Todo ello debe alcanzarse garantizando la seguridad de uso y minimizando los riesgos y las consecuencias de posibles ataques mal intencionados. Todo ello debe conseguirse con la máxima eficiencia energética, disminuyendo al máximo las pérdidas de calefacción y los aportes caloríficos que aumentan los consumos de aire acondicionado.



**Foto 7.25.** Zona de escaparate con gran porcentaje de la envolvente ocupado por el acristalamiento. Fuente: propiedad del autor.

Los acristalamientos existentes hoy en día (tipo SGG CLIMALIT PLUS), permiten alcanzar valores de transmitancia térmica que suponen fuertes reducciones de las pérdidas energéticas frente a la solución tradicional de vidrios laminados. Igualmente, las capas altamente selectivas de control solar (tipo SGG COOL-LITE SKN) permiten reducciones de hasta el 50% de los aportes caloríficos directos por incidencia de la radiación solar frente a la misma solución convencional.

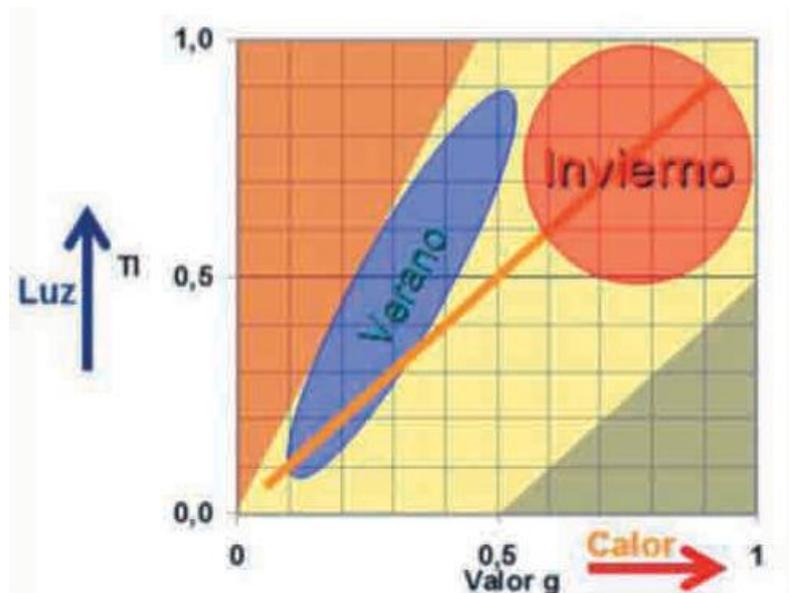
Las ganancias en eficiencia energética suponen pequeñas modificaciones en las condiciones de trasmisión luminosa pero que resultan perfectamente compatibles con los requisitos de la instalación comercial.

Siempre es aconsejable buscar un valor de U reducido para evitar la pérdida de calefacción y para evitar la entrada de calor cuando existe aire acondicionado. El salto térmico existe con 5 °C en el exterior y 20 °C en el interior y también con 35 °C en el exterior y aire acondicionado a 22 °C en el interior. El aislamiento con productos de baja U siempre será positivo para la reducción de la demanda energética. Cuando se reduce significativamente la transmitancia térmica resulta conveniente acompañarlo con una reducción importante del *Factor Solar* a fin de no incrementar el efecto invernadero producido por la entrada de radiación solar.

Como es lógico, los huecos con orientación norte no reciben radiación solar directa, por lo que los acristalamientos a instalar deben procurar la máxima *Transmisión Luminosa* y la menor transmitancia térmica, pero pueden ser más permisivos en su protección solar admitiendo mayor *Factor Solar*. Serán recomendables UVA con vidrios de ATR y que dejen pasar mucha luz.

En climas donde predominen las condiciones que se pueden considerar de invierno (fríos, nubosos, con veranos cortos y frescos), es aconsejable la instalación de productos de baja U y *Factor Solar* elevado, permitiendo los aportes solares durante gran parte del año. Normalmente estos climas disfrutan de veranos cortos con temperaturas suaves y que durante la noche refrescan suficientemente. La menor protección solar de verano se verá compensada por los mayores ahorros mediante aportes solares gratuitos en invierno. Respecto a los aportes luminosos se buscarán acristalamientos de alta *Transmisión Luminosa* (Fig. 7.25).

En aquellos climas (o escaparates) soleados donde a lo largo del año predomina una climatología que se puede considerar de verano (temperaturas suaves, días soleados, veranos largos y calurosos), deben instalarse acristalamientos dotados de un *Factor Solar* reforzado, inferior a 0,50 manteniendo valores de U reducidos. Considerando que los aportes luminosos, en función de orientaciones y tamaño de los huecos, serán elevados, puede considerarse válida la reducción de algunos puntos de *Transmisión Luminosa* primando una reducción del *Factor Solar*, como queda reflejado en la zona sombreada de azul de la Fig. 7.25. En este caso son aconsejables los vidrios de alta selectividad cuando se busquen grandes aportes de luz y estéticas muy neutras. En climas de mucho soleamiento puede ser necesario considerar sombreadamientos externos mediante voladizos, persianas, retranqueos o incluso pantallas acristaladas.



**Figura 7.25.** Criterio de selección de Factor Solar/Transmisión Luminosa.  
Fuente: Saint-Gobain Glass.

Con las premisas anteriores, el acristalamiento de concesionarios de automóviles debería contemplar dobles acristalamientos (tipo SGG CLIMALIT PLUS) con vidrios bajo emisivos de Aislamiento Térmico Reforzado, en cámara de 16 mm, y vidrios de control solar (tipo SGG CLIMALIT PLUS con SGG COOL-LITE SKN) en sus diferentes posibilidades en función del sol recibido por el escaparate.

Todo ello puede complementarse con laminas de las composiciones necesarias en función de las medidas para garantizar la seguridad física y la protección de los bienes expuestos.

La Tabla 7.10 recoge diferentes composiciones con todas sus prestaciones de *Transmisión Luminosa*, *Reflexión Luminosa*, *Transmitancia Térmica* y *Factor Solar*, de forma que puedan observarse las ganancias posibles respecto a la solución tipo SGG STADIP 1010.2, que se puede considerar tradicional.

**TABLA 7.10.** Comparativa de acristalamiento tradicional con soluciones ATR de SGG CLIMALIT PLUS.

| ACRISTALAMIENTO                               | TL (%) | RLe (%) | g    | (%) <sup>15</sup> | U (W/m <sup>2</sup> K) | (%) <sup>16</sup> |
|---|--------|---------|------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Vidrio monolítico 4mm                         | 90     | 8       | 0,87 | -30               | 5,7                    | -8                |
| SGG STADIP 1010.2                             | 83     | 8       | 0,67 | 0                 | 5,3                    | 0                 |
| SGG STADIP COOL-LITE ST 167 1010.2            | 67     | 13      | 0,58 | 13                | 5,3                    | 0                 |
| SGG STADIP COOL-LITE ST 150 1010.2            | 49     | 13      | 0,47 | 30                | 5,3                    | 0                 |
| SGG CLIMALIT 4/6/4                            | 82     | 15      | 0,77 | -15               | 3,3                    | 38                |
| SGG CLIMALIT 4/16/4                           | 82     | 15      | 0,78 | -16               | 2,7                    | 49                |
| SGG CLIMALIT 1010.2/16/66.2                   | 72     | 13      | 0,56 | 16                | 2,6                    | 51                |
| SGG CLIMALIT 66.2/16/44.2                     | 76     | 14      | 0,63 | 6                 | 2,6                    | 51                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16/44.2        | 48     | 17      | 0,25 | 63                | 1,3                    | 75                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16/44.2        | 57     | 15      | 0,31 | 54                | 1,3                    | 75                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16/44.2        | 65     | 11      | 0,38 | 43                | 1,3                    | 75                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 154 66.2/16 AR 90%/44.2 | 48     | 17      | 0,25 | 63                | 1,0                    | 81                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 165 66.2/16 AR 90%/44.2 | 57     | 15      | 0,30 | 55                | 1,0                    | 81                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 174 66.2/16 AR 90%/44.2 | 65     | 11      | 0,37 | 45                | 1,1                    | 79                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 054 66.2/16/44.2        | 51     | 18      | 0,26 | 61                | 1,3                    | 75                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 065 66.2/16 AR 90%/44.2 | 61     | 16      | 0,32 | 52                | 1,3                    | 75                |
| SGG CLIMALIT PLUS SKN 074 66.2/16 AR 90%/44.2 | 69     | 11      | 0,40 | 40                | 1,3                    | 75                |

(Capas de control solar SGG COOL-LITE en contacto con cámara de aire)

Las recomendaciones de acristalamiento que pueden realizarse deben responder a un análisis pormenorizado del edificio y del hueco en particular. Los condicionantes de zona geográfica, orientación, retranqueos, sombras arrojadas por voladizos o por edificios próximos, dimensiones del hueco y necesidades de vidrios que ofrezcan una seguridad de uso adecuada, e incluso el tipo de carpintería instalada con sus propiedades de galce, herrajes y pesos máximos que pueden soportar.

Por último, en las instalaciones realizadas con UVA sobre marcos hay dos requisitos que deben vigilarse al máximo:

- El calzado del vidrio va a permitir la correcta situación de éste en el galce y que se transmitan correctamente los esfuerzos recibidos. Por otra parte, per-

<sup>15</sup> Reducción de aportes solares respecto a la solución convencional tradicional SGG STADIP 1010.2.

<sup>16</sup> Reducción de la Transmitancia Térmica (pérdidas) respecto a la solución tradicional SGG STADIP 1010.2.

mitirá el correcto sellado de los acristalamientos dejando espacio suficiente entre marco y vidrios para que penetre suficientemente el sellante.

- El sellado de la UVA al marco debe realizarse por ambos lados, exterior e interior, impidiendo así la entrada de agua de lluvia o de lavado en el interior del galce. La acumulación de agua en el galce de forma prolongada produce el deterioro de las barreras de sellado y, consecuentemente, la pérdida de estanqueidad de la UVA.

Los marcos sobre los que se instalan los acristalamientos deben estar diseñados para ello y deben estar dotados de drenajes que permitan la evacuación de posibles infiltraciones en el mismo. A pesar de que el 70% del valor de transmitancia del cerramiento es consecuencia de la UVA instalada, no deben producirse grandes descompensaciones entre marco y vidrio siendo aconsejable que ambos respondan a las exigencias de aislamiento. Siempre es conveniente carpinterías aislantes o que presenten una mínima rotura de puente térmico.

Hoy en día existen diversas marcas de calidad voluntarias, como puede ser la marca N de AENOR, que certifican la conformidad de las UVA con sus respectivos reglamentos de calidad. Dichos reglamentos contemplan no sólo los requisitos de la norma de producto, sino otros muchos que afectan tanto al control de calidad del producto como a la propia gestión de los procesos desde el suministro de materias primas al almacenamiento y servicio. Es aconsejable solicitar este tipo de acreditaciones ya que una tercera parte independiente está avalando la calidad del producto instalado.



**Foto 7.26.** Concesionario de automóviles. Fuente: propiedad del autor.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASEFAVE, Saint-Gobain Glass, Aenor ediciones. 2006. "Manual de producto. Fachadas ligeras". AENOR. Madrid. ISBN: 84-8143-465-5.
- ASEFAVE, Saint-Gobain Glass, AENOR ediciones. 2005. "Manual de producto. Ventanas". AENOR. España ISBN: 84-8143-427-2.
- Saint-Gobain Glass. 2000. "Manual del Vidrio". Saint-Gobain Glass. Madrid.
- "Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos". Comunidad de Madrid. Dir. Gral. Industria, Energía y Minas – FENERCOM - Madrid, 2007.
- "Guía de Ahorro y Eficiencia Energética de Edificios de Viviendas". Comunidad de Madrid. Dir. Gral. Industria, Energía y Minas – FENERCOM - Madrid, 2007.
- IDAE (Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía). Septiembre, 2008. "Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios- Soluciones de Acristalamiento y Cerramiento Acristalado". Madrid. ISBN: 978-84-96680-40-1.
- Web Saint-Gobain Glass: [www.saint-gobain-glass.com](http://www.saint-gobain-glass.com).
- Web sGG CLIMALIT / sGG CLIMALIT PLUS: [www.climalit.es](http://www.climalit.es).
- "Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética". Comunidad de Madrid. Dir. Gral. Industria, Energía y Minas – FENERCOM - Madrid, 2012.

# Fichas técnicas de acristalamientos



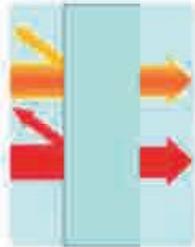
**SAINT-GOBAIN  
GLASS**



Centro de Información Técnica de Aplicaciones del Vidrio.  
**SAINT-GOBAIN CRISTALERIA**

Calumeni II 126  
lunes, 09 de diciembre de 2013  
Base de datos - SGG Spain

**Diseño del acristalamiento**



|              | Primer hoja     |
|--------------|-----------------|
| Capa         |                 |
| Capa         |                 |
| Primer hoja  | PLANILUX 4,00mm |
| Capa         |                 |
| Película     |                 |
| Capa         |                 |
| Segunda hoja |                 |
| Capa         |                 |

**SGG PLANILUX 4mm**

**Tamaños de fabricación**

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Espesor nominal | 4,0 mm                 |
| Peso            | 10,0 kg/m <sup>2</sup> |

**Emisividad**

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Emisividad exterior normal | 0,89 |
| Emisividad interior normal | 0,89 |

**Factores luminosos (EN410-2011)**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Transmitancia         | 90 % |
| Reflectancia exterior | 8 %  |
| Reflectancia interior | 8 %  |

**Factores energéticos (EN410-2011)**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Transmitancia         | 85 % |
| Reflectancia exterior | 8 %  |
| Reflectancia interior | 8 %  |
| Absorción A1          | 7 %  |

**Factor solar (EN410-2011)**

|                        |      |
|------------------------|------|
| g                      | 0,87 |
| Coefficiente de sombra | 1,00 |

**Transmisión térmica (EN673-2011) - II\* Respecto a la posición vertical**

|    |                           |
|----|---------------------------|
| Ug | 5,8 W/(m <sup>2</sup> .K) |
|----|---------------------------|



**CITAV**  
Saint-Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono : 91 397 2657  
Móvil : 91 397 2185  
Fax : 91 397 2185  
citav@saint-gobain.com

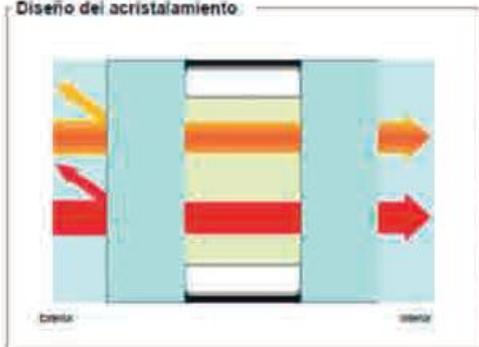
CALUMENI II es un programa de etiquetado de las principales prestaciones acústicas, térmicas y solares de los acristalamientos con puestas en la transmisión luminosa (T<sub>l</sub>) y factor solar (g) y la resistencia térmica (U<sub>g</sub>). Los valores facilitados por CALUMENI II son a título orientativo y bajo reserva de modificación.

Los datos están calculados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 (excepto Absorción A1) y EN 1096-4 y EN 1096-5 se pueden ser aplicadas como garantía de comportamiento de los acristalamientos en condiciones reales de uso. El usuario debe proporcionar siempre la información de control (presión y de forma) en especial la combinación de capas, juntas de diferente espesor y espesores, así como la distribución concreta de los acristalamientos instalados. Saint-Gobain declina cualquier responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de valores facilitados aquí para la impresión y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que le sean aplicables a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de dibujo y los símbolos de Calumeni II son sólo orientativos por TOY (Technical Quality - TQC quality) - Report 112208-11-22108.



**Diseño del acristalamiento**



|              | Primera hoja    | Segunda hoja    |
|--------------|-----------------|-----------------|
| Gas          |                 | Aire 6,00mm     |
| Capa         |                 |                 |
| Primera hoja | PLANILUX 4,00mm | PLANILUX 4,00mm |
| Capa         |                 |                 |
| Película     |                 |                 |
| Capa         |                 |                 |
| Segunda hoja |                 |                 |
| Capa         |                 |                 |

**SGG CLIMALIT 4 (6 aire) 4**

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 14.0 mm  
Peso : 20.0 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 82 %  
Reflectancia exterior : 16 %  
Reflectancia interior : 15 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 73 %  
Reflectancia exterior : 13 %  
Reflectancia interior : 13 %  
Absorción A1 : 8 %  
Absorción A2 : 6 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,77  
Coeficiente de sombrea : 0,89

**Transmisión térmica (EN673-2011) 0° Respecto a la posición vertical**

Ug : 3.3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Grupo de Vergara 132  
20061

Madrid

Teléfono :  
Movil :  
E-mail :  
c6au@stg-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

Calumen® II es un programa de vidrio de las principales prestaciones electrocromáticas y térmicas de los acristalamientos como pueden ser la transmisión selectiva (T<sub>s</sub>) y el factor solar (g) y la transmisión térmica (U<sub>g</sub>). Las ventajas de utilizar el vidrio Calumen® II son a largo plazo y bajo costo de instalación.

Este vidrio está diseñado según la norma EN 410-2011 y EN 673-2011 con las siguientes defensas en EN 1094-4 (EN 1094-4) no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El vidrio debe instalarse correctamente en la posición vertical de montaje prevista y de forma que asegure la unión de las capas, evitando el efecto de bombas y evitando, así como la dilatación térmica de la unión prevista.

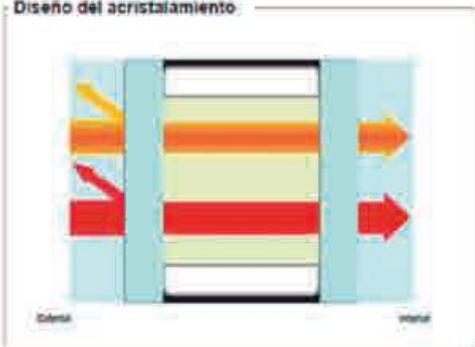
Saint-Gobain asume cualquier responsabilidad derivada de uso incorrecto de este programa. La responsabilidad de montaje vertical que la combinación de vidrio realizada es esta sobre la aplicación y el acristalamiento y cumplir con las especificaciones reglamentarias que le sean exigidas a nivel nacional, autonómico o local.

Las prestaciones de calidad y los resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality - TNO quality - Topol - ISO 9001-1-2008



Calumen® II está certificado  
ISO 9001-1-2008

Diseño del acristalamiento



SGG CLIMALIT 4 (16 aire) 4

|              | Primera hoja    | Segunda hoja    |
|--------------|-----------------|-----------------|
| Gas          |                 | Aire 16,00mm    |
| Capa         |                 |                 |
| Primera hoja | PLANILUX 4,00mm | PLANILUX 4,00mm |
| Capa         |                 |                 |
| Felícula     |                 |                 |
| Capa         |                 |                 |
| Segunda hoja |                 |                 |
| Capa         |                 |                 |

Tamaños de fabricación

Espeor nominal : 24,0 mm  
Peso : 20,0 kg/m<sup>2</sup>

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitancia : 82 %  
Reflectancia exterior : 15 %  
Reflectancia interior : 15 %

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitancia : 73 %  
Reflectancia exterior : 13 %  
Reflectancia interior : 13 %  
Absorción A1 : 8 %  
Absorción A2 : 8 %

Factor solar (EN410-2011)

g : 0,78  
Coeficiente de sombra : 0,99

Transmisión térmica (EN673-2011) - 2° respecto a la posición vertical

Ug : 2,7 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Prncipo de Vergara 112  
28002 Madrid

Teléfono :  
Móvil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

Calumeni II es un producto de vidrio de alta precisión óptica, térmica y acústica, diseñado para ser utilizado en aplicaciones de alta calidad. Este producto está diseñado para cumplir con los requisitos de rendimiento de los estándares de la industria y los requisitos de los clientes.

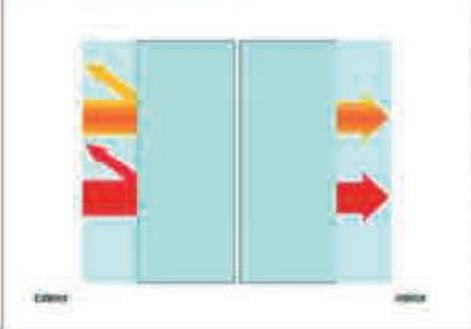
Este producto está diseñado según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las tolerancias definidas en las normas EN 1036-4 y EN 1036-5 no pueden ser utilizadas como garantía del cumplimiento de los requisitos de los estándares de la industria. El usuario debe asegurarse de verificar la conformidad con los estándares de la industria y de tener en cuenta la combinación de las variables de diseño como el espesor, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Saint-Gobain Glass no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no previsto de este producto. Es responsabilidad del usuario verificar que la transmisión de luz visible realizada en esta hoja de especificación y el uso previsto y compare con las especificaciones regulatorias que se aplican en el momento de la fabricación y con las especificaciones de la industria.

Los procedimientos de diseño y los resultados de Calumeni II han sido validados por TÜV Rheinland Quality - Report 1 02376 11 02755.



• Certificación ISO 9001  
• ISO 9001:2008

**Diseño del acristalamiento**



**SGG STADIP 1010.2**

|                | Primeras hojas       |
|----------------|----------------------|
| Gas            |                      |
| Capa           |                      |
| Primeras hojas | PLANILUX 10,00mm     |
| Capa           |                      |
| Felícula       | PVB standard 0,76 mm |
| Capa           |                      |
| Segunda hoja   | PLANILUX 10,00mm     |
| Capa           |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 20,8 mm  
Peso : 50,8 kg/m<sup>2</sup>

**Emisividad**

Emisividad exterior normal : 0,89  
Emisividad interior normal : 0,89

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 83 %  
Reflectancia exterior : 8 %  
Reflectancia interior : 8 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 59 %  
Reflectancia exterior : 6 %  
Reflectancia interior : 6 %  
Absorción A1 : 35 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,67  
Coeficiente de sombra : 0,77

**Transmisión térmica (EN673-2011)** - 0° Respecto a la posición vertical

Ug : 5,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
Móvil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 297 2957  
91 397 2105

CALUMEN® II es un producto de caluma de la familia de productos arquitectónicos arquitectónicos y permite de acristalamientos como pueden ser la transmisión térmica (Ug) el coeficiente solar (g) y el coeficiente de sombra (CS). Los valores indicados por CALUMEN® II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

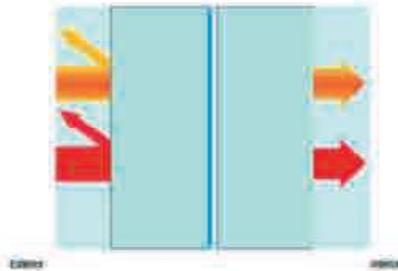
Estos valores están calculados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las dimensiones definidas en EN 1096-4 e ISO 9000. No pueden ser utilizadas como garantía de comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe necesariamente verificar la posibilidad real de cumplir con los valores indicados y de hecho, hay que tener en cuenta la composición de las capas, el tipo de adhesivo y el espesor, así como la distribución espacial de la transmisión realizada. Saint-Gobain declina cualquier responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la información de valores indicados es apta para el tipo de aplicación y el uso previsto y cumplir con las exigencias reglamentarias que le sean aplicables a sus productos, subproductos o bienes.

Los acristalamientos de caluma y sus productos, de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TNO quality - Report 11/03/08-15-23106



• Calumen® software  
verifies  
• EN 410-2011

**Diseño del acristalamiento**



**SGG STADIP COOL-LITE 150 1010.2**  
Capa embebida en laminar

|              | Primera hoja         |
|--------------|----------------------|
| Gas          |                      |
| Capa         |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 10,00mm     |
| Capa         | COOL-LITE ST 100     |
| Película     | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 10,00mm     |
| Capa         |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 20,8 mm  
Peso : 50,8 kg/m<sup>2</sup>

**Emisividad**

Emisividad exterior normal : 0,89  
Emisividad interior normal : 0,89

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 49 %  
Reflectancia exterior : 13 %  
Reflectancia interior : 9 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 34 %  
Reflectancia exterior : 10 %  
Reflectancia interior : 8 %  
Absorción A1 : 55 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,47  
Coeficiente de sombra : 0,54

**Transmisión térmica (EN673-2011) - D° Respecto a la posición vertical**

Ug : 5,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
Móvil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

Calumen® II es un producto de vidrio de alta tecnología (tratamiento espectroselectivo) y térmico de un acristalamiento como fuente de la transmisión luminosa (T<sub>v</sub>) y del coeficiente de transmisión térmica (U<sub>g</sub>). Los valores indicados por CALUMEN® II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

Este sistema está diseñado según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las dimensiones indicadas en EN 1094-4 y EN 1094-5 no pueden ser utilizadas como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. Si después de haber repetidamente verificado la calidad de los datos de control producidos y de haberlos comparado con los datos de los fabricantes de los productos de vidrio, el cliente debe repetidamente verificar la calidad de los datos de control producidos y de haberlos comparado con los datos de los fabricantes de los productos de vidrio.

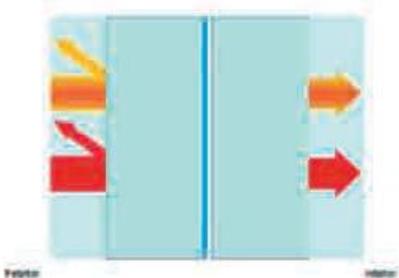
SAINT-GOBAIN declina cualquier responsabilidad derivada del uso no previsto de este producto. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de valores indicados es apta para la aplicación y el uso previsto y cumplir con los requisitos reglamentarios que le sean exigidos a nivel nacional. Autorizado a Italia.

Los procedimientos de diseño y de resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland GmbH / TNO quality - Report 1152/06-11-2010.



Calumen® II  
certificado  
por TÜV Rheinland

**Diseño del acristalamiento**



**SGG STADIP COOL-LITE 167 1010.2**  
Capa embebida en laminar

|              |                      |
|--------------|----------------------|
|              | Primera hoja         |
| Das          |                      |
| Capa         |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 10,00mm     |
| Capa         | COOL-LITE ST 167     |
| Folícula     | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 10,00mm     |
| Capa         |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 20,8 mm  
Peso : 50,8 kg/m<sup>2</sup>

**Emisividad**

Emisividad exterior normal : 0,89  
Emisividad interior normal : 0,89

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 67 %  
Reflectancia exterior : 13 %  
Reflectancia interior : 11 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 48 %  
Reflectancia exterior : 9 %  
Reflectancia interior : 8 %  
Absorción A1 : 43 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,58  
Coeficiente de sombra : 0,67

**Transmisión térmica (EN673-2011) -0° Respecto a la posición vertical**

Ug : 5,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002

Madrid

Teléfono:  
Móvil:  
Fax:  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

Column® es el programa de datos de las principales prestaciones técnicas y físicas de los acristalamientos como pueden ser la transmisión luminosa (T), el factor solar (g) y la transmisión térmica (U). Los valores basados en Column® II son a título indicativo y suponiendo de instalación.

Estos valores están basados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las condiciones definidas en EN 10964 e ISO 15099 no pueden ser utilizadas como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe responsabilizarse de verificar el cumplimiento real de cualquier prestación y de tomar las medidas de comprobación de calidad, ausencia de defectos, averías y reparaciones, así como la responsabilidad con respecto de la conformidad final.

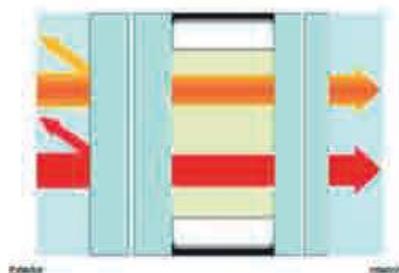
Saint-Gobain Glass no asume ninguna responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la información de datos publicados aquí para la aplicación y el uso previsto y conforme con las exigencias regulatorias que le sean aplicables a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de datos y los resultados de Column® II han sido verificados por TÜV Rheinland (certif. ISO 9001 - Report 1102897-1-13-05)



• Cumplimiento internacional  
• Certificado por ISO 9001

Diseño del acristalamiento



SGG CLIMALIT PROTECT 66.2 (16 aire) 44.2

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Aire 16,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Folícula     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |

Tamaños de fabricación

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitancia : 76 %  
Reflectancia exterior : 14 %  
Reflectancia interior : 14 %

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitancia : 54 %  
Reflectancia exterior : 10 %  
Reflectancia interior : 11 %  
Absorción A1 : 26 %  
Absorción A2 : 10 %

Factor solar (EN410-2011)

g : 0,63  
Coeficiente de sombra : 0,72

Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° Respecto a la posición vertical

Ug : 2,6 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint-Gobain Glass  
Calle de Vegara 137  
28002

Madrid

Teléfono :  
91 307 2057  
Fax :  
91 307 2105

91 307 2057  
91 307 2105

Calumen® es un programa de vidrio de las principales prestaciones acústico-termostáticas y térmicas de los acristalamientos como pueden ser la transmisión acústica (Ta) el factor solar (g) y la transmisión térmica (Ug). Los valores obtenidos por Calumen® se han obtenido en un laboratorio de acreditación.

Estos valores están calculados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las condiciones, aunque en EN 410-2011 pueden ser utilizadas como garantía de comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. Si quieres más información, contacta con la central de atención al cliente de Saint-Gobain Glass España. La central de atención al cliente, ubicada en diferentes zonas y lenguajes, así como la disponibilidad comercial de la central de atención al cliente.

Saint-Gobain garantiza cualquier reparación derivada de uso incorrecto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrio utilizado es la adecuada para el uso previsto y cumplir con los requisitos reglamentarios que le sean aplicables a nivel nacional, autonómico o local.

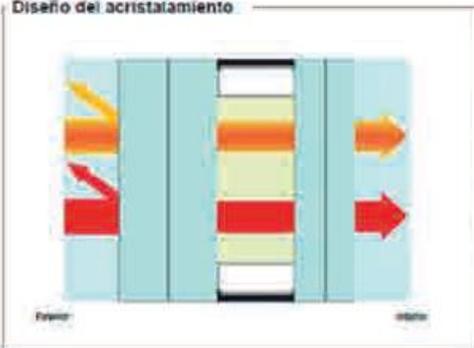
Los procedimientos de vidrio y los resultados de Calumen® han sido validados por TÜV Rheinland Quality / The quality - Report 110298 11-2010.



Elaboración software  
control

• ISO 9001:2008

Diseño del acristalamiento



|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Aire         |                      | Aire 10,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 10,00mm     | PLANILUX 6,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,70 mm | PVB standard 0,70 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 10,00mm     | PLANILUX 6,00mm      |
| Capa         |                      |                      |

SGG CLIMALIT PROTECT 1010.2 (16 aire) 66.2

Tamaños de fabricación

Espesor nominal : 49,5 mm  
Peso : 81,6 kg/m<sup>2</sup>

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitancia : 72 %  
Reflectancia exterior : 13 %  
Reflectancia interior : 14 %

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitancia : 45 %  
Reflectancia exterior : 9 %  
Reflectancia interior : 10 %  
Absorción A1 : 36 %  
Absorción A2 : 10 %

Factor solar (EN410-2011)

g : 0,56  
Coeficiente de sombra : 0,64

Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° Respecto a la posición vertical

Ug : 2,6 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Proceso de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
Movil :  
Fax :  
cta@saint-gobain.com

91 397 2957  
91 397 2105

Calumen® II es un programa de vidrio de alta protección selectiva energética y térmica de los acristalamientos con sustrato de laminado sintético (L), el taller solar (S) y la transmisión térmica (U). Los valores reflejados por Calumen® II son a nivel industrial y bajo reserva de modificación.

Este sistema está diseñado según la norma EN 410-2011 y EN 673-2011 con las películas reflectivas en PVB 0,70 y 1,00mm. No pueden ser utilizadas como garantía de comportamiento de los acristalamientos en condiciones frías de uso. El usuario debe proporcionar un nivel de protección de choque probado y de forma que permita la aplicación de capas, sustrato de óxido de estaño, alúmina y espejos, así como la disponibilidad suficiente de la estructura necesaria.

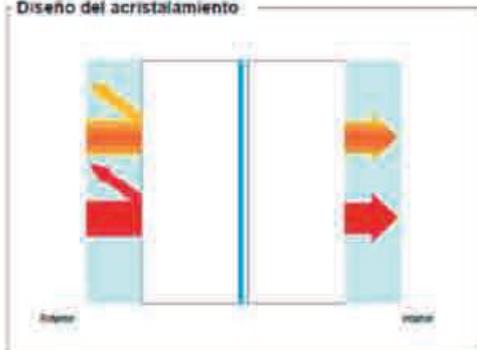
Saint Gobain acepta cualquier responsabilidad derivada del uso no previsto de este programa. Su responsabilidad no cubre ningún tipo de combinación de vidrio realizada en otro caso de aplicación y control con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de cálculo y los resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality - TUV quality - Report 11 002011-11-20100



Calumen® II certificado  
ISO 9001

**Diseño del acristalamiento**



**SGG STADIP COOL-LITE ST 050 1010.2 DIAMANT**  
Capa embebida en laminar

|              |                      |
|--------------|----------------------|
|              | Primera hoja         |
| Gase         |                      |
| Capa         |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 10,00mm      |
| Capa         | COOL-LITE ST 150     |
| Película     | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 10,00mm      |
| Capa         |                      |

**Tamaños de fabricación**

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Espesor nominal | 20,8 mm                |
| Peso            | 50,8 kg/m <sup>2</sup> |

**Emisividad**

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Emisividad exterior normal | 0,89 |
| Emisividad interior normal | 0,89 |

**Factores luminosos (EN410-2011)**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Transmitancia         | 52 % |
| Reflectancia exterior | 14 % |
| Reflectancia interior | 10 % |

**Factores energéticos (EN410-2011)**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Transmitancia         | 44 % |
| Reflectancia exterior | 12 % |
| Reflectancia interior | 9 %  |
| Absorción A1          | 44 % |

**Factor solar (EN410-2011)**

|                        |      |
|------------------------|------|
| g                      | 0,54 |
| Coefficiente de sombra | 0,62 |

**Transmisión térmica (EN673-2011)** - II° Respecto a la posición vertical

|    |                           |
|----|---------------------------|
| Ug | 5,3 W/(m <sup>2</sup> .K) |
|----|---------------------------|



|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
| CITAV<br>Saint Gobain Glass<br>Parque de Vega de 132<br>28032 Madrid | Teléfono :<br>Móvil :<br>Fax :<br>citav@saint-gobain.com | 91 397 2057<br>91 397 2105 |
|--|--|----------------------------|

Calumen® II es un programa de vidrio de alta privacidad, prestaciones ópticas térmicas y técnicas de los ambientes como juegan con la transmisión luminosa (TL), el factor solar (g) y la transmitancia térmica (Ug). Los valores facilitados por CALUMEN® II son a título indicativo y solo reserva de modificación.

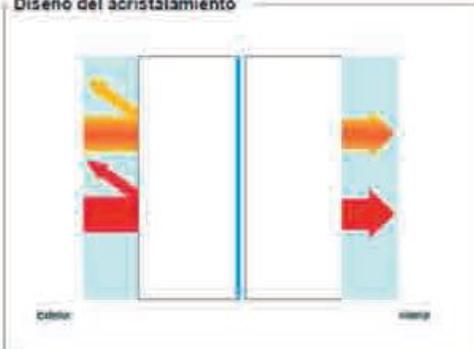
Estos valores están asociados según las normas EN 410 (2011) y EN 673-2011 con las condiciones definidas en EN 1096-4 a 200000 hJ/m<sup>2</sup> en un vidrio con un espesor nominal de 20,8 mm. El usuario debe asegurarse de verificar la posibilidad real de instalar productos y de forma muy especial la transmisión de calor, mediante el coeficiente de sombra y especialmente, en cuanto a la posibilidad concreta de la construcción realizada. Saint-Gobain declina cualquier responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa. De responsabilidad del usuario verificar que el suministrador de vidrio cumple con los datos de fabricación y el uso previsto y ajuste con las especificaciones técnicas que el vidrio cumple a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de vidrio y la realización de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TMC Quality - Report 1 9249-11-03729



• Certificación calumen® II  
• EN 410-2011 (2011)

**Diseño del acristalamiento**



**SGG STADIP COOL-LITE ST 007 1010.2 DIAMANT**  
Capa embudada en laminar

|              | Primera hoja         |
|--------------|----------------------|
| Bor          |                      |
| Capa         |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 10,00mm      |
| Capa         | COOL-LITE ST 107     |
| Felicit      | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 10,00mm      |
| Capa         |                      |

**Tamaños de fabricación**

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Espesor nominal | 20,8 mm                |
| Peso            | 50,8 kg/m <sup>2</sup> |

**Emisividad**

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Emisividad exterior normal | 0,89 |
| Emisividad interior normal | 0,89 |

**Factores luminosos (EN410-2011)**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Transmitancia         | 72 % |
| Reflectancia exterior | 13 % |
| Reflectancia interior | 12 % |

**Factores energéticos (EN410-2011)**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Transmitancia         | 62 % |
| Reflectancia exterior | 11 % |
| Reflectancia interior | 9 %  |
| Absorción A1          | 28 % |

**Factor solar (EN410-2011)**

|                        |      |
|------------------------|------|
| g                      | 0,68 |
| Coefficiente de sombra | 0,78 |

**Transmisión térmica (EN673-2011) - U<sup>v</sup> Respecto a la posición vertical**

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| U <sub>g</sub> | 5,3 W/(m <sup>2</sup> .K) |
|----------------|---------------------------|



|  |   |
|--|---|
| <b>CITAV</b><br>Saint Gobain Glass<br>Parque de Virginia 137<br>28003 Madrid | Teléfono :<br>91 307 2057<br>Fax :<br>91 307 2105<br>citav@saint-gobain.com |
|--|---|

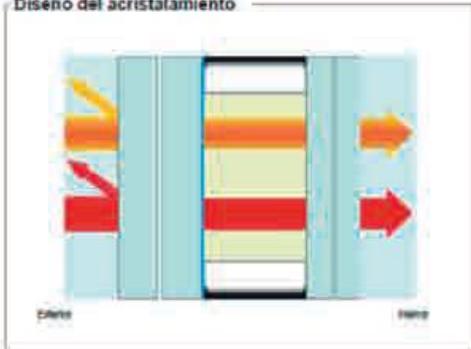
Calumen II es un programa de vidrio de las principales prestaciones: opaco, translúcido y térmico. De los acristalamientos como pueden ser la transmisión térmica (U<sub>g</sub>), el factor solar (g) y la reflectancia exterior (r<sub>e</sub>). Los valores facilitados por CALUMEN II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

Estos valores están basados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las condiciones definidas en EN 1096-4 y EN 1096-5. Pueden variar al estar como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe especialmente verificar la posibilidad real de controlar procesos y de tener muy presente la combinación de capas, sustituir de diferente color y espesor, así como la disposición comercial de la combinación realizada. Saint-Gobain Glass no se responsabiliza de los errores de interpretación de los datos. La responsabilidad del acristalamiento que se construya de vidrio realice es solo para el aplicador y el uso previsto y cumple con las Agencias gubernamentales que le sean aplicables a nivel nacional. Autonomía 0-1000.

Una certificación de calidad y la Realidad de Calumen II han sido validados por TÜV Rheinland Quality y TÜV SÜD - Report 110208-15-03102



**Diseño del acristalamiento**



**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 154 F2 66.2 (16air) 44.2**  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire.

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Aire 16,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         | COOLITE SKN 154      |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 48 %  
Reflectancia exterior : 17 %  
Reflectancia interior : 21 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 21 %  
Reflectancia exterior : 23 %  
Reflectancia interior : 31 %  
Absorción A1 : 54 %  
Absorción A2 : 2 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,25  
Coeficiente de sombra : 0,29

**Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° Respecto a la posición vertical**

Ug : 1,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



**CITAV**  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
Móvil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 397 2557  
91 397 2135

Calumen® II es el programa de vidrio de las principales instalaciones deportivas olímpicas y receptor de los subdesarrollados como pueden ser la transmisión y emisión (TI) al factor solar (g) y la transmisión térmica (U). Los valores facilitados por CALUMEN II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

Este vidrio está autorizado según las normas EN 115-2011 y EN 673-2011 con las características definidas en EN 1094-4 y EN 1094-5. El fabricante se reserva el derecho de modificar las características de los productos sin previo aviso. El usuario debe responsabilizarse de verificar la conformidad real de suministro producida y de mantenerse al día de la combinación de capas, sustratos de diferentes tipos y espesores, así como la disponibilidad comercial de la configuración realizada.

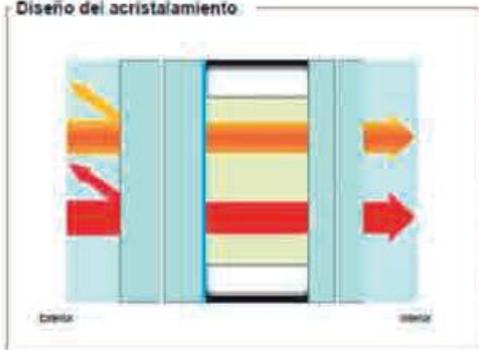
Saint-Gobain Glass se reserva el derecho de modificar los valores del vidrio fabricado en este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es adecuada para la aplicación y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que se leán aplicables a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de cálculo y los resultados de Calumen I son 800 unidades por 100 m<sup>2</sup> (según ISO 9001) - Report 110226-11-22105.



• Calumen® II  
• EN 115-2011

**Diseño del acristalamiento**



|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Aire 16,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         | COOL-LITE SKN 165    |                      |

**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 165 F2 66.2 (16air)  
44.2**

Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 37.5 mm  
Peso : 61.6 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 57 %  
Reflectancia exterior : 16 %  
Reflectancia interior : 16 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 26 %  
Reflectancia exterior : 23 %  
Reflectancia interior : 29 %  
Absorción A1 : 49 %  
Absorción A2 : 2 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,31  
Coeficiente de sombrea : 0,35

**Transmisión térmica (EN673-2011)** 0° Respecto a la posición vertical

Ug : 1,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28001

Madrid

Teléfono :  
Movil :  
E-Mail :  
c&v@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

Calumen® II es un programa de vidrio de las principales prestaciones electrocromáticas y térmicas de los acristalamientos como pueden ser la transmisión selectiva (T<sub>v</sub>) y el factor solar (g) y la transmisión térmica (U<sub>g</sub>). Los valores reflejados por Calumen® II son a nivel industrial y bajo reserva de modificación.

Este vidrio está diseñado según la norma EN 410-2011 y EN 673-2011 con las siguientes defensas en frío: 16% y 23% (0°C) no pueden ser utilizadas como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. Citav® debe proporcionar información adicional sobre las condiciones de control, pruebas y de finalización respecto a la aplicación de capas, métodos de montaje, etc., y respecto, así como a la disponibilidad limitada de la información necesaria.

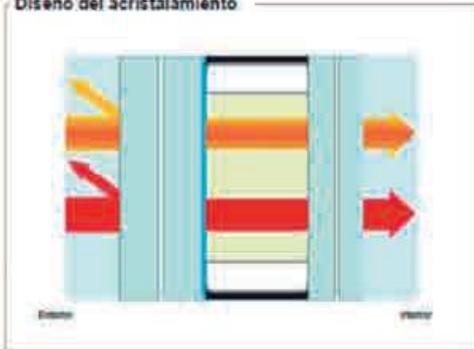
Saint-Gobain asume cualquier responsabilidad derivada de uso indebido de este programa. La responsabilidad de su uso recae sobre el usuario que la información de vidrio realizada es sólo para su información y control con los organismos reguladores que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de calidad y los resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality - TUV quality - Report 11-0229-11-21720



Calumen® II certified  
ISO 9001

**Diseño del acristalamiento**



**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 174 F2 66.2 (16air) 44.2**  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Aire 10,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Felícula     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         | COOL-LITE SKN 174    |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : **37,5 mm**  
Peso : **51,6 kg/m<sup>2</sup>**

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : **65 %**  
Reflectancia exterior : **11 %**  
Reflectancia interior : **12 %**

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : **32 %**  
Reflectancia exterior : **19 %**  
Reflectancia interior : **24 %**  
Absorción A1 : **46 %**  
Absorción A2 : **3 %**

**Factor solar (EN410-2011)**

g : **0,38**  
Coeficiente de sombra : **0,43**

**Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° respecto a la posición vertical**

Ug : **1,3 W/(m<sup>2</sup>.K)**



CITAV  
Saint Gobain Glass  
E-Grupo de Vergara 132  
48941

Madrid

Teléfono :  
Movil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

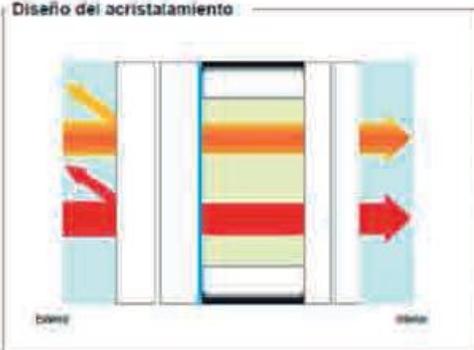
Calumen® II es un programa de vidrio de las principales prestaciones respecto a aislamiento de los ambientes interiores, pero también en la transmisión luminosa (TL) en todo el espectro visible y la transmisión térmica (Ug). Los valores facilitados por CALUMEN II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

Estos datos están asociados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las literales definidas en EN 1096-1 e ISO 9000 no pueden ser utilizadas como garantía del cumplimiento de los estándares en las condiciones reales de uso. Calumen® II debe utilizarse únicamente en las aplicaciones para las que está proyectado y se firma en el momento de la contratación de copias, sustitución de dibujos, cotas y especificaciones, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Saint-Gobain asume cualquier responsabilidad derivada del uso no previsto de este programa. La responsabilidad del usuario verificador que el acristalamiento de vidrio realizado es, así como el fabricante y el uso previsto y condiciones las empresas contratadas, que se están regidos a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de trabajo y los resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TNO quality - Report 113239-11-01020.



Diseño del acristalamiento



SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 054 F2 66.2 (16air)  
44.2 DIAMANT  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Aire 16,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         | COOL-LITE SKN 154    |                      |

Tamaños de fabricación

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitancia : 51 %  
Reflectancia exterior : 18 %  
Reflectancia interior : 22 %

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitancia : 24 %  
Reflectancia exterior : 33 %  
Reflectancia interior : 39 %  
Absorción A1 : 43 %  
Absorción A2 : 1 %

Factor solar (EN410-2011)

g : 0,26  
Coeficiente de sombra : 0,30

Transmisión térmica (EN673-2011) -0° Respecto a la posición vertical

Ug : 1,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Grupo de Vergara 132  
39007 Madrid

Teléfono :  
Movil :  
Fax :  
cfa@stg-saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

Calumen II es un producto de vidrio de alta protección energética, especialmente diseñado y fabricado para acristalamientos como pueden ser la transmisión térmica (Ug), el factor solar (g) y la transmisión térmica (L). Los valores indicados por CALUMEN II son a sus condiciones y bajo ausencia de modificación.

Este vidrio está diseñado según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011, así como también definida en EN 1094-4 y ISO9001, no pueden ser utilizadas como garantía del cumplimiento de los estándares en sus condiciones reales de uso. El usuario debe tener presente que existen las posibilidades de consumo (probada / de forma real) según la combinación de capas, sustrato de óxido de estaño y espesores, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada.

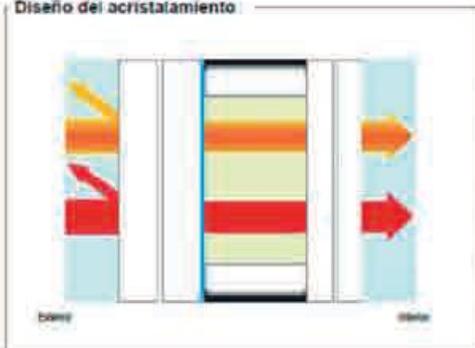
Saint-Gobain desliza cualquier responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizados, así como la aplicación y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles y/o nacionales, autorizados o no.

Los procedimientos de cálculo y los resultados de Calumen II han sido validados por TÜV Rheinland Group / TÜV quality - Report 115226-11-21/02



TÜV Rheinland  
Certified  
by TÜV Rheinland

Diseño del acristalamiento



SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 065 F2 66.2 (16air)  
44.2 DIAMANT  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Aire         |                      | Aire 10,00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         | COOL-LITE SKN 145    |                      |

Tamaños de fabricación

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitancia : 61 %  
Reflectancia exterior : 16 %  
Reflectancia interior : 17 %

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitancia : 29 %  
Reflectancia exterior : 32 %  
Reflectancia interior : 38 %  
Absorción A1 : 37 %  
Absorción A2 : 1 %

Factor solar (EN410-2011)

g : 0,32  
Coeficiente de sombra : 0,37

Transmisión térmica (EN673-2011) -2° Respecto a la posición vertical

Ug : 1,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
Movil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2185

Calumet® II es un programa de vidrio de la propiedad intelectual de Saint-Gobain y todos los derechos reservados. No se permite la reproducción o el uso no autorizado sin el consentimiento escrito de Saint-Gobain.

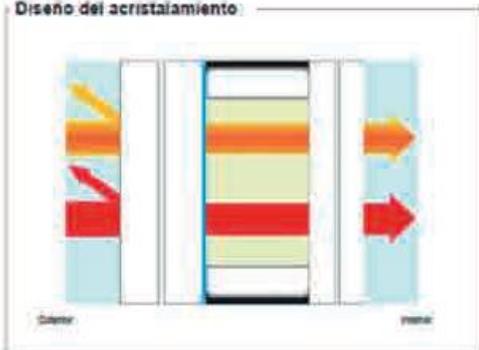
Este vidrio está diseñado según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con la finalidad de reducir el consumo de energía en edificios. No se garantiza el rendimiento de los cristales en condiciones reales de uso. El usuario debe tener en cuenta que el rendimiento de un cristal depende de la combinación de capas, espesores de película color y espesores, así como la distribución espacial de la temperatura. Saint-Gobain declina cualquier responsabilidad derivada del uso no autorizado de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la información de vidrio respaldada es correcta para su aplicación y el uso previsto y cumplir con la legislación reglamentaria que le sea aplicable a nivel nacional, autonómico o local.

El procedimiento de vidrio y los resultados de Calumet® II han sido validados por TÜV Rheinland GmbH / IBC Quality - Madrid / 118225-11-21-06



Calumet® II es un programa de vidrio de la propiedad intelectual de Saint-Gobain y todos los derechos reservados.

**Diseño del acristalamiento**



|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Aire 10.00mm         |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         | COOL-LITE SKN 174    |                      |

**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 074 F2 66.2 (16air)**  
**44.2 DIAMANT**  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 69 %  
Reflectancia exterior : 11 %  
Reflectancia interior : 12 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 37 %  
Reflectancia exterior : 27 %  
Reflectancia interior : 31 %  
Absorción A1 : 34 %  
Absorción A2 : 2 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,40  
Coeficiente de sombra : 0,46

**Transmisión térmica (EN673-2011) - 0°** Respecto a la posición vertical

Ug : 1,3 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002

Madrid

Teléfono :  
Móvil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 307 2657  
91 397 2105

Calumet II es un programa de vidrio de las principales prestaciones electrocromáticas y térmicas de los acristalamientos que pueden ser a transmisión luminosa (TL) o factor solar (g) y transmisión térmica (Ug). Los valores facilitados por CALUMET II son a 0° de inclinación y bajo reserva de modificaciones.

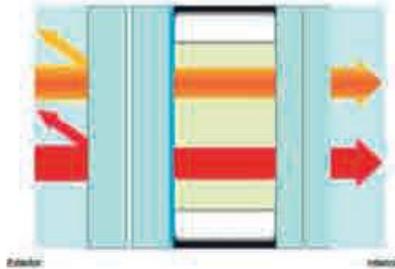
Este vidrio está sustruido según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las tolerancias definidas en EN 1096-4 y ISO 9010 no pueden ser usados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe necesariamente verificar la posibilidad de su combinación posterior y en forma más específica la combinación de capas, espesores de vidrio y espesores, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Saint-Gobain Glass no asume responsabilidad alguna de todo respecto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrio seleccionado aplica para la aplicación y el uso previsto y siempre con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de obtención y verificación de Calumet II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TNO quality - Report: 1.02288 AT 0709



Calumet II está certificado  
en ISO 9001:2008

**Diseño del acristalamiento**



**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 154 F2 66.2**  
(16Argon90%) 44.2  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Argon 90% 16,00mm    |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Felícula     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         | COOLITE SKN 154      |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 48 %  
Reflectancia exterior : 17 %  
Reflectancia interior : 21 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 21 %  
Reflectancia exterior : 23 %  
Reflectancia interior : 31 %  
Absorción A1 : 84 %  
Absorción A2 : 2 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,25  
Coeficiente de sombrea : 0,29

**Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° Respecto a la posición vertical**

Ug : 1.0 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint-Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
91 397 2657  
Fax :  
91 397 2105  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

CALUMEN® es un programa de vidrio de la principal producción europea de transparencia y técnica de los acristalamientos de triple hoja con la cámara central (T1) y la cámara exterior (E) y la transmitancia térmica (U). Los valores indicados por SGG para el uso y para indicar el tipo de vidrio y el tipo de modificación.

Estos valores están basados según el norma EN 410-2011 y EN 673-2011 con las condiciones definidas en EN 1094-4 e ISO 9000 no pueden ser utilizadas como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. Si cualquier otro comportamiento se requiere la consultación con el fabricante y de tener en cuenta la combinación de capas, sistemas de fijación, color y espesores, así como la durabilidad comercial de la combinación utilizada.

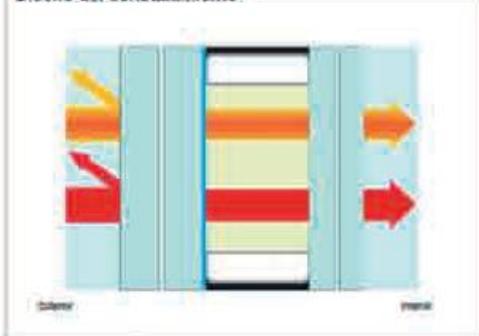
SAINT-GOBAIN declara cualquier responsabilidad derivada del uso no previsto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrio utilizado es adecuada para la aplicación y el uso previsto y cumplir con las exigencias regulatorias que se aplican a los productos. Autoconsumo o no.

Los procedimientos de vidrio y los resultados de Calumen® I han sido validados por TÜV Rheinland Quality - TNO quality - Report I 0294-1-0105



SAINT-GOBAIN  
CRISTALERIA

**Diseño del acristalamiento**



**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 165 F2 68.2**  
(16argon90%) 44.2  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Argon 90% 16,00mm    |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Felícula     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         | COOL-LITE SKN 195    |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 37,6 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 57 %  
Reflectancia exterior : 15 %  
Reflectancia interior : 16 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 26 %  
Reflectancia exterior : 23 %  
Reflectancia interior : 29 %  
Absorción A1 : 49 %  
Absorción A2 : 2 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,30  
Coeficiente de sombra : 0,35

**Transmisión térmica (EN673-2011) - 0°** Respecto a la posición vertical

U<sub>tj</sub> 1,0 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
91 307 2057  
91 307 2105  
citav@saint-gobain.com

91 307 2057  
91 307 2105

Calumendi II es un programa de vidrio de las principales prestaciones acústico-energéticas y térmico de un acristalamiento como pueden ser la transmisión sonora (T<sub>1</sub>) el factor solar (g) y la transmisión térmica (U<sub>tj</sub>). Los valores facilitados por SGG, CITAV y sus filiales, están a título informativo y bajo reserva de modificación.

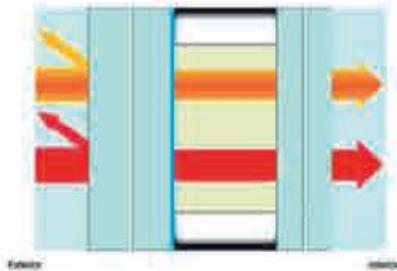
Los valores están calculados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 son las normas aplicables en España y se basan en un acristalamiento con un espesor de 37,6 mm. El usuario debe verificar la posibilidad de aplicar los datos facilitados en los casos de uso de los productos y de forma muy específica, la composición de capas, la elección de óxidos de color y espesores, así como la disposición concreta de la composición realizada. Saint Gobain no se responsabiliza de los errores de cálculo. La responsabilidad de los datos vertidos que se suministran de vidrio realizado en España es la del usuario y el usuario deberá cumplir con las regulaciones españolas que se aplican a los vidrios a base natural, laminados o tintados.

Los procedimientos de cálculo y los resultados de Calumendi II han sido validados por TÜV Rheinland Quality - TMC Quality - Report 1102911-1-0001



El fabricante garantiza  
la calidad de los  
productos.

Diseño del acristalamiento



SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 174 F2 66.2  
(16Argon90%) 44.2  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Argon 90% 16,00mm    |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         |                      |                      |
| Fórmula      | PVE standard 0,76 mm | PVE standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | PLANILUX 6,00mm      | PLANILUX 4,00mm      |
| Capa         | COOLITE SKN 174      |                      |

Tamaños de fabricación

Espesor nominal :: 37.5 mm  
Peso :: 51.6 kg/m²

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitancia : 65 %  
Reflectancia exterior : 11 %  
Reflectancia interior : 12 %

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitancia : 32 %  
Reflectancia exterior : 19 %  
Reflectancia interior : 24 %  
Absorción A1 : 46 %  
Absorción A2 : 3 %

Factor solar (EN410-2011)

g : 0,37  
Coeficiente de sombra : 0,43

Transmisión térmica (EN670-2011) -0° Respeto a la posición vertical

Ug : 1.1 W/(m².K)



CITAV  
Saint-Gobain Glass  
Dr. Diego de Vargas 132  
28002 Madrid

Teléfono :  
91 267 2657  
Fax :  
91 267 2105  
citav@saint-gobain.com

91 267 2657  
91 267 2105

Calumen® II es un programa de procesamiento de vidrio de alta precisión, prestaciones espectro-espectrales y técnicas de acristalamiento con capacidad de tratamiento térmico (T<sub>g</sub>) y de baja emisividad (e) y alta transmitancia térmica (t). Los valores reflejados por Calumen® II son a nivel estándar y bajo reserva de modificación.

Sólo cuando estén marcadas según las normas EN 410-2011 y EN 670-2011 con los indicadores reflejados en el símbolo y el código impreso en el vidrio como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe asegurarse de verificar la posibilidad real de sombreado producido y el tiempo real que se requiere para la instalación de dicho acristalamiento en las condiciones reales de uso.

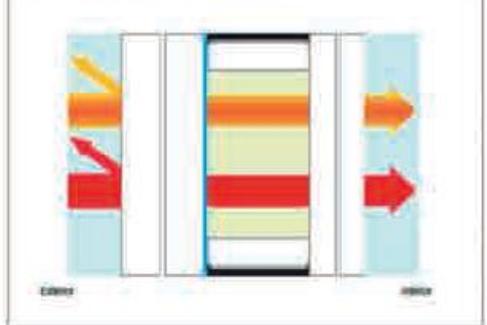
Saint-Gobain Glass acepta responsabilidad limitada en los términos de este programa. La responsabilidad en cuanto a efectos que la instalación de vidrio realizado en este caso o aplicación y el uso previsto y sujeto con las especificaciones operativas que se han expuesto a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de calidad y los resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TMC Quality - Report 11/0279-11-2100.



Calumen® II es un programa de procesamiento de vidrio de alta precisión, prestaciones espectro-espectrales y técnicas de acristalamiento con capacidad de tratamiento térmico (T<sub>g</sub>) y de baja emisividad (e) y alta transmitancia térmica (t).

**Diseño del acristalamiento**



**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 065 F2 66.2**  
**(16argon90%) 44.2 DIAMANT**  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Argon 90% 16,00mm    |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         |                      |                      |
| Película     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         | COOL-LITE SKN 165    |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : **37,5 mm**  
Peso : **51,6 kg/m²**

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : **61 %**  
Reflectancia exterior : **16 %**  
Reflectancia interior : **17 %**

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : **29 %**  
Reflectancia exterior : **32 %**  
Reflectancia interior : **38 %**  
Absorción A1 : **37 %**  
Absorción A2 : **1 %**

**Factor solar (EN410-2011)**

g : **0,32**  
Coeficiente de sombra : **0,37**

**Transmisión térmica (EN673-2011) -0° Respecto a la posición vertical**

Ug : **1,0 W/(m².K)**



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002 Madrid

Teléfono /  
Móvil :  
Fax :  
citav@saint-gobain.com

91 397 2657  
91 397 2105

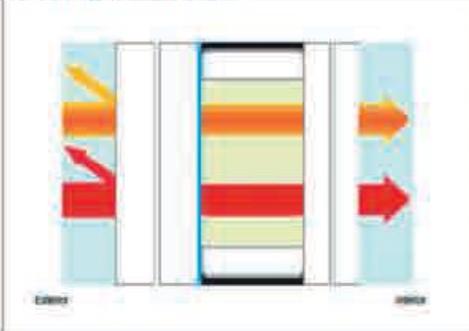
CALUMEN® II es un programa de vidrio de alta protección energética y térmica de la arquitectura curva presentando el sistema laminado (P+V) el factor solar (g) y la transmisión térmica (Ug). Los valores factuales por CALUMEN® II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

ESTOS VALORES SON CÁLCULOS según el método EN 410-2011 y EN 673-2011 con los parámetros definidos en EN 1096-4 e EN 1096-5 no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe tener en cuenta la posibilidad de variar la configuración de los vidrios y la forma muy superior la configuración de vidrio, material de diferente color y espesor, así como la disponibilidad actual de la combinación realizada. Saint-Gobain declara máxima responsabilidad respecto del uso correcto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es apta para la aplicación y el uso previsto y cumplir con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico y local.

Los procedimientos de cálculo y los resultados de Calumen® II son sólo válidos por TUV Rheinland Quality / TNO quality - Report 110228/11-2010



**Diseño del acristalamiento**



**SGG CLIMALIT PLUS PROTECT SKN 065 F2 66.2**  
(16Argon90%) 44.2 DIAMANT  
Capa en cara 2 en contacto con cámara de aire

|              | Primera hoja         | Segunda hoja         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Gas          |                      | Argon 90% 16,00mm    |
| Capa         |                      |                      |
| Primera hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         |                      |                      |
| Folícula     | PVB standard 0,76 mm | PVB standard 0,76 mm |
| Capa         |                      |                      |
| Segunda hoja | DIAMANT 6,00mm       | DIAMANT 4,00mm       |
| Capa         | COOL-LITE SKN 165    |                      |

**Tamaños de fabricación**

Espesor nominal : 37,5 mm  
Peso : 51,6 kg/m<sup>2</sup>

**Factores luminosos (EN410-2011)**

Transmitancia : 61 %  
Reflectancia exterior : 16 %  
Reflectancia interior : 17 %

**Factores energéticos (EN410-2011)**

Transmitancia : 29 %  
Reflectancia exterior : 32 %  
Reflectancia interior : 38 %  
Absorción A1 : 37 %  
Absorción A2 : 1 %

**Factor solar (EN410-2011)**

g : 0,32  
Coeficiente de sombra : 0,37

**Transmisión térmica (EN673-2011) -0° Respecto a la posición vertical**

Ug : 1,0 W/(m<sup>2</sup>.K)



CITAV  
Saint Gobain Glass  
Príncipe de Vergara 132  
28002

Madrid

Teléfono /  
Móvil :  
Fax :  
cif.av@saint-gobain.com

91 397 2637  
91 397 2105

CALUMEN® II es un programa de vidrio de alto rendimiento energético-bienestar y térmico de acristalamiento con un vidrio en la cámara de aire (16 Argon 90%) y la transmitancia térmica (Ug) los valores facilitados por CALUMEN® II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

Estos valores están calculados según la norma EN 410-2011 y EN 673-2011 (en sus versiones definitivas en EN 410-4 y EN 673-4) no pueden ser utilizadas como garantía de comportamiento de los acristalamientos en las condiciones reales de uso. El usuario debe independientemente verificar la posibilidad real de control productivo y de forma muy especial la adaptación de estas soluciones de diferente color y espesores, así como la disponibilidad suficiente de la certificación necesaria.

Saint-Gobain acepta cualquier responsabilidad derivada del uso correcto de este programa. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es apta para la aplicación y el uso previsto y solicitar por las empresas representativas que se sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local.

Los procedimientos de diseño y los resultados de Calumen® II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TÜV quality - Report 11020/11-2010



Calumen® II certificado  
16 Argon 90% 16,00mm



# Eficiencia y ahorro en el uso del espacio de almacenamiento, estacionamiento y exposición de vehículos

## 8.1. Introducción

En los concesionarios de automóviles son muchos los campos de oportunidad para la eficiencia. En ellos se desarrolla una compleja actividad comercial pre-venta, venta y post-venta, que incluye servicios logísticos, de almacenamiento, de exposición, de venta, de entrega y recepción de producto, de mantenimiento, etc. Algunos de estos servicios se prestan mediante actividades en zonas restringidas, a veces cara al público y muchas veces con la participación activa del cliente.

Los concesionarios de automóviles son el emblema de la imagen corporativa y de comunicación de las marcas automovilísticas, el elemento visible a escala urbana lejana y media, y el instrumento de la comunicación de los valores que cada marca quiere asociar a sus productos. Los edificios de los concesionarios son el ámbito de identificación de los clientes con las marcas, y para que esta comunicación sea atractiva al máximo, las empresas concesionarias no ahorran recursos en sus edificios para que la calidad de la exposición de los vehículos sea óptima y su atractivo creciente, en un proceso continuo de renovación.

La idea de un concesionario de automóviles evoca en los ciudadanos imágenes de amplios edificios, modernos y vidriados, atractivas y transparentes vitrinas de vehículos y soporte de la marca, expuestas sobre todo a la vista, a la máxima visibilidad y presencia desde el exterior. En el interior, confortables, espaciosos, muy bien iluminados para ver y sentir las texturas y los colores y entender y apreciar la geometría y las formas. Limpios y ventilados, para sentir el olor de los materiales. Bien conectados, llenos de tecnología de información en tiempo real, con una atención y apoyo directo a la información mediante una asistencia personalizada de personal comercial especializado. Transparentes hacia modernos espacios de trabajo para el equipo técnico, comercial y financiero. Vinculados a modernos y espaciosos talleres, abiertos, limpios y bien organizados. Rodeados de espacios

bien ordenados de estacionamiento para el público y el personal, espacios para la recogida y entrega de vehículos y para su almacenamiento. Zonas para escenificar el rito de la entrega de un nuevo vehículo al cliente, para demostraciones comerciales, eventos y exposiciones especiales.



**Figura 8.1.** La exposición y venta de vehículos es un vector clave de la comunicación y la imagen pública del sector automovilístico, en la que se invierten cuantiosos recursos. La oportunidad de eficiencia en el sector es muy importante. Pabellón BMW en el Salón del Automóvil de Barcelona (1997). Vistas del exterior con una envolvente bioclimática, y vistas de los amplios espacios interiores. Instituto Europeo de Innovación, IEI. Luis de Pereda. Arquitecto.

Tan complejas e interesantes como la operativa de los concesionarios son las oportunidades de eficiencia para conseguir más calidad ambiental y operativa y menos consumo de recursos:

- La envolvente de los concesionarios es un poderoso recurso de imagen y comunicación corporativa, perfectamente compatible control solar sobre las superficies vidriadas, el aislamiento, la estanqueidad y el aprovechamiento bioclimático, que además de ahorrar enormes cantidades de energía, son un exponente visible de eficiencia y modernidad, valores muy automovilísticos.

- La renovación del aire y el control de su calidad higrotérmica en los amplios espacios de los concesionarios es un factor importante de consumo, muy atenuado si se realiza con sistemas eficientes de recuperación de energía y pretratamiento térmico del aire.
- La utilización de sistemas integrados de calefacción y refrigeración radiante, de baja temperatura, asegura el confort en los grandes espacios de exposición, en los talleres y en las oficinas. Actúa sobre la zona y en la altura en que se realizan las actividades humanas y la exposición de vehículos, y reduce drásticamente los volúmenes de aire, el ruido y las corrientes generadas por los habituales, caros e ineficientes sistemas aire-aire.
- La incorporación de energías recuperadas y renovables, aplicadas a la climatización y al calentamiento de agua en talleres, baños, vestuarios, etc.
- El aprovechamiento de luz natural y la gestión y control del funcionamiento variable de las instalaciones de iluminación artificial, dotadas de dispositivos eficientes de larga vida y bajo consumo.
- El control operativo en los distintos escenarios de uso de los concesionarios, orientado al cumplimiento de los parámetros de calidad ambiental y operativa con el mínimo consumo.



**Figura 8.2.** La imponente presencia de los más modernos concesionarios actuales, muy acristalados y amplios, plantea un reto al control de la energía, la luz, el sonido y el uso del espacio. Concesionario BMW. Madrid Las Tablas. Rafael de la Hoz Arquitectos.

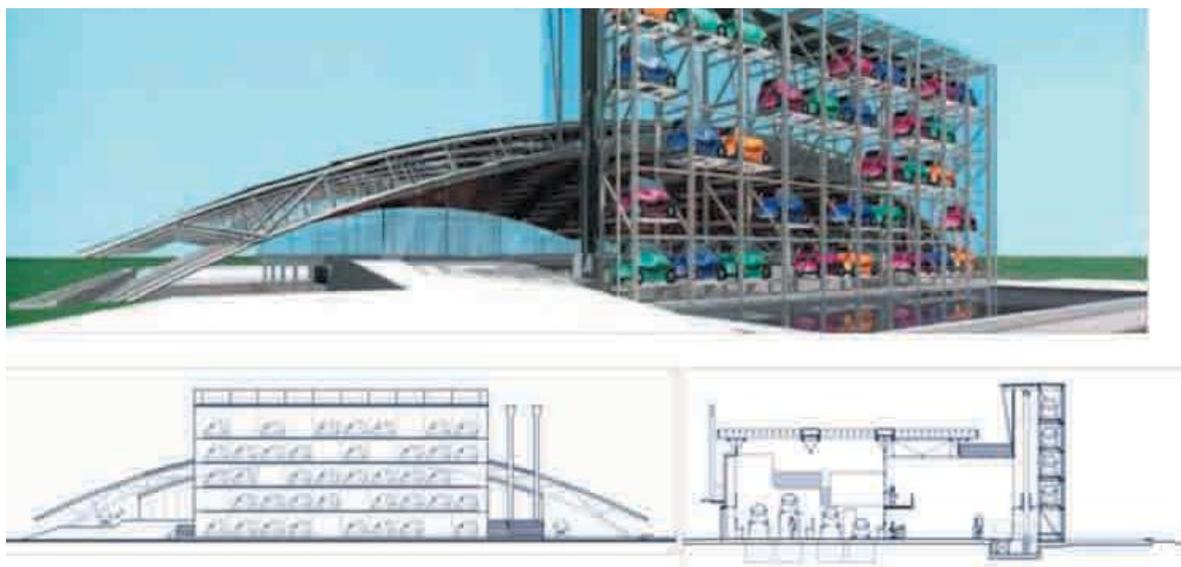
Hay un campo de recuperación y aprovechamiento complementario de recursos muy valiosos e incluso escasos y que permite la agregación directa de valor y rentabilidad a los concesionarios de automóviles. Estamos hablando del aprovechamiento del espacio y la mejora de la gestión del espacio.

La disponibilidad de espacio determina en los concesionarios de automóviles aspectos fundamentales relacionados con la calidad de la exposición, la ampli-

tud del negocio, los costes de gestión, la efectividad del trabajo, e incluso la capacidad de comercializar de manera efectiva gamas más completas.

La utilización de sistemas mecánicos de estacionamiento está destinada a multiplicar el rendimiento del negocio concesionario mediante la mejora de la capacidad de almacenamiento y gestión del stock de recepción de vehículos, a facilitar estacionamiento a los clientes y a los empleados, a aumentar la capacidad propia del edificio del concesionario habilitando espacios infrutilizados y a aumentar la capacidad de los talleres.

Siendo la utilización de estos recursos muy antigua, hay un punto de inflexión en la integración de todas las necesidades de almacenamiento de vehículos, gestión de vehículos, estacionamiento, exhibición y proyección de imagen de marca. En el año 1995, la oficina del Arquitecto Alfredo Arribas gana el primer premio en el concurso restringido convocado por MCC Micro Car Concept (Mercedes Benz & Swatch) para el diseño del Prototipo para el Show Room y Talleres para albergar el nuevo concepto para el coche Smart.



**Figura 8.3.** Pionero en la integración de producto, imagen, tecnología, arquitectura y tecnología de estacionamiento mecánico, la propuesta realizada por el Arquitecto Alfredo Arribas en el año 1995 supone una transformación radical de la presencia y la imagen de los concesionarios de automóviles en el paisaje urbano. Vista, alzado y sección de la propuesta ganadora del concurso.

Fuente: [www.alfredoarribas.com](http://www.alfredoarribas.com)

La creación del Arquitecto Arribas no sólo ha sido la imagen emblemática de la marca MCC y del producto Smart en más de 100 implantaciones de concesio-

narios a escala mundial; ha sido el modelo de cientos de actuaciones de distintas marcas en concesionarios, museos del automóvil, centros de servicios al cliente, talleres, centros comerciales, etc.



**Figura 8.4.** Más de 100 implantaciones en todo el mundo del concepto de Show Room y Talleres para el vehículo Smart, han demostrado la fuerza y la eficacia de un concepto que soporta todo tipo de variantes, formas e implantaciones, sin perder su intensidad.

En este capítulo se realiza un breve sumario de las amplias posibilidades que en el ámbito de la eficiencia, con toda su extensión, es posible abordar recurriendo al desarrollo de soluciones innovadoras que instrumentalizan la técnica y la tecnología de los sistemas de estacionamiento mecánico.

## 8.2. Tecnología y sistemas de estacionamiento mecánico

En este contexto, la utilización de sistemas mecánicos de aparcamiento supone la aportación de una herramienta tecnológica para el desarrollo de soluciones

innovadoras adecuadas a la demanda de sostenibilidad y eficiencia en el sector profesional de los concesionarios.

Las tecnologías mecánicas de estacionamiento cumplen, a principios del siglo <sup>XXI</sup>, casi cien años de historia y han sido extensamente implantadas en muchos países de nuestro entorno desde hace más de cincuenta años. Estados Unidos, Japón, Alemania o Italia cuentan con cientos de miles de plazas de aparcamiento resueltas con estos sistemas, y cientos de concesionarios y edificios vinculados a la exposición de automóviles están equipados con estos dispositivos.

Se trata de una tecnología sencilla experimentada y fiable en cuanto se refiere a su componente mecánica y de última generación en cuanto a la aplicación de sistemas electrónicos e informáticos a su gestión y mantenimiento. Su evolución ha ido enriqueciendo el repertorio de soluciones a lo largo de un siglo, con variantes y sistemas cada vez más flexibles, fiables, autónomos y adecuados al desarrollo de soluciones de fácil implantación dentro y fuera de los edificios.

Soluciones verdaderamente innovadoras y a la vez experimentadas, fundamentadas en la compactación del espacio y la automatización parcial o total de los procesos de estacionamiento, y especialmente efectivas en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad porque hacen posible:

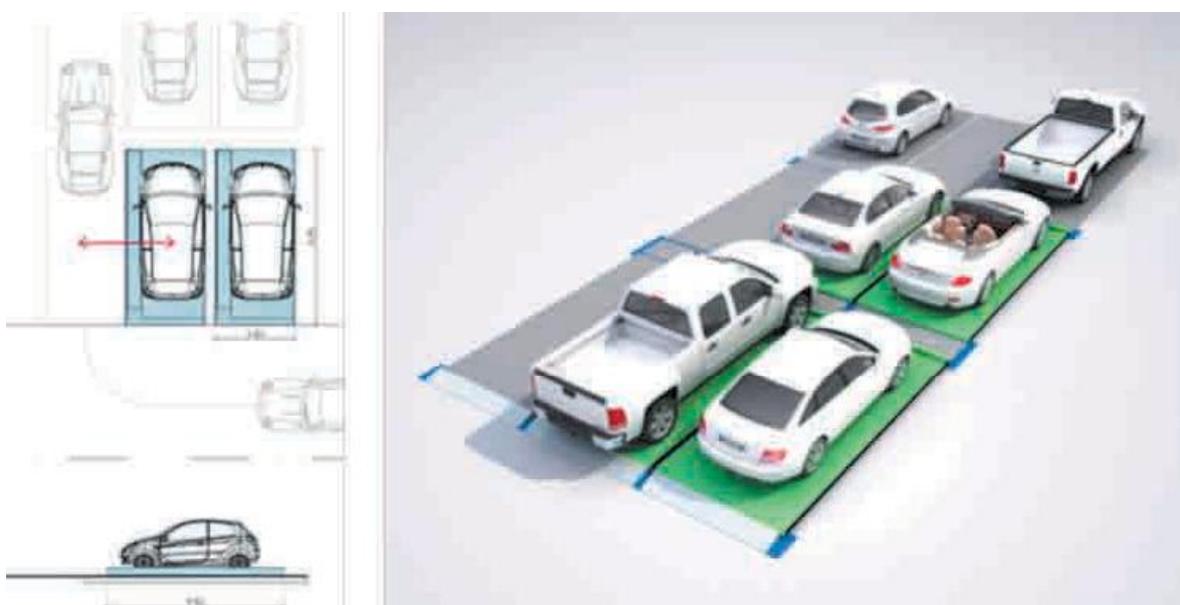
- La reducción del impacto producido por la ocupación del suelo.
- La implantación en la edificación existente.
- La reducción del consumo de materiales de construcción y por extensión de la energía consumida en su producción, transporte y puesta en obra.
- La reducción del consumo energético en los procesos operativos de estacionamiento.
- La reducción del coste de mantenimiento.
- La seguridad y calidad en el almacenamiento de los vehículos.

La tecnología aplicable al desarrollo de estacionamientos mecánicos en concesionarios de automóviles se caracteriza por ser abierta y flexible, capaz de resolver cada uno de los distintos usos previsibles en un concesionario de automóviles individualmente o integrándolos todos: almacenamiento de vehículos, exposición de vehículos, estacionamiento de clientes, estacionamiento de empleados, gestión de estacionamiento en talleres, gestión de entrega de vehículos a clientes, etc. Con un repertorio sencillo de sistemas se dispone de una amplia caja de herramientas con dispositivos que, combinados, permiten crear aparcamientos a la

medida, según los requerimientos específicos de cada situación: ubicación, usos, usuarios, normativa, coste y rentabilidad.

### 8.2.1. Sistemas semiautomáticos para la compactación horizontal del espacio de aparcamiento

Se trata de sencillos sistemas de plataformas móviles, deslizantes o giratorias, que permiten aprovechar espacios disponibles en aparcamientos existentes o planificar nuevas instalaciones con dobles o triples filas de aparcamiento.



**Figura 8.5.** Esquemas en planta y sección de plataformas deslizantes con movimiento lateral.

### 8.2.2. Sistemas semiautomáticos para la compactación vertical y horizontal del espacio de aparcamiento

Se trata de sistemas mecánicos que permiten el apilamiento de vehículos en dos, tres o cuatro alturas sobre el nivel de acceso, y hasta tres alturas bajo el nivel de acceso, para un apilamiento entre 2 y 7 vehículos en altura.

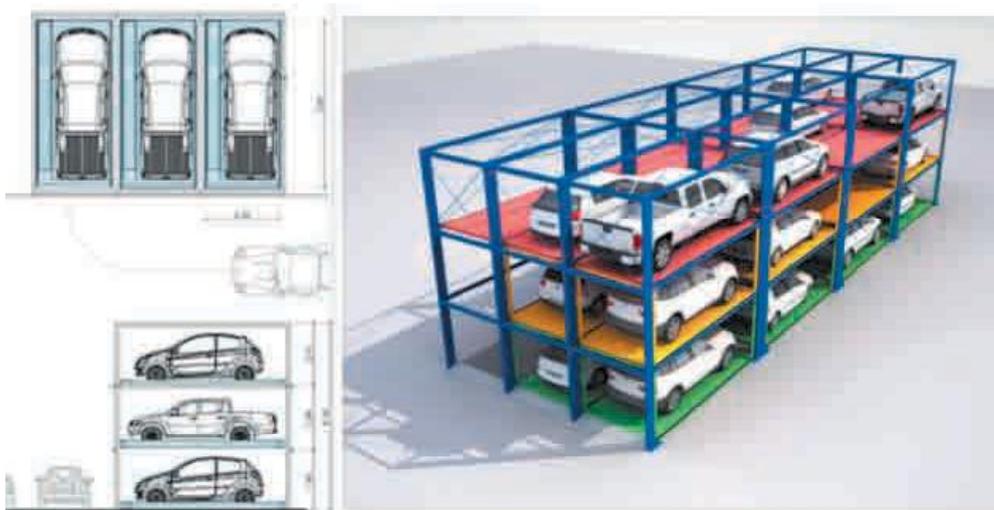
Permiten también crear varias filas independientes, una tras otra, de plazas de estacionamiento. Su condición de semiautomáticos la determina el hecho de que los usuarios accedan y circulen en el aparcamiento por medios convencionales, como

en un aparcamiento convencional, y sean ellos mismos los que estacionen su vehículo introduciéndolo en estos dispositivos situados dentro del aparcamiento, accediendo por su frente y saliendo bien por el mismo lugar de acceso circulando hacia atrás, o bien saliendo por el lado contrario del sistema circulando hacia delante.

Los sistemas de apilamiento de vehículos con acceso y salida individual y configuración variable en múltiples filas y columnas constituyen la familia más avanzada de sistemas semiautomáticos de aparcamiento. Se trata de sistemas mecánicos sencillos que combinan el desplazamiento vertical de las plataformas de los vehículos apilados en el nivel superior, cuyo movimiento de elevación y descenso se resuelve con dispositivos hidráulicos, con el desplazamiento horizontal de las plataformas de los vehículos situados en el nivel de acceso, resuelto con pequeños motores eléctricos. Las plataformas situadas en niveles intermedios se acoplan a las superiores o a las inferiores para desplazarse en vertical y horizontal, y combinar todos los movimientos que permiten la compactación de los espacios disponibles, permitiendo que cualquiera de los vehículos, en cualquier altura y en cualquier fila, tenga acceso y salida independiente.

Los sistemas semiautomáticos de apilamiento con salida individual se pueden disponer uno tras otro para crear bloques compactos y ultra compactos de estacionamiento con un enorme rendimiento en el aprovechamiento del espacio.

Hay una multitud de posibles configuraciones modulares derivadas de la combinación de los modelos básicos, lo que permite adaptar el estacionamiento mecánico al espacio disponible con el máximo rendimiento.



**Figura 8.6.** Esquemas y vista de un sistema semiautomático con apilamiento triple y salida individual de los vehículos. Configuración en 3 columnas y 4 filas.

Los sistemas semiautomáticos de estacionamiento más avanzados están concebidos para un rápido montaje y desmontaje, para ser instalados con el mínimo de obra civil de acondicionamiento del terreno o el pavimento existente, para alojar vehículos de grandes dimensiones y pesos, y para integrarse con los sistemas de gestión de estacionamiento, gestión de stock, gestión de la rotación automática de la exposición, o cualquier otro sistema de gestión profesional, dado que integra una arquitectura abierta de gestión de información y comunicaciones.

En la configuración conjunta de varios sistemas mecánicos para resolver un estacionamiento en un concesionario, cada módulo independiente permite el acceso o salida de un vehículo por minuto simultáneamente a los otros módulos, lo que los hace muy rápidos y de alta respuesta a la simultaneidad de uso y la coincidencia de los usuarios.

El impacto en términos de consumo eléctrico es muy bajo, cada operación de entrada o salida tiene un consumo eléctrico distinto en función de la ubicación del vehículo dentro del sistema. Los consumos totales por operación oscilan entre 0,007 y 0,4 kWh, es decir un coste aproximado entre 0,98 y 6 céntimos de euro por movimiento. Los costes integrados de consumo eléctrico y costes de limpieza y mantenimiento, por plaza, para este tipo de sistemas son aproximadamente el 50% de los costes de consumo por alumbrado y mantenimiento de un estacionamiento convencional.

En su aplicación en los concesionarios de automóviles, las tecnologías semiautomáticas son una alternativa de altas prestaciones y bajo coste a los estacionamientos convencionales. Respecto a las tecnologías robotizadas en torre, pueden plantear muy interesantes alternativas, de más bajo coste y más sencillo mantenimiento.

**TABLA 8.1.** Características tipo de los sistemas semiautomáticos de estacionamiento con apilamiento en varios niveles y acceso y salida individual de los vehículos.

| <b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE ESTACIONAMIENTO SEMIAUTOMÁTICOS</b> |                               |                             |
|--|-------------------------------|-----------------------------|
| <b>VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA VEHÍCULOS</b>   |                               |                             |
| ANCHO MÁXIMO DE VEHÍCULO   | 2,2                           | metros                      |
| LARGO MÁXIMO DE VEHÍCULO   | 5,1                           | metros                      |
| ALTURA MÁXIMA DE VEHÍCULO  | 2,0                           | metros                      |
| PESO MÁXIMO DE VEHÍCULO  | 2700                          | kilogramos                  |
| <b>DIMENSIONES DE PALETA ESTÁNDAR</b>  |                               |                             |
| ANCHO DE PALETA ESTÁNDAR   | 2,5                           | metros                      |
| LARGO DE PALETA ESTÁNDAR   | 5,1                           | metros                      |
| <b>COMPACIDAD CON UNA CALLE DE ACCESO DE 8 METROS</b>  |                               |                             |
| RATIO SUPERFICIAL  | 6,63                          | metros <sup>2</sup> / plaza |
| RATIO VOLUMETRICO  | 44,77                         | metros <sup>3</sup> / plaza |
| <b>TIEMPOS DE RETIRADA DEL VEHÍCULO</b>  |                               |                             |
| PALETA INFERIOR  | 0-15                          | segundos                    |
| PALETA MEDIA   | 30-45                         | segundos                    |
| PALETA SUPERIOR  | 60-75                         | segundos                    |
| TIEMPO MÁXIMO DE VACIADO DEL MÓDULO  | 6                             | minutos                     |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRICIDAD A CONTRATAR</b>  |                               |                             |
| TIPO DE SUMINISTRO   | TRIFÁSICO - NORMA IEC 60906-1 |                             |
| TENSIÓN  | 220                           | V                           |
| FRECUENCIA   | 1                             | Hz                          |
| <b>POTENCIA INSTALADA EN EQUIPOS POR MÓDULO</b>  |                               |                             |
| SISTEMA HIDRAULICO - MOVIMIENTO VERTICAL   | 5,5                           | kilowatios (1 paleta)       |
| MOTOR TRIFÁSICO - MOVIMIENTO HORIZONTAL  | 0,50                          | kilowatios (2 paletas)      |
| ILUMINACION LED  | 0,5                           | kilowatios                  |
| GESTION Y CONTROL  | 1,0                           | kilowatios                  |
| <b>POTENCIA ELECTRICA A CONTRATAR POR MÓDULO</b>   |                               |                             |
| POTENCIA ELECTRICA TOTAL A CONTRATAR   | 6,7                           | kilowatios                  |
| <b>MÁXIMA ENERGÍA CONSUMIDA POR OPERACIÓN DE ESTACIONAMIENTO</b>                             |                               |                             |
| NIVEL INFERIOR RECOGIDA A NIVEL  | 0,0072                        | kWh                         |
| NIVEL INFERIOR CON DESPLAZAMIENTO  | 0,0093                        | kWh                         |
| NIVEL MEDIO SIN VEHICULO DEBAJO  | 0,0602                        | kWh                         |
| NIVEL MEDIO CON VEHICULO DEBAJO  | 0,0672                        | kWh                         |
| NIVEL SUPERIOR SIN VEHICULO DEBAJO   | 0,1173                        | kWh                         |
| NIVEL SUPERIOR CON VEHICULO DEBAJO   | 0,1258                        | kWh                         |



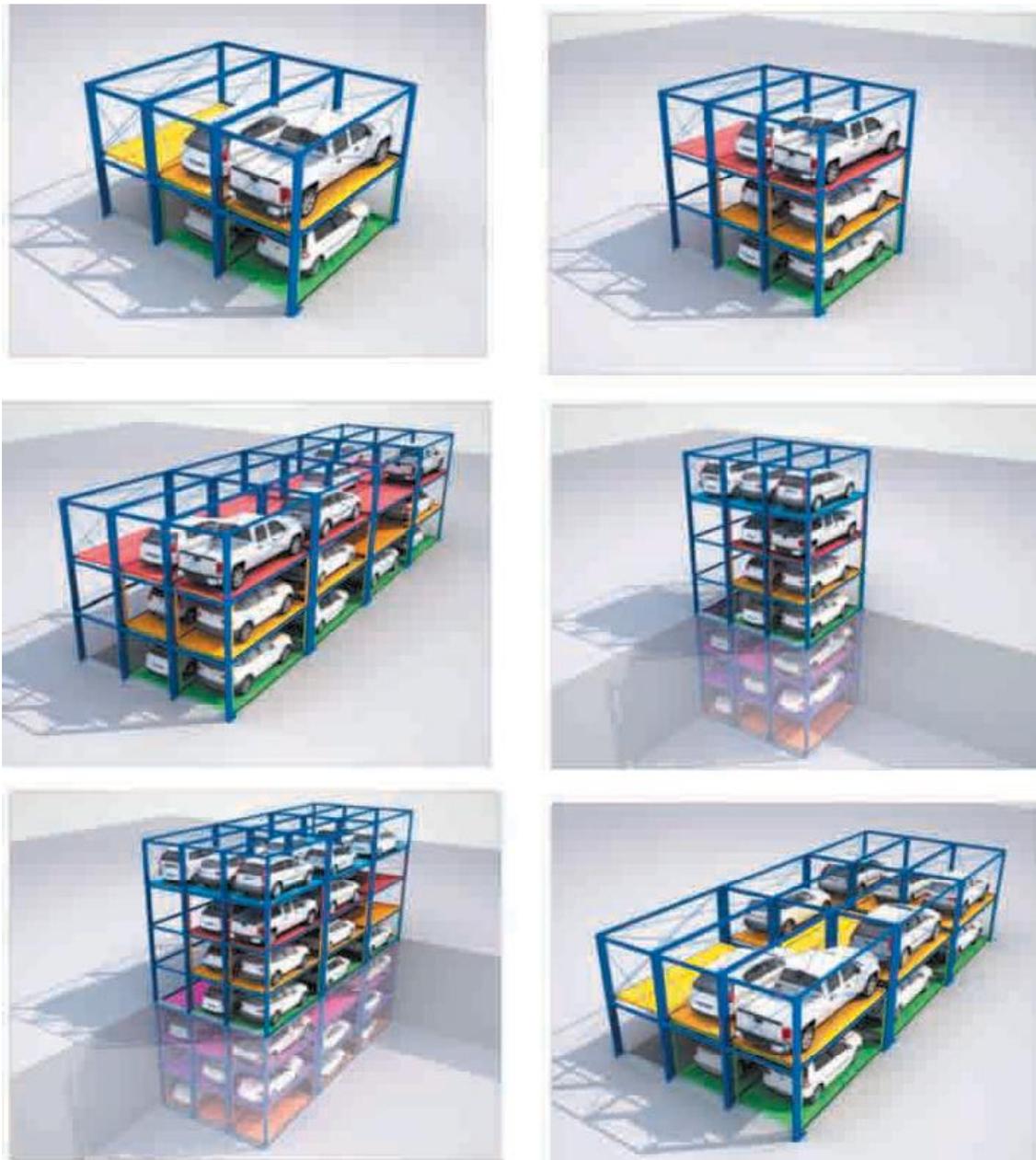
Torre robotizada en un concesionario de vehículos en Panamá. La torre, con 25 metros de altura y de varias filas, actúa como expositor de los vehículos estacionados en las filas exteriores cerrados por una fachada vidriada transparente, y como estacionamiento de clientes y empleados en las filas interiores. Almacena 94 vehículos en 8 niveles y está estudiada para ser un poderoso emblema en un concesionario ubicado en un punto muy visible de Ciudad de Panamá.



Configuración resuelta con sistemas semiautomáticos en configuración ultra compacta ( $6,5 \text{ m}^2$  de superficie de repercusión por vehículo), para el mismo concesionario y con los mismos usuarios, con una capacidad de 95 vehículos. En este caso, el desarrollo de la superficie de exposición, cerrada también con vidrio, es horizontal, la velocidad de operación es equivalente, el coste del sistema es un 40% menor y el coste de mantenimiento es un 60% menor.

**Figura 8.7.** Estudios realizados para alternativas semiautomáticas y en torre robotizada para el concesionario Toyota situado en el centro de Ciudad de Panamá.

Es fundamental que con las tecnologías semiautomáticas se resuelvan familias de sistemas modulares, flexibles, combinables, fáciles de implantar sobre rasante y bajo rasante, rápidamente desmontables y montables, y concebidas para implantarse tanto en espacios exteriores como interiores con el menor impacto y coste de obra civil complementaria.



**Figura 8.8.** Algunos modelos de la familia de sistemas semiautomáticos con apilamiento entre 2 y 7 niveles, acceso y salida individual y un número variable de filas y columnas en función del uso y la tipología de usuario.

### 8.2.3. Sistemas robotizados para la compactación del volumen de aparcamiento

Un aparcamiento robotizado es un sistema mecánico de almacenamiento de vehículos gestionado por un dispositivo informatizado de control. El usuario deposita su vehí-

culo en un punto de recepción / entrega y se va. El sistema resuelve automáticamente el aparcamiento y posteriormente la entrega del vehículo sin intervención del usuario.

Para resolver cada implantación con el equilibrio óptimo de todos sus requerimientos de uso, de usuarios, normativos, de espacio, de acceso, de coste, se necesita un amplio repertorio de herramientas y soluciones estándar que se puedan combinar a la medida de cada necesidad.

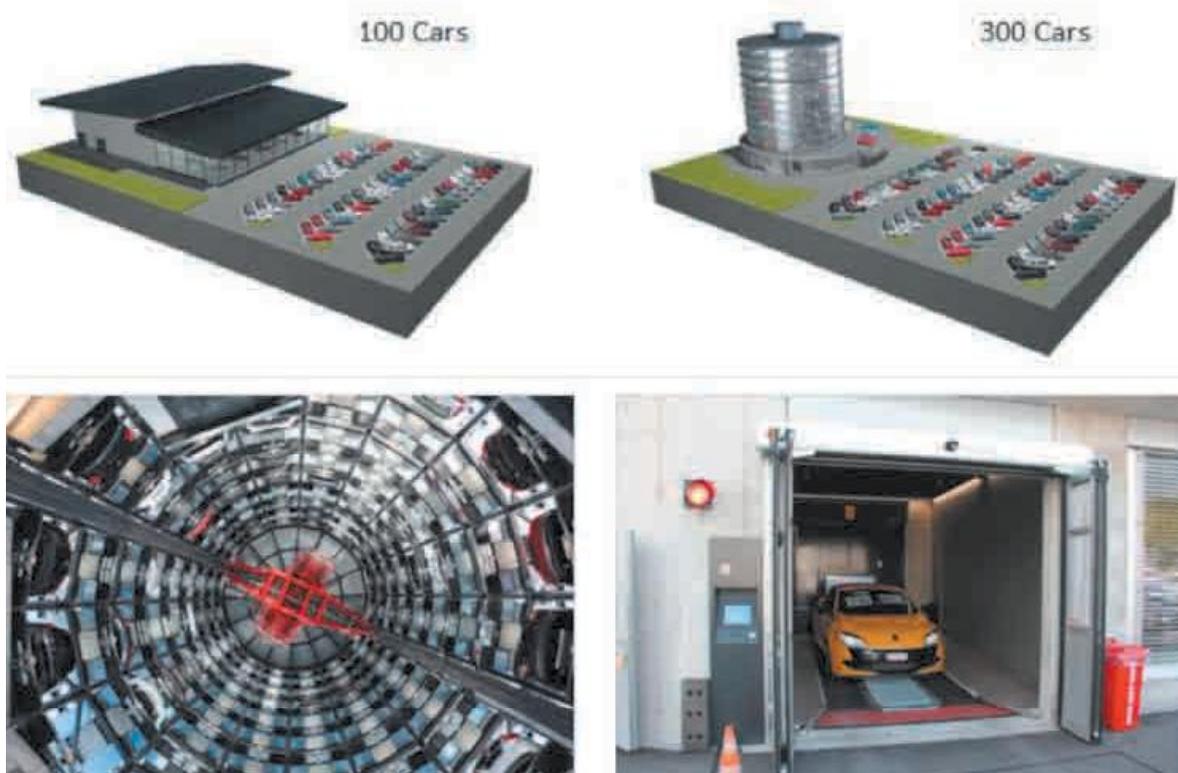
## Torres de estacionamiento y exposición de vehículos

Se trata de sistemas dotados con un elevador que lleva integrado un robot de distribución de vehículos que alimenta estructuras de almacenamiento de vehículos situadas a ambos lados. El robot puede, a su vez, estar equipado con una lanzadera que permite disponer dos o tres filas de vehículos a cualquiera de los lados o a todos ellos.



**Figura 8.9.** Secciones y vista de un sistema de torre vertical de estacionamiento y exposición de vehículos. Simplicidad, transparencia y visibilidad, rasgos que hacen de este tipo de instalaciones aptas para varios tipos simultáneos de uso de estacionamiento, mucho más que un almacén.

La torre de aparcamiento transforma el almacenamiento de vehículos en una vitrina espectacular, pone el producto en la calle y transforma esta utilidad en un elemento emblemático del concesionario y de la marca.



**Figura 8.10.** Los esquemas de la parte superior ilustran la mejora en la ocupación del espacio, la multiplicación en un 300% de la capacidad de almacenamiento de vehículos, la multiplicación de la superficie de exhibición de vehículos y el aumento de visibilidad de una torre cilíndrica de estacionamiento robotizado en un concesionario de vehículos en Suiza. Debajo, vistas interior y del acceso a la instalación.

Las torres robotizadas para la exhibición de vehículos admiten muy diversos tipos de geometría, estructura, acabados y cerramientos exteriores, conexión con edificios existentes o configuraciones exentas. Son sistemas fiables, económicos en consumo y razonables en coste de mantenimiento.

Admite configuraciones micro para el apilamiento de una columna de vehículos y también macro, cuando la torre de aparcamiento se configura como un edificio en sí mismo, como es el caso de una instalación que ya forma parte del imaginario colectivo, el estacionamiento de la sede de Autostadt, centro de exhibición junto a la fábrica de la empresa Volkswagen en Wolfsburg, Alemania, cuyas imágenes se han distribuido incluso en el ámbito cinematográfico. Tal como sucede en este caso, la presencia de estas torres de estacionamiento se ha convertido en un aspecto emblemático de muchos edificios, concesionarios y marcas.



**Figura 8.11.** Autostadt. Silos de estacionamiento robotizado en el centro de exhibición, junto a la fábrica de Volkswagen en Wolfsburg (Alemania). El estacionamiento es en sí mismo un show room y una atracción que incluso se visita en movimiento dentro de una cabina de vidrio. La potencia de estas imágenes han hecho que se reproduzcan sin cesar en todos los medios, trascendiendo su propia utilidad que, sin embargo, existe a todos los niveles.

## 8.3. Optimización del espacio de estacionamiento

La compactación del espacio destinado a estacionamiento tiene tres componentes básicas:

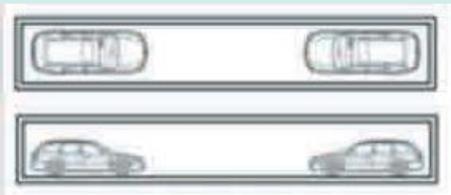
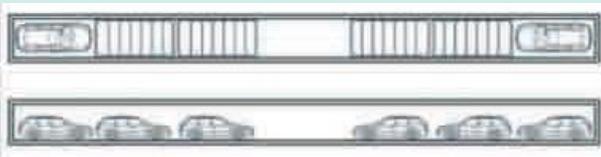
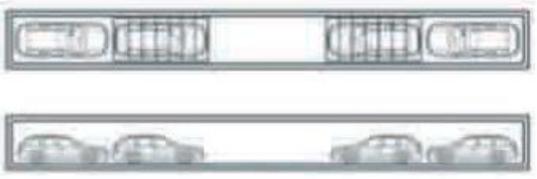
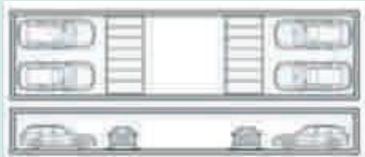
### 8.3.1. Optimización del aprovechamiento horizontal del espacio

Los ratios estándar de ocupación por plaza de aparcamiento convencional oscilan entre 25 m<sup>2</sup> y 30 m<sup>2</sup> por plaza. De esta superficie, aproximadamente entre un 45% y un 50% corresponde a la plaza de aparcamiento y el resto a la repercusión que sobre la misma tienen los elementos de acceso y circulación, rodada y peatonal, de la instalación.

La superficie útil de una plaza de aparcamiento en un sistema mecánico no difiere sustancialmente de la de una plaza convencional de aparcamiento. Es más, en términos generales, los sistemas mecánicos gestionan plazas consideradas grandes para un aparcamiento convencional. La plaza convencional tipo sería un espacio de 2,50 m x 5,00 m = 12,50 m<sup>2</sup>, y la plaza mecanizada tipo oscila entre los 2,50 m x 5,20 m = 13 m<sup>2</sup> de un sistema semiautomático, y los 2,30 m x 5,35 m = 12,30 m<sup>2</sup> de un sistema robotizado.

La optimización horizontal del espacio de aparcamiento se consigue reduciendo sustancialmente la repercusión que sobre cada plaza de aparcamiento tienen las superficies dedicadas a elementos de acceso y circulación del aparcamiento. En este sentido, los sistemas mecánicos de aparcamiento permiten la distribución del aparcamiento en dobles y triples filas, y la reducción proporcional al número de plazas que se obtienen añadiendo filas, de las superficies dedicadas a las rampas y zonas de circulación. De este modo, del 50% de la superficie del aparcamiento destinado a espacios comunes, se puede pasar a una repercusión del 25% y hasta del 15% sólo mediante la optimización horizontal del espacio, lo que supone de un 25% a un 35% de optimización total del espacio horizontal, reduciendo la repercusión por plaza de aparcamiento a valores entre 18,75 m<sup>2</sup>/plaza y 16,25 m<sup>2</sup>/plaza.

**TABLA 8.2.** Ratios de optimización de la compactación horizontal del espacio de estacionamiento con plataformas de un nivel.

|                          |  |                     |
|--------------------------|--|---------------------|
| DISPOSICIÓN CONVENCIONAL |   | 25 m <sup>2</sup>   |
|                          |  | 8,30 m <sup>2</sup> |
| COMPACTACIÓN HORIZONTAL  |  | 12,5 m <sup>2</sup> |
|                          |   | 16 m <sup>2</sup>   |

### 8.3.2. Optimización del aprovechamiento vertical del espacio

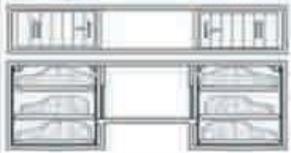
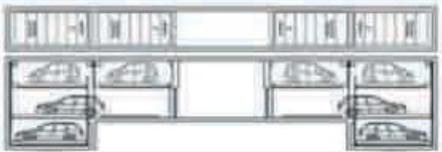
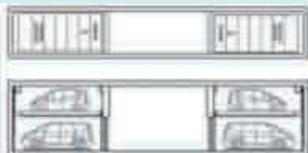
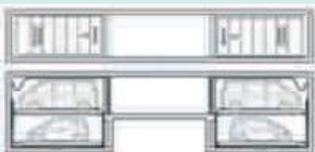
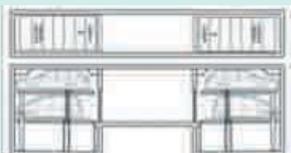
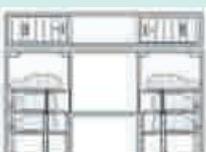
El apilamiento de vehículos en dos o tres alturas en los sistemas semiautomáticos, y de hasta 18 alturas en los sistemas robotizados, permite un aprovechamiento vertical máximo del espacio de los aparcamientos.

Este tipo de dispositivos permite ajustar las alturas de apilamiento para conseguir el máximo rendimiento en número de plazas, entre alturas de 1,75 m para vehículos normales de altura 1,65 m, y 2,60 m para furgonetas, pasando por alturas intermedias de 1,85 m y 2,00 m para vehículos todo terreno, SUV y monovolumen. La superficie de ocupación en planta permanece invariable, y por ello el apilamiento supone una reducción proporcional de la repercusión total de superficie por vehículo.

Las ratios de superficie por plaza que se pueden obtener con apilamientos mediante la aplicación de sistemas semiautomáticos oscilan entre 6,5 m<sup>2</sup>/plaza para sistemas semiautomáticos triples en filas múltiples, y los 7,7 m<sup>2</sup>/plaza en sistemas en doble fila.

La aplicación de sistemas robotizados permite apilamientos de mucha más altura, haciendo que el ratio de superficie por plaza se reduzca radicalmente. Un sistema robotizado con tres niveles de apilamiento puede tener una repercusión de 6 a 7 m<sup>2</sup>/plaza. Habitualmente se disponen en configuraciones de 5 a 7 niveles, lo que arroja cifras de repercusión entre 4 m<sup>2</sup>/plaza y 2,5 m<sup>2</sup>/plaza. El acceso a los sistemas robotizados se resuelve con elevadores verticales cuya repercusión en superficie es mínima.

**TABLA 8.3.** Ratios de optimización de la compactación del espacio de estacionamiento mediante la utilización de sistemas mecánicos de apilamiento vertical en 2 y 3 alturas y una sola fila. La introducción de filas múltiples hace caer la repercusión hasta los 6,5 m<sup>2</sup> de superficie por plaza de estacionamiento.

|                       |   |                      |
|-----------------------|---|----------------------|
| COMPACTACIÓN VERTICAL |    | 8,30 m <sup>2</sup>  |
|                       |    | 7,7 m <sup>2</sup>   |
|                       |    | 7,90 m <sup>2</sup>  |
|                       |  | 12,50 m <sup>2</sup> |
|                       |  | 12,50 m <sup>2</sup> |
|                       |  | 12,50 m <sup>2</sup> |
|                       |  | 12,25 m <sup>2</sup> |
|                       |  | 8,30 m <sup>2</sup>  |

### 8.3.3. Compactación del volumen de aparcamiento

Si los datos sobre la repercusión en superficie por plaza que se obtienen mediante la compactación horizontal y vertical del espacio de aparcamiento ilustran sobre el significativo aumento de rendimiento que se obtiene con la aplicación de sistemas mecánicos semiautomáticos, los datos más significativos sobre la ocupación del espacio son los que se refieren al volumen total de los aparcamientos.

El volumen total útil del aparcamiento, el volumen útil por plaza de aparcamiento y el volumen de construcción por plaza de aparcamiento permiten calcular la eficiencia en la ocupación del espacio, el volumen y la masa de construcción por plaza de aparcamiento, y el coste integrado de la construcción de una plaza de estacionamiento.

Se toma como referencia el volumen útil por plaza de aparcamiento convencional que, considerando una plaza con 25 m<sup>2</sup> de repercusión y un promedio de 2,40 m de altura libre, es de 60 m<sup>3</sup>/plaza.

La utilización de sistemas semiautomáticos de aparcamiento permite reducir el volumen útil por plaza hasta un 70% del valor de referencia. La combinación de disposiciones en filas múltiples y el apilamiento en dos y tres alturas de los vehículos reduce el volumen útil por plaza a valores que, según el sistema y la configuración aplicados, oscilan entre 23 m<sup>3</sup>/plaza y 35 m<sup>3</sup>/plaza, es decir, entre un 30% y un 58% del valor de referencia.

La utilización de sistemas robotizados de aparcamiento en torres de exposición de vehículos permite reducciones del volumen útil por plaza de hasta un 50%, oscilando normalmente entre un 30% y un 40%. La posibilidad de apilar en altura combinada con la de disponer de múltiples filas en sentido transversal o longitudinal permite reducir el volumen útil por plaza a valores que oscilan entre 38 m<sup>3</sup>/plaza y 42 m<sup>3</sup>/plaza, es decir, entre un 63% y un 72% del valor de referencia.

Es importante señalar que los valores óptimos de compactación de volumen para los sistemas semiautomáticos se obtienen con configuraciones que sólo son aplicables sobre superficies de aparcamiento superiores a 800 m<sup>2</sup>. En este caso, se obtienen índices de compactación óptimos e incluso muy superiores a los que se obtienen con sistemas de aparcamiento robotizado. Sin embargo, los sistemas robotizados obtienen sus índices óptimos de compactación a partir de superficies de 150 m<sup>2</sup>, lo que los hace especialmente efectivos en espacios reducidos en situaciones donde incluso los sistemas semiautomáticos son difíciles de implantar.

**TABLA 8.4.** Resumen de los parámetros de compactación del espacio de estacionamiento con distintas configuraciones de sistemas de estacionamiento semiautomático y robotizado.

|                 | DISPOSICIÓN DE LAS PLAZAS | SUPERFICIE ÚTIL / PLAZA | ALTURA MEDIA EQUIVALENTE | VOLUMEN ÚTIL/PLAZA | % DE AHORRO EN VOLUMEN ÚTIL/PLAZA |      |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|------|
| CONVENCIONAL    |                           | 25,00 m <sup>2</sup>    | 2,40 m                   | 60 m <sup>3</sup>  | 0 %                               |      |
| SEMIAUTOMÁTICOS | COMPACTACIÓN HORIZONTAL   |                         | 8,30 m <sup>2</sup>      | 2,40 m             | 20 m <sup>3</sup>                 | 66 % |
|                 |                           |                         | 12,5 m <sup>2</sup>      | 2,40 m             | 30 m <sup>3</sup>                 | 50 % |
|                 |                           |                         | 14, m <sup>2</sup>       | 2,40 m             | 33,4 m <sup>3</sup>               | 44 % |
|                 | COMPACTACIÓN VERTICAL     |                         | 8,30 m <sup>2</sup>      | 3,00 m             | 25 m <sup>3</sup>                 | 59 % |
|                 |                           |                         | 7,7 m <sup>2</sup>       | 2,4 m              | 18,5 m <sup>3</sup>               | 70 % |
|                 |                           |                         | 7,90 m <sup>2</sup>      | 2,5 m              | 19,84 m <sup>3</sup>              | 68 % |
|                 |                           |                         | 12,50 m <sup>2</sup>     | 3,00 m             | 37,50 m <sup>3</sup>              | 37 % |
|                 |                           |                         | 12,50 m <sup>2</sup>     | 3,00 m             | 40,00 m <sup>3</sup>              | 34 % |
|                 |                           |                         | 12,50 m <sup>2</sup>     | 4,00 m             | 50,00 m <sup>3</sup>              | 17 % |
|                 |                           |                         | 12,25 m <sup>2</sup>     | 3,13 m             | 38,30 m <sup>3</sup>              | 37 % |
| ROBOTIZADOS     | COMPACTACIÓN EN VOLUMEN   |                         | 13,80 m <sup>2</sup>     | 2,92 m             | 40,00 m <sup>3</sup>              | 44 % |
|                 |                           |                         | 13,80 m <sup>2</sup>     | 3,34 m             | 45,80 m <sup>3</sup>              | 34 % |
|                 |                           |                         | 15,00 m <sup>2</sup>     | 3,60 m             | 49,50 m <sup>3</sup>              | 28 % |
|                 |                           |                         | 12,00 m <sup>2</sup>     | 3,23 m             | 38,85 m <sup>3</sup>              | 44 % |

## 8.4. Aplicación de los sistemas de aparcamiento mecánico en concesionarios

Los campos de aplicación de los sistemas mecánicos de aparcamiento en el ámbito de los concesionarios son muy amplios. En términos generales, son todos aquellos en los que la compactación del espacio de aparcamiento supone un factor determinante para conseguir:

- Que el aparcamiento sea viable donde no lo es un sistema convencional, desde el punto de vista técnico o económico.
- El aumento del número de plazas de aparcamiento viables con un aumento proporcional de la rentabilidad.
- La reducción del volumen de la unidad básica de aparcamiento que hace posible multiplicar las posibilidades de implantación.
- El aumento de la calidad de los procesos de aparcamiento.
- El aumento de la calidad del espacio de aparcamiento

En el caso de los concesionarios, el repertorio de aplicaciones es muy amplio porque la gestión del proceso de venta, puesta a disposición de los usuarios de los vehículos y su mantenimiento posterior plantea distintas fases de uso de almacenamiento, estacionamiento y gestión de los vehículos.

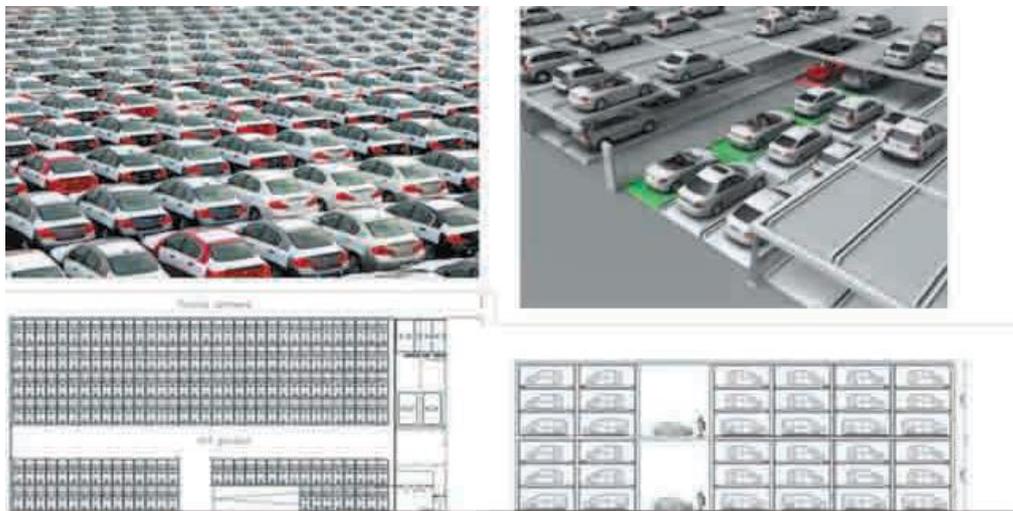
### 8.4.1. Logística de almacenamiento

A menudo las empresas concesionarias de venta de automóviles están a cargo del proceso logístico de transporte y almacenamiento de los vehículos, lo que plantea la necesidad de habilitar importantes espacios de almacenamiento del stock que tiene un ciclo de renovación y rotación fuerte.

El almacenamiento de vehículos en campas abiertas precisa de una disponibilidad de espacio, recursos de manejo y seguridad, a menudo no disponibles o costosos. El potencial de aplicación de sistemas semiautomáticos en estos casos es enorme y está potenciado por el hecho de que los operarios que manejan los vehículos son profesionales, capaces de adquirir rápidamente una experiencia operativa que permite multiplicar con la gestión el rendimiento.



**Figura 8.12.** En el proceso logístico de transporte se aplica el apilamiento de carga y la estiba en camión, ferrocarril y barco; la compactación del espacio de carga es vital para optimizar la rentabilidad y la competitividad del negocio. De las tecnologías hidráulicas y mecánicas de apilamiento en carga se derivan algunos de los más antiguos sistemas de apilamiento semiautomático, hoy ya superados en prestaciones y flexibilidad.

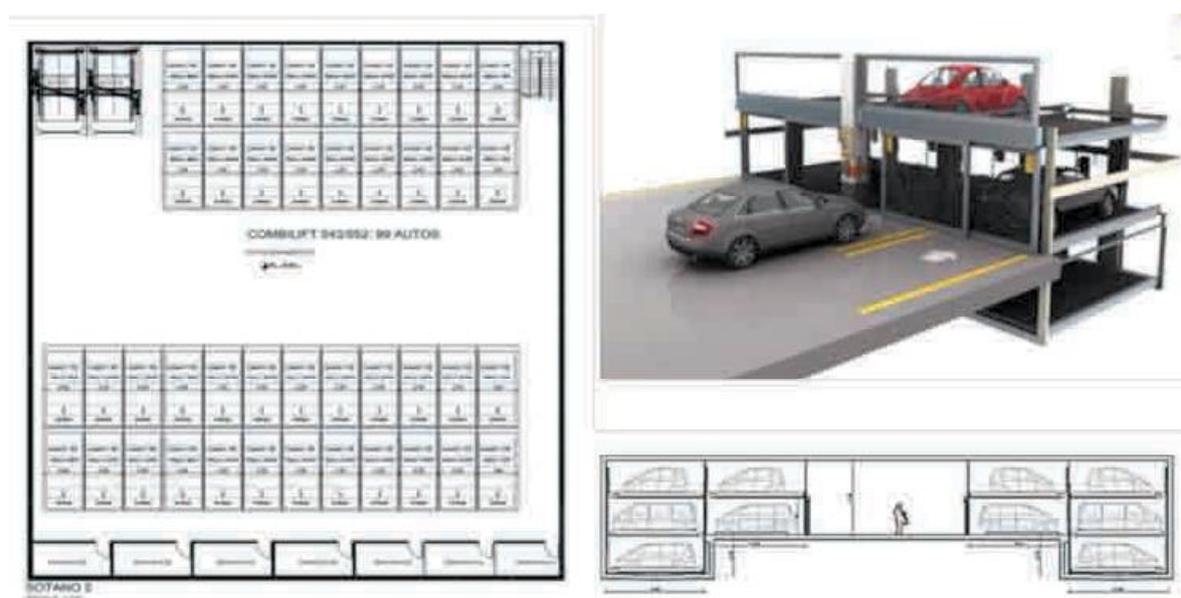


**Figura 8.13.** En el proceso logístico de almacenamiento de vehículos, y a pesar de lo depurado de los procedimientos de manejo actuales, hay un campo potencial de mejora muy importante que puede suponer multiplicar el rendimiento del espacio hasta un 300% y la velocidad de movimiento y gestión de stock. Arriba a la izquierda, la configuración clásica de una campa de almacenamiento de vehículos; abajo y a la derecha, configuración ultracompacta de un almacén de vehículos de importación en dos niveles de apilamiento triple y hasta cuatro filas en Lima, Perú.

## 8.4.2. Optimización del almacenamiento en el concesionario. Actuaciones para mejorar el aprovechamiento del espacio en concesionarios existentes

Como se ha comentado, la disponibilidad de espacio de almacenamiento de vehículos en los concesionarios es un factor crítico directamente vinculado con el desarrollo y rentabilidad del negocio.

A menudo es posible actuar en instalaciones antiguas de almacenamiento de muy variada tipología y aplicar tecnologías mecánicas para habilitarlas para almacenar vehículos y/o mejorar sustancialmente el aprovechamiento del espacio disponible.



**Figura 8.14.** Transformación de un sótano en almacén para 111 vehículos con acceso mediante sistemas mecanizados de dos y tres alturas de apilamiento en dos filas, y acceso con dos elevadores de autos en un concesionario de vehículos de importación en Lima, Perú.

En estos casos, se cuenta otra vez con la ventaja de un manejo realizado por profesionales y la posibilidad de planificar el movimiento de los vehículos almacenados, lo que permite llegar a los límites en número máximo de plazas y recursos de acceso y elevación.

La aplicación de sistemas mecánicos de estacionamiento a la mejora del aprovechamiento del espacio en aparcamientos existentes se fundamenta en:

- La reducción de los espacios de circulación y acceso o el complemento con elevadores o rampas para vehículos.
- Aprovechar la altura libre de los recintos de aparcamiento existente.

La mayoría de estas actuaciones se resuelven con sistemas semiautomáticos, cuya instalación es muy sencilla por tratarse de unidades modulares, adaptables y ajustables a las dimensiones de los espacios disponibles, combinables entre sí en todas sus variantes. Con esta tecnología se pueden resolver todo tipo de casos, desde añadir algunas plazas individuales en pequeños espacios hasta multiplicar por dos y tres el número de plazas en naves o sótanos.



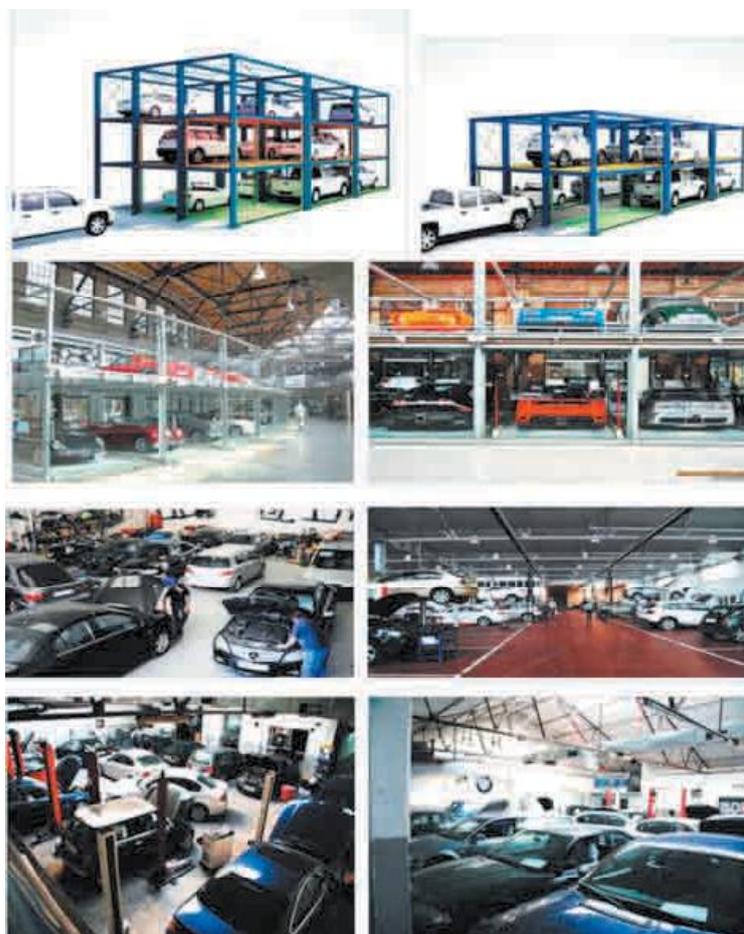
**Figura 8.15.** Los edificios industriales de muchos concesionarios son susceptibles de ser aprovechados en todo su volumen y optimizados en cuanto al espacio de circulación y acceso para obtener con sistemas semiautomáticos de varias filas, columnas y niveles de apilamiento, un aprovechamiento muy superior al original. Imágenes de la optimización con sistemas de apilamiento dobles de un estacionamiento en nave industrial en Madrid.

### 8.4.3. Estacionamiento en talleres de concesionarios

El caso de los talleres de los concesionarios de automóviles es también crítico en términos operativos, y en este caso tal vez aún más porque la actividad del taller que presta los servicios de garantía, mantenimiento y reparaciones tiene una componente muy importan-

te de contacto con el público en todo el proceso de recepción, diagnóstico, presupuesto, reparación, entrega y garantía. Los talleres transmiten con sus procedimientos operativos, indumentaria y espacio un mensaje de rigor técnico que no es compatible con el desorden que genera la aglomeración de vehículos. Por eso, no son pocos los talleres que ven restringida su capacidad, y esto es también más grave en el caso de los concesionarios.

El uso del espacio en los talleres es un aspecto complejo y en la búsqueda del equilibrio que tiene que caracterizar la gestión del flujo constante de vehículos y clientes en los talleres, el aporte complementario de recursos que se puede hacer con sistemas mecánicos de estacionamiento puede inducir a la mejora del rendimiento y la imagen del concesionario e incluso a prolongar la viabilidad operativa en implantaciones urbanas infradotadas de espacio pero bien ubicadas en el flujo comercial.



**Figura 8.16.** Situación de agotamiento del espacio de estacionamiento que se experimenta en la mayoría de los talleres de los concesionarios implantados en entornos urbanos. Las fotografías superiores muestran la instalación de almacenamiento de vehículos realizada en los talleres Ferrari del centro de servicios del automóvil Meilenwerk, ubicado en una antigua nave industrial en Berlín, Alemania.

#### 8.4.4. Exhibición, estacionamiento y almacenamiento

Como se ha ido explicando, el modelo que vincula a los concesionarios con los sistemas mecánicos de estacionamiento es, en muchos casos, el de la torre que integra en su propia esencia la capacidad de exhibir el producto, almacenarlo, aportar estacionamiento a clientes y empleados, y que, vinculada al sistema de gestión del concesionario, puede ser programada para varios escenarios de usos con el máximo rendimiento.

La sofisticación tecnológica que estos dinámicos escaparates verticales transmiten con sus envolventes de vidrio y acero, no implican complicaciones técnicas, tecnológicas, operativas o de mantenimiento, pues éstos son los más sencillos, rápidos y fiables de los sistemas de estacionamiento robotizado.



**Figura 8.17.** Vista general exterior y varias vistas interiores de una sencilla torre de 8 niveles y 32 vehículos.

Se trata de sistemas de desplazamiento vertical que mueven los vehículos sobre plataformas con ascensores contrapesados y con un apoyo equilibrado. Así, el desplazamiento de los vehículos no está sometido a los esfuerzos, la fatiga y los consumos de energía de otras tecnologías que desplazan los vehículos sin paletas o con complejos sistemas de manutención.

La compatibilidad entre los distintos usos de la misma torre se resuelve con la programación de los escenarios de uso y la asignación a cada uno de los espacios y tiempos de operación más adecuados: tiempos mayores y zonas más expuestas al exterior para los vehículos en exhibición; zonas interiores y tiempos más cortos para clientes y empleados; zonas interiores y tiempos más largos para el almacenamiento. Los escenarios pueden cambiar con distintos horarios, días de la semana, meses del año, etc., para incorporar modos de uso y usuarios que rentabilicen al máximo la explotación.



**Figura 8.18.** Torres de estacionamiento robotizado de la exposición de Toyota emergen sobre un centro comercial en Odaiba, Tokyo. Fotografía: Raphael Benatar.



**Figura 8.19.** Torres de estacionamiento robotizado con distinta configuración en nuevos concesionarios de automóviles.

### 8.4.5. Exhibición y servicios de promoción de la imagen de marca

Desde la aplicación de sistemas mecánicos a la logística de transporte y a través de todos los servicios que esta tecnología puede prestar en el contexto de los concesionarios, se llega a la más institucional de las aplicaciones de los sistemas de estacionamiento mecánico.

Todas las grandes marcas automovilísticas han desarrollado en los últimos años espectaculares edificios para realizar exposiciones y eventos en torno a su producto y como poderosos medios de comunicación de su imagen de marca, y pocas han renunciado a enfatizar la imagen tecnológica e innovadora de su producto con el uso de sistemas mecánicos y robotizados de aparcamiento.



**Figura 8.20.** BMW Welt es una instalación de exposiciones multifuncional del grupo BMW, ubicado en Munich, Alemania. El edificio ha sido diseñado para presentar los actuales modelos de BMW; ser un centro de distribución para los automóviles de la marca; y ofrecer un fórum de eventos y un centro de conferencias. En el corazón del edificio un estacionamiento robotizado (visitable) gestiona el almacenamiento de los vehículos que van a ser entregados a los clientes y los extrae a la superficie para la ceremonia de recogida.

Más allá de este uso corporativo y vinculado a la entrega y presentación de los productos, numerosos museos y colecciones de automóviles utilizan sistemas se-

miautomáticos como maquinaria escenográfica y museística en sus colecciones de vehículos clásicos o piezas especiales.

Es precisamente esta eficacia y versatilidad que permite resolver con los mismos equipos la obtención de un almacén operativo o una exhibición del máximo nivel, y en muchos casos ambas cosas a la vez, la que aporta un importante grado de utilidad, economía y calidad a estos sistemas y que determinan su enorme eficiencia.



**Figura 8.21.** El Museum Mobile es un museo de la compañía Audi en Ingolstadt, que se ocupa de la historia de la compañía y sus empresas predecesoras participantes. Es una construcción de 23 metros de altura, de cristal y de acero que es parte del Foro Audi Ingolstadt en un área total de unos 6.000 m<sup>2</sup>. Cuenta con unos 50 vehículos, 30 motocicletas y bicicletas, así como muchas otras exposiciones sobre las marcas. Una de las atracciones del museo es la exhibición sobre un sistema mecánico de estacionamiento en noria de una docena de vehículos que, además, se contemplan como en una vitrina de vidrio a través de la fachada principal junto al acceso al edificio.

## 8.5. Nuevas modalidades y oportunidades

La naturaleza de los sistemas de estacionamiento mecánico incluye su carácter interconectado, las tecnologías de información y comunicaciones están en el flujo de relaciones que vinculan al cliente, al usuario, al gestor y al propietario a través de sistemas inteligentes de estacionamiento y del concesionario con la red.

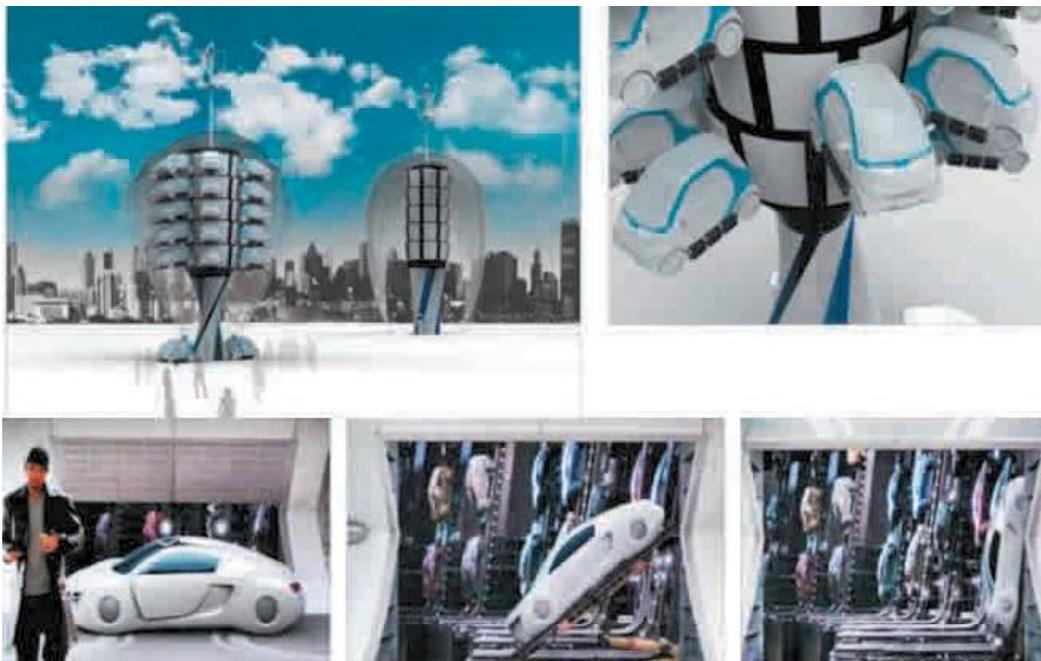
La puesta en red de la tecnología permite a los concesionarios utilizarla como herramienta para "surfear" los flujos comerciales que cambian con una dinámica poderosa y acelerada en el sector del automóvil y en los servicios de movilidad individual.

Las marcas más innovadoras plantean a los concesionarios un papel complementario en el negocio de la gestión de los recursos de movilidad, y el espacio de estacionamiento es un recurso de movilidad tan importante como el propio vehículo que aloja, y ambos están al servicio de modos más sostenibles de movilidad, del usuario y de la sociedad.

En este contexto, el concesionario puede proyectar su presencia a todos los puntos donde la prestación de servicios vinculados a su marca y a su producto sean demandados, puntos físicos o concesiones de espacio en la ciudad en el entramado de la red virtual que gestiona sus recursos con eficiencia.

La tecnología de compactación del espacio de estacionamiento evoluciona hacia la ligereza y la flexibilidad, con una componente cada vez más importante de inteligencia embebida y de integración en redes inteligentes de gestión y optimización de recursos, y a pesar de ciertas contradicciones, pasa lo mismo con el automóvil de gama media y con los concesionarios.

La vía del equilibrio, la eficiencia y el valor agregado en el servicio requiere nuevas actitudes, nuevas herramientas, ideas y tecnología innovadoras.



**Figura 8.22.** La ciencia ficción, que no contempla para el futuro el despilfarro que supone ocupar el espacio público colectivo con los medios y vehículos individuales de transporte, tampoco contempla que no exista en el futuro un espacio para ellos. El matiz, y el desafío a la creatividad, está en el "cómo".

Fuente: [www.autoevolution.com](http://www.autoevolution.com)

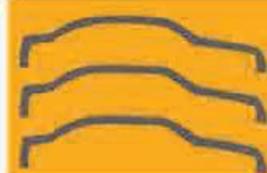
**Gracias**  
por vuestra colaboración...



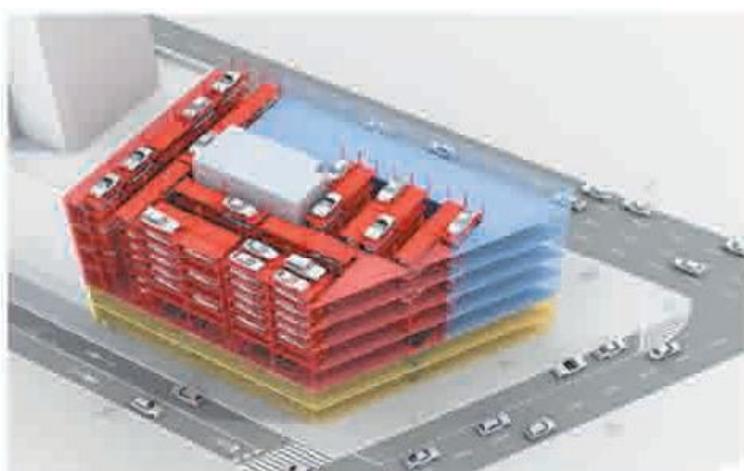
Fundación de  
la Energía de  
la Comunidad  
de Madrid

# DYNAMIC PARK SYSTEMS

panamá · Perú · Colombia · movilidad



SERVICIOS INTEGRALES PARA LA IMPLANTACIÓN Y LA EXPLOTACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS MECÁNICOS DE ALTA EFICIENCIA



MULTIPLICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ESTACIONAMIENTO · REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE OBRA  
REDUCCIÓN DEL COSTE DEL ESTACIONAMIENTO · REDUCCIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO

[WWW.DPS.COM.PA](http://WWW.DPS.COM.PA)

[WWW.INTEGRALPARKSYSTEMS.COM](http://WWW.INTEGRALPARKSYSTEMS.COM)



15 AÑOS DE EXPERIENCIA · 2000 PLAZAS INSTALADAS Y MANTENIDAS,  
LIDER ABSOLUTO DEL SECTOR DE APARCAMIENTOS MECÁNICOS EN ESPAÑA.  
REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS Y ESTACIONAMIENTOS · MANTENIMIENTO INTEGRAL

INTEGRAL  
PARK SYSTEMS

[www.integralparksystems.com](http://www.integralparksystems.com)

# SGG COOL-LITE®

Vidrio para una arquitectura energéticamente eficiente

Control Solar  
y Aislamiento  
Térmico Reforzado

SGG COOL-LITE ofrece estéticas neutras y reflectantes de diferentes colores, con prestaciones de factor solar y aislamiento térmico reforzado, contribuyendo a la reducción de las necesidades de calefacción y climatización.

Saint-Gobain Glass

[www.saint-gobain-glass.com](http://www.saint-gobain-glass.com)



  
SAINT-GOBAIN

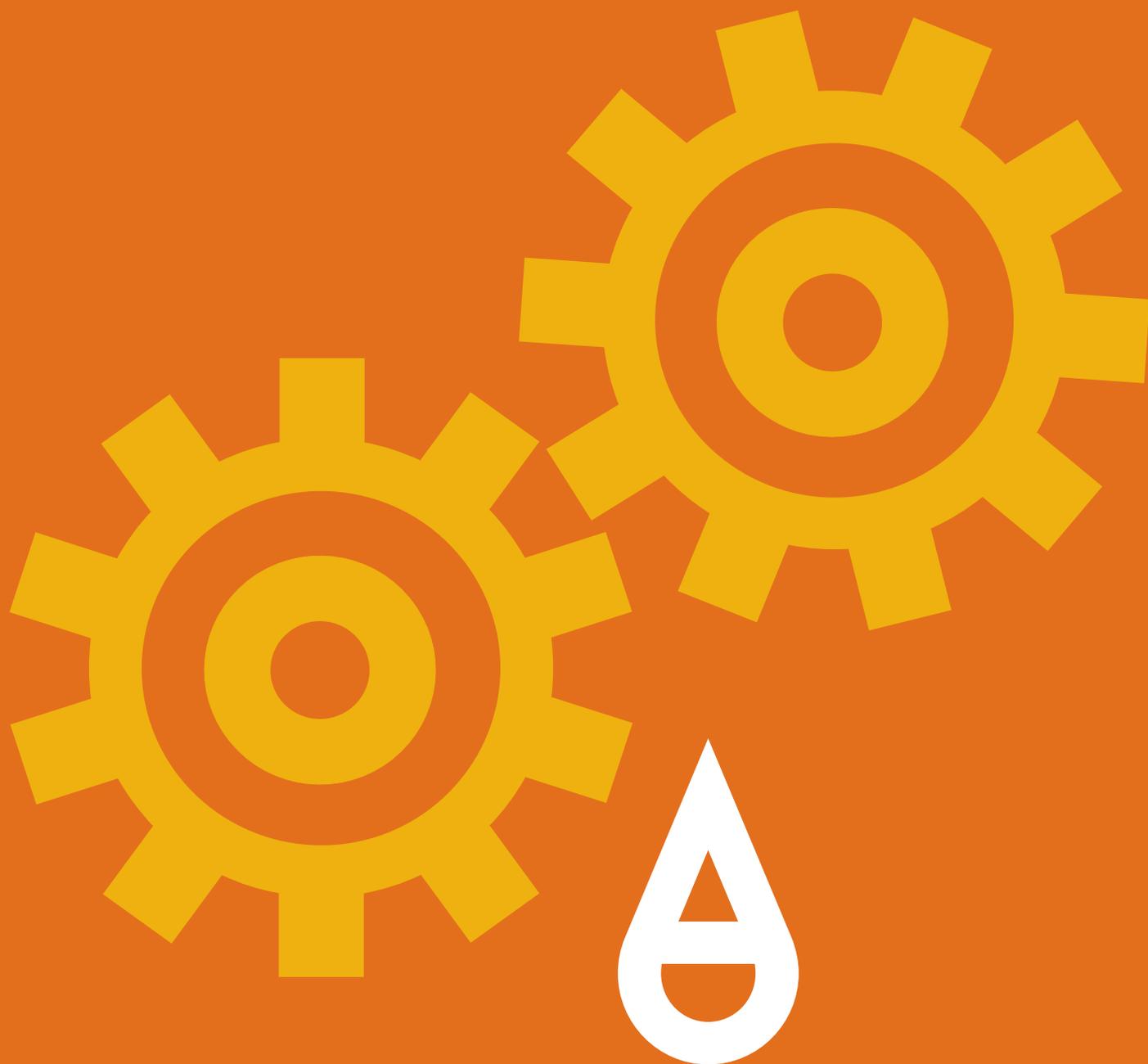


**LLEVAMOS LA EFICIENCIA  
Y EL RENDIMIENTO DE LA  
ENERGÍA A UN NUEVO NIVEL.**

La calidad en la que puedes  
confiar del líder mundial



# Madrid Fabrica Ahorrando Energía



La Suma de Todos

 Comunidad de Madrid

Madrid  
Ahorra  
con Energía





Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



Guía patrocinada por:

