

# Guía de Ahorro Energético



## en Estaciones de Servicio

Madrid Vive Ahorrando Energía



Guía de Ahorro Energético en Estaciones de Servicio



Fundación de la Energía  
de la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency  
Intelligent Energy Europe



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

**MM**  
La Suma de Todos

# Guía de ahorro energético en estaciones de servicio



Madrid **Ahorra** con Energía

Madrid, 2008

Esta Guía es descargable 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 más 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)

# Presentación

El sector de las Estaciones de Servicio en la Comunidad de Madrid se configura actualmente como una infraestructura de considerable importancia en nuestra Región, no sólo por la gran incidencia que tiene en el conjunto de la economía, sino también por sus características intrínsecas y el desarrollo industrial que este tipo de instalaciones y las empresas dedicadas al apoyo técnico de las mismas han experimentado en los últimos años.

Tanto es así, que los empresarios de las Estaciones de Servicio de nuestra Región, se caracterizan por su constante preocupación por el estricto y fiel cumplimiento de todas las normativas de seguridad y medioambientales por las que se ven afectadas este tipo de instalaciones, lo que se ha puesto de manifiesto en una clara mejora del servicio ofrecido a sus usuarios.

La labor que desarrollan las Estaciones de Servicio en nuestra sociedad actual, es vital, garantizando el suministro de combustible en la mayoría de las instalaciones, las 24 horas del día, a través de su amplia red de puntos de suministro que se encuentran estratégicamente distribuidos por el territorio de la Comunidad de Madrid, adaptándose cada vez más a las necesidades de los madrileños.

Este tipo de instalaciones como cualquier otra actividad industrial, tienen un elevado consumo de energía eléctrica para su adecuado funcionamiento, pero en este caso en particular, la Asociación de Empresarios de Estaciones de la Comunidad Autónoma de Madrid (AEESCAM), ha sido pionera con la colocación de instalaciones fotovoltaicas para la producción de energía eléctrica sobre las marquesinas de las propias Estaciones de Servicio de sus asociados. Remarcando el interés de los empresarios del sector por el ahorro y la eficiencia energética de los recursos disponibles, así como el uso de energías renovables y más limpias.

Por lo anteriormente expuesto, la Consejería de Economía y Hacienda ha decidido publicar esta Guía para informar a los empresarios y profesionales relacionados con este sector de las ventajas de la adopción de medidas para la mejora de la eficiencia energética y de los incentivos existentes para ello.

**Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas

# Prólogo

El comienzo del siglo XXI trajo consigo una doble percepción a nivel mundial que iba a influenciar en las decisiones políticas y empresariales de las siguientes décadas: El concepto de globalización, tanto a nivel de competencia como de utilización de materias primas y recursos energéticos, y la sensibilización, casi universal, de que la influencia de la actividad humana sobre el medio físico en que vivimos podía desencadenar fenómenos naturales de consecuencias casi impredecibles.

El año 2008 está poniendo de manifiesto estos dos fenómenos que pasan a tener una influencia decisiva en el futuro de la actividad económica: el acelerado incremento del precio de los recursos energéticos, y la percepción de que este encarecimiento no va a ser coyuntural, sino que se va a mantener e incluso incrementar, como elemento estructural.

En este contexto, todas las iniciativas tendentes a conseguir una mayor eficacia energética cobran una importancia fundamental.

Ser capaces de producir más bienes y servicios con un menor consumo de *inputs* energéticos tiene una triple consecuencia de efectos altamente esperanzadores. Por un lado, ayuda a equilibrar el balance energético de nuestra Comunidad, lo que potencia las posibilidades de crecimiento futuro de nuestro territorio. Al consumir menos energía, se disminuye la contaminación ambiental y, por lo tanto, se mejora la calidad de vida de los ciudadanos. Y las empresas, al disminuir los gastos de producción de bienes y servicios, incrementan sus niveles de competitividad y, en consecuencia, sus posibilidades de crecimiento futuro.

El que en una situación como la actual, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid edite una Guía que incentive y sirva de referencia para conseguir una mayor eficacia energética, y por lo tanto, un ahorro

de recursos energéticos en un sector como el de las estaciones de servicio, no puede tener otra respuesta que nuestra más sincera felicitación y nuestro agradecimiento.

Pero somos conscientes que, por muchas y eficaces iniciativas que se tomen desde el Gobierno Autonómico para mejorar las condiciones en que se desarrolla la actividad de las empresas madrileñas, si no van acompañados de la colaboración, incluso me atrevería a decir de la complicidad y sincero esfuerzo de los empresarios, todas estas brillantes iniciativas no tendrían los resultados deseados.

Por ello, la respuesta de nuestro sector a esta importante iniciativa no puede ser otra que el compromiso formal de nuestra Asociación de iniciar, de manera inmediata, un plan de actuación de auditorías energéticas que indiquen las modificaciones que tenemos que introducir en nuestras empresas para conseguir la excelencia energética.

Y quisiera terminar este Prólogo reiterando nuestra felicitación y nuestro agradecimiento a la Dirección General de Industria, Energía y Minas. Iniciativas como la presente Guía son un ejemplo más de por qué la Comunidad de Madrid es, desde hace bastantes años, un referente y un modelo no sólo en España sino en la Unión Europea.

**Antonio Onieva Herrero**

Presidente de la Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio  
de la Comunidad de Madrid (AEESCAM)

# Autores

- Capítulo 1. **Medidas para la eficiencia energética**  
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas  
[www.endesaonline.com](http://www.endesaonline.com)
- Capítulo 2. **Ahorro de energía en el alumbrado**  
Philips División Comercial Alumbrado  
Departamento de eficiencia energética  
[www.philips.es / www.alumbradoymedioambiente.es](http://www.philips.es / www.alumbradoymedioambiente.es)
- Capítulo 3. **Ahorro energético en la climatización de la zona comercial y de restauración de estaciones de servicio**  
Dpto. de Marketing & Dpto. Técnico  
Carrier España S.L. – Toshiba Climatización  
[www.carrier.es](http://www.carrier.es)
- Capítulo 4. **Sistemas de lavado, ahorro de agua y energía**  
D. Luis Ruiz Moya  
Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L (TEHSA)  
[www.AhorrarAgua.org](http://www.AhorrarAgua.org)
- Capítulo 5. **Energía solar fotovoltaica en estaciones de servicio y centros de lavado**  
D. Luis C. Blanco Machón  
Servicio de Asistencia a Proyectos. Madrid. Schüco  
[www.schueco.es](http://www.schueco.es)
- Capítulo 6. **Energía solar térmica en estaciones de servicio y centros de lavado**  
D. Miguel Sánchez Dávila  
Dpto. Energías Renovables. Ateneo Técnicas Ambientales S.L.  
[www.ateneosl.com](http://www.ateneosl.com)
- Capítulo 7. **Seguridad industrial y metrología legal en estaciones de servicio**  
D. Rogelio Garrido Simón  
Dña. Mª Encarnación de Vega Pastor  
Dña. Pilar de Tena Garay  
Área de Inspección y Control Industrial  
Comunidad de Madrid  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)
- Capítulo 8. **Ayudas de la Comunidad de Madrid**  
D. José Antonio González Martínez  
Subdirector General de Promoción Industrial y Energética de la  
Dirección General de Industria, Energía y Minas  
Comunidad de Madrid  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

# Índice

Capítulo 1. Medidas para la eficiencia energética	17
1.1. Introducción	17
1.2. Optimización tarifaria	19
1.2.1. Mercado liberalizado: gas y electricidad	19
1.3. Optimización de instalaciones	20
1.3.1. Estudio del consumo	20
1.3.1.1. Consumo de energía en el sector de las estaciones de servicio	21
1.3.1.2. Distribución del consumo energético	21
1.3.2. Parámetros de eficiencia energética	22
1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en estaciones de servicio	23
1.3.3.1. Iluminación	25
1.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado	31
1.3.3.3. Agua caliente sanitaria (ACS)	37
1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos	40
1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	42
1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	44
1.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado	44
1.4. Conclusiones	45
Capítulo 2. Ahorro de energía en el alumbrado	49
2.1. Introducción	49
2.2. Directivas, códigos, leyes y reglamentos sobre la eficiencia energética	50
2.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)	51
2.2.1.1. Sección HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	52
2.2.2. Norma UNE 12464-1: Norma Europea sobre la iluminación para interiores	55
2.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	59
2.2.4. RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos	61
2.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes	62
2.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	64
2.3.1. Fase de proyecto	66
2.3.1.1. Predeterminación de los niveles de iluminación	66
2.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	67
2.3.1.3. Elección de los sistemas de control y regulación	73

2.3.2. Ejecución y explotación	73
2.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	73
2.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	74
2.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	74
2.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	74
2.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	75
2.3.3. Mantenimiento	75
2.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	75
2.3.3.2. Respeto a la frecuencia de reemplazo de los componentes	77
2.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	77
2.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	77
2.4. Consejos para la realización de proyectos de alumbrado en estaciones de servicio	78
2.4.1. Especificación en la iluminación de marquesina	79
2.4.2. Especificación en la iluminación de tienda	81
2.4.3. Especificación en la iluminación de áreas	83
2.4.4. Túnel de lavado	84
<b>Capítulo 3. Ahorro energético en la climatización de la zona comercial y de restauración de estaciones de servicio</b>	<b>87</b>
3.1. Introducción	87
3.2. Diseño y utilización de las instalaciones	87
3.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético	95
3.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos	96
3.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor	98
3.3.3. Recuperación de calor para producción de agua caliente en unidades de condensación por aire	104
3.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces	105
3.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación	106
3.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (IT 1.2.4.5.1) y recuperación de calor (IT 1.2.4.5.2)	107
3.5. Implantación de sistemas de refrigerante variable (VRF)	110
3.6. Consideraciones finales	113
<b>Capítulo 4. Sistemas de lavado, ahorro de agua y energía</b>	<b>117</b>
4.1. Introducción	117
4.2. ¿Por qué ahorrar agua?	120
4.2.1. Por el coste del agua	122
4.2.2. Por el coste de la energía	123
4.2.3. Por implementación de un Plan de Reducción del Consumo de Agua	125
4.2.4. Para disminuir las emisiones de CO <sub>2</sub>	126
4.3. ¿Cómo ahorrar agua y energía?	126

4.3.1. Acciones y consideraciones previas para ahorrar agua y energía	132
4.3.2. Acciones para minimizar los consumos de agua, por reutilización en puentes, trenes y centros de lavado	136
4.3.2.1. ¿Por qué instalar un reciclador de agua?	137
4.4. Tecnologías y posibilidades técnicas para reciclar agua	140
4.4.1. Recicladores de agua en procesos de lavado	141
4.4.2. Reciclador físico de agua	142
4.4.3. Reciclador biológico de agua	145
4.4.4. Infraestructura de pretratamiento	148
4.4.5. Depuración físico-química	150
4.4.6. Ejemplo de amortización	152
4.5. Tecnologías de ahorro de agua y energía en ACS y AFCH	153
4.5.1. Clasificación de equipos	154
4.5.2. Grifos monomando tradicionales	155
4.5.3. Grifos de volante tradicionales	157
4.5.4. Grifos termostáticos	158
4.5.5. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos	159
4.5.6. Grifos electrónicos temporizados de activación táctil	160
4.5.7. Grifos de fregaderos	163
4.5.8. Grifos temporizados	163
4.5.9. Fluxores para inodoros y vertederos	165
4.5.10. Regaderas, alcachofas y cabezales de duchas	167
4.5.11. Inodoros (WC)	169
4.5.11.1. ECO-WC: Inodoros ecológicos	173
4.5.12. Nuevas técnicas sin agua en urinarios	175
4.5.13. Tecnología para las redes de distribución	176
4.6. Consejos generales para economizar agua y energía	180
 Capítulo 5. Energía solar fotovoltaica en estaciones de servicio y centros de lavado	183
5.1. Introducción	183
5.2. Energía solar fotovoltaica en estaciones de servicio	184
5.3. Generación eléctrica por energía solar fotovoltaica	184
5.3.1. ¿Cómo se genera la energía eléctrica?	185
5.3.2. Variables eléctricas de los módulos solares	187
5.3.3. Constitución de los módulos solares	188
5.3.3.1. Módulos estándar	188
5.3.3.2. Módulos vidrio-vidrio	189
5.3.4. Montaje y conexión eléctrica de los módulos solares	190
5.3.5. Efectos adversos sobre el campo fotovoltaico	192
5.3.5.1. Efectos de sombras	192
5.3.5.2. Efectos de la temperatura	193
5.4. Transformación e inyección en red de la energía fotovoltaica generada	193
5.4.1. Inversor de conexión a red	194
5.4.2. Protecciones eléctricas	195
5.4.2.1. Protecciones en corriente continua. Aguas arriba del inversor	195
5.4.2.2. Protecciones en corriente alterna. Aguas abajo del inversor	196

5.4.3. R.D. 1663/00	196
5.5. Experiencias y aplicaciones	200
 Capítulo 6. Energía solar térmica en estaciones de servicio y centros de lavado	203
6.1. Situación actual de la energía solar térmica	203
6.2. Cómo se aprovecha la energía solar térmica	206
6.3. Funcionamiento de una instalación solar térmica	207
6.3.1. Sistemas de captación	209
6.3.1.1. Sistema de captación de baja temperatura	210
6.4. Usos en la industria	214
6.4.1. La energía solar térmica en centros de lavado	215
6.5. Cálculo y diseño de las instalaciones	216
6.5.1. Sistema de regulación	221
6.5.2. Sistema de expansión	222
6.5.3. Sistema de bombeo	222
6.5.4. Valvulería y circuitos	223
6.6. Mantenimiento	225
6.7. Beneficios de la instalación	226
 Capítulo 7. Seguridad industrial y metrología legal en estaciones de servicio	229
7.1. Introducción	229
7.2. Instalación mecánica	230
7.2.1. Tanques de almacenamiento	231
7.2.2. Tuberías	232
7.2.3. Conexiones	233
7.2.4. Cubeto	233
7.2.5. Aparatos surtidores	234
7.2.5.1. Instalación	234
7.2.5.2. Equipamiento eléctrico	235
7.2.5.3. Dispositivos de seguridad	236
7.3. Instalación eléctrica	236
7.3.1. Aparatos surtidores	237
7.3.2. Tanques de almacenamiento	237
7.3.3. Venteos de descarga de los tanques de almacenamiento	238
7.3.4. Cuadro de distribución	239
7.3.5. Red de iluminación	239
7.4. Protección contra incendios	242
7.4.1. Protección con extintores	243
7.4.2. Red de agua	244
7.5. Instalación de almacenamiento de aire comprimido	245
7.5.1. Equipos de seguridad	247
7.6. Protección del medio ambiente	248
7.6.1. Evaluación de Impacto Ambiental y Declaración de Impacto Ambiental	248
7.6.1.1. Evaluación de Impacto Ambiental	248
7.6.1.2. Declaración de Impacto Ambiental	249
7.6.2. Suelos contaminados	249
7.6.3. Separador de hidrocarburos	251
7.6.4. Redes de drenaje	251

7.6.5. Llenado de tanques de almacenamiento	252
7.6.6. Pavimentos	252
7.6.7. Recuperación de vapores en fase I	253
7.6.8. Recuperación de vapores en fase II	254
7.6.9. Puesta fuera de servicio	256
7.6.9.1. Extracción de tanques	256
7.6.9.2. Relleno de tanques sin extracción	257
7.7. Metrología	258
7.7.1. Aparatos surtidores/dispensadores	263
7.7.2. Manómetros	267
7.8. Revisiones e inspecciones	267
7.8.1. Revisiones, pruebas e inspecciones de la instalación mecánica	267
7.8.1.1. Revisión y pruebas periódicas	268
7.8.1.2. Inspecciones periódicas	269
7.8.2. Inspecciones de la instalación eléctrica	270
7.8.3. Revisiones e inspecciones de los sistemas de protección contra incendios	271
7.8.4. Revisiones e inspecciones de la instalación de almacenamiento de aire comprimido	277
7.8.5. Controles metrológicos de los aparatos surtidores	277
7.8.6. Controles metrológicos de los manómetros	278
7.9. Otras medidas de seguridad a adoptar en las estaciones de servicio	278
7.9.1. Medidas de seguridad a adoptar por el titular de la instalación	278
7.9.2. Medidas de seguridad a adoptar por el usuario de la instalación	280
Anexo I: Legislación y organismos competentes	282
Capítulo 8. Ayudas de la Comunidad de Madrid	289
8.1. Fomento del ahorro y la eficiencia energética	289
8.2. Fomento de las energías renovables	291

## 1.1. Introducción

Para una correcta gestión energética del sector de las estaciones de servicio, 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 los recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.

De la diversidad de instalaciones que puede acoger el sector, así como del catálogo de servicios que en ellos se ofrece, depende el suministro de energía.

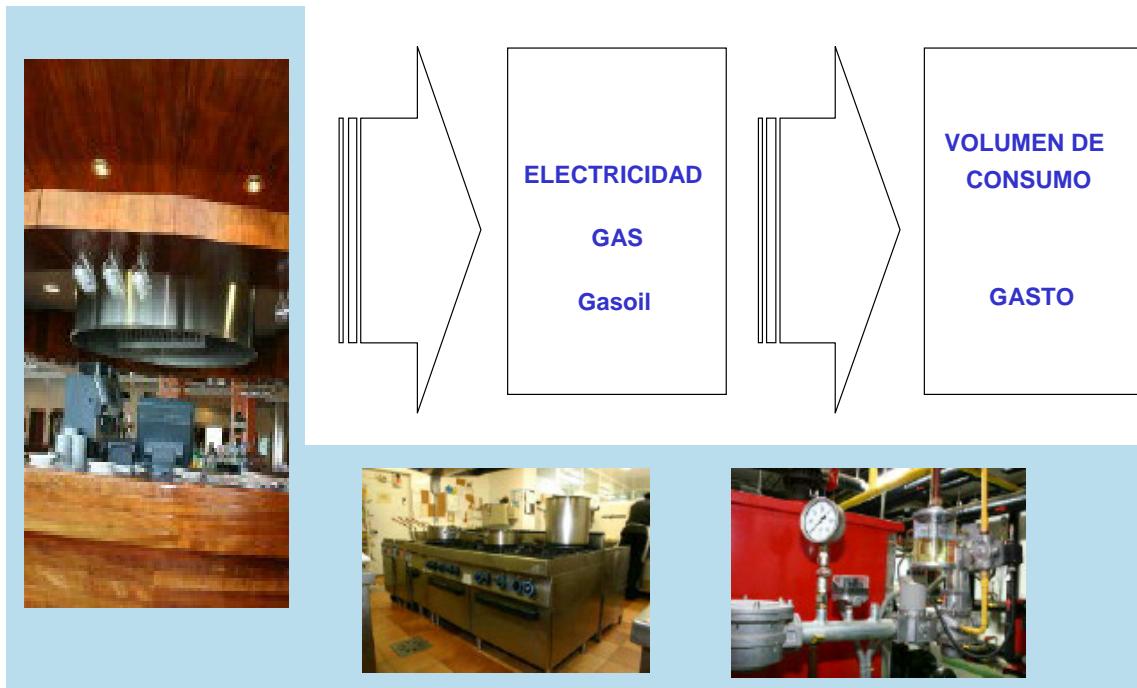


Figura 1. Equipamiento en estaciones de servicio.

Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Maquinaria, Agua e Iluminación.

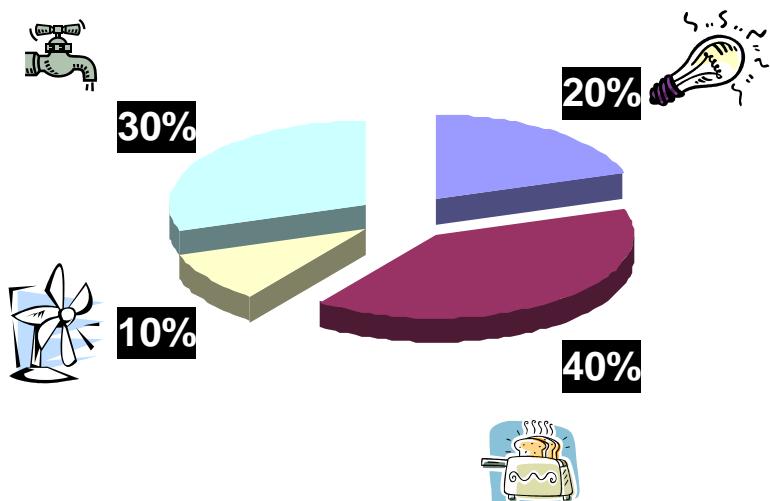


Figura 2. Consumo de energía de las distintas aplicaciones.

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.

#### □ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

##### REVISIÓN DE LOS CONTRATOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA.

- ELECTRICIDAD
- GAS

#### □ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

##### ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES.

- DETECCIÓN DE PUNTOS DE MEJORA
- ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE MEJORA
- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA MEJORA

## 1.2. Optimización tarifaria

Para conseguir una adecuada optimización de las tarifas en la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, de la siguiente forma:

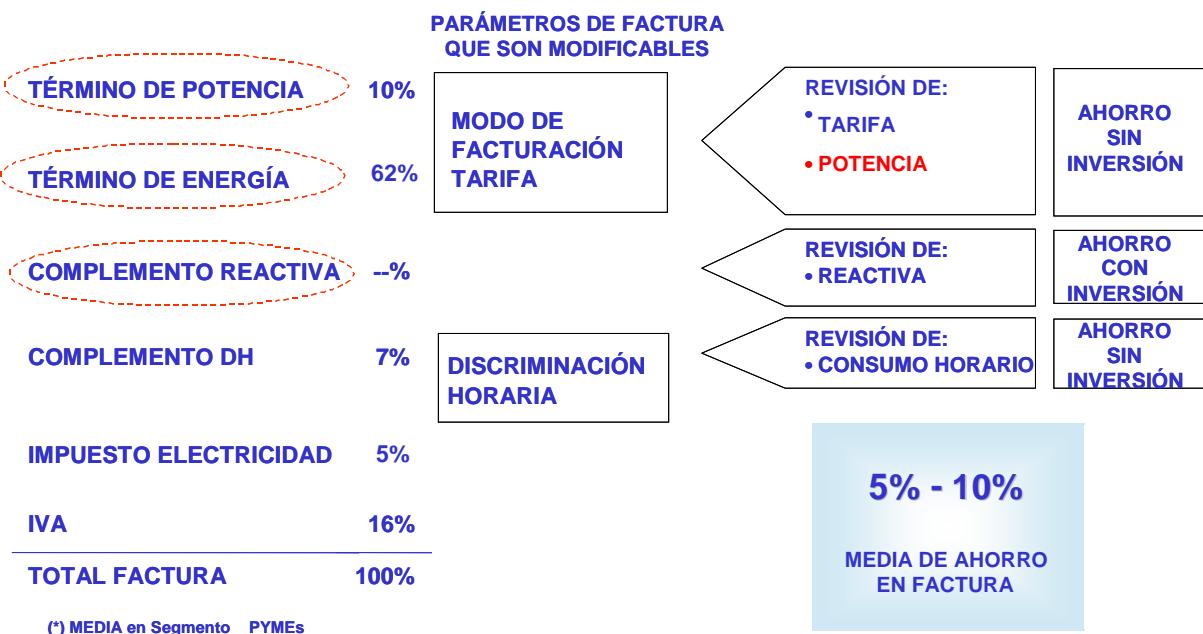


Figura 3. Optimización tarifaria en la factura eléctrica.

### 1.2.1. Mercado liberalizado: gas y electricidad

Los aspectos más relevantes de la contratación en el mercado liberalizado son los siguientes:

- Precio: el precio no está fijado por la administración y la oferta varía en cada comercializadora.
- Elección: la elección de la comercializadora debe basarse no sólo en el precio, sino también en la atención, la calidad, el asesoramiento y los servicios adicionales.
- ¿Cómo se contrata?: 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.
- 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 y maquinaria con las que se cuenta en las estaciones de servicio.

Para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones: tamaño, servicios asociados (tienda, cafetería, lavadero de vehículos), etc.

Se pretende establecer la estructura de consumo energético del sector, analizando las fuentes de energía utilizadas, y los usos finales a los que se destina.



Foto 1. Ejemplo de estación de servicio.

### 1.3.1.1. Consumo de energía en el sector de las estaciones de servicio

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 los diferentes elementos consumidores demandada por una instalación del sector, depende de varios factores: instalaciones del centro, situación, categoría, tamaño, etc.

En la Tabla 1 se muestra la distribución de consumo típico, aunque hay que tener en cuenta que, a nivel individual, existen grandes diferencias respecto a esta distribución, en función de los factores mencionados:

**TABLA 1.** Distribución del consumo en estaciones de servicio.

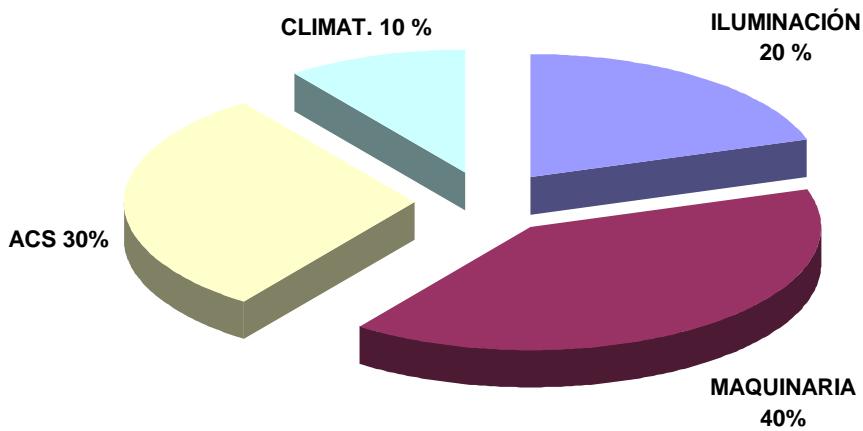
	ESTACIÓN DE SERVICIO
Instalaciones	Maquinaria Ventilación Cocina Bombas Refrigeración Iluminación ACS Climatización Limpieza Electricidad
Aplicaciones energéticas	120.000 kWh/año
Energías Consumo (*) Media sectorial Coste (*) Media sectorial	14.110 €/año

### 1.3.1.2. Distribución del consumo energético

Generalmente, en las estaciones de servicio se consume energía eléctrica para su uso en maquinaria, bombeo de agua, alumbrado, ventilación, etc.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el sector se observa que, debido a la gran variedad de tipos de establecimientos, situación

geográfica, etc., es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo.



**Figura 4.** Porcentaje de consumos energéticos medios.

Como se puede observar, las partidas destinadas al funcionamiento de maquinaria y medios de limpieza son, sin duda, las principales consumidoras de energía en una estación de servicio. 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 de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.

### 1.3.2. Parámetros de eficiencia energética

El consumo energético de una estación de servicio supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad de la eficiencia energética.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptimo cuando el consumo y el buen servicio estén en la proporción adecuada.



Figura 5. Eficiencia energética.

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

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 estaciones de servicio

La creciente preocupación por el confort y la necesidad de dar respuesta a las crecientes demandas de los usuarios, han producido un incremento considerable en el consumo energético, traducido 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.



**Foto 2.** Estación de servicio.

A continuación, se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.

**TABLA 2.** Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización (bombas de calor)	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Limpieza, instalación de variadores de frecuencia, recuperadores de calor.	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Instalación de variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
	Aumento del rendimiento.	Motores especiales de alto rendimiento	Reducción del consumo eléctrico.	20
Bombas circulación fluidos (general)*	Regulación de la potencia en función de la presión.	Sondas de presión y variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Sondas de temperatura y variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico.	15
Compresores de aire*	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores.	Reutilización del aire caliente. Intercambiadores de calor.	Reducción del consumo para la climatización.	30
Máquinas de frío industrial*	Reaprovechamiento del calor que se lanza a la atmósfera para ACS, climatización, etc.	Reutilización del aire caliente. Intercambiadores de calor.	Reducción del consumo eléctrico.	15
Illuminación: Zonas auxiliares	Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico.	60
Lámparas dicroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico.	80
Illuminación exterior	Reducción del consumo y mejora del rendimiento.	Cambio de las luminarias y de las lámparas por otras más eficientes en función de la distancia, uso del espacio, etc.	Reducción del consumo eléctrico.	40

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Iluminación interior (fluorescentes)	Reducción del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia.	20
Iluminación interior (incandescencia)	Reducción del consumo y mejora del rendimiento.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia.	85
<b>Agua: Fría</b>	Reducción del consumo general.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo de agua.	20
Agua caliente	Reducción del consumo de ACS.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomandos especiales. Grifos mezcladores con ajuste de temperatura. Limitador de caudal.	Reducción de consumo de agua, energía eléctrica y/o gas.	15
Lavaplatos y lavavajillas industrial	Evitar gasto en calentar el agua.	Utilización de agua precalentada por la recuperación de las máquinas frigoríficas y calderas.	Reducción del consumo eléctrico o gas.	25
Máquinas de frío industrial*	Automatizar el desescarche.	Medición automática del hielo en las aletas de los evaporadores. Puesta en marcha de las resistencias.	Reducción del consumo eléctrico.	3

\* También se les pueden aplicar las medidas enfocadas a motores eléctricos en general.

### 1.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro de las estaciones de servicio, dependiendo su porcentaje del tamaño, instalaciones complementarias y clima de la zona donde están ubicadas. Este consumo puede oscilar en torno a un 10%.

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.

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.

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, entre las que se destacan las siguientes:

- **Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos**

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 precisa de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

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 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 3.** Comparación entre balasto convencional y balasto electrónico.

Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto <b>convencional</b>	Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto <b>electrónico</b>
POTENCIA ABSORBIDA	POTENCIA ABSORBIDA
Lámparas (2 x 58 W)	Lámparas (2 x 51 W)
Balasto Convencional	Balasto electrónico
TOTAL	TOTAL
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO	22,60%

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

### BALASTOS ELECTRÓNICOS

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.
- Optimizan el factor de potencia.
- Proporcionan un arranque instantáneo.
- No producen zumbido ni otros ruidos.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- Incrementan la vida de la lámpara.

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.

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



### 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.

## ● Lámparas fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas resultan muy adecuadas en sustitución de las lámparas de incandescencia tradicionales, pues presentan una reducción del consumo energético del orden del 80%, así como un aumento en la duración de la lámpara de entre 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia.

**TABLA 4.** Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes.

Lámpara fluorescente compacta	Lámpara Incandescencia	Ahorro energético (%)
3 W	15 W	80
5 W	25 W	80
7 W	40 W	82
11 W	60 W	82
15 W	75 W	80
20 W	100 W	80
23 W	150 W	84

Estas lámparas tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80% de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido.

A continuación se expone un ejemplo práctico de la rentabilidad económica de esta medida.

**TABLA 5.** Comparativa de los costes y rentabilidad entre lámparas compactas e incandescentes.

	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1.000 horas	8.000 horas
Precio de la energía eléctrica		0,092 €/kWh
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8.000 horas)	61,47 €	19,44 €
AHORRO ECONÓMICO		66%
PLAZO DE AMORTIZACIÓN		2.800 horas de funcionamiento

Seguidamente, se muestra una tabla orientativa sobre el porcentaje de ahorro aproximado que se puede conseguir por sustitución de lámparas por otras más eficientes:

**TABLA 6.** Ahorro energético por sustitución de lámparas.

ALUMBRADO EXTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	45%
Vapor de sodio alta presión	Vapor de sodio baja presión	25%
Halógena convencional	Halogenuros metálicos	70%
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80%

ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80%
Halógena convencional	Fluorescentes compactas	70%

### ● **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 de la forma más adecuada a las necesidades existentes.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de instalaciones antiguas 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 la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio, normalmente, prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento y de calentamiento.

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior, mediante luz diurna, son la profundidad del espacio, el tamaño y la localización de

ventanas y claraboyas, de los vidriados utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen, en general, 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.

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 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%.

### ✿ **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 un edificio.



**Foto 3.** Sistema de control y regulación.

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

Como se ha visto, pueden conseguirse ahorros entre un 10% y un 40% gracias a la optimización de las instalaciones.

#### ✿ Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de una estación de servicio 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.

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.

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.



**Foto 4.** Control y regulación de calefacción y aire acondicionado.

#### ● *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 y, así, refrigerar el edificio cuando las condiciones lo permitan.

Esta medida requiere la instalación 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 las instalaciones de aire acondicionado, 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 la estación de servicio.



**Foto 5.** Condensador de un grupo de frío.

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 del aire interior.

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, dependiendo del coste del combustible utilizado.

**TABLA 7.** Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

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

La utilización de bombas de calor puede resultar especialmente interesante en instalaciones industriales de nueva construcción emplazadas en zonas con inviernos suaves. Con una inversión menor que en un sistema mixto de refrigeración y calefacción, se consigue, además, un ahorro de espacio y se simplifican las operaciones de mantenimiento.

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 requieren un mayor mantenimiento y un lugar adecuado con una correcta ventilación y aislamiento del ruido.

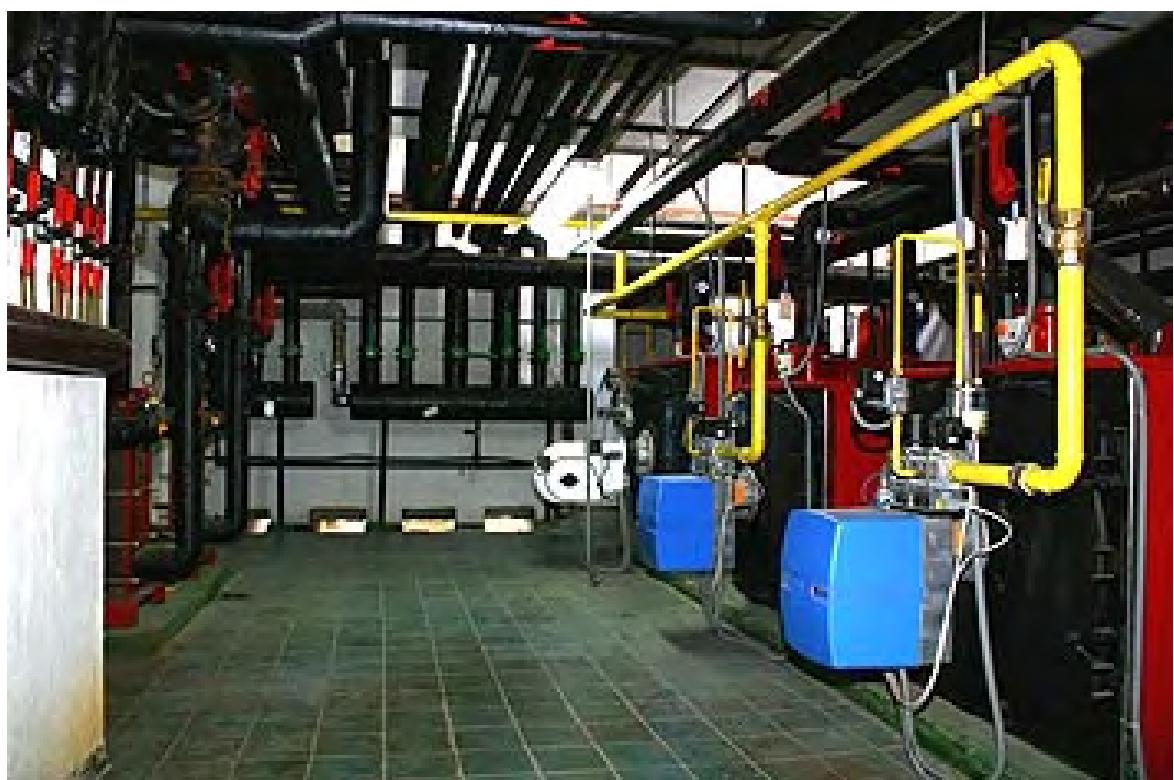
Por otra parte, las bombas de calor ofrecen una clara ventaja en relación con el medio ambiente si se comparan con los equipos de calefacción convencionales.

La bomba de calor eléctrica emite considerablemente menos CO<sub>2</sub> que las calderas. Además, una bomba de calor que funcione con electricidad procedente de energías renovables no desprende CO<sub>2</sub>.

### ● **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.

También es 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 mantengan funcionando en sus niveles óptimos de rendimiento.



**Foto 6.** Calderas.

Se estima que la combinación de sobredimensionamiento, las pérdidas en posición de espera y el bajo rendimiento, resultan un 35% inferior 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 de los combustibles fósiles.

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**

El combustible utilizado principalmente por el sector de estaciones de servicio es el gasóleo. 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.

#### CAMBIO DE GASÓLEO A GAS NATURAL

- Ahorro energético debido al mejor rendimiento energético de las calderas a gas.
- Menor coste de combustible.
- Utilización de un combustible más limpio con el que se eliminan las emisiones de SO<sub>2</sub> y se reducen las de CO<sub>2</sub>, responsables del efecto invernadero.
- Menor mantenimiento de la instalación.

#### 1.3.3.3. Agua caliente sanitaria (ACS)

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.

La instalación de sistemas de bajo consumo en baños, que reducen el caudal suministrado sin perjuicio de la calidad del suministro, también conlleva importantes ahorros energéticos debido a que disminuye notablemente el caudal de agua a calentar, con una reducción que, en algunos de estos equipos, alcanza valores del orden del 50-60% del consumo de agua.

Otra medida de ahorro en este concepto consiste en la instalación de válvulas termostáticas 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 8.** Porcentaje de ahorro de energía en una instalación de agua caliente.

ACCIONES ECONOMIZADORAS DE ENERGÍA EN LA INSTALACIÓN DE AGUA SANITARIA		
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 ALMACENAMIENTO.	Variable	Inferior a 6 años.
SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS OBSOLETOS: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quemador (de más de 8 años).</li> <li>- Caldera (de más de 12 años).</li> <li>- Caldera y quemador.</li> </ul>	9 7 16	Inferior a 4,5 años. Inferior a 6 años. Inferior a 6 años.
CONTROLAR LA COMBUSTIÓN, 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.

#### 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.
- Aislarse 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 redundaría en una distribución del gasto por este concepto, sino que, además, conlleva un ahorro energético importante.

En caso de tratarse de agua caliente sanitaria, reducir su consumo supone reducir el consumo de energía necesaria para calentarla. Sin embargo, cuando se trata de bombeo interno de agua, reducir su consumo supone

disminuir el consumo eléctrico de las bombas, al tener que mover menos cantidad.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe eliminarse, ya que suponen un gasto adicional de agua y conlleva las consecuencias indicadas anteriormente.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las siguientes medidas:

#### **MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA**

- Trabajar con presiones de servicio moderadas: 15 mmca 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 9.** Ejemplo de variador de velocidad en bombeo de agua.

MÁQUINA A ACCIONAR	Bomba de agua 7,5 kW
<b>SITUACIÓN INICIAL</b>	
Regulación mecánica	Válvula de entrangulamiento
Régimen medio funcionamiento	70%
Horas de trabajo	2.920 horas/año
Consumo eléctrico anual	19.864 kWh/año
Coste energía eléctrica	0,092 €/kWh
Coste eléctrico anual	1.830 €/año
<b>SITUACIÓN CON VARIADOR</b>	
Consumo energía eléctrica	9.244 kWh/año
Coste eléctrico anual	851 €/año
AHORRO ENERGÉTICO	10.620 kWh/año
% AHORRO	53,50%
AHORRO ECONÓMICO	979 €/año
INVERSIÓN	2.050 €/año

En el caso de los bombeos que llenen depósitos, es muy importante programarlos de modo que funcionen únicamente en las horas valle, cuando la energía es más barata. Si no fuese posible únicamente con las horas valle, se debe intentar evitar el uso en horas punta, más caras. El beneficio generado de esta acción no es únicamente económico, sino también medioambiental.

### 1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un buen mantenimiento preventivo, se 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.

### 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.

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.

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 compuesto por un ordenador y un software de gestión. No obstante, el elemento del programa debe ser siempre el operador o persona encargada de la gestión energética.

### 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 2002/91/CE

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, con el objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Europea. De esta manera, se pretende limitar el consumo de energía y, por lo tanto, de las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios. Este sector, compuesto, en su mayoría, por edificios, absorbe el 40% del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

**TABLA 10.** Demanda final de energía de la UE por sectores y combustible en 1997 (Mtep).

Demanda final de energía por sectores y combustibles	Edificios (vivienda+terciario)	Demand final total de energía	Industria	Demand final total de energía	Transporte	Demand final total de energía	TOTAL	Demand final total de energía
Combustibles sólidos	8,7	0,9%	37,2	4,0%	0,0	0,0%	45,9	4,9%
Petróleo	101	10,8%	45,6	4,9%	283,4	30,5%	429,9	46,2%
Gas	129,1	13,9%	86,4	9,3%	0,3	0,0%	215,9	23,2%
Electricidad (14% procedente de energías renovables)	98	10,5%	74,3	8,0%	4,9	0,5%	177,2	19,0%
Calor derivado	16,2	1,7%	4,2	0,5%	0,0	0,0%	20,4	2,2%
Energías renovables	26,1	2,8%	15	1,6%	0,0	0,0%	41,1	4,9%
<b>TOTAL</b>	<b>379,04</b>	<b>40,7%</b>	<b>262,72</b>	<b>28,2%</b>	<b>288,6</b>	<b>31,0%</b>	<b>930,4</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: "Energy in Europe - European Union Energy Outlook to 2020". Comisión Europea.

Los requisitos de eficiencia energética que se establezcan en cada país tendrán en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación entre el coste y la

eficacia en cuanto a ahorro energético de las medidas que se exijan. Esta Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de las instalaciones de calefacción con calderas de más de 15 años.

En los edificios con una superficie útil total de más de 1.000 m<sup>2</sup>, la Directiva establece que se considere y se tenga en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de sistemas alternativos como:

- ✿ Sistemas de producción de energía basados en energías renovables.
- ✿ Sistemas de cogeneración.
- ✿ Calefacción o refrigeración central o urbana, cuando ésta esté disponible.
- ✿ Bombas de calor, en determinadas condiciones.



**Foto 7.** Ejemplo de estación de servicio con energías renovables.

Para los edificios existentes, la Directiva establece que se han de tomar las medidas necesarias para que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1.000 m<sup>2</sup>, se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

### **1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética**

La Directiva establece que cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario, o por parte del propietario a disposición del posible comprador o inquilino, un certificado de eficiencia energética. Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

El certificado de eficiencia energética de un edificio ha de incluir valores de referencia, como la Normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. El certificado ha de ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.

### **1.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado**

En las instalaciones de aire acondicionado se realizará una inspección periódica de los sistemas con una potencia nominal efectiva superior a 12 kW.

La inspección incluirá una evaluación del rendimiento del aire acondicionado y de su capacidad comparada con la demanda de refrigeración del edificio. Se asesorará a los usuarios sobre la sustitución del sistema de aire acondicionado, las mejoras que se pueden aportar o las soluciones alternativas.

Esta Directiva establece la obligatoriedad, por parte de los Estados miembros, de dar cumplimiento de la misma antes del 4 de Enero de 2006.

## 1.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. 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 los pasos para lograr reducir los costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir mayor eficacia en esta tarea. Por ello, para el sector de las estaciones de servicio se debe tener en cuenta que están sometidas a elevados consumos energéticos. El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos, ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de la empresa y, a su vez, a conseguir una mejora en los efectos medioambientales producidos por su actividad.

En este capítulo se ha recogido, 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.

Las actuaciones recomendadas en este capítulo 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 inicialmente 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 empresarial, y es muy probable que una atenta revisión permita una selección de 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 empresarial. 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 pone de manifiesto en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y, por lo 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, rebajarán 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, puede ser una opción interesante para reducir el consumo de suministros externos de manera rentable y sin causar daños medioambientales.

Por otra parte, un adecuado estudio termográfico permitirá incrementar la seguridad y la prevención, pero, además, se evitarán 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 para detectar posibles fallos y actuar antes de que se agraven, y también sobre los equipos e instalaciones térmicas para detectar fugas de frío y calor con las correspondientes pérdidas de energía y dinero que esto conlleva.

En cualquier caso, sólo se han estudiado algunas de las posibilidades que existen en el mercado para ahorrar en la factura energética, así como para mejorar la calidad y garantizar el suministro. Una Auditoría Energética es el vehículo más adecuado para conocer nuestras limitaciones, nuestras necesidades reales y las posibilidades que ENDESA pone a disposición. Esta inquietud por la realización de Auditorías Energéticas es compartida por el propio Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que establece subvenciones para la promoción y realización de las mismas, así como para la implantación de las mejoras propuestas en ellas.

ENDESA propone hacer uso de esas ayudas económicas para la realización de Auditorías Energéticas y para la puesta en marcha de las mejoras técnicas.

Dichas mejoras – algunas posibilidades han sido introducidas en este capítulo – significarán, de manera inmediata, el ahorro en los costes energéticos de la empresa y, con ello, la mejora de la cuenta de resultados y el incremento del beneficio.

## 2.1. Introducción

El agotamiento de las fuentes de energía no renovables, el ahorro monetario o el cuidado del medio ambiente son algunas de las razones por las que comenzamos a familiarizarnos con el término eficiencia energética, pero, ¿de qué se habla exactamente cuando se utiliza esta expresión? De algo tan sencillo como de la adecuada administración de la energía y, en consecuencia, de su ahorro.



La energía es algo que utilizamos a diario y constantemente desde que nos levantamos hasta que nos acostamos, pero raramente pensamos en cómo administrarla, no sólo para ahorrar dinero, sino también para ayudar al medio ambiente. Y es que se debe tener claro que es la propia naturaleza la que más caro pagará todos nuestros derroches energéticos, sobre todo si se considera que un pequeño porcentaje de la energía utilizada en España proviene de fuentes renovables.



Resulta prioritario pues, reducir esta dependencia económica del petróleo y de combustibles fósiles, ya que se trata de fuentes que, poco a poco, se agotan y, para ello, hay dos soluciones: potenciar el uso de fuentes alternativas y renovables y, aún más importante, aprender a usar eficientemente la energía, cuestión en la que todos tenemos igual responsabilidad. El ahorro de energía se puede conseguir en cualquiera de las actividades diarias y, además, hoy día hay muchos adelantos tecnológicos orientados a este fin que han obtenido

buenos resultados. Se calcula que, desde 1970, se ha consumido un 20% menos de energía para generar los mismos bienes.

Debido al cambio climático, el aumento del precio de la energía, la escasez de recursos naturales y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (entre las que se encuentran las de CO<sub>2</sub>), todos ellos problemas clave de nuestros días, se consideró necesario marcar unos objetivos por países, dentro del protocolo de Kyoto. Actualmente, las emisiones de CO<sub>2</sub> en España se encuentran a unos niveles muy alejados de los necesarios para poder alcanzar el objetivo prefijado en Kyoto para el año 2012.

La industria del alumbrado posee la tecnología necesaria para conseguir ahorros energéticos y reducciones muy significativas de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cambiando a sistemas de alumbrado energéticamente más eficientes, se pueden obtener importantes ahorros en los costes de mantenimiento de las instalaciones. Las ventajas, por tanto, son muchas, tanto desde el punto de vista medioambiental como financiero.

## 2.2. Directivas, códigos, leyes y reglamentos sobre la eficiencia energética

Dados los efectos cada vez más alarmantes producidos por el cambio climático y la preocupación actual por el medio ambiente y su futuro, los gobiernos de la mayor parte de los países, y en concreto la Unión Europea, han redactado una serie de directivas, códigos, leyes, reglamentos y normas para acomodar el consumo excesivo de los escasos recursos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y, sobre todo, renovables. Por otro lado, los fabricantes de aparatos que consumen energía investigan y desarrollan cómo reducir los consumos manteniendo las prestaciones de sus productos.

No debe olvidarse que, en paralelo con este deseo de ahorrar energía, coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad

precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los distintos lugares a iluminar.

A continuación se detallan una serie de normativas de obligado cumplimiento que afectan directamente al alumbrado en general y, especialmente, a la iluminación en los establecimientos a los que se dirige esta Guía.

## 2.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Consejo de Ministros, mediante el Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo de 2006, aprobó el Código Técnico de la Edificación (CTE), marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.

El auge de la construcción en los últimos años y en décadas anteriores no siempre ha alcanzado unos parámetros de calidad adaptados a las nuevas demandas. El punto de inflexión que significó la firma del Protocolo de Kyoto en 1999 y los compromisos más exigentes de la Unión Europea con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, marcan el desarrollo de una serie de normativas que están cambiando los parámetros básicos de la construcción.

El CTE se aprueba con los objetivos de mejorar la calidad de la edificación y de promover la innovación y la sostenibilidad, aumentando la calidad básica de la construcción según se recogía en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE). Además, se han incorporado criterios de eficiencia energética para cumplir las exigencias derivadas de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de edificios.

A través de esta Normativa, se da satisfacción a ciertos requisitos básicos de la edificación relacionados con la seguridad y el bienestar de las personas, que se refieren tanto a la seguridad estructural y de protección contra incendios, como a

la salubridad, la protección contra el ruido, el ahorro energético o la accesibilidad a las personas con movilidad reducida.

Esta nueva Norma regulará la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes, tanto los destinados a viviendas como los de uso comercial, docente, sanitario, deportivo, industrial o sociocultural.

Dentro de esta nueva legislación, existen distintas secciones que afectan a la iluminación de los edificios. La más importante se recoge a continuación.

### **2.2.1.1. Sección HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**

Este es, sin duda, el documento que supondrá un mayor avance en materia de iluminación de las edificaciones. Su ámbito de aplicación son las instalaciones de iluminación de interior en:

- ✿ Edificios de nueva construcción.
- ✿ Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- ✿ Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

Se excluyen, específicamente:

- ✿ Edificios y monumentos de valor histórico, cuando la aplicación de estas exigencias supongan alteraciones inaceptables para ellos.
- ✿ Construcciones provisionales para menos de 2 años.
- ✿ Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- ✿ Edificios independientes de menos de 50 m<sup>2</sup>.
- ✿ Interiores de viviendas.

Aún en estos casos, se deben adoptar soluciones, debidamente justificadas en el proyecto, para el ahorro de energía en la iluminación. Para la aplicación de esta sección, se establece un procedimiento de verificación que debe incluir:

## 1. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Este valor se define como:

$$\text{VEEI} = \frac{\text{Potencia instalada} \times 100}{\text{Superficie iluminada (m}^2\text{)} \times \text{iluminancia media mantenida}}$$

Las unidades son, por tanto: W/m<sup>2</sup> por cada 100 Lux.

Para este valor se establecen unos valores mínimos, diferenciándose en los edificios dos tipos de zonas: las de representación y las de no representación. Se entienden por zonas de representación aquellas donde el criterio de diseño, imagen o estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. Por el contrario, zonas de no representación son aquellas donde los criterios como el nivel de iluminación, confort visual, seguridad y eficiencia energética son más importantes que cualquier otro criterio.

## 2. Sistemas de control y regulación

Las instalaciones de iluminación deberán contar con un sistema de regulación y control.

Se prohíbe expresamente utilizar como único sistema de control el apagado y encendido en cuadros eléctricos, práctica muy habitual en la actualidad, por lo que se tendrá que instalar para cada zona, al menos, un sistema de encendido y apagado manual.

El sistema de control dispondrá, al menos, de detección de presencia o temporización en zonas de uso esporádico, lo que implica la obligación de instalar estos sistemas en aseos, pasillos, escaleras, aparcamientos, etc.

Además, los edificios que dispongan de una suficiente iluminación natural tendrán un sistema de regulación en las luminarias más próximas a las ventanas, de manera que se aproveche el aporte de luz natural.

Quedan explícitamente excluidas del requerimiento de regulación las tiendas y pequeños comercios.

### 3. Cálculo

Se establece que los parámetros de calidad de la instalación aceptados como mínimos, son los que se establecen en la Norma UNE 12464-1, "Iluminación en lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo interiores" y en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de riesgos laborales.

Dentro de la Norma UNE 12464-1, hay que prestar especial interés a los valores de deslumbramiento directo (UGR) e indirecto (límite de luminancia en luminarias con flujo hacia el hemisferio inferior;  $cd/m^2 < 65^\circ$ ), ya que en las instalaciones actuales estos parámetros de calidad no suelen considerarse.

Los parámetros mínimos de cálculo que se tienen que obtener para cada zona son:

- Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Iluminancia media mantenida (Em) en el plano de trabajo.
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR) para el observador.

Así mismo, se deberán indicar el índice de rendimiento cromático (Ra) y las potencias de los conjunto lámparas – equipo auxiliar. El cálculo se puede realizar manualmente o bien mediante ordenador (por ejemplo, con el programa Dialux).

### 4. Productos de la construcción

Se establecen unos valores mínimos de eficiencia de los equipos eléctricos asociados a las lámparas fluorescentes, halógenas de baja tensión y de

descarga. Los valores exigidos para fluorescencia son los ya incluidos con anterioridad en el Real Decreto 838/2002 (posteriormente analizado).

Para lámparas de descarga y halógenas de bajo voltaje, se exigen unos niveles inferiores a los que ofrecen algunos fabricantes en equipos convencionales. Utilizar reactancias y transformadores electrónicos garantiza el cumplimiento de este punto, en todos los casos.

## 5. Mantenimiento y conservación

El CTE obliga a elaborar un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación, de manera que se garantice el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y de la eficiencia energética.

Dicho plan contemplará los períodos de reposición de las lámparas, los de la limpieza de luminarias, así como la metodología a emplear. Actualmente, es práctica común hacer un mantenimiento puntual de las lámparas, lo cual impide garantizar las condiciones de calidad de la instalación.

### 2.2.2. Norma UNE 12464-1: Norma Europea sobre la iluminación para interiores

En el ámbito de la Unión Europea, el Parlamento y el Consejo redactaron y publicaron en el año 2002 la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, de aplicación obligatoria en los países miembros (entre los cuales se encuentra España), una vez transcurrido el período transitorio de adecuación correspondiente.

Esta Directiva impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio, entre las cuales se encuentra la iluminación. Tal y como se indica en sus capítulos, se trata de reducir los consumos excesivos de energía hasta en un 22%, obligando a la adopción de medidas de ahorro y recuperación energética, y se aconseja la

sustitución de ciertas fuentes de energía escasas y contaminantes por otras renovables y menos agresivas con el medio ambiente.

Inmersos en el cumplimiento de dicha Directiva, en nuestro país se están desarrollando múltiples esfuerzos enfocados a la consecución de dicha mejora energética en las instalaciones de alumbrado, constituyendo, de este modo, una seria y responsable respuesta a las peticiones que surgen de todos los ámbitos de la sociedad.

Pero no debe nunca olvidarse que, en paralelo con este deseo de ahorrar energía, coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo.

Afortunadamente, en septiembre de 2002, se aceptó la redacción, por parte de la Comisión de Normalización Europea, de la Norma UNE 12464-1 relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior", por lo que, a finales de mayo de 2003, han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva Norma.

Esta nueva Norma, a la que debe acudirse en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, recomienda el cumplimiento no sólo cuantitativo, sino cualitativo, de dos aspectos de la tarea visual que se resumen brevemente:

- Confort visual.
- Rendimiento de colores.

Dentro del confort visual, estarán englobados parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz o, incluso, el modo de evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenadores.

En un aspecto más materialista, se describe, de modo muy detenido, la importancia de la utilización de factores de mantenimiento correctos a emplear en las instalaciones de alumbrado, teniendo en cuenta las pérdidas propias de envejecimiento de los componentes o el ensuciamiento de sus superficies ópticas.

Pero lo que de verdad introduce una novedad notable, por lo que significa de mejora para el usuario de las instalaciones, es el aspecto relativo al rendimiento de colores.

Como todo el mundo probablemente conoce, existen una serie de fuentes de luz, masivamente empleadas en la iluminación de interiores por razones exclusivamente crematísticas, que no cumplen con unos índices mínimos de reproducción cromática, y lo que esta Norma plantea es la prohibición de dichas fuentes de luz en iluminaciones de tareas visuales.

Así, por ejemplo, se exige un  $Ra > 80$  en la conocida escala de 0 a 100, para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración o permanente, y no ocasional como podría suceder en corredores o pasillos.

Estas prescripciones, recogidas convenientemente en esta nueva Norma, contribuirán a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación en interiores mucho más "humanas" y protectoras de la calidad de vida y condiciones de trabajo en el quehacer cotidiano.

Cabe pensar que hay que felicitarse porque la Comisión Europea de Normalización y los países de la Unión Europea hayan refrendado los deseos de los usuarios de las instalaciones satisfaciendo sus ya antiguas reivindicaciones en cuanto al tratamiento de los colores y del confort visual, además de la seguridad.

Los requisitos de iluminación se determinan con el fin de satisfacer tres necesidades humanas básicas:

- ✿ Confort visual, en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar. De un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.

- Prestaciones visuales, en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad.

A continuación se muestran unas tablas para el caso concreto que nos ocupa. Se hará uso de la tabla de establecimientos minoristas que se tendrá en cuenta a la hora de estudiar las áreas de tiendas en las estaciones de servicio. También se recoge la explicación para cada una de las columnas:

## Tabla de Establecimientos minoristas

### I. Establecimientos minoristas

Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.1	Area de ventas	300	22	80	- Los requisitos tanto de luminancia como de UGR vienen determinados por el tipo de tienda
1.2	Area de cajas	500	19	80	
1.3	Mesa de envolver	500	19	80	

- Columna 1: recoge el número de referencia para cada (área) interior, tarea o actividad.
- Columna 2: recoge las (áreas) interiores, tareas o actividades, para las que están dados los requisitos específicos. Si el (área) interior, tarea o actividad particular no está recogida, deberían adoptarse los valores dados para una situación similar, comparable.
- Columna 3: proporciona la iluminancia mantenida  $E_m$  en la superficie de referencia para el (área) interior, tarea o actividad dada en la columna 2. La iluminancia media para cada tarea no debe caer del valor en tablas para cada área, independientemente de la edad y estado de la instalación. La iluminancia mantenida puede ser disminuida en circunstancias inusuales o aumentada en circunstancias críticas (trabajos de precisión).
- Columna 4: cuando los límites de UGR (Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado, UGR) son aplicables a la situación recogida en la columna 2.
- Columna 5: proporciona los índices de rendimiento de colores (R<sub>a</sub>) mínimos para la situación recogida en la columna 2.
- Columna 6: se dan avisos y pies de notas para excepciones y aplicaciones especiales para las situaciones recogidas en la columna 2.

## 2.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos

El Consejo de Ministros aprobó el Real Decreto 208/2005 el 25 de febrero de 2005, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, con el que se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes (productores, distribuidores y usuarios) que intervienen en el ciclo de vida de estos aparatos y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados.

El Real Decreto incorpora al derecho español las Directivas europeas 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003, y la Directiva 2003/108/CE, de 8 de diciembre de 2003.

Establece medidas de prevención desde la fase de diseño y fabricación de los aparatos eléctricos o electrónicos, para limitar la inclusión en ellos de sustancias peligrosas. Estas medidas son exigibles a los aparatos que han salido al mercado desde el 1 de julio de 2006.

También se determina cómo gestionar estos aparatos para minimizar el impacto ambiental de sus residuos, con especial consideración de los procedentes de hogares particulares, por su porcentaje mayoritario en el cómputo total de residuos de estos aparatos. La Norma aprobada establece que los últimos poseedores podrán devolver los aparatos sin coste a los distribuidores o a las entidades locales. Posteriormente, los productores deberán hacerse cargo de ellos y proceder a su correcta gestión, bien directamente o mediante gestores autorizados.

El Real Decreto aprobado, concreta las operaciones de su tratamiento, que deben ajustarse a las mejores técnicas disponibles, en el sentido indicado por la ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación.

En aplicación del principio "quien contamina paga", el productor debe hacerse cargo de los costes de la gestión, incluida la recogida desde las instalaciones de almacenamiento temporal establecidas por los entes locales o desde los distribuidores, de los residuos que se generen tras el uso de los aparatos eléctricos o electrónicos que se hayan puesto en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005. A partir de esa fecha, los aparatos que se pusieron en el mercado se marcaron para identificar a su productor y para constatar que habían sido puestos en el mercado después de dicha fecha. Así, se etiquetaron con el símbolo indicativo de la necesaria recogida selectiva y diferenciada del resto de residuos urbanos, según el estándar europeo desarrollado para este fin.

Así mismo, se prevé la financiación de los costes de gestión de los residuos procedentes de productos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005. En los aparatos puestos en el mercado a partir de la entrada en vigor del Real Decreto, los productores deberán informar a los usuarios sobre la repercusión de los costes de gestión de los aparatos existentes en el mercado antes de dicha fecha, siendo esta información especificada en la factura. Esta obligación podrá mantenerse hasta el 13 de febrero de 2011, con algunas excepciones en las que puede mantenerse hasta el 13 de febrero de 2013.

De conformidad con lo dispuesto en el RD 208/2005, el fabricante especificará en sus facturas la información relativa a la repercusión en el precio de sus productos de los costes de gestión de los aparatos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005, cuando devengan residuos.

Finalmente, se establecen los requisitos técnicos tanto de las instalaciones de recepción, incluso provisionales, como los de las instalaciones de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos, y se determina la información que los distintos agentes económicos deben remitir a las Comunidades Autónomas y al Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, así como la que éstos deben enviar al Ministerio de Medio Ambiente para su remisión a la Unión Europea.

Los productores pueden desarrollar su propio sistema de recogida, reciclado y valorización, o realizar este servicio a través de un Sistema Integrado de Gestión

(S.I.G.). Philips Alumbrado cuenta con la Asociación sin ánimo de lucro Ambilamp para los residuos de lámparas ([www.ambilamp.es](http://www.ambilamp.es)) y con la Fundación Eculum para luminarias ([www.eculum.es](http://www.eculum.es)).

## 2.2.4. RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos

Desde el 1 de julio de 2006, son de aplicación las medidas previstas en la Directiva 2002/95/CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, también conocida como Directiva RoHS (transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero), medidas que tienen un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Complementa la Directiva RAEE reduciendo las cantidades de materiales potencialmente peligrosos contenidos en productos eléctricos y electrónicos.

Una de las principales consecuencias de la Directiva RoHS es la restricción de aquellos productos que no cumplen con las cantidades de sustancias contaminantes que en esta Directiva se especifican, así como reducir los riesgos en la manipulación de los productos en su ciclo de reciclaje.

Se prohíben las siguientes sustancias en lámparas y equipos:

- ✿ Plomo (Pb).
- ✿ Mercurio (Hg).
- ✿ Cromo hexavalente (Cr VI).
- ✿ Cadmio (Cd).
- ✿ Bifenilos polibromados (PBB).
- ✿ Difeniléteres polibromados (PBDE).

La Directiva RoHS afecta tanto a las lámparas como a los equipos y, conjuntamente con la Directiva RAEE, tiene un impacto significativo en las

cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Se ha de tener en cuenta que las lámparas incandescentes y halógenas, a diferencia de la Directiva RAEE, sí están incluidas en RoHS.

La Normativa sobre el mercurio y el plomo contempla algunas exenciones en iluminación, basadas en los niveles que se utilizan actualmente en el sector (ver tabla siguiente relativa a exenciones en iluminación de la Directiva RoHS). La razón es que se requiere algo de mercurio para que las lámparas de descarga en gas funcionen eficientemente, así como la ausencia de alternativas técnicas industriales al plomo en determinadas categorías de producto. Una de las principales consecuencias de la Directiva RoHS es la restricción de los productos de baja calidad.

Sustancia	Aplicaciones	Exención Máx. valor
Mercurio	Compactas Integradas y No Integradas	< 5 mg
	Lámparas fluorescentes rectas (fines generales)	< 10 mg
	Halofosfatos (lámparas estándar)	< 5 mg
	Trifosfatos vida normal (Gama 80)	< 8 mg
	Trifosfatos vida prolongada (Xtra/Xtreme)	Exento
	Fluorescentes para fines especiales	Exento
	Lámparas HID (compactas)	Exento
Plomo	Vidrio de arrancadores y tubos fluorescentes	Exento
	Soldaduras de alta temperatura de fusión ( $Pb > 85\%$ )	Exento
	Piezas cerámicas electrónicas (por ejemplo, en excitadores)	Exento

## 2.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes

El Real Decreto 838/2002, del 2 de agosto, traspone la Directiva 2000/55/CE que fue aprobada en el Parlamento Europeo el 18 de septiembre. Esta Directiva regula los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

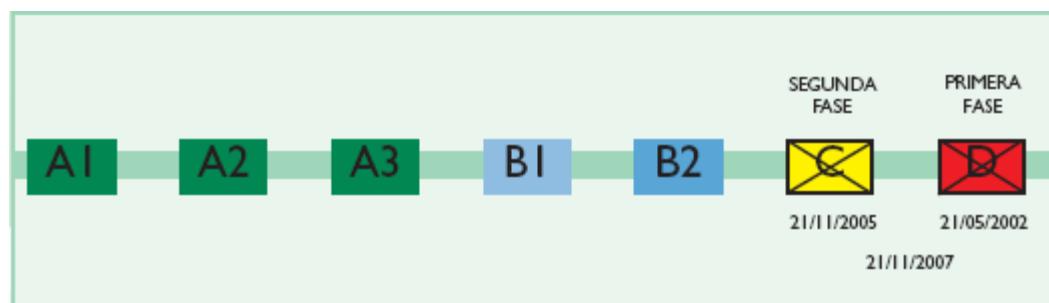
La presente Directiva tiene como objeto reducir el consumo de energía de los balastos para lámparas fluorescentes, abandonando poco a poco aquellos que sean menos eficientes, a favor de balastos más eficientes que permitan, además, un importante ahorro energético.

Esta Directiva se debe aplicar a los balastos de fluorescencia alimentados a través de la red eléctrica. Están excluidos los balastos integrados en lámparas, los balastos que, estando destinados a luminarias, han de instalarse en muebles y los balastos destinados a la exportación fuera de la Comunidad Europea.

Los balastos deber de ir con el marcado "CE". El marcado "CE" habrá de colocarse de manera visible, legible e indeleble en los balastos y en sus embalajes. Es decisión del fabricante incorporar en el balasto una etiqueta indicando el Índice de Eficiencia Energética.

Se define como Índice de Eficiencia Energética, la potencia máxima de entrada del circuito balasto-lámpara. Existen siete niveles de eficiencia que, clasificados de mejor a peor, son:

- ✿ A1, electrónicos regulables.
- ✿ A2, electrónicos de bajas pérdidas.
- ✿ A3, electrónicos estándar.
- ✿ B1, electromagnéticos de muy bajas pérdidas.
- ✿ B2, electromagnéticos de bajas pérdidas.
- ✿ C, electromagnéticos de pérdidas moderadas.
- ✿ D, electromagnéticos de altas pérdidas.



Esta última es función de la potencia de la lámpara y del tipo de balasto. Por lo tanto, la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara para un tipo de balasto determinado, se define como la potencia máxima del circuito balasto-lámpara con distintos niveles para cada potencia de lámpara y para cada tipo de balasto.

## 2.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado

La luz es una necesidad humana elemental y una buena luz, por lo tanto, es esencial para el bienestar y la salud.

La iluminación debe servir a tres objetivos fundamentales:

- ✿ Cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual.
- ✿ Crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.
- ✿ Racionalizar el uso de la energía con instalaciones de la mayor eficiencia energética posible.

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen este tipo de establecimientos deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las tareas y actividades que se desarrollen. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, se obtendrán los resultados de confort visual requeridos, garantizando la máxima eficiencia energética y, por lo tanto, los mínimos costes de explotación.

Por otro lado, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo

y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/vatio), unidas al uso de sistemas de control y regulación cuando sea posible, y adecuados a las necesidades del espacio a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

La calidad de la luz (nivel de iluminación, reproducción de color, temperatura de color y grado de deslumbramiento) ha de ser siempre suficiente para garantizar un rendimiento visual adecuado de la tarea en cuestión. El rendimiento visual de una persona depende de la calidad de la luz y de sus propias "capacidades visuales". En este sentido, la edad es un factor importante, ya que con ella aumentan las necesidades de iluminación.

Los efectos estimulantes de la luz son reconocidos por casi todo el mundo. No sólo los distintos efectos de la luz solar, sino también los efectos de la luz en los entornos cerrados. Existen estudios que sugieren que la luz repercute positivamente en la salud de las personas.

Una iluminación de baja calidad puede requerir un mayor esfuerzo y/o un mayor número de errores o accidentes, con la consiguiente disminución de las capacidades de actuación. Las causas son, con frecuencia, el escaso nivel de iluminación, el deslumbramiento y las relaciones de luminancia mal equilibradas en el lugar, o el consabido parpadeo de los tubos fluorescentes que funcionan con equipos convencionales.

Está demostrado que muchos tipos de errores y accidentes se podrían evitar si se mejorara la visibilidad aumentando el nivel de iluminación, mejorando la uniformidad, evitando deslumbramientos o instalando balastos electrónicos para evitar el efecto estroboscópico o parpadeo. Es importante tener esto en cuenta en zonas de hornos y maquinaria de manipulación de alimentos.

A continuación, se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado en las que se puede ahorrar energía en cantidades muy considerables, analizando detenidamente dónde, cómo y cuándo adoptar las medidas más eficaces para llevar a la práctica la consecución del ahorro deseado.

## 2.3.1. Fase de proyecto

En esta fase, se debe prestar una especial atención a elegir y cuantificar aquellos criterios realmente fundamentales para conseguir una instalación de iluminación eficiente y de alta calidad. De entre todos los parámetros cuantitativos y cualitativos, hay que prestar una especial atención a:

- La predeterminación de los niveles de iluminación.
- La elección de los componentes de la instalación.
- La elección de sistemas de control y regulación.

### 2.3.1.1. Predeterminación de los niveles de iluminación

Deben tenerse muy en cuenta las necesidades visuales del observador tipo, convenientemente recogidas en las recomendaciones y normas relativas a tareas visuales a realizar por el ser humano. En resumen, todo se reduce a la apreciación de un objeto contra un fondo, ya sean objetos físicos, letras u otros elementos.

#### A) Niveles de iluminación mantenidos

Cuando se realiza el proyecto de iluminación, normalmente se establece un nivel de iluminación inicial superior, según los ciclos de mantenimiento, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento de las mismas. Con el tiempo, el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.

Se deben realizar ciclos de mantenimiento y limpieza para mantener un nivel de iluminación adecuado a las actividades que se realizan. Se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, asegurando, así, que la tarea se pueda realizar según las necesidades visuales.

Por supuesto, se satisfarán otros criterios cualitativos simultáneamente, tales como la reproducción de colores, el color aparente de la luz, el ambiente en

que se encuentren las personas en su interior, el control del deslumbramiento, la simultaneidad con la luz natural, etc.

**B) Tiempo de ocupación del recinto**

En una tarea visual que se desarrolla dentro de un recinto cerrado, el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica. Así, la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos.

**C) Aportación de luz natural**

Deberá estudiarse la superficie abierta, la orientación respecto al sol, la proximidad de otros edificios, en resumen, todo aquello que suponga una aportación de luz natural, que no sólo es vital desde el punto de vista psicológico, sino sobre todo desde el punto de vista de ahorro de energía.

**D) Flexibilidad de la actividad que se realice**

El análisis de los supuestos de partida no debe despreciar nunca la realización de actividades variadas en una misma sala, para lo que será preciso flexibilizar la instalación y no duplicarla o triplicarla.

### **2.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación**

Otro de los elementos básicos en la fase de proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos componentes, tales como las fuentes de luz, los equipos eléctricos precisos para el funcionamiento de las fuentes de luz y las luminarias.

En cualquier caso, cuando se comparan sistemas que son equivalentes en términos luminotécnicos, el análisis de costes hace la elección más sencilla. Al realizar tal análisis, se debe calcular no sólo el coste inicial, sino también los costes de explotación previstos (energía y mantenimiento de la instalación), entre otras

razones, porque los costes de la energía son uno de los factores más importantes del coste global de la instalación.

Para realizar un análisis de costes, se necesitan los siguientes datos:

- ✿ Número y tipo de luminarias/proyectores necesarios.
- ✿ Precio de la luminaria/proyector.
- ✿ Número y tipo de lámparas necesarias.
- ✿ Precio de la lámpara y equipo auxiliar.
- ✿ Consumo por luminaria/proyector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- ✿ Tarifas de electricidad.
- ✿ Vida útil de la lámpara.
- ✿ Horas de funcionamiento anual de la instalación.
- ✿ Financiación y amortización.

#### A) Lámparas

Además de por sus características cromáticas, tanto de reproducción de colores como de apariencia de su luz, las lámparas se diferencian, sobre todo en términos de eficiencia energética, por un parámetro que la define: la eficacia luminosa, o cantidad de luz (en lúmenes) dividida por la potencia eléctrica consumida (en vatios). Nada mejor que una gráfica como la de la Fig. 1 para representar de una forma simple y rápida la diferencia entre las distintas fuentes de luz artificial.

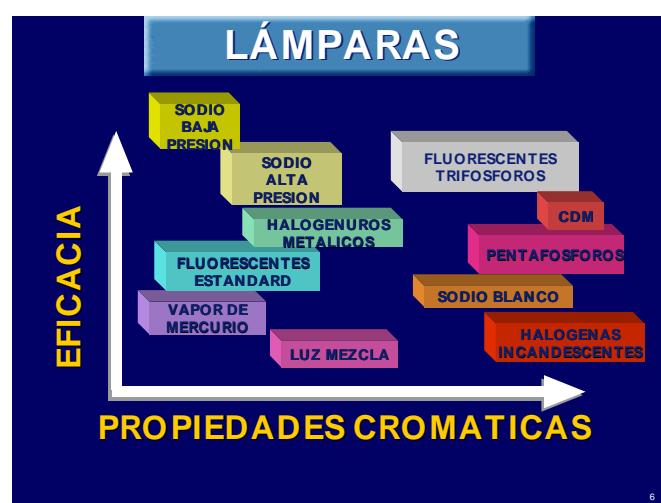


Figura 1. Cuadro comparativo de eficacia de las lámparas.

Es importante para las prestaciones visuales y la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno, de los objetos y de la piel humana se reproduzcan de forma natural, correctamente y de tal modo que haga que las personas parezcan atractivas y saludables.

Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, se ha definido el Índice de Rendimiento en Color (Ra o I.R.C.). El Ra se obtiene como una nota de examen, siendo resultado de la comparación de 8 o 14 colores muestra. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente, y conforme se aleja de 100, se puede esperar una menor definición sobre todos los colores.

<b>Ra &lt; 60</b>	<b>Pobre</b>
<b>60 &lt; Ra &lt; 80</b>	<b>Bueno</b>
<b>80 &lt; Ra &lt; 90</b>	<b>Muy Bueno</b>
<b>Ra &gt; 90</b>	<b>Excelente</b>

Las lámparas con un índice de rendimiento en color menor de 80 no deberían usarse en interiores en los que las personas trabajen o permanezcan durante largos períodos.

La "apariencia de color" o "temperatura de color" de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. La luz blanca puede variar desde tonalidades cálidas a frías, en función de las sensaciones psicológicas que producen.

Para las aplicaciones generales, la Comisión Internacional de Iluminación divide las fuentes de luz en tres clases, según su temperatura de color:

<b>Blanco Cálido</b>	<b>Tc &lt; 3.300 K</b>
<b>Blanco Neutro</b>	<b>3.300 K &lt; Tc &lt; 5.300 K</b>
<b>Blanco Frío</b>	<b>Tc &gt; 5.300 K</b>

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores del espacio y objetos del mismo, clima circundante y de su aplicación.

## B) **Balastos**

Las lámparas incandescentes y las halógenas directas a red, son las únicas que no necesitan de un equipo auxiliar (transformador o reactancia o balasto electrónico) para funcionar. Las lámparas de descarga se utilizan en combinación con diferentes tipos de balastos. Éstos pueden ser electrónicos (también llamados electrónicos de alta frecuencia) o electromagnéticos. Bajo la categoría de balastos electromagnéticos se encuentran los de cobre-hierro tradicionales para lámparas fluorescentes. Estos balastos deben combinarse con cebadores y, habitualmente, con condensadores de corrección del factor de potencia.

Los balastos electrónicos ofrecen numerosas e importantes ventajas en comparación con los balastos electromagnéticos tradicionales:

- ✿ Las pérdidas de potencia en los balastos tradicionales (electromagnéticos) oscilan entre un 6-7% hasta un 20%, mientras que en los balastos electrónicos puros son de 0 vatios.
- ✿ Ahorros de coste debidos a la reducción del consumo de energía en, aproximadamente, un 25%, por la considerablemente mayor duración de la lámpara y por la reducción notable de los costes de mantenimiento.
- ✿ Al confort general de la iluminación se añade que no producen parpadeos y que un interruptor de seguridad automático desconecta el circuito al acabar la vida de la lámpara, evitando los intentos de encendido indefinidos. El encendido de la lámpara rápido y fluido está garantizado, y se evita el potencialmente peligroso efecto estroboscópico.

- Mayor seguridad mediante la detección de sobrecargas de voltaje, una temperatura de funcionamiento significativamente inferior y, en la mayoría de los tipos, un control de protección de la tensión de red de entrada.
- Mayor flexibilidad. Con los balastos de regulación, las instalaciones con lámparas fluorescentes pueden regularse, lo que permite el ajuste de los niveles de iluminación de acuerdo a las preferencias personales, además de proporcionar un ahorro adicional de energía.
- Las unidades de balasto electrónico son más ligeras y relativamente sencillas de instalar, comparadas con los balastos electromagnéticos, y requieren menos cableado y componentes de circuito (no hay cebadores).
- El funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16 kHz, hace aumentar la eficacia del tubo en un 10%.



Figura 2. Algunos tipos comunes de balastos electrónicos.

Los balastos electrónicos de precaldeo calientan los electrodos antes de aplicar la tensión de arranque. El precalentamiento del electrodo de la lámpara es posible en todas las lámparas fluorescentes. El precalentamiento tiene dos ventajas:

- Los electrodos de la lámpara sufren muy poco con cada arranque.
- La tensión de arranque necesaria es inferior que en un circuito de arranque frío.

Por lo tanto, con el precaldeo se pueden realizar tantas comutaciones como sea necesario.

### C) Luminarias

La eficiencia energética de las luminarias está basada en el máximo aprovechamiento del flujo luminoso emitido por la lámpara, con un tope del 100%, pero que, en casos muy especiales, se aproxima al 90%, como máximo. A esta eficiencia contribuyen de modo muy importante el tamaño físico de la lámpara (cuanto más se aproxima a un foco luminoso puntual mayor será su eficiencia dentro de un sistema óptico).

No obstante, no hay que olvidar que, además de estas prestaciones iniciales, las luminarias tienen como exigencia su conservación el mayor tiempo posible, ya sea evitando el ensuciamiento interno del sistema óptico, o evitando la degradación de las superficies reflectoras, transmisoras o refractoras.

Los deslumbramientos pueden provocar cansancio y dolores oculares, pudiendo llegar a producir irritación de ojos y dolores de cabeza. Se debe tener especial atención al deslumbramiento en aquellos lugares donde la estancia es prolongada o donde la tarea es de mayor precisión.

El Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones, atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar, debido a la construcción de la óptica y la posición de las lámparas. El sistema utiliza una serie de fórmulas para determinar, en función de la luminaria, la posición de

instalación de la misma, las condiciones del local, y nivel de iluminación, y el posible deslumbramiento producido en los ojos de una persona que esté presente en el local. El resultado final es un número comprendido entre 10 y 31, siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto sea el valor obtenido.

### 2.3.1.3. Elección de los sistemas de control y regulación

Además del conjunto formado por lámpara, balasto y luminaria, que debe ser lo más eficiente posible, hay una serie de dispositivos, denominados genéricamente sistemas de regulación y control, que tratan de simplificar y automatizar la gestión de las instalaciones de alumbrado. Entre los diferentes sistemas, se pueden destacar:

- Sistemas automáticos de encendido y apagado.
- Sistemas de regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor, pulsador, mando a distancia, etc.
- Sistemas de regulación de la iluminación artificial de acuerdo con la aportación de luz natural a través de acristalamientos de diversa índole.
- Sistemas de detección de presencia o ausencia para encender o apagar la luz, o incluso regular su flujo luminoso.
- Sistemas de gestión centralizada, automatizada o no.

### 2.3.2. Ejecución y explotación

Esta fase de la instalación posee una importancia decisiva a la hora de respetar todos aquellos principios que han justificado la decisión de una solución en la fase de proyecto. Para ello, se requiere prestar una atención especial a una serie de circunstancias y datos que se enumeran en los siguientes apartados.

#### 2.3.2.1. Suministro de energía eléctrica

La comprobación y revisión de la existencia de subtensiones o sobretensiones justifica la toma de medidas eléctricas de la red de suministro, tanto durante la fase

de ejecución inicial, como durante la explotación de la instalación, pues, aunque el Reglamento de Verificación admite tolerancias de  $\pm 7\%$  en las tensiones nominales de alimentación, una sobretensión de un 10% puede provocar un exceso de consumo energético de hasta un 20%, además del acortamiento muy significativo de la vida de la lámpara y del balasto.

### **2.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados**

No deberán tolerarse las deficiencias de los niveles de iluminación proyectados, ni los excesos. Las primeras pueden dar origen a la realización defectuosa de la tarea visual. Los segundos pueden representar consumos excesivos innecesarios, directamente proporcionales a la eficacia luminosa de las lámparas empleadas en la instalación.

### **2.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados**

Hay que respetar al máximo las soluciones de Proyecto pues, aunque la tendencia a equiparar componentes y soluciones esté muy extendida en función de las diferencias de precios de adquisición que, a veces, son muy importantes, las consecuencias de una falta de respeto del Proyecto puede dar lugar a pérdidas energéticas como consecuencia de los incumplimientos de los parámetros de calidad que, ocasionalmente, pueden involucrar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.

### **2.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados**

Barajando las posibilidades que se han mencionado en la fase de Proyecto, se trata de comprobar que dichos supuestos se cumplen en la realidad, es decir, que las zonas iluminadas que fueron así proyectadas soportan una actividad similar a aquella para la que se diseñaron. De acuerdo con ello, utilizando alguno o varios de los sistemas enunciados, se pueden llegar a ahorros energéticos de consumo del orden de hasta un 50%.

### 2.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial

La regulación del flujo luminoso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por las zonas abiertas, Fig. 3, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficie abierta. Ningún edificio con aportación de luz natural debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los espacios abiertos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios dentro del Código Técnico de la Edificación.

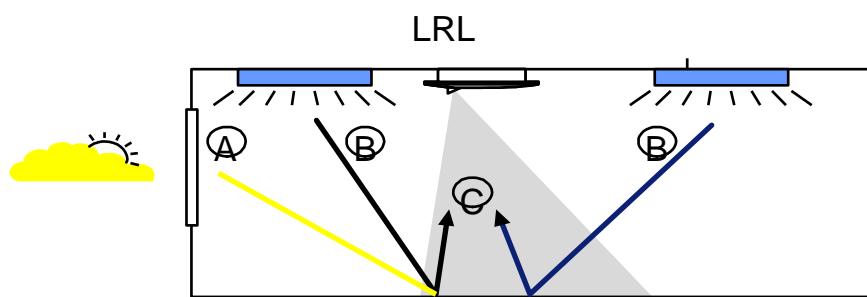


Figura 3. Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

### 2.3.3. Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El capítulo de mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales, que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron convenientes en la fase de Proyecto, y que se tratan de respetar en la fase de Ejecución y Explotación. Así pues, habrá que prestar una atención especial a los siguientes métodos operativos.

#### 2.3.3.1. Previsión de operaciones programadas

Las tareas de mantenimiento, tales como la reposición de lámparas, la limpieza de las luminarias, la revisión de los equipos eléctricos y del resto de componentes de la instalación, requiere una organización que, dependiendo de las

condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas éstas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento. Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, con un *planning* establecido, se denominan operaciones programadas.

Con estas operaciones programadas se puede llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50% de las operaciones casuales u ocasionales, es decir, cuando se tiene que acudir apresuradamente para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

El mantenimiento comprende el reemplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, así como el reemplazo temporal de elementos deteriorados o estropeados. Contribuye, además, a un consumo eficaz de la energía y evita costes innecesarios. Las lámparas pueden reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

Aparte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo. Así se evitan grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.

El reemplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable. Se emplea en instalaciones al exterior con pequeña cantidad de lámparas o para alumbrados de emergencia y seguridad.

El mantenimiento de la instalación de alumbrado debe tenerse en cuenta ya en la etapa de diseño de la misma, debiéndose prevenir con certeza que las luminarias sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener especial cuidado en que las luminarias vayan equipadas con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo.

### **2.3.3.2. Respeto a la frecuencia de reemplazo de los componentes**

Una de las normas más estrictas en el mantenimiento de una instalación es que se respeten las frecuencias marcadas para las operaciones programadas pues, en caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como el de que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.

### **2.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos**

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunas instalaciones es que, al realizarse las tareas de reposición, ya sea casual o programada, se sustituyen elementos de un tipo por otros similares pero de diferentes prestaciones. Esto que es tan evidente en el color de la luz de las lámparas, y que se aprecia a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, pudiendo reemplazarse unos elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Obviamente, el cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.

### **2.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos**

A pesar de la publicación de la Directiva Europea RAEE para la recogida y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico, y aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a cumplir con esta Directiva permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del medio ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos, por otros alternativos.

Como conclusiones de este apartado, se ha pretendido recoger, de una forma breve pero completa, el abanico de posibilidades que pueden barajarse en las instalaciones de iluminación de recintos interiores para conseguir la mayor eficiencia energética y ahorro de consumo posibles que, evidentemente, se traducirá en una menor producción de dióxido de carbono y de otros contaminantes a la atmósfera, como consecuencia de la reducción de la producción de energía que se habrá ahorrado.

Por último, resaltar el enorme interés de todos los expertos en iluminación en este país, y en el mundo, por desarrollar instalaciones cada vez más eficientes energéticamente.

## 2.4. Consejos para la realización de proyectos de alumbrado en estaciones de servicio

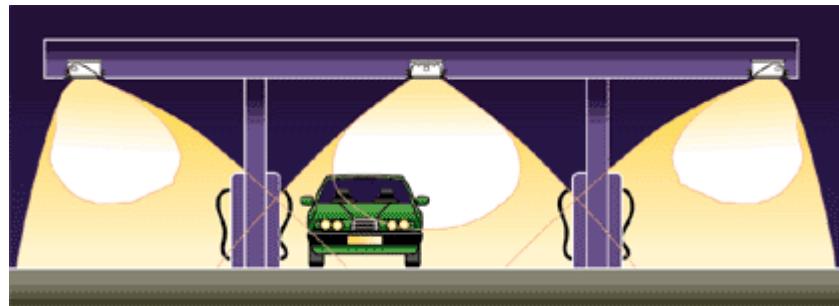
El modelo de iluminación en las estaciones de servicio debe poner el máximo cuidado en:

- ✿ El confort visual para los visitantes: luz de alta calidad cromática y mínimo deslumbramiento del conductor.
- ✿ Mínimo consumo de energía gracias a la utilización de lámparas y luminarias de la máxima eficacia.
- ✿ Alto nivel de iluminancia vertical, es decir, aquel que incide sobre objetos y paramentos verticales.

En palabras de los responsables de empresas propietarias de las estaciones de servicio, las claves del éxito de una gasolinera son tres: "localización, localización y localización". Este es un parámetro que no está en nuestra mano. No obstante, desde el punto de vista del diseñador de la iluminación, y para una localización dada, se pueden hacer dos importantes contribuciones al negocio:

- ✿ Lograr que paren más conductores, haciendo que la estación sea "más visible". Desde la vía de circulación, la estación debe ser vista rápidamente y

con claridad, tanto para los conductores que "van buscando una gasolinera" como para aquellos que "se les ocurre parar después de ver la estación". El factor clave es la iluminancia vertical (3D).



**Figura 4.** Iluminación en una estación de servicio.

- Aumentar el tiempo de permanencia en la gasolinera, con el consiguiente incremento de venta de productos y utilización de los servicios auxiliares ofrecidos. Para esto, PHILIPS recomienda luminarias que incorporan lámparas Master Colour con un índice de reproducción cromática de Ra 95 y temperatura de color (4.200 K) con impresión de luz diurna.

#### 2.4.1. Especificación en la iluminación de marquesina

Los puntos predominantes son:

- Iluminancia horizontal  $\geq$  400 lux
- Iluminancia vertical  $\geq$  160 lux

La iluminancia especificada puede ser definida sobre el total de área cubierta por la marquesina, pero puede ser referida al área de surtidores donde se realiza la mayor actividad.

Se pueden considerar dos zonas bajo la marquesina:

1. Zona de surtidores, como prioridad en la calidad del alumbrado y representada por el área entre surtidores y hasta 2 metros alrededor. Los cálculos de la iluminancia vertical sobre los surtidores debe ser, al

menos, la mitad de la horizontal, es decir,  $\geq 200$  lux. Para zonas más alejadas, este valor debe ser, como ya se ha señalado,  $\geq 160$  lux.

2. Zona restante de la marquesina, como la segunda prioridad en la calidad del alumbrado, pero siendo capaz de equilibrar las condiciones de alumbrado entre el interior de la tienda con su entrada.

La iluminancia horizontal para las zonas de unión entre los 2 metros desde los surtidores hasta 1 metro frente a la tienda debería ser  $\geq 300$  lux.



**Foto 1.** Iluminación de marquesina.

Hace unos años, Philips lanzó al mercado un nuevo sistema específico para esta aplicación (MPF 300 / CDM-TD 150W), que ofrece las siguientes ventajas:

- Ahorro de energía de un 35%, conseguido mediante un revestimiento óptico especial (que refleja el 97% de la luz) y el empleo de una lámpara de 150 W en lugar de las lámparas actuales de 250 / 400 W.
- 35% más de reproducción en color, lograda mediante el empleo de la nueva lámpara CDM-TD, que tiene un índice de reproducción en color de Ra 95.
- Menor tamaño (36 cm). Una lámpara más pequeña significa carcasa más pequeña y dimensiones de contorno más pequeñas.
- Facilidad de montaje. Requiere una persona y sólo durante 10 minutos. Puede empotrarse o montarse en superficie en la marquesina, o bien en postes o paredes.
- Posibilidad de adaptación a los huecos de las antiguas luminarias.
- Limpieza más cómoda. La luminaria tiene un índice de protección IP 65, lo que significa que está sellada a prueba de chorro de agua para su limpieza.

## 2.4.2. Especificación en la iluminación de tienda

Con la iluminación de la tienda, no sólo se trata de proporcionar un aire elegante, sino, además, un alumbrado que provoque un efecto positivo en las ventas.



**Foto 2.** Iluminación de tienda.

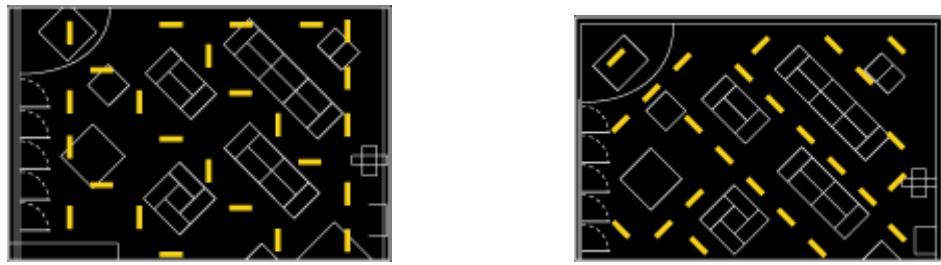
La tienda forma el corazón de la estación de servicio y representa el área donde la compañía nos recibe como sus clientes.

Para cada una de las zonas que conforman una tienda de gasolinera existen soluciones luminotécnicas específicas.

- Iluminación horizontal general: la recomendada es de 500 lux.
- Iluminación vertical sobre góndolas: la recomendada es de 300 lux.

### La mejor distribución del alumbrado

Para optimizar los efectos del alumbrado, los productos en las estanterías deberían realzarse por la luz. Esto puede conseguirse colocando las luminarias en relación con el producto, es decir, entre las góndolas.



**Figura 5.** Distribución del alumbrado.

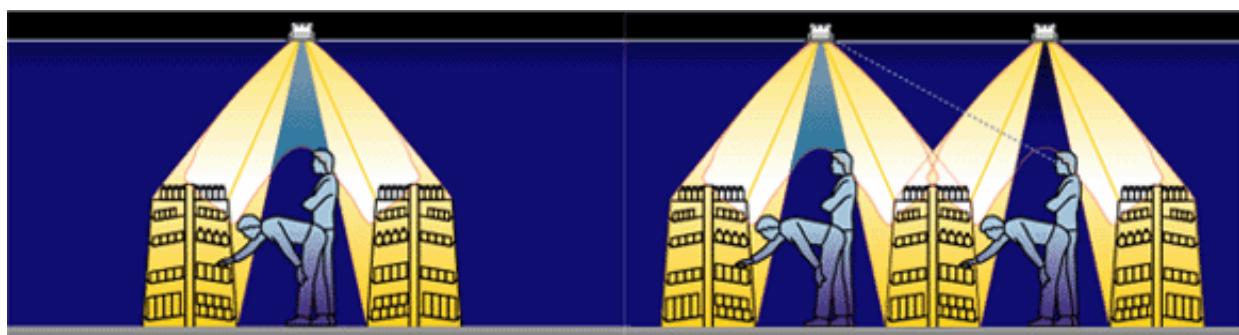
### Sistema de iluminación

Nada mejor que estimular el impulso por comprar que presentar los productos de forma tentadora, haciéndoles que produzcan atractivos centelleos ante nuestros ojos.

Para ello, mejor que dar una solución de alumbrado uniforme, se debería procurar acentuar los productos en las estanterías. Por lo tanto, el sistema de iluminación debería estar ordenado en función de lo que se quiera vender y no de la disposición del techo, como normalmente sucede en un alumbrado general.

### Control del brillo

Se intentará reducir el brillo desde las luminarias de modo que éstas pasen desapercibidas en el techo y no produzcan reflejos en los cristales de la tienda, ayudando a garantizar que, mientras el cliente se encuentra dentro de la tienda, pueda ver su vehículo con claridad y sin deslumbramiento reflejado en la ventana de la tienda.



**Figura 6.** Control del brillo.

Todo esto con una serie de ventajas por la utilización del nuevo concepto de alumbrado aportado por la luminaria TBS 410, especialmente diseñada para esta aplicación:

- 25% menos de energía. La TBS 410 ahorra energía como resultado de las lámparas TL5 de 14 W miniaturizadas, del equipo electrónico y de la óptica innovadora en 3D.
- Maximiza la compra impulsiva. Gracias a la óptica patentada, se refleja la luz hacia un área concreta. Por lo tanto, el haz se concentra en la mercancía. Los productos quedan acentuados, se hacen más tentadores y se compran con mayor frecuencia.
- Control del deslumbramiento.
- Alumbrado de acentuación.

#### 2.4.3. Especificación en la iluminación de áreas

Seguridad es la palabra clave para el cliente que conduce de noche a gran velocidad y trata de introducirse en la estación de servicio para repostar. Hay que tener en cuenta la capacidad de adaptación de la vista del conductor para pasar de una carretera sin iluminar a las vías de desaceleración de la gasolinera y para llegar al frente de la marquesina, permitiendo la fácil y rápida elección del tipo de gasolina a repostar para colocar el automóvil en la posición correcta.

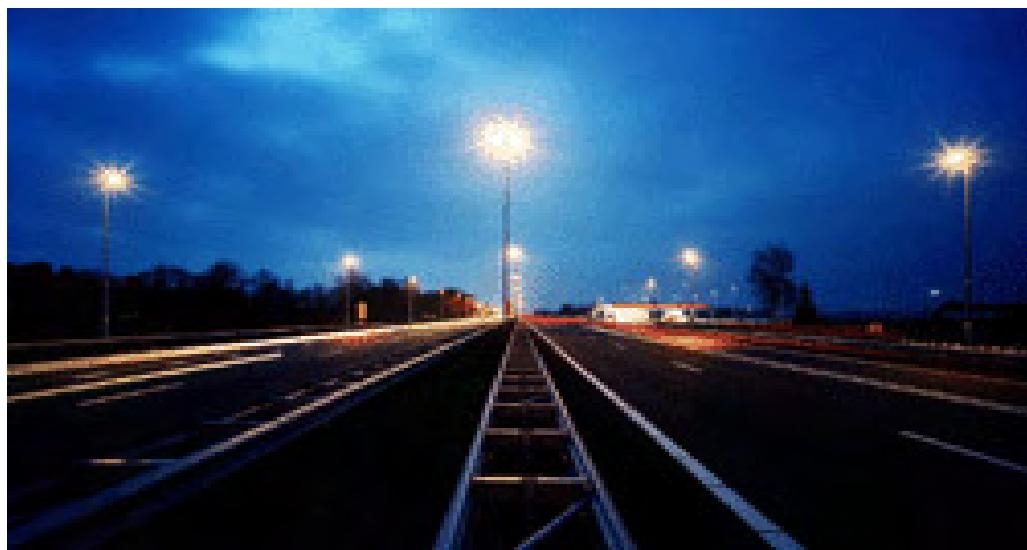
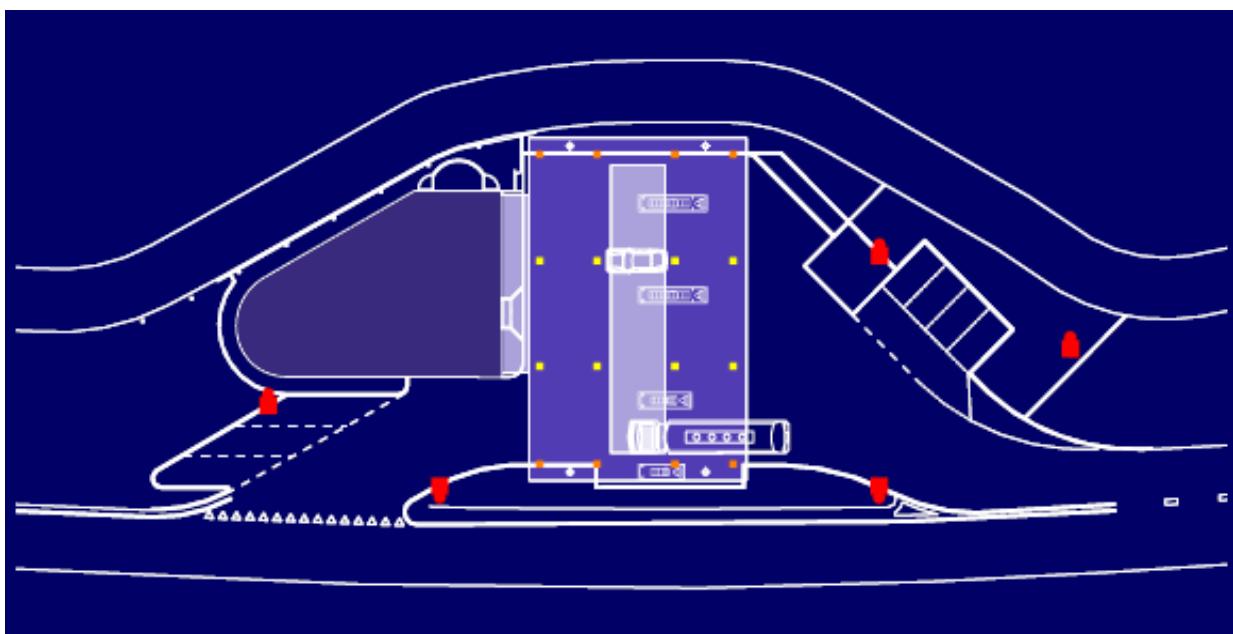


Foto 3. Iluminación de áreas.

El nivel de iluminación bajo la marquesina ya se ha comentado que debe ser de 400 lux. Pues bien, el conductor tendrá que adaptarse rápidamente a este nivel viniendo de un nivel mucho más bajo. Para garantizar este proceso de adaptación, el nivel de iluminación en la zona de acercamiento debería gradualmente ser incrementado hasta el 15% al llegar enfrente de la marquesina, es decir, unos 60 lux.

Cuando se sale de la estación, el proceso debe ser al contrario, comenzando con un nivel entre el 10% y el 12% de la salida de la marquesina, es decir, unos 44 lux.



**Figura 7.** Distribución de la iluminación de área.

La luminaria utilizada en el esquema del área de la Fig. 7 es la DGP 300 con CDM-TD 150 W. Además de esta luminaria, PHILIPS cuenta con una extensa gama que se adapta perfectamente a las distintas situaciones y necesidades.

#### 2.4.4. Túnel de lavado

Dependiendo del nivel de servicio que ofrece la gasolinera, es bastante usual encontrar estaciones de servicio con todo tipo de facilidades, como parking y túnel de lavado.



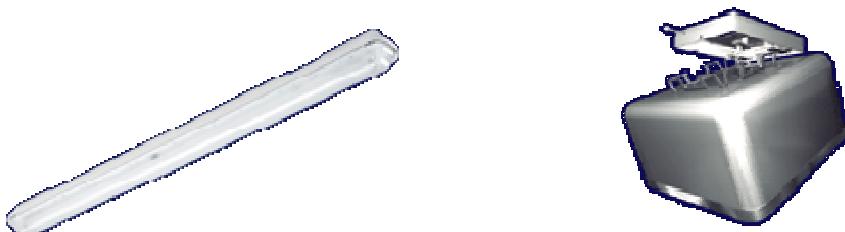
**Figura 8.** Iluminación en túnel de lavado.

Se recomiendan dos soluciones diferentes con alumbrado fluorescente y con luminaria MINI 300.

La distribución puede ser con dos filas de luminarias montadas en el techo o con una fila de luminarias montada sobre la pared, fuera de la maquina de lavado, en el caso de que esté encerrada en un túnel de lavado.

En el caso de una pared con ventanas al exterior, se colocará una fila de luminarias con dos lámparas montadas sobre la pared tan cerca de la ventana como sea posible para evitar brillos molestos y optimizar la visión desde fuera.

Además de las luminarias estancas PACIFIC, puede montarse la MINI 300, ya que con su IP 65, reúne todos los requisitos de estanqueidad.



**Figura 9.** TCW 215 2X58 TL-D 58 W HFP y DCP300 1XCDM-TD150 W.

## Bibliografía

1. Código Técnico de la Edificación de “Código Técnico de la Edificación y otras Normas relacionadas con el alumbrado”.
2. “Introducción al alumbrado”. Philips Ibérica.
3. “Luz sobre la Norma Europea”. Philips Ibérica.
4. “Manual de Iluminación”. Philips Ibérica.
5. “Revista internacional de luminotecnia”. Philips Ibérica.

# Ahorro energético en la climatización de la zona comercial y de restauración de estaciones de servicio

## 3.1. Introducción

El presente capítulo tiene por objetivo enunciar y presentar las principales líneas de actuación orientadas al incremento de la eficiencia energética en las instalaciones de climatización en general, con un hincapié especial en las instalaciones de la zona comercial y de restauración de las estaciones de servicio.

Estas líneas de actuación, asociadas en múltiples ocasiones a aspectos y desarrollos Normativos, se agrupan en tres áreas fundamentales:

- ✿ Diseño y utilización de las instalaciones.
- ✿ Mejora de la eficiencia energética en el ciclo de refrigeración.
- ✿ Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces.

Se tratarán de ampliar estos tres puntos y cuantificar el impacto de las mejoras propuestas en los costes de las instalaciones.

## 3.2. Diseño y utilización de las instalaciones

El confort humano se centra en cinco variables fundamentales:

- ✿ Temperatura.
- ✿ Humedad.
- ✿ Velocidad del aire.
- ✿ Calidad ambiental (IAQ).
- ✿ Nivel sonoro.

La humedad y temperaturas de confort estival e invernal no difieren de los estándares de otros tipos de instalaciones dedicadas al confort humano. Según Norma (RITE, IT 1.1.4.1.2), estas condiciones oscilarán entre una temperatura de 23 °C a 25 °C en verano (con un entorno del 45% al 60% de humedad relativa) y un intervalo de 21 °C - 23 °C en invierno (manteniendo la humedad entre el 40% y el 50%), siempre adaptándose en lo posible a la vestimenta habitual de la clientela (con vestimenta veraniega, trajes de calle, abrigos en invierno, etc.) y el atuendo profesional de los empleados. Téngase en cuenta que se estima en casi un 8-10% el incremento de consumo de refrigeración por cada grado centígrado de rebaja de la temperatura de consigna de una instalación de confort, con incrementos parecidos en calefacción.

Suele haber un fuerte contraste entre el confort deseado por los empleados y el requerido por los clientes al existir, como se ha señalado, un nivel de vestimenta diferente. El tiempo de permanencia de estos últimos es, además, generalmente menor<sup>1</sup>, por lo que deben evitarse choques térmicos al cliente tanto a la entrada como a la salida. Las cortinas de aire en las entradas permiten tanto amortiguar este efecto como el desperdicio de energía.

Es de destacar la influencia que suele tener la elevada carga térmica de iluminación de muchos locales, derivada de la presentación de los productos. Haciendo una referencia cruzada al capítulo de iluminación, pueden usarse luminarias de bajo consumo y calidad cromática adecuada que no provoquen en el empleado la necesidad de "bajar el termostato" por la sensación de calor debida a la excesiva radiación de las fuentes de luz.

La zonificación de las instalaciones, es decir, su división en zonas regidas por diferentes termostatos (para fijar la misma o diferentes temperaturas, según el caso), no es tan importante en este sector comercial como en el sector residencial o en oficinas, excepto cuando el tamaño del local permita varias zonas. En las instalaciones multiseccción, con zona de tienda y caja de pago de surtidores, área de barra de cafetería y espacios destinados a restauración, puede existir una

---

<sup>1</sup> Hay un mayor tiempo de permanencia en grandes almacenes, tiendas dedicadas a libros, discos o ropa. Existen estudios de *merchandising* específicos de permanencia del potencial comprador en estos locales.

necesidad de diferenciar de una forma clara las necesidades o los horarios de ocupación y uso de cada una de las zonas mencionadas. En este caso, el sistema de climatización debe dar respuesta a las necesidades planteadas, permitiendo la activación individualizada de la climatización de cada área o la diferenciación de su nivel de temperatura.

Adicionalmente, señalar que, en algunas de las áreas a tratar, especialmente en la de restauración, la velocidad del aire y la dirección de impacto sobre el cliente son cruciales para evitar situaciones de falta de confort, que disuaden al cliente de permanecer en las instalaciones o se traducen en quejas hacia el establecimiento.

La velocidad recomendada en el espacio ocupado (desde el suelo, una altura de 1,20 a 3,15 m) debe ser inferior a 0,80 m/s, con un valor recomendado de 0,20 m/s. No ha de superarse este límite en el espacio ocupado y, además, ha de evitarse que el área de impacto de la corriente de aire sobre el cliente sea en la espalda o cuello, ya que se originarán quejas, Fig. 1.

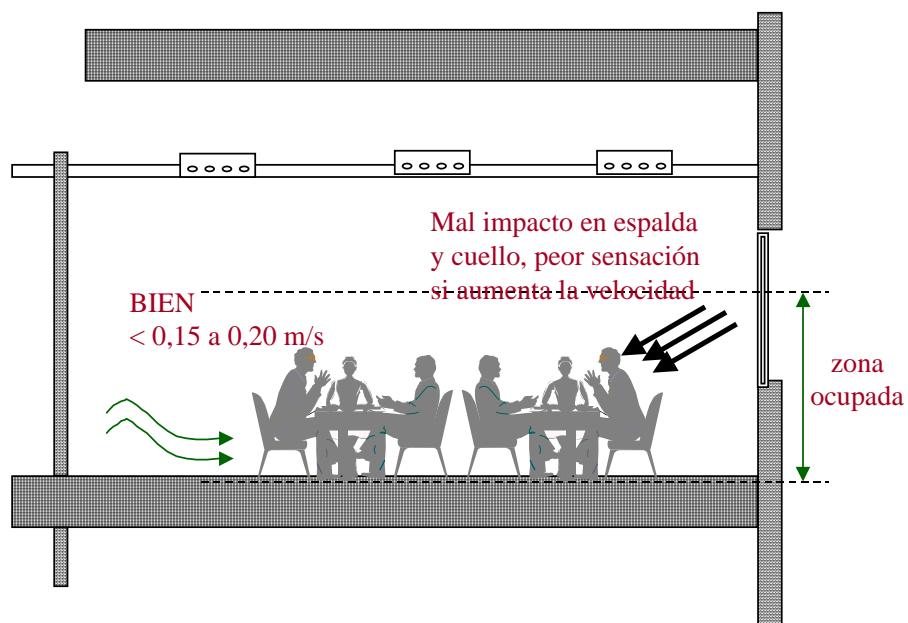


Figura 1. Distribución del aire dentro del área ocupada.

Los gestores o propietarios de los establecimientos deben tener claro durante la fase de proyecto cuál va a ser la disposición de las cajas, expositores, armarios

refrigeradores, barra y mesas, etc., para darle al profesional proyectista o al instalador la información para evitar que la difusión de aire cause molestias.

Los establecimientos objeto de este capítulo tienen, como características principales, una elevada ocupación puntual (ajustando el máximo a la Normativa de seguridad vigente) y la necesidad de una elevada ventilación por este motivo, variable y que incluso se incrementará en aplicación de la nueva legislación antitabaco, que regula su consumo en estos locales<sup>2</sup>.

Así mismo, puede existir una elevada infiltración debida a la entrada y salida de personas. La consecuencia fundamental de estos mayores caudales de aire exterior es una carga térmica mayor (ganancia de calor en verano y pérdida de calor en invierno), que ha de computarse en el cálculo y que puede combatirse con cortinas de aire adecuadas.

El actual Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE 07, vigente desde el 29 de Febrero de 2008) establece, de una forma clara, los requisitos de caudal mínimo de aire exterior de ventilación (IT 1.1.4.2.3) necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior indicadas en la IT 1.1.4.2.2.

Las instalaciones comerciales, cafeterías y restaurantes requerirán de una calidad de aire IDA 3 (aire de calidad media). Dado que es posible clasificar estas instalaciones como "locales con actividad metabólica moderada", se optará por determinar el caudal mínimo de ventilación según dos posibles métodos:

● **Método indirecto de caudal de aire por persona.**

Aplicable de forma general. Cuando no esté permitido fumar, será necesario establecer un ratio mínimo de ventilación de  $8 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{persona}$ .

Para locales donde esté permitido fumar, los caudales de aire exterior serán, como mínimo, del doble del indicado,  $16 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{persona}$ .

---

<sup>2</sup> En cumplimiento del Real Decreto, de entrada en vigor en 1 de Enero de 2006, los locales deben habilitar zonas específicas para fumadores o prohibir el consumo de tabaco dependiendo de su superficie. Es el primer caso el que requiere gran cuidado en el tratamiento de aire exterior de renovación.

Cuando la instalación disponga de zonas específicas para fumadores, éstas deberán ajustarse a la Norma, y deberán consistir en locales delimitados por cerramientos estancos al aire y en depresión con respecto a los locales contiguos.

● **Método directo por concentración de CO<sub>2</sub>.**

Aplicable a locales con elevada producción de contaminantes (bares, cafeterías y restaurantes).

En estos casos, será necesario establecer la concentración máxima de CO<sub>2</sub> en 800 ppm por encima de la concentración existente en el aire exterior, aunque, si se conoce la composición y caudal de las sustancias contaminantes, será recomendable utilizar el método de dilución.

Este aire exterior necesitará de un nivel de filtración específico (IT 1.1.4.2.4), función de la calidad del aire exterior (esta calidad se estructura en cinco niveles según la concentración de partículas sólidas y de contaminantes gaseosos, desde el nivel ODA 1 al ODA 5).

Así mismo, estos niveles de ventilación requerirán de la consiguiente extracción del aire "viciado" interior, al objeto de mantener las instalaciones en el régimen de presión requerido. Este aire extraído será objeto del necesario aprovechamiento energético (IT 1.2.4.5.2).

En el apartado dedicado a la recuperación de calor y enfriamiento gratuito, se tratará cómo reducir la ganancia o pérdida de energía por causa de la admisión de aire, sin perder calidad de aire exterior.

En el caso del nivel sonoro, estas instalaciones no son una excepción a las Normativas locales. Como cualquier lugar de actividad pública, deben respetar niveles que no alteren el normal desarrollo de los ciclos de sueño-vigilia del vecindario.

Las condiciones que han de cumplirse en el exterior son las recogidas en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Niveles sonoros transmitidos al exterior.

TIPO DE ÁREA	PRESIÓN SONORA MÁXIMA dB(A)	
	7:00 a 23:00	23:00 a 7:00
Residencial (V. unifamiliares) (1)	55	45
Residencial (Ed. en altura) (1)	55	45
Comercial (2)	65	55
Dotacional deportiva (2)	65	55
Industrial (3)	70	60

(1). Área levemente ruidosa (tipo II).

(2). Área tolerablemente ruidosa (tipo III).

(3). Área ruidosa (tipo IV).

Por otra parte, se recomiendan una serie de niveles para el normal desarrollo de la actividad en los locales interiores colindantes al local emisor, no pudiendo este último transmitir unos niveles sonoros superiores a los señalados en la Tabla 2.

**TABLA 2.** Niveles sonoros en interior colindante.

ACTIVIDAD	NIVEL RECOMENDADO dB(A) Noche / día
Residencial.	30 – 35
Hospedaje en general.	30 – 40
Cultural: salones, conferencias y exposiciones, cines y teatros.	30 - 30
Restaurantes y cafeterías.	45 - 45
Despachos profesionales y aulas docentes.	30 – 40
Oficinas.	45 - 45
Comercio.	55 - 55
Industria.	55 - 60
Hospitales.	
Habitaciones	25 – 30
Religiosa.	30 – 30

La atenuación del nivel sonoro es un factor a tener en cuenta en cualquier proyecto, al menos ha de pensarse que deben proveerse espacios para medidas de corrección del nivel sonoro ante un eventual endurecimiento de la Normativa.

En el exterior, las medidas son:

- Ventiladores y compresores de bajo nivel sonoro.
- Cerramientos acústicos.

En el interior son:

- Buen aislamiento de ventiladores y compresores (antivibradores).
- Buenas prácticas de instalación de conductos.

Hay una enorme variedad de formas con las que propietarios, consultores e instaladores abordan el proyecto, y ésta depende fundamentalmente de las prioridades que fijen los participantes. Para unos será importante el confort de los usuarios, para otros puede ser servidumbres de colocación de equipos, etc., e, inevitablemente, para algunos sólo tendrá importancia el coste.

Las prioridades y las subsiguientes decisiones limitan el camino a seguir para resolver el proyecto. Por ejemplo, la falta de una estructura en cubierta adecuada puede llevar a la necesidad de evitar plantas centrales de energía. La falta de espacios de paso de tuberías puede provocar que no sea posible un sistema centralizado de ningún tipo, ya sea todo aire, refrigerante variable o a través de *fancoils*.

La solución es, como siempre, el trabajo en común entre arquitectos, consultores de ingeniería e instaladores para, en las diversas fases del proyecto, conseguir un adecuado compromiso entre la necesidad de reducir costes y proporcionar el nivel de confort deseado.

Sin embargo, y una vez discutidos todos estos pormenores, ha de llegarse a tres decisiones importantes que, de no mantenerse invariables, provocarían retrasos en el desarrollo, e incluso mal funcionamiento en la futura instalación:

- ✿ Elección del sistema de climatización: todo aire, todo agua, mixto o todo refrigerante (refrigerante variable – VRF), por condicionantes arquitectónicos o de uso del edificio.
- ✿ Selección del tipo de plantas de producción centralizada.
- ✿ Selección de la ubicación de las mismas, concediendo las suficientes servidumbres de paso de tuberías y conductos de aire para distribución de aire en cada espacio o aportación de aire exterior.

De la decisión primera se obtienen las condiciones del fluido que ha de ser usado para la climatización del edificio, es decir, qué cantidades de aire, agua o refrigerante, y a qué temperatura han de circular.

Después, el edificio ha de dividirse en zonas, donde el sistema de distribución de agua, de aire o de refrigerante y el sistema de control, han de ser capaces de garantizar el confort a lo largo de todo el año.

Conociendo la zonificación del edificio, se han de determinar las cargas de frío y calor de cada zona para conocer el tipo de fluido, su caudal máximo y el momento de año en que habrá de llegar este caudal.

Esto lleva a la selección de los terminales de zona. Tanto el sistema de distribución de fluidos energéticos como los propios terminales, contribuyen a la pérdida de presión en el circuito (agua, aire o refrigerante), que ha de vencerse con la presión disponible del sistema de bombeo o, en el caso de distribución de refrigerante, se estudian para comprobar si es admisible la pérdida de capacidad del compresor debida a la longitud, y el adecuado retorno de aceite.

En algunas ocasiones, es posible que se decida diseñar un sistema no centralizado, optándose por la implantación de múltiples equipos autónomos. Salvo en el caso de instalaciones pequeñas, o que existan importantes restricciones arquitectónicas que obliguen a la implantación de esta alternativa, una solución que tome como base estos equipos será energéticamente más desfavorable. Una excepción a lo anterior, serían los diseños que utilizan los equipos autónomos,

asociándolos a sistemas de zonificación por volumen de aire variable a baja velocidad.

En resumen, los primeros pasos del diseño de una instalación condicionan el impacto económico posterior de forma muy importante.

### 3.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético

Las líneas de actuación sobre la tecnología frigorífica quedan englobadas dentro de la actual tendencia de incremento de la Eficiencia Energética en los Sistemas de Climatización.

Esta tendencia está íntimamente relacionada con dos fenómenos técnicos, sociales y normativos, como son la preocupación por la protección del medio ambiente y la consecución de un desarrollo sostenible.

Estos fenómenos tienen dos pilares fundamentales: la eliminación de los riesgos de destrucción de la capa de ozono y la reducción de las emisiones de gases origen del efecto invernadero:

- El primer aspecto se recoge en la Normativa Comunitaria y Nacional, y tiene su principal origen en el Reglamento CEN 2037/2000 (heredero del Protocolo de Montreal), asociado a la eliminación de gases con capacidad de destrucción de la capa de ozono.
- El segundo aspecto, de máxima vigencia en nuestros días, está asociado a los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kyoto. La reducción significativa de emisiones estará relacionada a una manifiesta disminución del consumo energético, hecho este que sólo será viable con desarrollos de tecnologías de máxima eficiencia energética.

Dos son las líneas de actuación seguidas en el campo de los desarrollos tecnológicos enfocados a la optimización del ciclo frigorífico:

- Los denominados mecanismos de optimización:
  - Empleo de nuevas tecnologías y nuevos materiales en el diseño y construcción de compresores e intercambiadores de calor.
  - Implantación de bombas de calor.
  - Válvulas de expansión electrónica (EXV) y de economizadores\*.
  - Desarrollo de turbinas de expansión en enfriadoras de tipo centrífugo\*.
  - Cogeneración en las instalaciones que utilicen sistemas basados en el ciclo de absorción\*.
  - Implantación de sistemas de Refrigerante Variable (VRF).
  - Optimización de los sistemas de control y gestión de unidades e instalaciones.
  
- Los denominados mecanismos de ahorro:
  - Recuperación de calor para la producción de agua caliente en unidades de condensación por aire.
  - *Freecooling* (enfriamiento gratuito por aire exterior) en el lado de aire.
  - Recuperación sobre el aire de extracción.
  - *Freecooling* en el lado de agua\*.

Al contrario que en otros sectores, las medidas con la identificación (\*) son de muy improbable aplicación, debido tanto al nivel de inversión necesario, como del tamaño de instalación. Por ello no se han desarrollado en la presente guía.

A continuación se explicarán algunos de los mecanismos aplicables de mejora del ciclo.

### 3.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos

En general, todos los equipos de climatización han incrementado su eficiencia energética, como muestra la Fig. 2. El esfuerzo por incrementar la eficiencia de las unidades de climatización ha dado sus frutos:

- A través de mejores materiales, con mayores coeficientes de transferencia de calor, especialmente en los intercambiadores agua-refrigerante.
- A través de compresores más simples y eficientes, caso del compresor scroll, con sólo tres piezas móviles, o de la tecnología invertir.
- A través de baterías de aire de tecnología MCHX (microcanales).

Ejemplo:

<b>Equipo compacto de cubierta</b>		<b>1980</b>	<b>2007</b>
<b>Cap.Frig.</b>	<b>50 kW</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>2,6</b>
		<b>Consumo plena carga</b>	<b>19,2</b>
<b>2.100</b>	<b>Horas operación año</b>	<b>40.384,6</b>	<b>37.500,0</b>
<b>0,01</b>	<b>€/kWh</b>	<b>403,8</b>	<b>375,0</b>
		<b>Ahorro</b>	<b>7%</b>

La iniciativa de ahorro energético E-4 promovida por las administraciones Autonómicas y Central contiene un Plan Renove de equipos de climatización que subvencionará el cambio de equipos.

El sencillo cálculo en un equipo compacto puede ilustrar el ahorro en climatización que un equipo nuevo representa respecto a una unidad que cuente con veinte años de edad:

### Incremento de eficiencia kW/kW

	<b>1980</b>	<b>2007</b>	<b>Aplicación</b>
• Equipos Split	2,3	2,5 (3,3 VRF)	Pequeños locales Instalaciones tamaño medio con zonificación
• Equipos Compactos Verticales, Cubierta	2,6	2,8	Áreas de convenciones y banquetes (con elevado caudal de aire de ventilación)
• Enfriadoras aire-agua:	2,7	3,4 (4,5 a carga parcial)	Instalaciones medias y grandes Hoteles y grandes salones
• Enfriadoras agua-agua:	3,0	5,0	Grandes complejos
• Enfriadoras Centrífugas:	5,0	7,0 (12,5 a carga parcial con variador)	Grandes complejos

**Figura 2.** Evolución de la eficiencia energética en los equipos de climatización.

### 3.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor

En la Fig. 3 se puede ver el diagrama de concepto de una máquina frigorífica, en este caso una máquina frigorífica cuyo efecto aprovechable consiste en el traslado de la energía desde el foco frío al foco caliente, es decir, una "bomba de calor". La formulación termodinámica realizada por Carnot, científico y político francés de finales del siglo XVIII, usaba fluidos ideales. La representación del ciclo de Carnot sobre el diagrama presión-entalpía de un fluido frigorífico real, muestra las variaciones de estado y propiedades termodinámicas en una máquina frigorífica real, aunque de una forma simplificada, despreciando o modelizando los efectos de pérdida o ganancia de calor y pérdida de carga (disminución de la presión) debidas al rozamiento por el desplazamiento de los fluidos dentro de la máquina.

Ciclo de Carnot

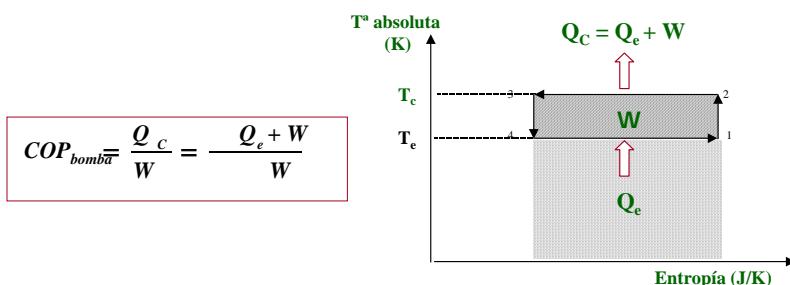


Figura 3. Ciclo bomba de calor.

Los elementos que componen una máquina frigorífica de ciclo de compresión y las funciones que realizan son:

- Intercambiador evaporador: extrae el calor,  $Q_e$ , del foco frío (área punteada del diagrama T-Entropía).
- Compresor: aporta el trabajo,  $W$ , (área rayada del diagrama T-Entropía).
- Intercambiador condensador: cede el calor,  $Q_c$ , al foco caliente (área punteada del diagrama T-Entropía).
- Válvula de expansión.
- Válvula de inversión de ciclo (sólo bombas de calor).

- ◆ Elementos de control y seguridad (electromecánicos o, gracias al avance de la técnica, en su mayoría electrónicos).

Se puede deducir que existe un calor potencialmente aprovechable,  $Q_c$ , en una cantidad equivalente al efecto frigorífico producido en el foco frío,  $Q_e$ , más el equivalente en calor del trabajo "recibido" por el fluido,  $W$ . A diferencia del caso teórico enunciado por Carnot, este equivalente en calor del trabajo es ligeramente menor que el trabajo comunicado a la máquina, debido a que existen una serie de pérdidas del proceso eléctrico y/o mecánico, y pérdida de calor del compresor hacia el ambiente.

Volviendo al ciclo de Carnot, se define el coeficiente de eficiencia energética (COP: capacidad/consumo) teniendo en cuenta ahora que el efecto útil buscado es el calor en el condensador.

El coeficiente se verá afectado por las temperaturas del refrigerante: a mayor temperatura de condensación (producciones de agua caliente con mayor temperatura), la eficiencia será menor. Cuanto menor sea la temperatura del foco frío (evaporación), es decir, menor temperatura del agua o del aire exterior, el rendimiento será menor.

Las temperaturas del fluido frigorífico dependen, entre otras variables, de las temperaturas de los fluidos de intercambio en evaporador y condensador, existiendo, lógicamente, diferencias en la temperatura entre el fluido de trabajo y los fluidos de intercambio, debidas al diseño del intercambiador de calor (equicorriente o contracorriente, superficies secundarias de intercambio que induzcan elevada turbulencia, velocidades de los fluidos, materiales de construcción de los intercambiadores, etc.). La presión de trabajo de los intercambiadores está íntimamente relacionada con la elección del fluido de trabajo, puesto que, por las características del ciclo frigorífico, la mayor parte del proceso de intercambio se realiza con un fluido de trabajo compuesto de dos fases, líquido y vapor, y si se desprecian los efectos de pérdida de carga del fluido en los intercambiadores, en la teoría se tendrá una presión de saturación constante y una temperatura, prácticamente, constante.

En el ciclo real, la relación de compresión del ciclo en funcionamiento de bomba de calor es mucho mayor que en funcionamiento como refrigerador, ya que la temperatura de evaporación en el caso de trabajar como bomba de calor es inferior, al trabajar precisamente, en la mayoría de los casos, con bajas temperaturas exteriores o bajas temperaturas de agua.

La segunda consideración es que, al requerir temperaturas de agua o aire caliente que hagan posible un rendimiento óptimo de los emisores de calor, la temperatura de condensación debe ser elevada (superior a 50 °C), y existe una clara tendencia a bajar conforme baja la temperatura de evaporación. El resultado es que las bombas de calor no pueden mantener altas temperaturas de salida de agua o de aire cuando existe una baja temperatura exterior.

Existe un factor adicional que afecta al COP (coeficiente de eficiencia energética) de una bomba de calor de los tipos aire-aire y aire-agua. Con temperaturas del foco frío cercanas a 0 °C, la temperatura de la superficie del evaporador será inferior a la temperatura de congelación del agua y, por lo tanto, el vapor de agua condensado sobre la misma se congelará, siendo necesarios unos períodos de desescarche para no perder la capacidad de transferencia de calor del citado evaporador.

Ello produce no sólo la ausencia de efecto calorífico en el foco caliente durante dichos períodos, sino, incluso, en el desescarche por inversión del ciclo, un efecto frigorífico en el foco que se desea calentar. Por lo tanto, en dichas condiciones, la potencia calorífica neta, llamada también potencia calorífica integrada (en las unidades que se prueban bajo estándares europeos se incluye la potencia calorífica integrada durante el periodo de una hora), será inferior a la potencia calorífica instantánea, siendo el COP también menor.

En el caso de las bombas aire-agua, el factor de desescarche no supone efecto adverso alguno, si en el diseño del volumen de agua del circuito hidráulico se ha tenido en cuenta este aspecto.

En el caso de las bombas aire-aire, deben considerarse dos aspectos que minimizan los efectos del factor desescarche:

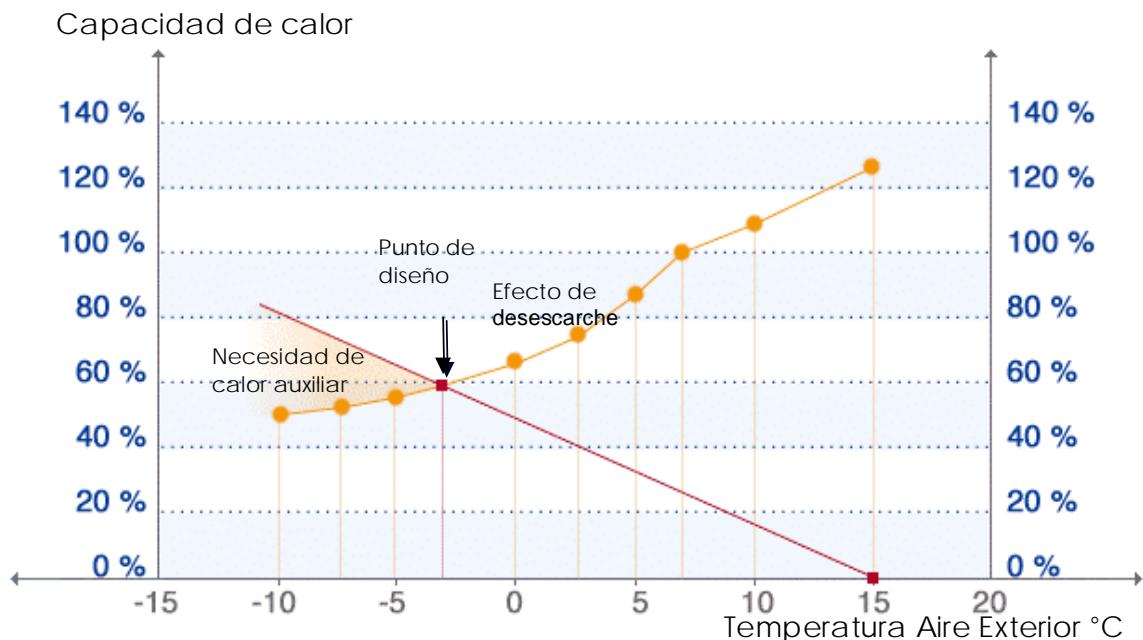
- ✿ La optimización del propio proceso de desescarche por parte de los fabricantes.
- ✿ La utilización, conforme a la Norma, de fuentes de calor suplementarias para apoyar el proceso de desescarche. Estas fuentes adicionales permitirán, en paralelo, apoyar el modo de calefacción bajo ciertas condiciones.

En este sentido, viene siendo habitual la selección de bombas de calor a través de las necesidades de refrigeración, sin verificar su comportamiento en modo calefacción y sin comparar este comportamiento con las necesidades de la instalación. Esta situación trae consigo tres consecuencias que llevan pareja la generación de una cierta desconfianza hacia los sistemas de bomba de calor:

- ✿ La selección de una bomba de calor con una capacidad insuficiente para la demanda calorífica de las instalaciones (al no incorporar fuentes de calor suplementarias como apoyo), creando situaciones de no confort en los usuarios. Un error que se presenta en ocasiones, es el de identificar la capacidad calorífica por su variable "instantánea" y no por su variable "integrada" (que tiene en cuenta el periodo de desescarche).
- ✿ Una tendencia al sobredimensionamiento de los sistemas de calor de apoyo, para "cubrir cualquier eventualidad". Con este proceder:
  - Se puede incurrir en instalaciones fuera de Norma.
  - Se está encareciendo el coste de la energía en operación, enmascarando los efectos de ahorro de la bomba.
- ✿ Una tendencia al sobredimensionamiento de la propia bomba, al objeto de evitar las fuentes de calor de apoyo, encareciendo la inversión inicial en el sistema y, en muchos casos, un exceso de consumo en operación.

En la Fig. 4 se representa, de forma simplificada, la evolución de la capacidad de una bomba de calor aire-agua o aire-aire, en función de la temperatura exterior. Se puede ver que esta capacidad va disminuyendo

progresivamente (recordar la fórmula del rendimiento de Carnot) y que se hace más acusado en cuanto aparece el fenómeno de formación de hielo en las baterías y el necesario desescarche.



**Figura 4.** Elección del punto de diseño de una bomba de calor.

Si la temperatura de diseño para la localidad coincide con el punto de corte entre ambas curvas, no sería preciso dotar a la instalación de calor suplementario, ya que (dependiendo del percentil usado para la temperatura de diseño) sólo se dejan de cubrir las necesidades de un porcentaje muy pequeño de horas al año.

En cambio, si la temperatura de diseño es inferior a la definida por el punto de corte, será preciso dotar a la instalación de una fuente de calor suplementaria para poder atender las necesidades caloríficas de la instalación.

Como es natural, un correcto diseño de cerramientos ayuda al proyectista a reducir las necesidades caloríficas de la instalación, y a reducir la capacidad de la unidad que cumple con las condiciones de diseño. Puesto que al realizar el cálculo energético de una instalación no se computan todas las cargas internas y efectos de acumulación de calor en la estructura de los edificios, las necesidades caloríficas reales se reducen notablemente, representando un factor de seguridad añadido.

Los sistemas de bombas de calor agua-aire son comunes en aplicaciones en las que se disponga de agua de pozo o de río, siempre acorde a la Norma (por ejemplo, son aplicaciones frecuentes en la zona de Talavera de la Reina).

En otras circunstancias, su aplicación se implantará mediante un diseño en bucle cerrado. Estos sistemas se componen de un circuito de tuberías (una de impulsión y otra de retorno) al que se acoplan múltiples unidades terminales bomba de calor agua-aire. Cada una de ellas puede operar en modo frío, enviando calor al bucle de agua, o en modo calor, extrayendo energía del bucle. En el caso de las instalaciones que se tratan en este capítulo, sólo tendría sentido en grandes complejos comerciales asociados, con múltiples fachadas.

La temperatura en el bucle de agua se intenta mantener dentro de los límites de 15 °C a 35 °C mediante la aportación de calor con caldera (o bomba de calor aire-agua) cuando la temperatura desciende de 20 °C, o extrayendo calor cuando la temperatura asciende por encima de 29 °C.

Así, el circuito de agua sirve como sumidero o aportación de energía a las unidades terminales. Si se mantiene en el entorno citado, permite la operación de las unidades en cualquiera de los modos descritos, admitiendo el traslado de la energía desde los espacios templados a los más fríos dentro del edificio, sin generar calor adicional.

Durante los meses de verano, la mayoría de las unidades terminales están en modo frío, calentando el agua del circuito. Tan pronto la temperatura asciende por encima de los 29 °C, se extrae el calor del circuito mediante una torre de refrigeración (preferentemente de tipo cerrado).

Sin embargo en los meses de invierno, sólo los terminales situados en el perímetro del edificio estarán en modo calor. Los situados en la zona interior, salvo la carga necesaria para atemperar el aire de renovación, estarán en modo frío. Hay que prever que pueda existir un balance negativo de la energía, es decir, que el calor que precisen los terminales periféricos sea mayor que el producido por los

terminales del interior. En ese caso, el balance térmico hace bajar la temperatura del agua por debajo de 21 °C, momento en el que se conecta la caldera.

Incluso entonces, el ahorro energético sigue siendo importante, ya que el calor derivado del uso del edificio, luces, personas y equipos es aprovechado como fuente de energía para mantener calientes las zonas exteriores, permitiendo reducir el consumo de calefacción.

### 3.3.3. Recuperación de calor para producción de agua caliente en unidades de condensación por aire

La utilización del aire como medio de condensación presenta como ventaja la simplificación de los circuitos hidráulicos de las instalaciones, llevando las unidades al exterior. Las unidades condensadas por aire con condensador o condensadores de recuperación presentan, por supuesto, esta ventaja.

Las posibilidades de recuperación van desde la simple recuperación de gases calientes hasta la recuperación del 50% o del 100% del calor total rechazado por la unidad.

De momento, la recuperación de calor está presente en la mayoría de fabricantes en unidades enfriadoras a partir de 100 – 150 kW, aunque existe ya recuperación parcial (20%) por debajo de 20 kW.

En las estaciones de servicio, las aplicaciones con mayor viabilidad estarían asociadas a la producción de agua caliente para la zona de aseos (si se incluyen duchas) o a la utilización en zonas de alojamiento, especialmente si existen necesidades simultáneas de refrigeración en salones y zonas de restauración.

La recuperación de calor en condiciones normales no afecta de modo significativo al rendimiento de la unidad en comparación con el de una enfriadora convencional. Por ejemplo, con 35 °C exteriores, la temperatura saturada de condensación será, aproximadamente, de 52 °C. Si se desea obtener agua a esta temperatura, el punto de consigna fijado en el control para la temperatura

saturada de condensación habrá de ser de 57 °C, con lo cual habrá una ligera, pero apreciable, reducción de la capacidad frigorífica de la unidad (de 3% a 5%) y un incremento del consumo eléctrico (de 4% a 6%). Estas dos características han de tenerse en cuenta a la hora de realizar el balance económico de la instalación.

En el caso de los recuperadores de gases calientes, la recuperación de calor no suele ir más allá del 20% del calor total rechazado. En estas unidades, el control de condensación de la unidad se realiza igual que en una unidad estándar, a través de las etapas de ventilación con las que cuente la máquina. Al estar en serie el condensador, siempre se encuentra expuesto a la acción del gas caliente, por lo que es altamente aconsejable un flujo constante de agua a través del mismo.

La rentabilidad de estas instalaciones de recuperación está garantizada en locales que cuentan con importantes cargas de frío (no cubiertas con enfriamiento gratuito) simultaneadas con cargas de calor importantes.

En relación a la aplicaciones de recuperación de calor, es necesario evitar la proliferación de la bacteria *Legionella Neumophila* mediante el tratamiento de los circuitos con productos anticorrosión (que evitan la formación de depósitos "alimento" de las colonias de *Legionella*) y, fundamentalmente, la limpieza periódica con compuestos germicidas (principalmente cloro con inhibidores de corrosión), complementada con choques térmicos<sup>3</sup>, son la mejor forma de lucha contra la bacteria. Así, pueden seguir usándose, en condiciones de salubridad, los eficientes dispositivos de ahorro de energía que representan las unidades de recuperación de calor.

### 3.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces

Las instalaciones comerciales tienen fijados horarios estrictos en cumplimiento de las Ordenanzas Municipales y Autonómicas vigentes, pero la diversidad de ocupación fuerza a que el sistema de Gestión Energética tenga una enorme

---

<sup>3</sup> En cumplimiento del Real Decreto sobre Prevención de Infección por Legionella.

flexibilidad de manejo, principalmente en la gestión del cambio de modo de operación de frío a calor y en la gestión del aire de ventilación y enfriamiento gratuito con todo aire exterior.

Por lo tanto, es uno de los casos donde se podrá constatar fácilmente el ahorro producido por estos sistemas, respecto a uno convencional.

### **3.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación**

El control de cambio de modo de operación, de calor a frío o de frío a calor, en una instalación, ha de hacerse con un criterio que debe definirse cuidadosamente.

El criterio, en función de la temperatura exterior, se ha seguido ampliamente, y suele ser válido para aquellas zonas en las que la carga térmica debida a las condiciones exteriores (bien sea por transmisión y ventilación) es preponderante respecto a la carga térmica debida a las cargas internas (iluminación, equipos, personas, etc.). Sin embargo, deja sin resolver el problema de la radiación solar o el efecto de "vidrio frío" que suele aparecer frecuentemente en los locales con grandes zonas de cristalería al exterior.

La solución, en cualquiera de los casos, es realizar un cálculo detallado con programas informáticos que analicen no sólo las cargas térmicas punta, sino la evolución de las mismas durante todas las horas del año, con el fin de establecer cuándo ocurren los cambios de modo de funcionamiento.

Los cambios calor/frío en diferentes zonas de la instalación son más propensos a presentarse en las estaciones intermedias, y es muy aconsejable prestar especial cuidado a estas situaciones, por las consecuencias de desconfort que pueden provocar.

Sin embargo, la mejor gestión se obtiene con los modernos sistemas de gestión de la instalación por demanda real. Computando la "votación" que cada

zona hace de su necesidad real y con algoritmos de control de la evolución de la temperatura en esas zonas, se pueden gestionar de una forma bastante fiable los cambios de modo de funcionamiento.

Expresando el modo de funcionamiento en términos electorales, el sistema recuenta los "votos" en cada instante, y conoce la "intención de voto" futura. De esta forma, se consigue prever el modo de funcionamiento más idóneo en el instante actual y el modo más eficaz de adaptarse a la futura demanda, aprovechando la inercia térmica del bucle de agua para favorecer un cambio más rápido de modo de operación.

### **3.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (IT 1.2.4.5.1) y recuperación de calor (IT 1.2.4.5.2)**

La utilización del enfriamiento gratuito por aire exterior se decide por el control del sistema de climatización en función de las condiciones climatológicas de la zona en que se ubica el edificio, de la radiación solar absorbida por la envolvente del mismo y de las cargas internas de ocupación, iluminación y las aportadas por otros consumidores energéticos.

En los sistemas de climatización de tipo "todo-aire", la instalación de dispositivos que permitan el enfriamiento gratuito de los locales por medio del aire exterior es obligatoria por Norma (en las condiciones descritas en ella).

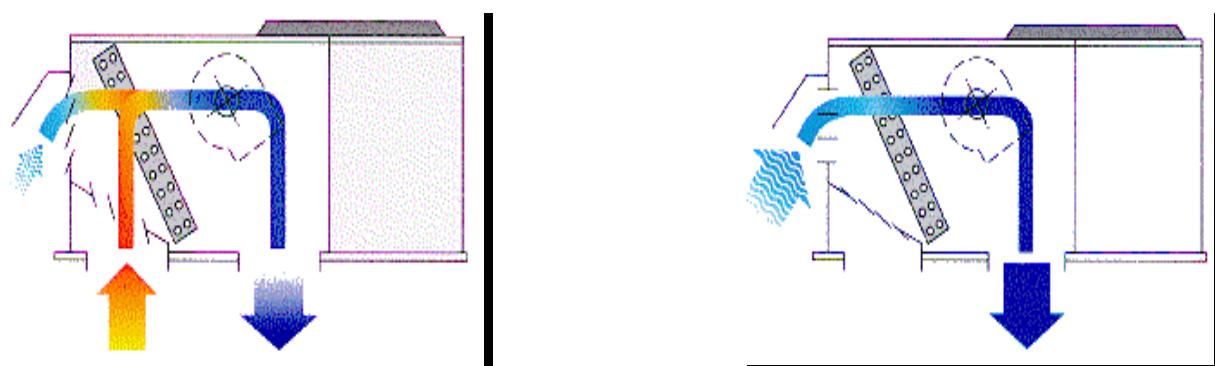
Las instalaciones a las que se destina la presente Guía se prestan al uso de este tipo de sistemas ya que, como se ha comentado, suelen ser climatizadas con un equipo centralizado, por conductos. El sistema de enfriamiento gratuito actuaría muy frecuentemente en estación intermedia, e incluso en invierno, para refrigerar el local cuando exista gran número de personas y una temperatura exterior adecuada.

Tras la entrada en vigor del RITE 07, se han potenciado los requisitos para la implantación de sistemas de enfriamiento gratuito por aire exterior (*freecooling*).

Bajo el anterior RITE (ITE 02.4.6), la decisión de incorporar *freecooling* se asociaba al régimen de operación del sistema de climatización, por lo que en la decisión del proyectista incidían aspectos tales como las condiciones climatológicas de la zona en que se ubicara el edificio, la radiación solar absorbida por la envolvente del mismo y las cargas internas de ocupación, iluminación y las aportadas por otros consumidores energéticos.

Bajo el actual RITE, los sistemas de climatización todo aire con capacidad de enfriamiento superior a 70 kW, dispondrán de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior (IT 1.2.4.5.1).

Por lo tanto, los sistemas todo-aire deberán incorporar los dispositivos necesarios para efectuar la comparación del contenido energético (temperatura o entalpía) del ambiente interior y del ambiente exterior, al objeto de determinar si el enfriamiento del primero debe llevarse a cabo mediante el ciclo de compresión o mediante la introducción de aire exterior debidamente filtrado.

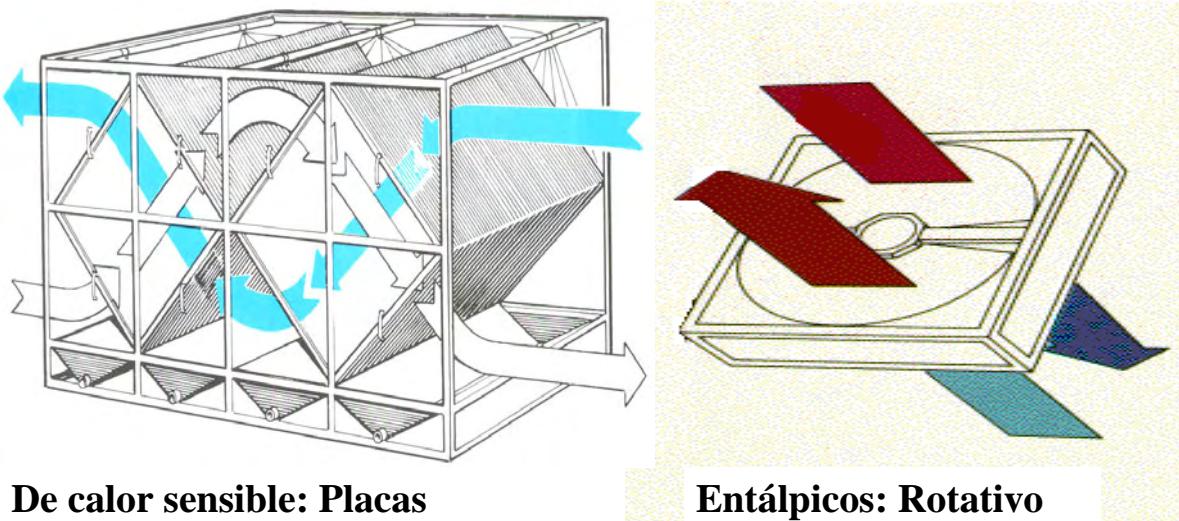


**Figura 5.** Entrada de aire de ventilación y utilización con enfriamiento gratuito.

Cuando se encuentre desactivado el *freecooling*, el aire exterior necesario para establecer la mínima ventilación de los locales vendrá definido por lo ya detallado en el apartado 3.2 del presente capítulo.

Citando el Reglamento de Instalaciones Térmicas: "El aire exterior mínimo de ventilación, tanto en lo que se refiere a su cuantía como en lo relativo a su calidad y nivel de filtrado, quedará establecido en el Instrucción Técnica IT 1.1.4.2.

Al objeto de mantener las instalaciones en el requerido nivel de presión, será preciso establecer los necesarios niveles de extracción como resultado de la introducción de aire exterior.



**Figura 6.** Tipos de intercambiadores recuperadores de calor.

El aire expulsado al exterior (extraído) por medios mecánicos puede ser utilizado para el tratamiento térmico, por recuperación de energía, del aire nuevo que se aporte desde el exterior para ventilación.

De acuerdo al Reglamento de Instalaciones Térmicas:

- ✿ Las condiciones de recuperación energética, tanto en lo que se refiere a su eficiencia como en lo relativo a sus condicionantes, quedarán establecidas en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.5.2.
- ✿ Cuando el caudal expulsado por medios mecánicos sea mayor que  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , será obligatorio recuperar la energía del mismo.

Nuevamente se han potenciado los requisitos para la implantación de sistemas de recuperación y se ha incrementado la eficiencia de los mismos (estableciendo unos valores superiores, al menos, en 10 puntos porcentuales a los anteriores). Así, en el anterior Reglamento (ITE 02.4.7) se establecía la potestad del diseñador para evaluar la necesidad del subsistema de recuperación basado en el

régimen de funcionamiento del sistema de climatización, y se especificaba una eficiencia mínima del 45%.

Así, en el apartado 3 de la mencionada Instrucción Técnica, se detalla la matriz de eficiencia energética mínima (%) y pérdida de presión máxima, en función del caudal de aire exterior introducido y de las horas anuales de operación del sistema.

En paralelo, en el apartado 2, se establece la necesidad de un enfriador adiabático cuando la recuperación se lleve a cabo con el sistema de climatización trabajando en modo refrigeración.

### 3.5. Implantación de sistemas de refrigerante variable (VRF)

Otro de los sistemas de climatización aplicables a este tipo de instalaciones son los sistemas de refrigerante variable (VRF). Las principales ventajas que puede aportar la elección de este sistema son variadas, empezando por la más sencilla, que es el nivel de confort.

Dentro de un sistema de refrigerante variable se pueden conectar numerosas unidades interiores en el mismo sistema o en el mismo circuito de tuberías, permitiendo disponer de una independencia climática por cada unidad interior y por cada estancia. Esto significa una amplia capacidad de zonificación, que permite crear climas independientes dentro de un mismo comercio, independientemente de la existencia de barreras arquitectónicas o zonas ambientales de producto.

Los sistemas de caudal variable de refrigerante son ideales para aplicaciones donde la demanda térmica se mantenga poco estable, como ocurre en las instalaciones a las que se hace referencia en este capítulo, debido al continuo cambio en el número de personas que pueden acceder a los locales. El motivo por el cual consiguen adaptarse a estas variables es su diseño, basado en la tecnología *Inverter*: la velocidad de giro del compresor *Inverter* se adapta a la variabilidad de

la carga térmica, modificando su régimen de funcionamiento. De esta forma, se consigue dar en todo momento la potencia necesaria requerida por la instalación.

Existen en el mercado tres tipos de posibilidades dentro de los sistemas de caudal variable de refrigerante. Son:

- Sólo frío. La potencia que entrega el sistema es exclusivamente en el modo refrigeración.
- Bomba de calor. Todas las unidades interiores funcionan bien en modo frío o en modo calor, pudiendo fijar diferente temperatura para cada una de las zonas e, incluso, pudiendo parar unidades interiores si el usuario lo desea.
- Recuperación de calor. Estos sistemas son capaces de proporcionar, en el mismo circuito frigorífico, refrigeración y calefacción simultáneamente, adecuándose a las necesidades de cada zona. Unas unidades interiores pueden estar aportando frío, al mismo tiempo, otras unidades pueden aportar calor o, si el usuario lo desea, pueden estar apagadas las unidades interiores.

Existen distintos tipos de definición para los sistemas de refrigerante variable. Por un lado, son sistemas de expansión directa, caracterizados porque los intercambios energéticos se realizan entre el medio exterior y el fluido caloportador. También se puede definir como un sistema todo refrigerante, según clasificación ASHRAE, y, por último, podrían calificarse como un gran *multi-split inverter*.

Los sistemas de refrigerante variable también se adecuan al cumplimiento de la Normativa actual RITE. Para conseguir una adecuada ventilación y recuperar parte de la energía que se ha utilizado para calentar o enfriar ese aire de la habitación, se utilizan las unidades de recuperación de energía. De esta manera, se cumplen los dos objetivos primordiales de ventilar y recuperar, con una sola unidad. Estas unidades se pueden integrar en el sistema de aire acondicionado incluso desde el punto de vista del control.

Otra gran cualidad de los sistemas de refrigerante variable es la eficiencia energética y, como consecuencia, el compromiso con el medio ambiente y el ahorro económico que implica.

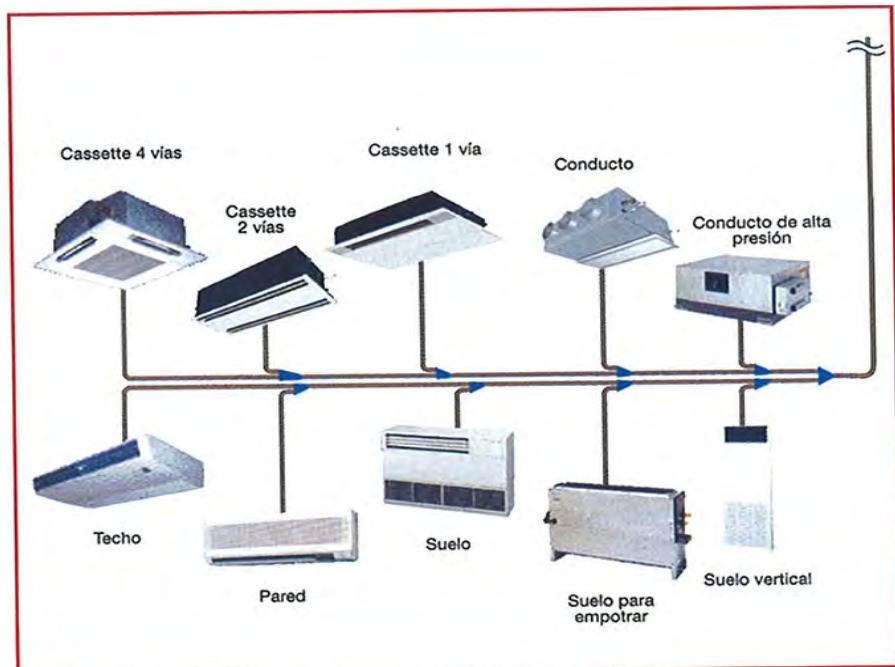
Frente a otros sistemas convencionales que operan en corriente alterna y regulan la temperatura encendiendo o apagando el motor compresor, los sistemas de tecnología *Inverter*, como el caudal de refrigerante variable, son capaces de variar la corriente en el compresor de alterna a continua para ajustar, en todo momento, las potencias frigoríficas a las demandas energéticas. Con la tecnología *Inverter* se consiguen grandes ahorros energéticos gracias a la gestión del régimen del compresor y, en paralelo, se consigue reducir los niveles sonoros, aumentar la fiabilidad (se reducen los ciclos de marcha/paro) y alcanzar la temperatura deseada en un tiempo más reducido y con menores fluctuaciones (mayor confort).



**Figura 7.** Sistema *Inverter*.

Dentro de los sistemas de refrigerante variable, se pueden encontrar, por un lado, los que utilizan en todas sus unidades exteriores compresores *Inverter*, consiguiendo aumentar, de forma considerable, todas las ventajas expuestas en el párrafo anterior y, por otro, los que mezclan compresores *Inverter* en sus unidades exteriores con compresores todo/nada. En este caso, las ventajas expuestas se reducen solamente al compresor, no extendiéndose al resto de compresores.

Otras de las características representativas del sistema es que las unidades interiores, independientemente de la potencia o el tipo que sean (cassette de 1, 2 ó 4 salidas, unidades de pared, consolas de suelo, conductos, etc.), incorporan un sistema de regulación y control de refrigerante, PMV. Este sistema se encarga de regular la cantidad de refrigerante que fluye dentro de cada unidad interior en función del tamaño de la misma y de la diferencia entre la temperatura de consigna y la temperatura que se tiene en la habitación.



**Figura 8.** Tipos de unidades interiores.

Cuanto más se aproxime a la temperatura deseada, menor cantidad de refrigerante accede a la unidad interior. Pero ese refrigerante no desaparece, pasa a enviarse a las unidades interiores que no alcanzan, o tardan más, la temperatura de consigna.

Finalmente, señalar que, considerando el punto de vista de gestión y control energético, los sistemas VRF permiten desde un control muy simple por parte del usuario sobre su propia unidad terminal (control local), hasta un control centralizado, bien exclusivamente sobre el sistema de climatización (control central), bien integrando el mismo en una gestión más compleja que englobe la climatización y el resto de subsistemas de la instalación (luces, presencia, música, etc.), que es lo que se denomina control en red.

### 3.6. Consideraciones finales

Como se ha visto, los avances en la tecnología pueden servir para mejorar el rendimiento de las instalaciones, pero no se puede dejar de destacar que el modo

de vida en nuestra civilización, caracterizado por una imparable demanda de mayor confort, reclama cada vez mayor gasto energético.

Los últimos avances en tecnología de equipos y sistemas tienen un impacto importante en el ahorro energético y la consiguiente reducción de costes de explotación debidos a la climatización.

El caso de una instalación de 200 m<sup>2</sup> en las condiciones de cálculo de Madrid, se han analizado, mediante un programa de cálculo por ordenador con análisis de consumo energético (*Hourly Analisys Program HAP de Carrier v.4.34.*), dos sistemas de climatización comparados: un equipo *split* de conductos convencional de 36 kW frigoríficos y, gracias a la recuperación de calor del aire exterior, un equipo de 30 kW con posibilidad de enfriamiento gratuito.

De entrada, se reduce la potencia instalada, obteniéndose un importante ahorro de casi un 20% en el equipo. En cuanto al consumo eléctrico, se obtiene un 15% de ahorro anual en frío más un 25% de ahorro anual en el consumo eléctrico destinado a calefacción por bomba de calor.

Con las necesarias precauciones, al tratarse de un modelo informático, puede verse la influencia tan importante que una instalación con modernos sistemas tiene respecto a una convencional.

Además, ha de pensarse que otros sistemas, como iluminación y equipos auxiliares de los comercios, tienen también enorme influencia directa. Cada kW que deje de consumirse en luces y equipos reduce la carga frigorífica en la misma proporción. Cualquier ahorro energético, bien sea por un uso más racional o avances en la tecnología de refrigeración (congeladores, armarios refrigerados), ofimática (balanzas, cajas registradoras u ordenadores) y luminarias, repercute en el ahorro de los consumos de climatización.

Por lo tanto, es altamente recomendable conseguir la evaluación energética del edificio o el local simulando las condiciones de proyecto, para poder tomar las decisiones sobre elección de cerramientos, sistemas de climatización, etc., antes de la construcción del edificio o de su reforma.

La Unión Europea y el Gobierno de España, preocupados por la dependencia energética, han emitido un nuevo marco legislativo que fomenta el ahorro energético: la nueva Certificación Energética de Edificios.

Con la aplicación de la Certificación Energética será obligatorio cumplir con unos requisitos mínimos de eficiencia energética, emitiendo los organismos oficiales competentes en temas energéticos los correspondientes certificados para cada edificio. A este análisis habrán de someterse todo tipo de edificios, independientemente de su uso.

En resumen, se presenta un futuro en el que la consecución de un superior rendimiento energético va a considerarse como un beneficio para toda la sociedad, además de un elemento para el incremento de la competitividad por la reducción de gastos incluso en las más pequeñas tiendas de alimentación o en grandes centros comerciales.

## Bibliografía

1. Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 8.01 "Recuperación de energía en sistemas de climatización", Comité ATECYR y Grupo de Termotecnia de la U. de Valladolid. Editorial El Instalador, Madrid 1998.
2. "25 años de instalaciones, 1967-1992", Monografía nº 23. El Instalador, Madrid, 1992.
3. "Manual de Aire Acondicionado Carrier", Carrier Corporation, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1983.
4. "Air conditioning and ventilation for buildings", Croome and Roberts, Pergamon Press, N. York, E.E.U.U., 1975.

## 4.1. Introducción

España está viviendo los años más secos y poco lluviosos de nuestra reciente historia, y nunca, hasta ahora, se habían sufrido sequías en zonas del país como Galicia, donde, en pleno invierno, se han producido cortes de agua en algunas poblaciones de esta Comunidad Autónoma por falta de agua acumulada en los pantanos para el suministro sanitario de agua potable. Más reciente es la problemática que está viviendo Cataluña, donde, prácticamente, están garantizados los cortes para después de verano.

Este síntoma anacrónico, denota que el cambio climático, el aumento desmesurado de la demanda y el uso irracional del agua, hace que cada vez sea máspreciado este vital líquido imprescindible para la vida cotidiana.

Por ello, no sólo hay una preocupación social por el crecimiento sustentable, sino también por minimizar los desmesurados consumos que se realizan, entrando los políticos a legislar en la materia con preceptos que delimitan, regulan y sancionan el futuro uso de los recursos naturales.

Ejemplo de esta preocupación es la aparición de leyes, como la que acaba de aprobar el Ministerio de Medio Ambiente, que regula el aprovechamiento, reciclaje, recuperación, reutilización y depuración de agua (Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas), facilitando o intentando mejorar la calidad de las mismas para un mejor y mayor aprovechamiento, o también la ley 6/2006 de 21 de julio, por la que la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, establece un Incremento de Medidas de Ahorro y Conservación del Agua en su región, limitando y tarando, por ley, los consumos máximos de los aparatos

sanitarios. (Esta es la primera ley existente en el país, a nivel autonómico, que obliga a legislar a los ayuntamientos en esta materia y delimita el consumo máximo del equipamiento sanitario).

Este último ejemplo se complementa, además, con una ley de acompañamiento que subvenciona con un 20% la adquisición, por parte de los particulares, de equipos economizadores para sus viviendas, siendo la primera vez que pasa en nuestro país.

Otro buen ejemplo de esta inquietud, podría ser el Ayuntamiento de Madrid, el cual, y a través de su "Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en la Ciudad de Madrid", se hace eco de la demanda social y se posiciona como la primera gran ciudad del mundo que ataca la totalidad de las posibles actuaciones a realizar, y utiliza la gestión de la demanda como instrumento de la gestión integrada del agua en la ciudad, lo que le permite tener en consideración a todos los agentes y planificar una política estratégica de crecimiento sostenible para toda la ciudad.

Una variante discriminatoria de los consumos de agua en este tipo de empresas dedicadas al suministro de carburantes y limpiezas de vehículos, es cuando se pega el salto a la denominación de grandes consumidores (aquellos con un consumo anual superior a 10.000 m<sup>3</sup>), pues los costes se verán incrementados no sólo por una mayor penalización tarifaria, sino también por una serie de obligaciones que, por ejemplo, en el caso del Ayuntamiento de Madrid, obligará a tener un plan de minimización del consumo y a ser auditado por una compañía externa que certifique las actuaciones, consumos y medidas dispuestas para reducir al mínimo el consumo del establecimiento.

A lo anterior, además, habría que añadir la exigibilidad a corto plazo de nuevas Normativas, las cuales obligan a que, en un espacio de tiempo muy corto, en concreto de tan sólo dos años, se inicien las modificaciones, y tres años para terminarlas, por lo que, para el verano de 2008, todas las instalaciones deberán estar adaptadas, según reza en el BOCM, Nº 146, del Miércoles 21 de Junio de 2006, donde se recoge la aprobación de la "Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del

Agua en la Ciudad de Madrid", la cual fue aprobada por consenso de todo el pleno el día 31 de mayo.

Esta ordenanza obliga a utilizar agua reciclada en procesos de lavado, prohíbe los procesos de lavado a mano con manguera convencional que utilice agua de red y limita el consumo de agua a 70 litros máximo, por vehículo, pudiendo utilizarse para ello sistemas de alta presión. En los casos de lavado automático, éstos han de incorporar obligatoriamente el reciclado del agua en sus procesos. Además, se deben cumplir el resto de Normas en cuanto al consumo de agua sanitaria, griferías temporizadas y de bajo consumo, etc.



**Foto 1.** Centro de lavado manual mediante lanzas de alta presión.

En este capítulo se verá cómo estas adaptaciones y mejoras medioambientales que se exigen para las estaciones de servicio en funcionamiento que, en ocasiones, complican la vida al empresario al tener que adaptarse y realizar inversiones, si se hacen adecuadamente, vendrán también a minimizar los gastos y, por lo tanto, a fomentar un mayor beneficio empresarial, aunque, lógicamente, todo empiece por una inyección o inversión adicional no prevista inicialmente.

## 4.2. ¿Por qué ahorrar agua?

Se mire a donde se mire, estamos rodeados de algún tipo de medio húmedo, arroyos, ríos, lagos, mares, lluvia y nieve. Pensando en estas inmensas masas de agua, algunas personas no entienden por qué ha de escasear, y por qué el precio del agua potable es cada vez más caro.

Nunca habrá más agua de la que se dispone en estos momentos, pues el ciclo vital de ésta hace que cada vez escaseen más las lluvias y éstas se produzcan irregularmente. Por desgracia, de las aparentemente inagotables reservas de agua de la Tierra, solamente se pueden emplear de forma eficiente pequeñas partes para la producción de agua potable.

Durante el año 2005<sup>1</sup>, en España se distribuyeron por las redes públicas de abastecimiento urbano 4.873 hm<sup>3</sup> de agua, según la encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua que lleva a cabo el INE todos los años. De esta cantidad, un 82,1% (4.002 hm<sup>3</sup>) se distribuyó para el consumo de familias, empresas, consumos municipales, etc. Las pérdidas aparentes de agua (fugas, roturas, averías, errores de medida, fraudes, etc.) se estimaron en el 17,9% del agua total distribuida por dichas redes.

En la Tabla 1 se puede ver la evolución del consumo por Comunidades Autónomas en los últimos siete años (con los últimos datos oficiales del INE).

El consumo de agua potable de las familias españolas ascendió a 2.673 hm<sup>3</sup>, lo que representó el 66,8% del consumo total. El consumo medio se situó en 166 litros por habitante y día, un 2,9% menos que los 171 litros del año 2004. Por comunidades, Andalucía tuvo el consumo medio más elevado (195 l) y Navarra el más bajo (134 l).

Todas las Administraciones se están tomando muy en serio el minimizar los consumos de agua, aunque es cierto que hay tres Comunidades Autónomas que

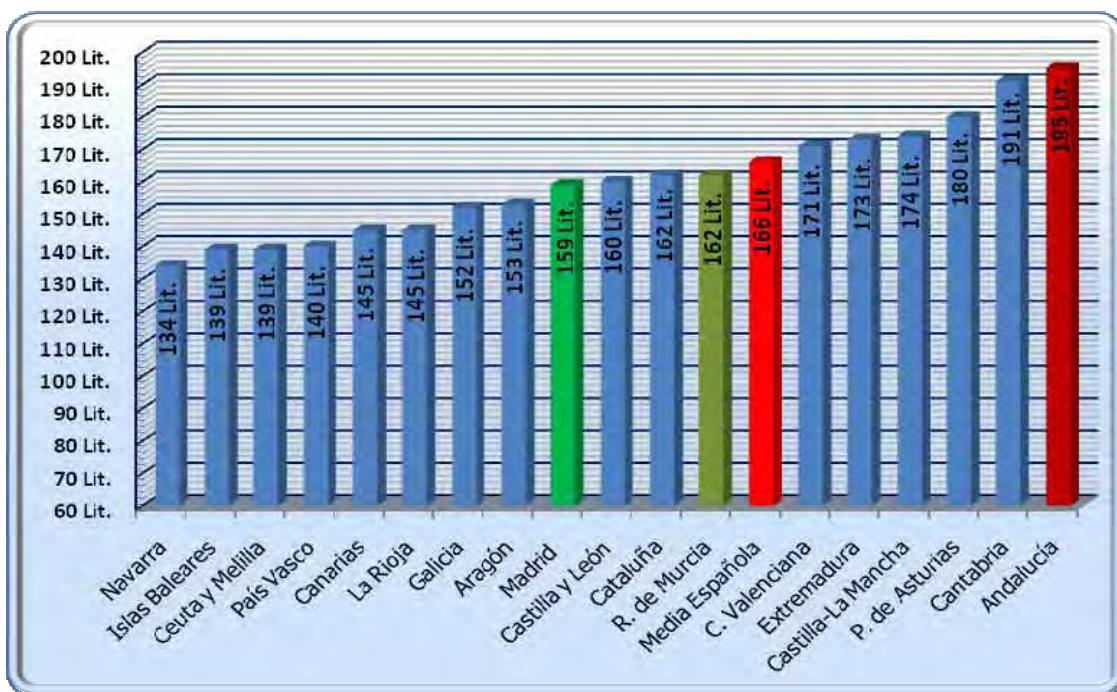
---

<sup>1</sup> Encuestas del agua 2005. INE. 17 de octubre de 2007.

están capitalizando dichos esfuerzos, y a muy corto plazo estos empezarán a ofrecer sus resultados.

**TABLA 1.** Consumo medio (l) en el período 1999-2005 por habitante y día en España.

Región:	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999
Com. Foral de Navarra	134	144	152	148	147	159	150
Islas Baleares	139	142	130	127	124	129	133
Ceuta y Melilla	139	142	139	146	158	153	143
País Vasco	140	150	149	147	151	154	142
Canarias	145	147	135	134	135	139	135
La Rioja	145	141	136	140	143	186	180
Galicia	152	155	143	131	124	128	124
Aragón	153	162	169	170	174	176	169
<b>Comunidad de Madrid</b>	<b>159</b>	<b>171</b>	<b>166</b>	<b>166</b>	<b>171</b>	<b>176</b>	<b>176</b>
Castilla y León	160	172	168	155	146	153	148
Cataluña	162	174	183	182	184	186	185
Región de Murcia	162	161	149	146	151	145	140
<b>Media Española</b>	<b>166</b>	<b>171</b>	<b>167</b>	<b>164</b>	<b>165</b>	<b>168</b>	<b>165</b>
Comunidad Valenciana	171	178	163	158	156	166	164
Extremadura	173	178	163	165	169	156	148
Castilla-La Mancha	174	179	184	185	200	188	184
Principado de Asturias	180	172	161	158	155	151	149
Cantabria	191	187	185	182	174	188	180
Andalucía	195	189	184	184	181	183	180



**Figura 1.** Consumo medio por habitante y día en las distintas CC. AA (2005).

Es de destacar a la Comunidad de Madrid y, en especial, al Ayuntamiento de la capital, que fue pionero en implementar las ordenanzas más exhaustivas, concretas, detalladas y profesionales que se pueden ver hoy en día a nivel mundial, siendo la primera gran ciudad en generar una obligatoriedad en las nuevas construcciones y en grandes consumidores ya existentes, que obliga a implementar medidas correctivas del consumo. No existe ninguna otra gran ciudad en el mundo que ataque el problema con una visión tan clara, que empieza por mirar sus propias instalaciones y adecuar de cara al futuro la ciudad para aprovechar al máximo toda gota de este preciado vital líquido.

#### 4.2.1. Por el coste del agua

El coste del agua es, prácticamente, un precio político, que no representa el valor real del agua en suministro, y las Directivas de la CE obligan a que dicho coste aumente de forma gradual para sufragar las nuevas infraestructuras que se necesiten, repartiendo la carga de las mismas proporcionalmente al consumo, y no como en la actualidad, que se sufraga con impuestos.

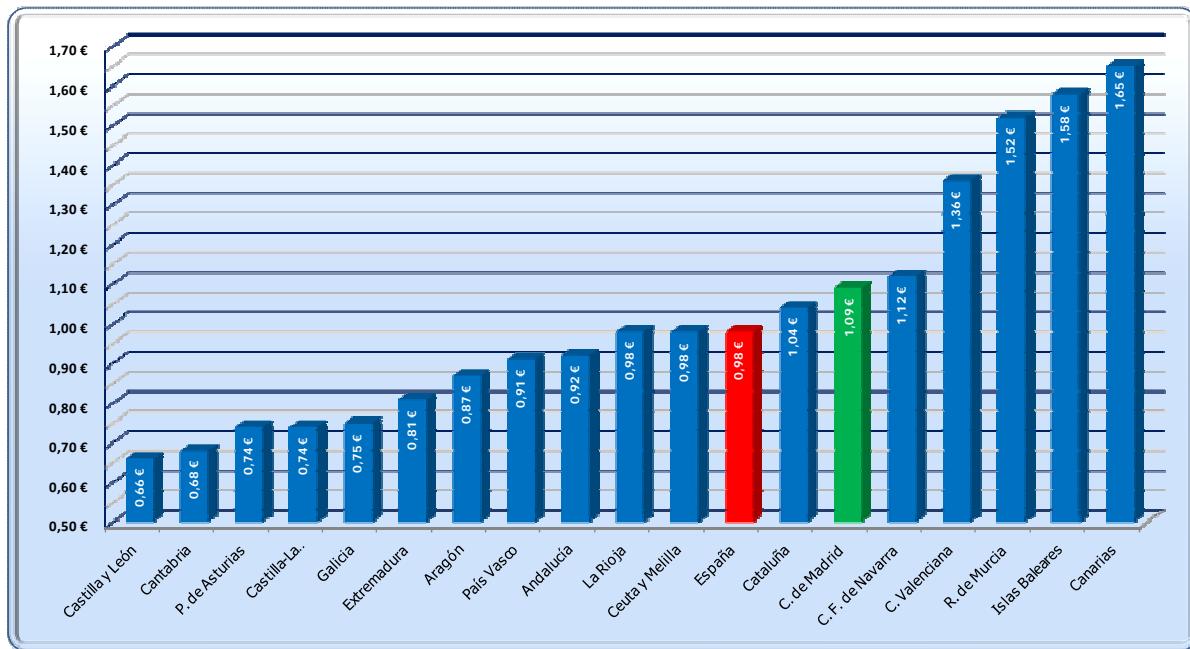


Figura 2. Coste del agua en las distintas CC. AA.

El valor unitario del agua (cociente entre el importe de las tasas de abastecimiento de agua más las tasas/cánones de saneamiento de aguas residuales y el volumen de agua distribuida para consumo) se incrementó un 2,1%

en el año 2005, hasta alcanzar los 0,98 €/m<sup>3</sup> (En la actualidad, se estima que en la Comunidad de Madrid, marzo de 2008, está en el entorno de 1,193 €/m<sup>3</sup>).

El valor unitario del abastecimiento de agua alcanzó los 0,67 €/m<sup>3</sup>, mientras que el de saneamiento de aguas residuales (alcantarillado y depuración) fue de 0,31 €/m<sup>3</sup>.

Por Comunidades Autónomas, los valores más elevados correspondieron a Canarias (1,65 €/m<sup>3</sup>), Baleares (1,58 €/m<sup>3</sup>) y Región de Murcia (1,52 €/m<sup>3</sup>). Por el contrario, Castilla y León (0,66 €/m<sup>3</sup>), Cantabria (0,68 €/m<sup>3</sup>), Castilla La Mancha (0,74 €/m<sup>3</sup>) y Asturias (0,74 €/m<sup>3</sup>) presentaron los valores unitarios más bajos.

Como puede apreciarse, en algunas zonas, como Castilla y León, por un euro se pueden obtener más de 1.515 litros de agua, mientras que, por ese mismo euro, en otras zonas, sólo pueden obtenerse 606 litros. Esta comparativa se realiza sin considerar la calidad de las aguas servidas, ya que está demostrado que los niveles de calidad del agua de las zonas de la meseta o interior de la Península son mejores que las costeras o isleñas.

El agua es un elemento esencial para el bienestar, pero, actualmente, y por desgracia, se asocia su mayor consumo con un mayor nivel de vida.

#### 4.2.2. Por el coste de la energía

El consumo de agua lleva aparejado, en muchas ocasiones, un componente muy elevado de energía utilizada para su bombeo, calentamiento o recirculación, por lo que disminuir los consumos de agua lleva implícito la reducción del consumo de energía, casi en la misma proporción.

Para obtener una valoración básica del consumo energético inherente a la demanda de ACS, se plantean distintas alternativas, optando el autor por la Guía editada por el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) para el Ministerio de Economía que, mediante su Secretaría General de Turismo, en

colaboración con el Ministerio de Ciencia y Tecnología, editaron la publicación "Ahorro de Energía en el Sector Hotelero: Recomendaciones y Soluciones de Bajo Riesgo", dentro de la serie "Eficiencia y Ahorro Energético", en enero de 2001, y a fecha de hoy, sigue no sólo sirviendo como referencia, sino también como aval para la instalación del tipo de medidas que en esta Guía se proponen.

Con 1 kWh de energía calorífica se puede incrementar 1 °C la temperatura de 859,8 l de agua. Para obtener 1 m<sup>3</sup> de agua caliente, con un salto térmico o incremento de temperatura de 1 °C, se necesitan, por lo tanto, 1,163 kWh.

Para determinar el volumen de energía invertida en calentar 1 m<sup>3</sup> de agua, se parte de unos costes de materia prima<sup>2</sup>, que son los siguientes:

- Coste energético de calentar con gas natural: 0,0468 €/kWh
- Coste energético de calentar con gasóleo C: 0,0583 €/kWh
- Coste energético de calentar con electricidad: 0,0909 €/kWh

El calentamiento o incremento en 1 °C de temperatura de 1 m<sup>3</sup> de agua tiene un coste, dependiendo de la energía utilizada, de 1,163 x coste de la energía.

Suponiendo una entrada de agua fría a 12 °C de media, para su distribución y uso se necesita calentarla, al menos, a unos 75 °C para poder acumularla y distribuirla a una temperatura media superior a los 55 °C (salto térmico de 63 °C). Por lo que, aproximadamente, y tras los cálculos de calentamiento, factores, pérdidas, etc., el coste de calentamiento de 1 m<sup>3</sup> de agua para su distribución con el correspondiente salto térmico, según la energía utilizada, sería el siguiente:

- 3,429 €/m<sup>3</sup> con gas.
- 4,272 €/m<sup>3</sup> con gasóleo C.
- 6,662 €/m<sup>3</sup> con electricidad.

Estos costes pueden dar al lector una idea de lo importante que es la energía en los costes de explotación.

---

<sup>2</sup> Costes energéticos del 1º semestre del año 2005 (Según ENERGUÍA).

### 4.2.3. Por implementación de un Plan de Reducción del Consumo de Agua

Un Programa de Reducción y Uso Eficiente del Agua para cualquier estación de servicio, centro de lavado, instalación o edificación, se implementa para alcanzar distintos objetivos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- ✿ Disminuir el agua requerida para cada proceso, optimizando su utilización.
- ✿ Por lo tanto, disminuir de una forma directa los residuos, obteniendo una importante reducción del impacto ambiental del inmueble, es decir, haciéndolo más respetuoso con el medioambiente.
- ✿ Reducir los consumos adyacentes de energías derivadas de su utilización, como, por ejemplo, la energía utilizada para calentar o enfriar el agua, así como los de almacenaje y preparación.
- ✿ Disminuir los consumos de fuentes de energía fósiles, tales como el carbón, el petróleo y el gas natural, realizando un efectivo aporte a la protección de la naturaleza.
- ✿ Cumplir la legislación medioambiental aplicable en todo momento y, en la medida de lo posible, adelantarse a las disposiciones legales futuras.
- ✿ Facilitar las posibles implementaciones de sistemas de gestión medioambiental, tipo ISO 14001, EMAS, Ordenanzas Municipales, etc.
- ✿ Obtener una mejor imagen pública para la empresa de ser respetuosa con el medioambiente, lo que la posiciona y diferencia del resto de la oferta del sector, siendo muy apreciado por determinados sectores y consumidores, pero, principalmente, por los clientes y usuarios más exigentes, como signo de calidad.
- ✿ Ayudar a la sociedad directa e indirectamente, facilitando el crecimiento sostenible y aportando un granito de arena vital para futuras generaciones.
- ✿ Reducir los costes económicos que permitirán un mejor aprovechamiento de dichos recursos en otras áreas más necesitadas, facilitando y aumentando los beneficios por ahorro generado, haciendo posibles otros planes y programas.

#### 4.2.4. Para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>

Ahorrar agua permite, casi en la misma proporción, ahorrar la energía utilizada para su calentamiento, aportando beneficios ya no tanto económicos y muy importantes, sino ecológicos, para evitar la combustión y reducir, así, la emisión de gases contaminantes de efecto invernadero.

Para hacerse una idea de estas emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de agua, se puede afirmar que la demanda en contadores de 1 m<sup>3</sup> de agua implica unas emisiones mínimas de más de 0,537 kg de CO<sub>2</sub>, considerando todo el ciclo de agua, es decir, aducción, distribución, acumulación, consumo, canalización, depuración, reciclaje y tratamiento de vertidos, etc.

Con una simple y sencilla operación, cualquiera puede calcular las emisiones provocadas por el consumo de agua, simplemente mirando la factura del agua y multiplicando el consumo por la cifra antes indicada, pudiendo calcular también la disminución de las mismas si realiza actuaciones de economización.

### 4.3. ¿Cómo ahorrar agua y energía?

Tanto por responsabilidad social, como personal, ecológica y económica, es importante saber qué hacer para reducir la demanda de agua. Este capítulo persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan a los propietarios, gestores, responsables y técnicos de este tipo de establecimientos, minimizar los consumos de agua y la energía derivada de su calentamiento.

La racionalización y el consumo responsable del agua no ha de limitarse sólo a la disminución de consumos, sino que ha de enfocarse desde el punto de vista de su aprovechamiento en cualquier área o posible actuación que permita su reaprovechamiento o reciclaje y, por supuesto, su depuración.

La nueva Normativa del Ayuntamiento de Madrid<sup>3</sup> se centra de forma explícita en determinar cómo deberán de ser las nuevas edificaciones e instalaciones industriales, en lo concerniente a las instalaciones de suministro, distribución y calentamiento térmico y por supuesto recuperación y reciclaje.

Esta Normativa dedica específicamente un artículo al lavado y la limpieza industrial de vehículos, lo que es una parte importante del sector, y lo concreta en el Artículo 29:

1. Queda prohibida la limpieza de vehículos privados o pertenecientes a flotas de vehículos en instalaciones de lavado ubicadas en centros comerciales, garajes, aparcamientos, estaciones de servicio u otros locales o instalaciones industriales, propias o de terceros, mediante manguera convencional o sistemas similares que utilicen agua de la red de abastecimiento.
2. El lavado de vehículos en las instalaciones y locales mencionados en el apartado anterior deberá realizarse mediante sistemas de alta presión temporizados que aseguren consumos de agua inferiores a 70 litros por vehículo, o bien mediante sistemas autónomos de lavado móvil de vehículos de bajo consumo de agua.
3. En las instalaciones de lavado automático de vehículos y otros servicios de limpieza industrial con agua de abastecimiento se establece la obligatoriedad de disponer de sistemas de reciclado de agua en sus instalaciones.
4. Dichos sistemas de reciclado de agua serán preceptivos en las nuevas instalaciones, debiendo formar parte del proyecto que se presente junto con la solicitud de licencia urbanística.
5. En las instalaciones ya existentes, se establece un plazo máximo de dos años para el inicio de las actuaciones necesarias para la adaptación de las instalaciones a los requisitos establecidos en el apartado 1, y un plazo de tres años para la adaptación total de las mismas. A los efectos de permitir la

---

<sup>3</sup> Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid, publicada el Miércoles 21 de Junio de 2006 en el B.O.C.M. Núm. 146.

adaptación de estas instalaciones a lo dispuesto en la presente ordenanza, solamente será necesario tramitar la modificación de la licencia cuando el alcance de las variaciones así lo exija en aplicación de la vigente Ordenanza de Tramitación de Licencias Urbanísticas.

Muchas veces se plantean actuaciones complejas, normativas internas, campañas de concienciación excesivamente costosas y trucos para intentar reducir los consumos de agua y energía, cuando hay actuaciones que pasan desapercibidas por los usuarios y que, a la vez, aumentan el confort de uso.

Se dispone de muchas opciones cuando se habla de ahorrar agua y energía, y esto ha de hacerse considerando infinidad de factores, desde la optimización de las facturas, pasando por la formación del personal y/o considerando los proyectos en su fase de diseño, a la realización de estudios y eco-auditorías de hidroeficiencia, sin olvidar el mantenimiento y la implementación de medidas correctoras en aquellos puntos que son significativos, no por volumen de agua ahorrada, sino por posibilidades de ahorro existentes.

La escasez de agua y, a veces, la mala calidad de la misma, hacen plantearse la necesidad de instalar sistemas de recuperación de aguas residuales o la adaptación y potabilización de las aguas subterráneas.

Por otro lado, las restricciones en los límites de vertido en cualquier sector industrial, incluido las estaciones de servicio, han ido aumentado conforme la legislación ha evolucionado, por ello, y a modo de conceptos o sistemas factibles de implantar en las estaciones de servicio para ahorrar agua, se puede hablar de:

### **Recuperadores de aguas grises**

Las aguas grises son aguas ligeramente sucias provenientes de la bañera o plato de ducha, del lavabo y de la lavadora. Un agua que, a primera vista, puede resultar inservible y que, sin embargo, su reutilización consigue disminuir el gasto en agua potable, así como reducir el vertido de aguas residuales.

En las estaciones de servicio estas aguas se originan por el empleo de los lavamanos y duchas (tanto de los aseos de los empleados como de los clientes) o de posibles edificios anexos. El agua es recogida y tratada a través de un sistema de filtración y desinfección para, posteriormente, ser reutilizada, pudiendo alimentar las cisternas de los inodoros, el riego del jardín o la limpieza de los exteriores, o para retroalimentar máquinas de lavado automático. Para el empleo de estos sistemas se requiere red de tuberías separativas de aguas grises y aguas negras, así como las tuberías de regreso de aguas grises tratadas.

Los sistemas de reutilización de aguas grises pueden conseguir el ahorro de entre un 30% y un 45% de agua potable. Este tipo de instalaciones se amortiza en el plazo de pocos años.



### Aguas pluviales

La recuperación o aprovechamiento del agua pluvial consiste en filtrar el agua de la lluvia captada en una superficie determinada, generalmente el tejado o la azotea, y almacenarla en un depósito. Posteriormente, el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red. Este agua se utiliza allí donde no se requiere agua potable. En las estaciones de servicio, puede emplearse para cisternas del wáter o instalaciones de lavado de vehículos (dado que es agua con poca dureza), aunque el uso más habitual es el riego de jardines.

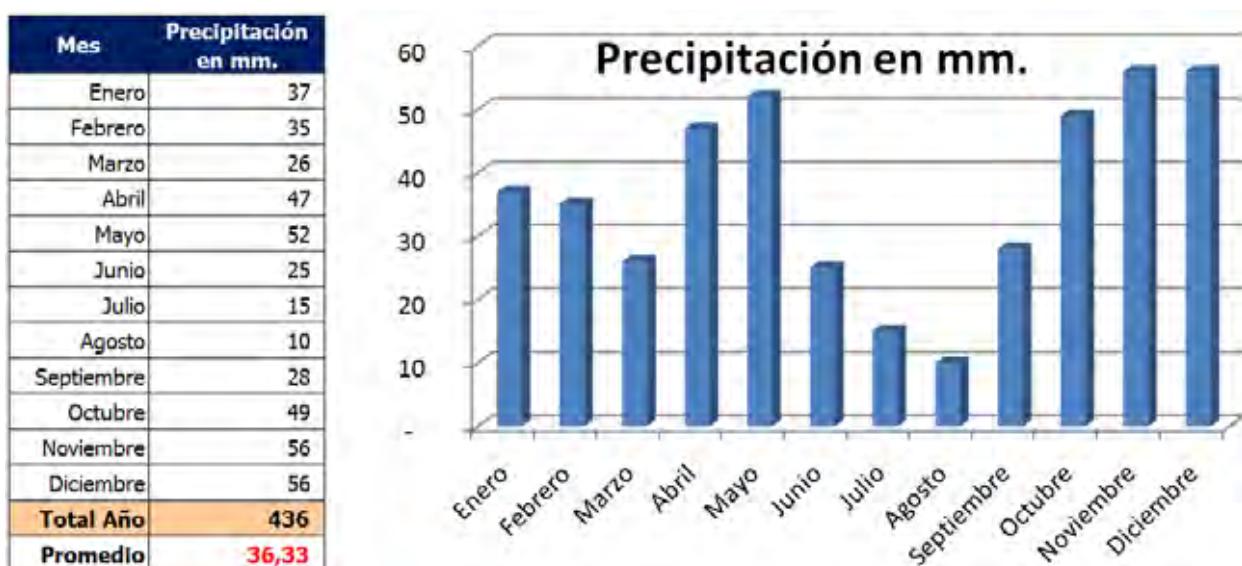
Muchas veces no se es consciente de la cantidad de agua que puede obtenerse de las cubiertas de los tejados de los centros o estaciones de servicio. Para hacerse una idea, la media de precipitaciones en la ciudad de Madrid es de unos 436 litros al año<sup>4</sup>, por metro cuadrado, es decir, unos 43,6 m<sup>3</sup> por cada 100 m<sup>2</sup> de tejado o área con capacidad de captar y canalizar las lluvias producidas. Con un factor de aprovechamiento de 0,85 se tendrían unas posibilidades reales de aprovechar más de 37 m<sup>3</sup> para utilizar este agua en otros procesos, como lavado de vehículos, riego de praderas o zonas verdes, baldeo, etc., sin requerir ningún tipo

---

<sup>4</sup> Fuente: Instituto Nacional de Meteorología [www.inm.es](http://www.inm.es). Datos estadísticos climatológicos (período 1971-2000).

de tratamiento, salvo el filtraje. (Este agua es ideal para dichos servicios, por ausencia de calcita y dragonita, dañinas para los circuitos, y por tener un PH neutro).

Para ello (y esto suele ser sencillo en este tipo de instalaciones), puede enterrarse un depósito o captarse directamente a un aljibe de ladrillo en la superficie, pues se suelen disponer de áreas extensas en este tipo de instalaciones, debiendo canalizar y captar el agua de tejados o bajantes de los canalones, obra que, por otra parte, suele ser fácil de realizar.



**Figura 3.** Precipitaciones en la zona de Madrid (Barajas).

También de los tejados, y en este caso de los tradicionales, suelen bajar tuberías por el exterior de las fachadas, tras recoger el agua de la lluvia caída y circular por los canalones que, a través de bajantes, o van a parar a la acera del edificio o a las arquetas o colectores de alcantarillado de la zona.

Este agua puede ser captada a muy bajo coste, y sin prácticamente obras, en muchos establecimientos, e incluso almacenarse, tras ser filtrada, y utilizarse con sistemas de flotabilidad que, prácticamente sin coste de tratamiento (más allá del de mantenimiento y bombeo), permitirían su utilización para procesos donde no se requiera la calidad del agua de boca, pero que, por su pureza y ausencia de cal, es mucho más rentable que tratar agua de pozos, por ejemplo.



**Foto 2.** Interceptor para bajante.

Los clásicos canalones o bajantes de muchos edificios pueden interceptarse con este tipo de equipos y utilizarse para captar agua de lluvia, por poca que ésta se prodigue, pudiendo ser filtrada por el mismo equipo y utilizándose la propia bajante para llevarse a un depósito o aljibe.

### ✿ **Reutilización de aguas negras**

Se denominan aguas negras a aquellas procedentes de los inodoros de las instalaciones. Estas aguas residuales contienen una elevada carga orgánica contaminante, por lo que, si no se dispone de vertido a la red de alcantarillado municipal, deberá ser depurada en la estación de servicio previamente a su vertido.

Los sistemas de depuración más adecuados para este tipo de aguas residuales consisten en un desbaste para eliminar los sólidos más gruesos, seguido de un tratamiento biológico de aireación prolongada. Dada las fluctuaciones de caudal de este tipo de vertidos que se presentan en las estaciones de servicio, principalmente en aquellas que disponen de zonas de restauración, uno de los sistemas más idóneos para estas instalaciones son los SBR (Reactores Biológicos Secuenciales), puesto que ocupan poco espacio y, además, permiten obtener agua con adecuada calidad para verterla a cauce público.

Una de las ventajas que presenta este sistema de tratamiento es que, tras la depuración, puede incorporarse un sistema de desinfección para reutilizar el agua

tratada para el riego de las zonas verdes, con lo que se consigue un periodo de retorno de la instalación bastante rápido, tanto por ahorro en consumo de agua de red para riego como por la disminución en las tasas de vertido.



**Figura 4.** Reactor SBR Istobal. Semisección.

### ● **Recicladores de agua**

Los recicladores son sistemas que permiten el aprovechamiento del agua de una forma cíclica, permitiendo aprovechar el mismo agua infinidad de veces, ya que, en cada ciclo de utilización, se filtra, prepara, trata y adecua para un nuevo uso, como si de un ciclo natural se tratara.

A este apartado se le debe dar una especial atención, ya que no sólo es obligatorio por algunas ordenanzas municipales, sino que también es, quizás, la técnica más adecuada para optimizar los consumos de agua y disminuir los gastos de suministros de la estación de servicio.

#### **4.3.1. Acciones y consideraciones previas para ahorrar agua y energía**

Un paso previo para determinar qué se puede hacer para economizar agua, es el análisis de qué es lo que influye en el consumo para poder minimizarlo. De

estudios, encuestas y trabajos realizados por el autor, se pueden exponer una serie de conclusiones:

- ✿ La configuración del trazado de las líneas de conducción o distribución y reparto, y las presiones de entrega, hacen que algunos puntos de consumo sean más elevados de lo estrictamente necesario.
- ✿ Los caudales entregados, por lo general, suelen ser superiores a los exigidos o necesitados.
- ✿ En muchas ocasiones, el agua circula innecesariamente por los circuitos sin demanda ni criterio.
- ✿ En algunos de los procesos y equipos se podría consumir menos agua de la que se consume sin merma del confort, ni detrimento del servicio ofrecido, pues hoy en día, se dispone de tecnologías que lo posibilita y que dependen sólo de la selección del equipo adecuado.
- ✿ La calidad del agua que, en determinados procesos, se utiliza es excesiva para el uso al que se destina. Por ejemplo, en los inodoros se podría utilizar agua de menor calidad que la que se utiliza para la ingesta humana (principalmente si se dispone de agua reciclada).
- ✿ En procesos productivos y áreas de trabajo, podría reutilizarse más del 50% del agua consumida si se reciclara y reutilizara con tratamientos, en muchos de los casos, de bajo coste.
- ✿ Un bajo coste de suministro no tiene por qué ir aparejado a un bajo coste de depuración, por lo que, si se reduce el consumo, se disminuirá el tratamiento y el coste o equipos del mismo.

Dentro de la infinidad de posibles acciones y temas a considerar respecto a los consumos de agua sanitaria, muy relevantes por ser genéricos a cualquier actividad, a continuación se detallan algunos de las más importantes que pueden servir a modo de ejemplo:

- ✿ En las instalaciones de fontanería, tanto de ACS como de AFCH, hay que valorar que, cuando se diseñen o reformen, se considere como muy importante la eficiencia, tanto como el diseño y la ergonomía de uso. Se deben utilizar los adelantos técnicos más avanzados que existan (ya

contrastados), pues una instalación, una vez construida, será para muchos años. No hay que olvidar la facilidad de mantenimiento y sus costes.

- ✿ La reutilización y/o reciclaje de aguas grises, si no se considera en la fase de diseño o al realizar una reforma, posteriormente suele encarecerse por necesitar obra civil, tanto para la adecuación como para la canalización de las instalaciones.
- ✿ Es muy interesante la instalación de contadores (a ser posible electrónicos), que permitan la segregación y control de consumos y fugas, adecuando los diámetros a las necesidades reales, y no con márgenes de seguridad excesivos que encarezcan la factura del agua sin aportar nada a cambio (en la ciudad de Madrid ya es obligatorio para todos y se dispone de tres años para segregar los consumos comunitarios, desde 2006).
- ✿ La limitación de la presión barométrica de las instalaciones puede suponer un ahorro en las plantas con cotas de altura inferiores de hasta un 20%. Por el contrario, en determinados procesos, si se sube la presión barométrica con grupos de bombeo, se puede ser mucho más eficaz en el lavado y con muchísima menos agua (subir de 150 a 200 bar una lanza puede suponer un 10% de ahorro de agua y un menor tiempo de utilización).
- ✿ En consumo sanitario, la adecuación y regulación de temperaturas de reparto en todos los procesos y la regulación termostática de las mismas, garantizará un máximo de confort y un mínimo consumo energético de la instalación. A la hora de diseñar los edificios e instalaciones, hay que intentar concentrar las zonas húmedas o distribuirlas adecuadamente, no segregarlas más de lo necesario. Un circuito con 50 metros de más, genera un volumen de consumo energético en mantenimiento superior al 2% anual.
- ✿ Otro elemento a considerar es el tipo de grifería utilizada. Asumiendo que las actuales leyes y normas exigen que el agua en circulación por el punto más alejado de la caldera, esté por encima de 50 °C, lo más probable es tener problemas y accidentes por escaldamiento de los usuarios, pudiéndose evitar con la instalación de griferías termostáticas, las cuales aumentan el confort del usuario, no representan una inversión mucho mayor y ahorran más del 15% de la energía (siendo obligatorio en Madrid).
- ✿ Selección de equipos y adecuación de las instalaciones de climatización al tipo de explotación que va a tener el edificio. Hay especialistas que saben

exactamente cuál es el tipo más adecuado, las precauciones a tener en cuenta y las opciones más adecuadas a la hora de diseñar las instalaciones. Se debe prever el aprovechamiento, canalización y recuperación del agua de las torres de ventilación y/o de condensación, para ser utilizada para otros usos (por ejemplo, para el riego, mezclada con otras aguas).

- Utilizar jabones y productos biodegradables que no contengan cloro ni fosfatos en su composición, y emplear la dosis correcta propuesta por los fabricantes.
- Supervisar mensualmente, a la vez que se toman las temperaturas en puntos terminales, como exige el RD. 865/2003. Comprobar si todos los elementos cierran adecuadamente o tienen pérdidas y/o fugas. Verificar, principalmente, los tanques o cisternas de inodoros, pues suelen ser los más dados a tener fugas por culpa de los flotadores de los grifos o los sistemas de cierre.
- Si se utilizan sistemas de tratamiento de agua, verificar su calidad y su composición cada cierto tiempo y, principalmente, en épocas estivales, pues la variación de su composición requerirá dosis o ciclos distintos. Aprovechar para comprobar el estado de resinas, sales, etc., de los distintos depósitos, verificando el resultado final del tratamiento.
- Realizar campañas de sensibilización ambiental dentro del establecimiento, formando al personal para que resuelva los problemas más habituales que pueda encontrarse, demostrando a los clientes su sensibilidad y preocupación por el tema, lo que mejorará la imagen pública del centro.
- Instalar, prever o implementar equipos y medidas economizadoras de agua, como las que a continuación se detallan, pues facilitarán la minimización de los gastos y consumos de agua y energía, y generarán beneficios por ahorro para toda la vida.
- Realizar un plan interno de la gestión y uso eficiente del agua y la energía. No sólo porque sea digno que lo puedan solicitar, sino por el propio interés de ver por dónde y de qué forma se puede crecer con los mínimos recursos, tanto naturales como económicos. Implementar también un plan de formación, identificando e informando a los empleados de los procesos y protocolos a seguir, para evitar el derrame, vertido y contaminación del agua y en qué procesos o trabajos puede producirse.

#### 4.3.2. Acciones para minimizar los consumos de agua, por reutilización en puentes, trenes y centros de lavado

Uno de los mayores puntos de consumo de agua en este sector está motivado por la existencia de centros de lavado, puentes, túneles o trenes de lavado de vehículos, los cuales pueden representar más del 90% de los consumos de agua de este tipo de centros.

En primer lugar, se va a realizar un repaso rápido de las posibles mejoras que podrían llevarse a cabo en procesos y maquinarias de lavado de vehículos, base de la producción y actividad de muchas empresas de este sector.

En la mayoría de las ocasiones, cuando se habla de estaciones de servicio, y casi siempre que disponen de este tipo de servicios, se basan en las Normativas DIN 1999, EN 858.1 y EN 858.2, por lo que ya suelen contar con la etapa de vertidos que indica la Normativa, pero casi siempre les falta el depósito de agua pre-tratada, que es de donde se podría absorber agua si se instala una recicladora.



Foto 3. Tren de lavado de vehículos.

Es decir, casi todas las compañías con lavadero tienen un pequeño pozo arenero en la propia pista de lavado que lleva a un decantador de lodos, y después a un separador de aceites e hidrocarburos por coalescencia (o deberían

de tenerlo). Por lo tanto, el primer paso para poder instalar un reciclador de agua, es disponer de espacio para poder instalar (enterrado o no), un depósito adicional.

#### 4.3.2.1. ¿Por qué instalar un reciclador de agua?

El agua es una herramienta fundamental para los profesionales del mundo del lavado de vehículos. A la vista de la realidad actual, de la escasez del recurso en nuestro país y de las nuevas Normativas, es imprescindible para el sector reflexionar sobre cómo tratar el agua de las instalaciones.

Una visión argumentativa de por qué hacerlo, tendría distintos prismas e interpretaciones, como por ejemplo:

##### ● **Por obligación legal.**

El agua es un recurso escaso pero estratégico. Las distintas administraciones van forzando la implementación de este tipo de medidas, demostradas como buenas y sostenibles para el futuro que se avecina.

Comunidades Autónomas, como la Región de Murcia, o Corporaciones Locales, como la del Ayuntamiento de Madrid, obligan a su implementación, tanto para obra nueva como para todas las instalaciones ya existentes.

##### ● **Por economía.**

Instalar un sistema de reciclaje permite reutilizar más del 65% del agua empleada en el proceso de lavado, una posibilidad que reduce considerablemente la factura del agua. Este hecho, que en la actualidad es importante para el negocio, se convertirá, sin duda, en vital para el año 2010, cuando está previsto que la Directiva Europea del Agua obligue a incrementar su precio.

En nuestro país se prevé que el coste ascienda de media un 150%, haciendo que la factura se multiplique por tres o por cuatro, según el municipio. Así, el precio

real del agua puede llegar a estar en el entorno de 4,00 € de media con muchísima facilidad, al tener que repercutir los costes reales de suministro con el objetivo de ajustar el coste en nuestro país al de otros países de la Comunidad Europea.

La facilidad de amortización de las inversiones es tan elevada, que será raro tener que superar los tres años para ver totalmente amortizada la inversión. Y si la obra civil es sencilla, lo normal será hacerlo en el mismo ejercicio. Esto, con los costes actuales del agua, ya que, según pase el tiempo, su coste irá reduciendo el plazo de amortización a la mitad (posteriormente se verá un ejemplo).

#### **Por respeto al medio ambiente.**

Evitar el agotamiento de un recurso escaso que, además, es indispensable para la vida, cuidar el entorno natural evitando el vertido de aguas con residuos contaminantes, y promover el uso racional y sostenible de los pocos recursos que aún quedan, hace que, bajo esta óptica, los sistemas de tratamiento de aguas sean vitales. Así lo establece la Administración, que vela por su utilización en situaciones de restricción de agua y sanciona duramente a las empresas que viertan a la red general aguas con residuos nocivos, como, por ejemplo, los hidrocarburos.

#### **Por competitividad en imagen de marca.**

Para ser competitivo en el sector de lavado de vehículos, es importante la rapidez, pero también la calidad del acabado final. La rapidez se obtiene con máquinas cada vez más avanzadas tecnológicamente. La calidad se consigue utilizando agua tratada, pero evitando dejar cercos o manchas al secarse el vehículo. Afortunadamente, hoy día es posible acabar con esta situación gracias a la instalación de sistemas desmineralizadores, con mínimo rechazo y agua reutilizable, y sin necesidad de utilización de descalcificadores, con su consiguiente vertido a desagüe de salmueras (por ejemplo, utilizando un anti-incrustante, en vez de los clásicos descalcificadores).

La comparativa entre uno y otro tratamiento está llena de ventajas para el anti-incrustante:

### **Ventajas medioambientales.**

Con el uso del anti-incrustante, se produce una aportación insignificante del mismo al rechazo. Con el uso de descalcificadores, se produce, en cada regeneración, un volumen de unos 400-800 litros (depende del tamaño del descalcificador de salmuera). Esta salmuera puede contener hasta 10 veces la concentración en sal del agua de mar, lo que determina un aumento importante de la conductividad (salinidad) de los vertidos de la instalación. Este parámetro, si bien no es de los más dañinos, sí que es de los más complicados de depurar.

### **Ventajas económicas.**

Una garrafa de anti-incrustante de 10 l puede durar, en función del nivel de actividad del desmineralizador, entre 3 y 6 meses. El equivalente en sacos de sal de 25 kg, dependiendo del grado de dureza del agua, puede estar entre 100 y 180 sacos. Es verdad que el coste al cliente de una garrafa es elevado (unos 185,00 €), pero es considerablemente menor que el del equivalente de sal (aproximadamente, 5 veces menor).

### **Ventajas de espacio y de uso.**

La mano de obra y el trasiego de sacos de sal es mucho más incómodo y costoso que el de las garrafas de producto anti-incrustante, además de necesitar mayor espacio para su almacenamiento.

Por otra parte, nada tiene que ver el uso de un producto con el otro. En el caso del anti-incrustante, se dispone de una garrafa de 10 litros junto al desmineralizador. Cada vez que se deba realizar la recarga (cada 500 horas de trabajo), se debe coger un volumen definido con la probeta adjunta (1-2 litros, según recomendación del *software*) para depositarlo en el depósito, y luego pulsar el botón del equipo para que lo rellene con agua desmineralizada. En el caso de la sal, periódicamente, cada 3-6 días, se han de coger 4 o 6 sacos de sal, levantarlos hasta el depósito de sal y cortarlos para su vaciado.

Por lo tanto, en el primer caso, cualquier persona puede ocuparse del mantenimiento, mientras que, en el segundo, se ha de disponer de fuerza suficiente para levantar un peso considerable varias veces y con frecuencia.

#### **Ventajas por ampliación de capacidad de acción.**

El uso de descalcificadores es un buen sistema para inhibir la incrustación de sales, sin embargo, el uso de anti-incrustante permite atajar otra serie de inconvenientes que pueden afectar a las membranas negativamente. Así, pequeñas cantidades de hierro, manganeso, aluminio o sílice, son dispersadas mediante la acción de este producto, minimizando el problema de ensuciamiento asociado a estas sustancias.

De esta forma se evita la necesidad de colocar otros sistemas de pre-tratamiento que serían imprescindibles en caso de trabajar únicamente con descalcificadores. El pre-tratamiento con descalcificador tiene limitaciones en función de las características del agua de entrada (aguas con salinidades por encima de los 1.500 ppm o con durezas superiores a 80 °HF no podrán ser tratadas correctamente). Esto dará lugar a fugas de dureza hacia las membranas y problemas de incrustación en las mismas.

Por último, y como otro factor totalmente independiente, el poder presumir de instalaciones "Ecológicas" y "Respetuosas Medioambientalmente", elimina las barreras u obstáculos naturales que provocan las personas pesimistas en la materia o restrictores de utilizar este tipo de medios.

## **4.4. Tecnologías y posibilidades técnicas para reciclar agua**

Hoy en día se pueden encontrar infinidad de tecnologías para reducir los consumos de agua. Con el fin de que este apartado pueda aportar algunas ideas concretas, se prestará especial atención a repasar algunas actuaciones a realizar en instalaciones de lavado, equipamientos de limpieza y tecnologías economizadoras de agua en consumo sanitario, pretendiendo aportar ideas

sencillas para su cómoda implementación en instalaciones ya existentes e ideas a desarrollar en nuevos proyectos.

#### 4.4.1. Recicladores de agua en procesos de lavado

Los recicladores son equipos eficaces e inodoros, cuya misión es mejorar la calidad del agua tras las etapas de vertido, para reutilizarla en lavados posteriores. No utilizan productos químicos y requieren un mínimo mantenimiento. Principalmente, se dispone de dos tecnologías diferentes: los recicladores basados en procesos biológicos y los de filtración en lecho de arena. Todos ellos permiten reutilizar entre un 65%, cuando los programas de aclarado utilizan agua desmineralizada, a un 75%, cuando se aclara con agua de red o pozo, llegando hasta el 96% cuando se dispone de depuradora propia.

Es muy conveniente el asesoramiento por parte de una empresa o servicio técnico que pueda ofrecer las garantías adecuadas, pues, por desgracia, existen desaprensivos que se aprovechan del gran auge y demanda que estas necesidades están tomando hoy en día.

El primer punto a tratar es una revisión de las instalaciones existentes, en caso que así lo sean, para ver la instalación de los equipos y minimizar los requerimientos de obra civil en función del espacio disponible y las necesidades de cada caso, sin olvidar la desinfección del agua y un buen pre y post-tratamiento, adaptándolo a cada zona, tipo de agua, etc.

En la instalación de una máquina de lavado de vehículos (puentes, trenes o centros de lavado), es necesaria, en cualquier caso, una infraestructura de pre-tratamiento del agua de vertido, adaptada a las Normativas DIN 1999 o EN-858.1 y EN-858.2.

El separador de aceites e hidrocarburos debe ser prefabricado, con coalescencia y obturador automático (clase I), que garantice un contenido residual <5 mg/litro. Es muy importante que las cantidades residuales no superen esta cifra,

ya que podrían provocar la compactación de los materiales filtrantes, dejando fuera de servicio el reciclador.

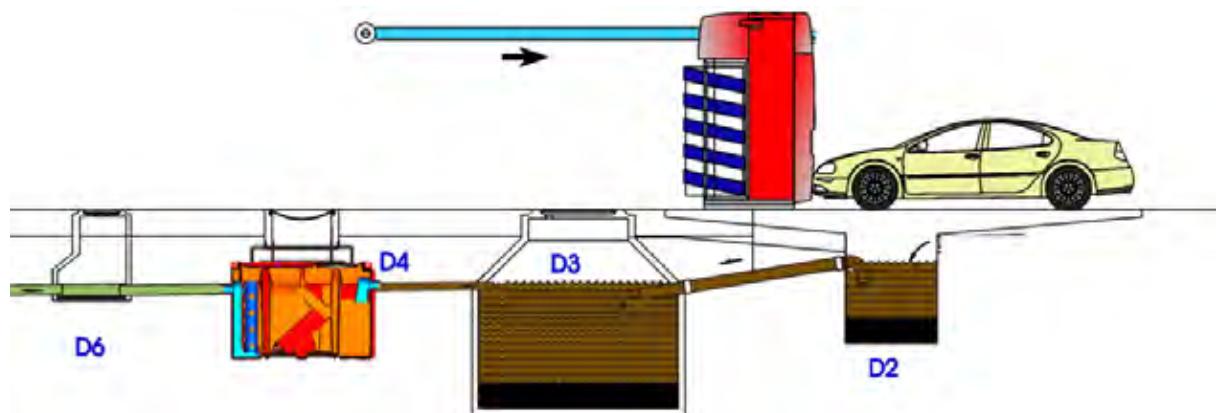


Figura 5. Ejemplo de instalación según DIN-1999.

#### 4.4.2. Reciclador físico de agua

El reciclador es un equipo destinado al tratamiento para la reutilización del agua procedente del lavado de carrocerías de vehículo (puentes, trenes y centros de lavado), basado en un sistema de renovación continua, con una capacidad de suministro de agua reciclada desde los 2.500 litros/hora (1 botella filtrante), hasta los 15.000 litros/hora (6 botellas filtrantes). Incorpora un depósito de rotomoldeo para almacenamiento de agua reciclada.

La cantidad de agua a tratar en una instalación de lavado depende del tipo de instalación (puente, tren, etc.) y de los equipos opcionales instalados (alta presión, espuma activa, lavado de bajos, etc.).

Para cada tipo de instalación, será necesario realizar un estudio previo de consumos, pudiendo determinar, de esta forma, los equipos y dimensiones más adecuadas.



**Foto 4.** Reciclador físico de 5 m<sup>3</sup>/h de producción.

#### ● **¿Qué aporta un sistema físico?**

1. Simplicidad de funcionamiento y mantenimiento: control por válvula automática.
2. Modularidad: posibilidad de ampliar el rango de tratamiento con la incorporación de nuevas botellas filtrantes, muy robustas y estancas (desde 2.500 l/h hasta 15.000 l/h).
3. Previene la aparición de malos olores: incorpora un difusor de aire en el depósito de agua pre-tratada (el de acumulación incorpora pérdida continua) para prevenir la aparición de malos olores, sin adición de productos químicos, lo que posibilita la reducción del coste de mantenimiento.
4. Tamaño de partículas a la salida apto para bombas de alta presión.

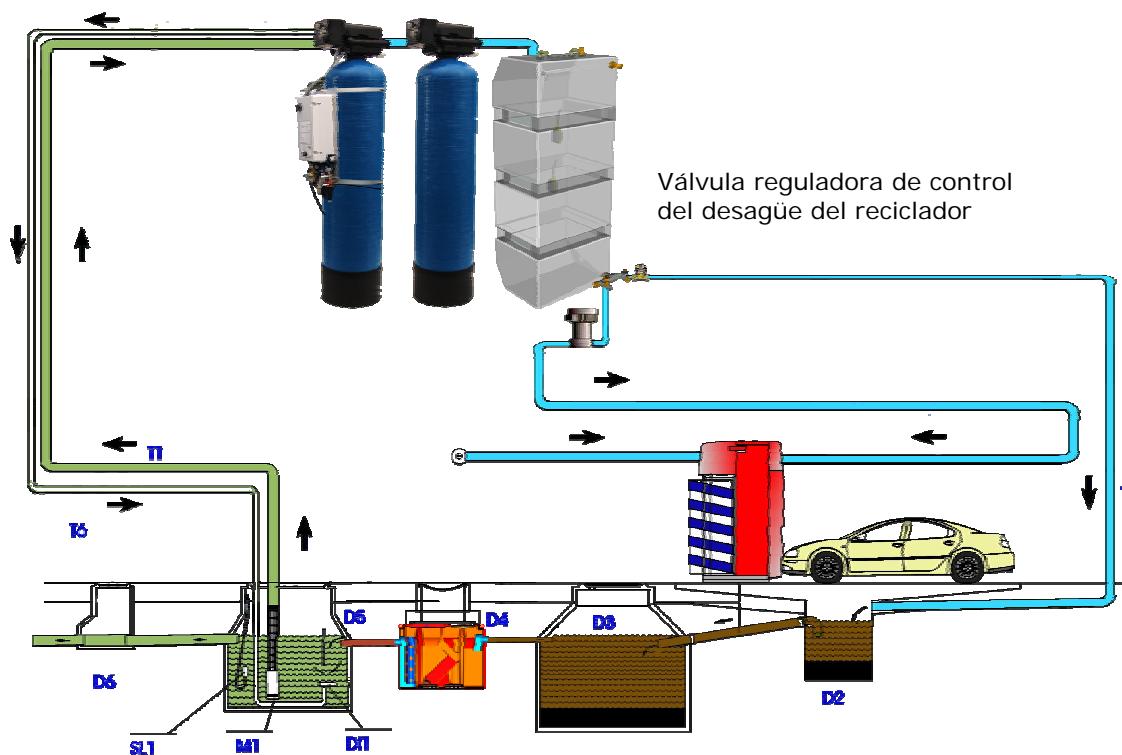
#### ● **Consumos de energía eléctrica.**

En la Tabla 2 se pueden ver los consumos medios de este tipo de equipos.

**TABLA 2.** Consumos medios de un reciclador físico.

Producción (m <sup>3</sup> /h)	2,5	5,0	7,5	10	15
Consumo (kWh)	0,72	0,40	0,31	0,24	0,18
Coste medio (€/m <sup>3</sup> )	0,07	0,04	0,03	0,02	0,017

● **Esquema modificado.**



D2: Arenero

D3: Decantador

D4: Separador de aceites e hidrocarburos ligeros por coalescencia

D5: Entrada de agua desde el separador de aceites e hidrocarburos

D11: Aireación desde el reciclador

M1: Bomba de succión

SL1: Detector de nivel

D6: Arqueta de toma de muestras previa al vertido

T1: Circuito de alimentación del reciclador

**Figura 6.** Ejemplo de instalación de un reciclador físico.

● **Funcionamiento.**

El agua procedente del lavado se recoge en el depósito arenero, donde se depositan las partículas más pesadas. A continuación, el separador de hidrocarburos retiene los aceites e hidrocarburos ligeros. La electrobomba sumergida, instalada a la salida del depósito de agua pre-tratada, impulsará el agua hacia el reciclador, donde será tratada y lista para ser reutilizada en el ciclo de lavado. La válvula de recirculación estará ajustada a unos 15 l/min para

garantizar la renovación del agua reciclada en el depósito y evitar así los malos olores.

Para un correcto funcionamiento y acabado de los vehículos, es recomendable que la fase de enjuague final se realice con agua de red, pozo o desmineralizada.

#### 4.4.3. Reciclador biológico de agua

El reciclador biológico, al igual que el anterior, tiene por fin proporcionar agua reciclada procedente del lavado de carrocerías de los vehículos, basándose en un sistema biológico de renovación continua. Suelen tener una capacidad de suministro de agua reciclada de unos 6.000 l/h.

Incorpora un depósito de acumulación de agua reciclada para funcionar como una red de abastecimiento cuando la máquina de lavado demande agua, realizando una renovación del agua del sistema de manera controlada.



Foto 5. Reciclador biológico de 6 m<sup>3</sup>/h de producción.

El proceso biológico reduce en gran medida la materia orgánica (DQO) proveniente, en su mayoría, de detergentes, ceras, aceites e hidrocarburos, reduciendo de esta forma la contaminación del agua.

Esto se consigue gracias a la utilización de microorganismos adaptados que descomponen gran parte de las sustancias que contiene el agua de lavado. Se trata de organismos no patógenos, por lo tanto, no existe peligro en su utilización.

Su funcionamiento se basa en la combinación de tres potentes acciones complementarias entre sí:

1. Proceso biológico: se emplean microorganismos adaptados (bacterias) que reducen hasta en un 50% la materia orgánica del proceso de lavado (detergentes, ceras, hidrocarburos).
2. Proceso de oxigenación constante: realizado de forma continua por el paso del agua a través del sistema Venturi del reactor.
3. Proceso de decantación: realizado aprovechando los depósitos especificados en la obra civil de la etapa de vertido.

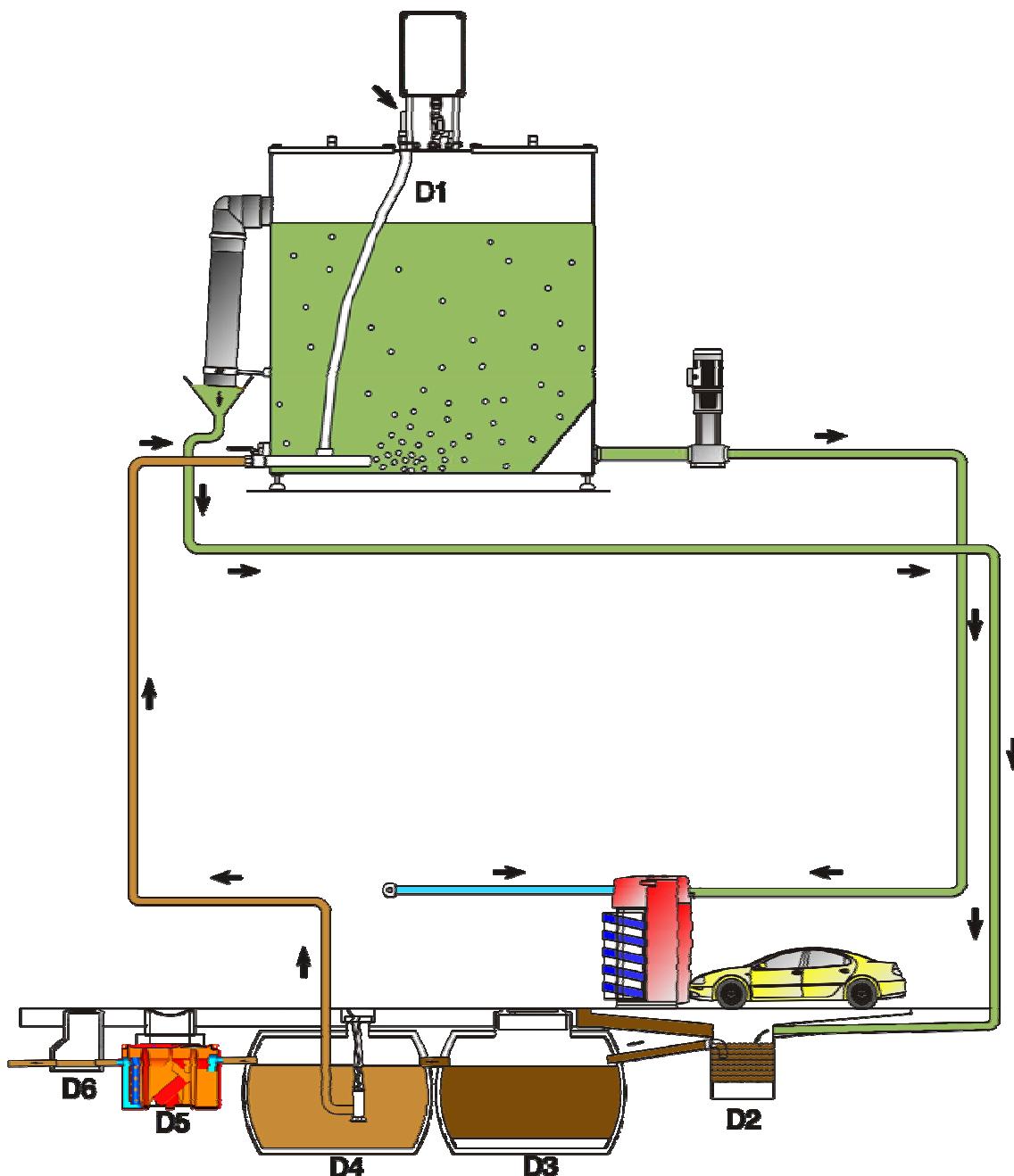
### **Consumos de energía eléctrica.**

En la Tabla 3 se puede observar el consumo medio de esta propuesta.

**TABLA 3.** Consumos medios de un reciclador biológico.

Producción (m <sup>3</sup> /h)	6,0
Consumo (kWh)	0,371
Coste medio (€/m <sup>3</sup> )	0,0365

● Esquema modificado de un circuito con reciclador biológico.



- D2: Arenero
- D3: Decantador de lodos
- D4: Agua pre-tratada y alimentador del reciclador biológico
- D5: Separador de aceites e hidrocarburos
- D1: Aireación desde el reciclador
- M1: Sistema reciclador
- D6: Arqueta de toma de muestras previa al vertido

Figura 7. Ejemplo de instalación de un reciclador biológico.



## Funcionamiento

El agua procedente del lavado se recoge en el depósito arenero, donde se depositan las partículas más pesadas. A continuación, el agua irá pasando por los dos decantadores de lodos, donde se crean las condiciones necesarias para el trabajo de los microorganismos, generando un fango activo que se deposita en dichos decantadores.

La electrobomba sumergida, instalada en el depósito de agua pre-tratada, impulsará el agua hacia el depósito del reciclador, donde será oxigenada y lista para ser utilizada en el ciclo de lavado. Esta oxigenación se realiza de modo temporizado, para conseguir un nivel de oxígeno de, al menos, 2 ppm.

### 4.4.4. Infraestructura de pretratamiento

El buen funcionamiento de estos planteamientos propuestos siempre ha de ir acompañado de unas instalaciones acordes con sus necesidades. Por ello, si no fueran suficientes, se deberían adecuar para su correcto funcionamiento (según Norma UNE EN 858.1 y 858.2).



**Foto 6.** Separador de hidrocarburos por coalescencia clase I de 6 l/s.

Además, es necesario que el agua a reciclar proceda exclusivamente del lavado de carrocerías de vehículos. Las aguas procedentes del lavado de motores, talleres, aguas fecales, etc., no son aptas para su reciclado y pueden producir un mal funcionamiento del equipo.

El equipo se debe instalar en un lugar convenientemente ventilado y protegido contra riesgo de heladas.

En caso de conexión directa a redes de agua potable, deberán observarse las normativas vigentes con respecto a las protecciones contra retornos de aguas a las redes de distribución, tanto públicas como interiores.



Foto 7. Deshidratador de lodos.

Los residuos procedentes del lavado de vehículos, y almacenados en los depósitos decantadores y separadores de hidrocarburos, tales como lodos, hidrocarburos ligeros, etc., deben ser tratados como materiales peligrosos.

Esto implica la gestión de dichos residuos por empresas certificadas y acreditadas. No obstante, al objeto de minimizar costes de gestión de estos residuos, así como para automatizar el sistema, existen equipos deshidratadores de lodos que consiguen reducir la humedad de un lodo procedente del lavado de vehículos, cuyo 97% es agua, consiguiendo así reducir por cada 1.000 kg de lodo generado a 250 kg de lodo a tratar.

#### 4.4.5. Depuración físico-química

Como se comentaba anteriormente, la depuración, como última etapa del proceso antes de verter a cauce, exige unos niveles de calidad de las aguas que son regulados por los ayuntamientos y las cuencas hidrográficas, por lo que, entre otras consideraciones, se deberán observar escrupulosamente las cifras marcadas por las Normativas.

Por lo tanto, estos equipos son necesarios en muchos casos, utilizándose para adecuar la calidad y parámetros de las aguas resultantes de procesos industriales a las exigencias de vertido o a las necesidades de reciclaje.

La contaminación más importante de las aguas viene provocada como consecuencia del aporte de sustancias físicas, químicas y biológicas debidas a los procesos de lavado.

Estas alteraciones se producen como resultado del proceso industrial: color, olor, temperatura, materia en suspensión, formación de espumas, alteraciones químicas y alteraciones biológicas.

A diferencia de otros equipos de reciclaje, donde la calidad del agua de salida depende del nivel de contaminación del agua de entrada al equipo, los

equipos de depuración físico-químicos aseguran unos parámetros de salida para distintos niveles de contaminación del agua de entrada.

Esto permite controlar la polución provocada como consecuencia de la actividad de lavado (Buenas Prácticas Medioambientales) y reutilizar el agua en nuevos ciclos de lavado.

Así mismo, estos equipos de depuración garantizan el cumplimiento de las exigencias legales en cuanto a los parámetros de vertido al alcantarillado y a los cauces públicos.



**Foto 8.** Depuradora físico-química de 5 m<sup>3</sup>/h.

#### ✿ **Ventajas de utilizar este tipo de depuradoras.**

- Equipo de funcionamiento automático.
- Mantenimiento sencillo.

- Reducción de la contaminación por el proceso industrial (evita sanciones administrativas).
- Sin necesidad de etapa de vertidos, la cual requiere importante obra civil.
- Recomendable en instalaciones donde no se puede realizar vertido.
- Equipos compactos que no requieren mucho espacio.
- Posibilidad de usar agua reciclada en bombas de alta presión mediante post-tratamientos.
- Sin problemas de olores.
- Fácil transporte (en contenedor) e instalación.
- Posibilidad de reubicación del equipo.

#### 4.4.6. Ejemplo de amortización

Las inversiones medias utilizadas son bastante bajas comparativamente con lo que aportan, oscilando entre los 5.000 € de los sistemas biológicos, a los 9.000 € de los sistemas físicos. Por lo tanto, aparecen amortizaciones de plazo muy corto.

No obstante, el problema suele ser que, por norma general, hay que hacer obra civil (salvo que sea un proyecto de obra nueva), por lo que la mano de obra y los trabajos aumentan considerablemente los plazos de amortización. No se puede dar una idea exacta del trabajo a realizar, por lo que será prioritario valorar la instalación por una empresa especializada antes de poder calcular la inversión total y su amortización.

Sobre datos estadísticos, se puede indicar que el plazo oscila entre los 6-8 meses a un máximo de 4-5 años, cuando la obra civil es muy considerable.

No obstante, determinando un ahorro medio mínimo del 60% se podrá ver la factura y los ahorros que podrían generar estas instalaciones de reciclaje y depuración de aguas.

## 4.5. Tecnologías de ahorro de agua y energía en ACS y AFCH

El nivel tecnológico de los equipamientos sanitarios que hoy en día están disponibles es impresionante, pero, desgraciadamente, muchas de estas técnicas y tecnologías no se conocen, con lo que su implementación se hace imposible.

Este apartado pretende dar un repaso a las posibilidades técnicas más exitosas y fáciles de implementar, y que más rápida amortización tienen (en cuanto a ACS y AFCH, se refiere). Es muy habitual el mancharse o ensuciarse en estas actividades laborales, por lo que el nivel de uso del agua en el entorno sanitario es muy elevado, suponiendo el 70% de la demanda total en muchos establecimientos (cuando no se cuenta con procesos de lavado).

En la Comunidad de Madrid, cada vez hay más Ayuntamientos que exigen la incorporación de medidas economizadoras de agua en los edificios de nueva construcción, como es el caso de Madrid, Alcobendas, Alcalá de Henares, Getafe, etc., donde, para obtener la licencia de obras o la de apertura, se necesita documentar que el proyecto incorpora grifería de bajo consumo.

Las tecnologías existentes permiten acelerar el agua y crear turbulencias sin aportación de aire en cabezales de ducha, que mejoran el confort al generar una sensación de hidromasaje por turbulencias, consumiendo mucha menos agua que con los sistemas tradicionales de masaje por cantidad y presión de agua, economizando hasta el 65% del agua que actualmente consumen algunos equipos, sin pérdida ni detrimento del servicio.

En el caso de los grifos, éstos suelen llevar un filtro para evitar las salpicaduras (rompeaguas o aireadores), disponiendo de tecnologías punteras como los perlizadores y eyectores, que reducen el consumo de agua un mínimo del 50% en comparación con los equipos tradicionales, y aportan ventajas como una mayor eficacia con los jabones, por su chorro burbujeante y vigoroso, a la vez que son anti-calcáreos y anti-bloqueo, pudiendo ser sustituidos en cualquier grifería existente. (Fig. 8). También existen griferías que ya lo incorporan.

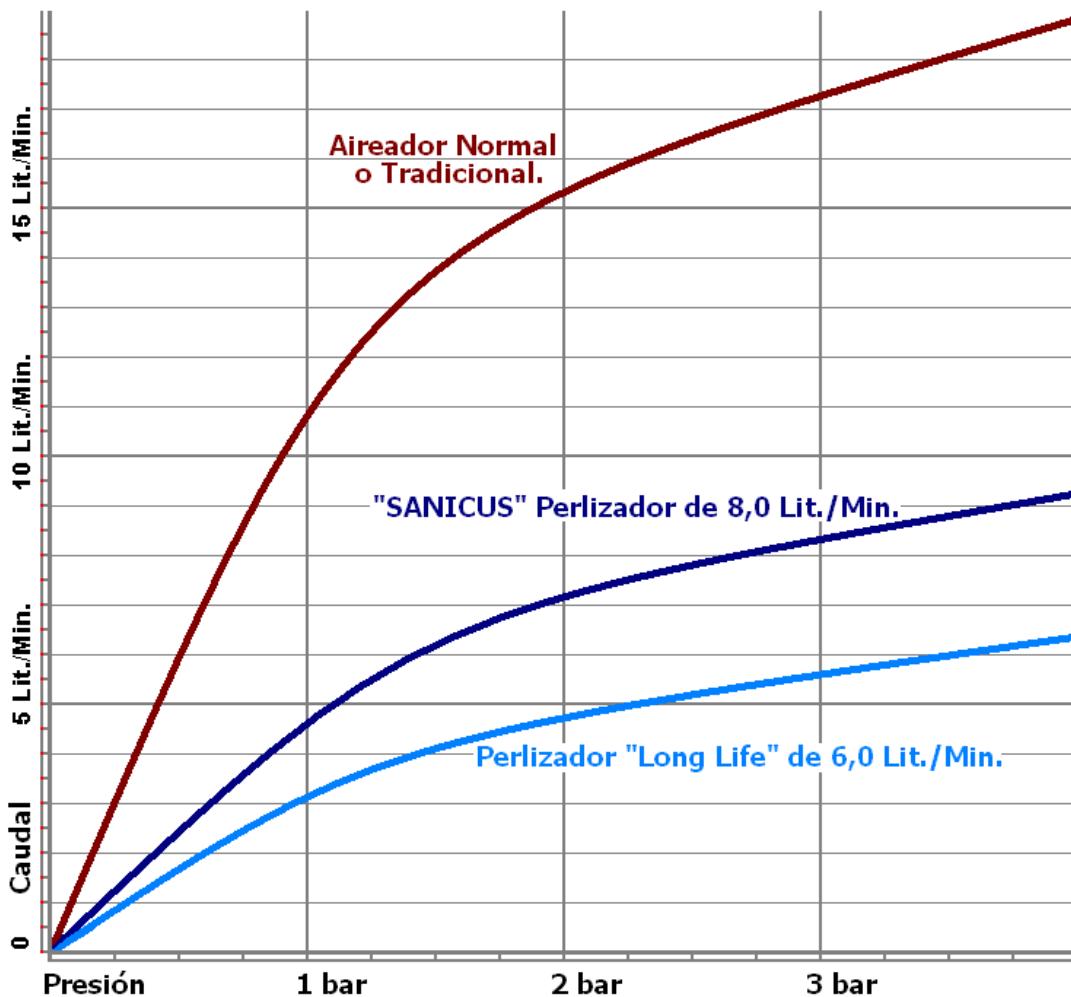


Figura 8. Consumos de griferías normales y ecológicas con perlizadores.

#### 4.5.1. Clasificación de equipos

En primer lugar, hay que agrupar los distintos tipos de equipos sanitarios más utilizados a nivel de suministro de agua, en dos grandes grupos: equipos completos y accesorios o adaptadores para equipos ya existentes. Estos últimos aportan tecnología economizadora al implementarlos sobre grifos ya en uso, teniendo un menor coste y aprovechando el equipo al que se le aplica, mientras que los primeros están pensados para obra nueva o remodelación.

En los siguientes apartados se pretende recoger la gran mayoría de las tecnologías existentes, a modo de guía básica de las más difundidas, y las que son más eficaces, aunque puedan resultar desconocidas.

#### 4.5.2. Grifos monomando tradicionales

Siendo, actualmente, el tipo de grifería más utilizado por excelencia, no quiere decir que no existan técnicas y tecnologías economizadoras para mejorar los consumos de agua y energía de este tipo de sanitarios, tan utilizados por todos.

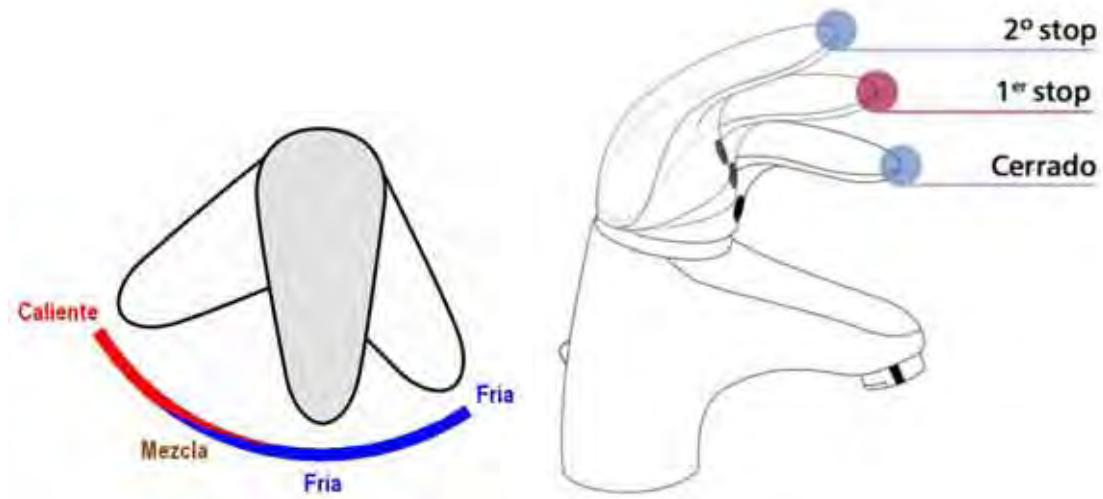
El hecho de que el agua que se utiliza en un grifo monomando sea fría, no quiere decir que ésta no contenga agua calentada. Por ejemplo, en un monomando de lavabo, al estar posicionado el mando o palanca en el centro, cada vez que se abre consume un 50% de agua fría y un 50% de agua caliente, aunque a ésta no le dé tiempo a llegar a salir por la boca del grifo.

Este problema está contrastado y demostrado, indicando que más del 60% de los usuarios que utiliza un lavabo en un centro público, lo hace abriéndolo en su posición central y durante un tiempo medio inferior a 30 segundos, no agarrando la maneta, sino empujándola desde abajo hacia arriba, hasta el final del recorrido, dándole golpecitos hacia abajo para ajustar el caudal, si es que éste fuera muy elevado.

Hoy en día, hay tecnologías que permiten reducir los consumos de agua de estos grifos y, a la vez, derivar los consumos de agua caliente no premeditada a consumos de agua fría. La solución consiste en la sustitución del clásico cartucho cerámico por otro "Ecológico" de apertura en frío en su posición central y en dos etapas.

Como se puede apreciar en la Fig. 9, al accionar la maneta, ésta se encuentra en su posición central un freno a la apertura y, además, ofrece sólo agua fría, debiendo girar la maneta hacia la izquierda para obtener una temperatura de agua más caliente.

Este mecanismo ofrece ahorros generales superiores al 10% de la energía media total que suele utilizar un lavabo normal, y un ahorro de un 5% en agua, aproximadamente.



**Figura 9.** Explicación gráfica de los cartuchos ecológicos.

Este equipo, o cualquier otro tipo de grifería, ya sea de lavabo, fregadero, etc., y si tiene una edad menor de unos 20 años, además, incorpora un filtro en su boca de salida de agua, denominado filtro rompeaguas o aireador, y que tiene por objeto evitar que el agua salpique al salir del grifo.

Otra de las soluciones que existen para ahorrar agua y energía consiste en la sustitución de este aireador por un perlizador, el cual, además de cumplir con el objetivo anterior, aporta otras ventajas, como ser más eficaz con los jabones líquidos, ser más agradable y confortable, aparentar salir más agua de la que realmente sale y, por supuesto, economizar agua y la energía derivada de su calentamiento.



**Foto 9.** Perlizadores de distintos caudales y modelos.

Estas tecnologías garantizan ahorros de, como mínimo, un 50%, llegando, en ocasiones, y dependiendo de la presión, hasta ahorros del 70% del consumo habitual. Existen versiones normales y antirrobo, para lugares en los que preocupen los sabotajes, posibles robos o vandalismo.

La implementación de perlizadores de agua en lavabos, bidets, fregaderos, pilas, etc., reduce los consumos, convirtiendo los establecimientos en más ecológicos, amigables y respetuosos con el medioambiente, y, por supuesto, mucho más económicos en su explotación, sin reducir la calidad y/o confort del servicio ofrecido.

#### 4.5.3. Grifos de volante tradicionales

Este tipo de equipos está en desuso en obra nueva, aunque todavía abundan bastante.

Los problemas clásicos de estos equipos son los cierres inadecuados por falta de estanqueidad en las zapatas de cierre, y es habitual que haya que apretarlos mucho para que no goteen.

Hoy en día, existen técnicas para reconvertirlos en ecológicos, siendo mucho más eficaces y economizadores que un monomando tradicional. Desde el punto de vista del consumo de energía, es imposible demandar agua caliente de forma inconsciente, mientras que con un monomando sí, como se explicaba anteriormente.

Esto se puede lograr con la simple sustitución de la montura clásica de zapatas por otra montura cerámica que permite la apertura y cierre del agua en un sólo cuarto de vuelta, evitando los problemas de apriete y cierre inadecuados, y las fugas y goteos constantes.

Es una solución muy económica cuando la grifería está bien, estéticamente hablando, ya que al cambiar la montura por otra cerámica, ésta queda mecánicamente nueva. El ahorro está cifrado en un 10% del consumo previo.



**Foto 10.** Monturas cerámicas.

A este tipo de equipos, y siempre que su antigüedad no sea mayor de unos 15 años, también se les podrán implementar los perlizadores antes comentados, complementando las medidas de eficiencia y totalizando ahorros superiores al 60% sobre el estado previo.

Por lo general, un grifo de doble mando o monoblock cerámico, será más económico y, a la vez, mucho más eficiente, energéticamente hablando, que un monomando, aunque no tan cómodo.

#### 4.5.4. Grifos termostáticos

Possiblemente, son los equipos más costosos, detrás de los de activación automática por infrarrojos, pero, a la vez, los más eficientes desde el punto de vista del consumo energético, ya que mezclan automáticamente el agua fría y caliente, para lograr la temperatura seleccionada por el usuario. Aportan altísimo confort y calidad de vida o servicio ofrecido, evitan accidentes y, además de la función economizadora de energía, también los hay con equipos economizadores de agua.

Es habitual el desconocimiento de este tipo de equipos, salvo en su utilización en duchas y bañeras, a pesar de que en el mercado existen soluciones para lavabos, bidets, fregaderos, duchas con temporización, con activación por infrarrojos o fregaderos de activación con el pie o antebrazo, resultando la solución ideal. Aunque requieren una mayor inversión, su rendimiento economizador es para toda la vida. Actualmente, un grifo de ducha termostático, con mango de ducha

ecológica, puede encontrarse desde 70,00 € y con una garantía de 5 años, por lo que ya no es tan elevada la diferencia como para no utilizarlos.

Por otro lado, aportan al centro y a los usuarios un mayor nivel de calidad, confort y seguridad, estando recomendado especialmente en todos aquellos centros donde se corra el riesgo de que el usuario pudiera quemarse por un uso inconsciente del equipo.

#### **4.5.5. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos**

Son, posiblemente, los más ecológicos, pues ajustan la demanda de agua a la necesidad del usuario, activando el suministro e interrumpiéndolo según esté o no presente el usuario.

Está demostrado que el ahorro que suelen generar es superior al 65-70% en comparación a uno tradicional, siendo ideales cuando se utilizan dos aguas, pues el coste de suministro de agua caliente hace que se amortice mucho más rápido que con agua fría solamente.

El coste de este tipo de equipos varía en función del fabricante y la calidad del mismo, pues los hay muy sencillos y muy sofisticados, siendo capaces de realizar ellos mismos el tratamiento de prevención y lucha contra la legionella. Existen dos técnicas muy parecidas de activación automática por detección de presencia: infrarrojos y microondas.

Estos equipos están disponibles para casi cualquier necesidad, utilizándose, principalmente, para el accionamiento en aseos de discapacitados y en aquellos sitios de alto tránsito (lavamanos), donde los olvidos de cierre y accionamientos minimizarían la vida de los equipos normales. Está demostrado que son los equipos que mejor aprovechan los suministros, ya que los ajustan a la necesidad real del usuario, evitando el más mínimo despilfarro. Suelen generar ahorros importantísimos, de más del 70% en el caso de lavamanos, e incluso del 80% si incorporan perlizadores a su salida.



**Foto 11.** Grifería electrónica por infrarrojos.

Existen versiones para lavabos, fregaderos y duchas fijas, tanto normales como con equipos termostatizados. También existen versiones para inodoros y urinarios, cubriendo casi cualquier necesidad que pueda plantearse. Las inversiones pueden llegar a ser 10 veces más costosas que un equipo tradicional, pero la eficacia, eficiencia y vida de los productos se justifica si se desea tener una imagen innovadora, ecológica y económicamente ajustada en los consumos, produciéndose su amortización en una media de entre los 3 y 5 años.

Hay variaciones que abaratan las instalaciones de obra nueva con estas tecnologías, las cuales consisten en centralizar la electrónica y utilizar electroválvulas, detectores y griferías normales, por separado.

El mantenimiento es mucho más sencillo y se reducen considerablemente las inversiones, a la vez que se pueden diseñar las áreas húmedas utilizando griferías de diseño y/o de fabricantes que no tienen este tipo de tecnologías.

#### **4.5.6. Grifos electrónicos temporizados de activación táctil**

La más alta tecnología en grifería ecológica de cierre automático es, además, anti-vandálica, y representa una alternativa mejorada de los grifos

temporizados conocidos hasta ahora. Cuando se deseaba un grifo de máximo ahorro y de cierre automático, o se elegía grifería electrónica de infrarrojos o no existía otra alternativa que utilizar grifos temporizados neumáticos. La tecnología TEHSAPRES viene a cubrir una necesidad intermedia en el mercado sanitario, ya que reúne las ventajas de los grifos anti-vandálicos pero a un bajo coste y con funciones desconocidas hasta la fecha.

La tecnología utilizada, de activación por tacto, permite la activación y desactivación del suministro a voluntad (cosa que el resto no permite), a la vez que se puede programar su cierre automático para cuando el usuario no lo cierre.



**Foto 12.** Grifería temporizada táctil.

Es la solución ideal para los lavabos de pequeño tamaño de aseos públicos, donde una grifería tradicional o temporizada estándar ocuparía mucho espacio y resultaría incomoda su utilización.

Es una solución rentable, durable y confiable, que viene a mejorar los grifos temporizados mecánicos o neumáticos y a un menor coste que los sistemas de infrarrojos, con ventajas que no tienen ninguno de los anteriores, no sólo por su apertura y cierre manual o voluntario, sino también por su programación de cierre involuntario (programable por el instalador entre 1" y 60"), evitando el consumo por olvido de cierre del equipo.



**Foto 13.** Grifo electrónico temporizado táctil.

La tecnología piezoelectrica se basa en la piezoelectricidad, fenómeno que presentan algunos cristales que, al aplicarle una fuerza exterior y deformarlos, producen diferencia de potencial. Esta tensión generada, muy rápida y potente, se utiliza para comandar la electrónica de control del equipo.

Su fuerza, estabilidad, durabilidad y sencillez, hacen que la utilización de cristales de cuarzo para estas funciones piezoelectricas, permitan funciones que, hasta ahora, no eran posibles en la grifería y que, gracias a su miniaturización, hoy en dia aparecen en el mercado.

El equipo está pensado para ser activado por tacto con una ligerísima presión o toque con la palma de la mano, un dedo o cualquier otra cosa, de tal forma que, al hacerlo, el equipo inicie el suministro de agua, pudiendo cortarse en cualquier momento con otro toque. Si no se cerrara, él solo lo haría al tiempo programado (6" – 8", en origen).

Las especificaciones técnicas son las siguientes:

- Grifería temporizada de tiempo programable.
- Fácil programación por el instalador o personal de mantenimiento.
- Reprogramable, según necesidades.
- Apertura y cierre manual o voluntario por tacto.
- Tiempos de suministro de agua programables de 1" a 60".

- Indicador de batería baja y bloqueo de apertura.
- Construcción en latón macizo y acabado en cromo brillo.
- Abastecimiento de agua fría o premezclada.
- Temperatura máxima del agua de 70 °C.
- Presión de funcionamiento entre 0,5 bar y 8 bar.
- Alimentador de baja tensión de 9 V o baterías (6 x 1,5 V AA).
- Ciclo de vida de las baterías de más de 500.000 maniobras.
- Protección de la caja de las baterías mediante IP65 impermeable.

#### 4.5.7. Grifos de fregaderos

Las soluciones a incorporar a este tipo de equipos podrían ser las mismas que a los lavabos, aunque hay casos en los que disponer de un chorro o lluvia en el fregadero hace que, ergonómicamente, sea más cómoda y eficiente su utilización, pudiéndose lograr este efecto con los eyectores perlizadores que, además, incorporan una tobera giratoria que posibilita llegar con el agua a cualquier parte del seno del fregadero o pila. Estos equipos permiten ahorrar más del 40% del agua y la energía que consumen habitualmente, y mejoran el confort de utilización sin sacrificar la calidad del servicio, que se ve aumentada por las distintas formas de uso.

#### 4.5.8. Grifos temporizados

Los equipos o grifos temporizados vienen a cubrir las mayores preocupaciones en lugares públicos: los daños causados por el vandalismo, la necesidad de una durabilidad elevada por su alta utilización y el exceso de consumo por el olvido de cerrar la grifería.

Utilizándose casi siempre en equipos y zonas de gran uso, vienen a resolver situaciones de cierre automático a bajo coste, por ejemplo en lavamanos, bien por activación con el pie, la rodilla o la mano. Se deben adecuar los tiempos de activación que, normalmente, suele ser de 6" para los lavamanos.



**Foto 14.** Mejoras posibles en griferías temporizadas.

En el mercado hay infinidad de fabricantes que ofrecen soluciones muy variadas. A la hora de elegir un grifo de estas características, habrá que tener en consideración los siguientes puntos:

- ✿ Caudal regulable o pre-ajustable.
- ✿ Incorporación del perlizador en la boca de salida.
- ✿ Temporización ajustada a la demanda (6" en lavabos y 20" – 25" en duchas).
- ✿ Cabezales anti-calcáreos intercambiables.
- ✿ Anti-bloqueo, para lugares problemáticos o con vandalismo.

Sobre este equipamiento, y a través del personal especializado de mantenimiento o de los profesionales específicos, pueden optimizarse y regularse los consumos, minimizándolos entre un 20% y un 40%, pues la gran mayoría de los fabricantes pone tiempos excesivamente largos a los equipos, lo que genera, en muchas ocasiones, hasta tres activaciones por usuario, de entre 12" y 18" cada una, cuando con una pulsación de 6" sería ideal para evitar la salida de agua en tiempos intermedios de enjabonados, frotado y aclarado. Y, si bien es cierto que

muchos usuarios los utilizan una sola vez, mojándose y aclarándose, es muy frecuente ver cómo el usuario se marcha y sigue saliendo agua.

En muchos de estos equipos, bajar el tiempo de cierre es imposible, salvo que se cambie el eje de rubí (pieza que ofrece la temporización al grifo), existiendo en el mercado compañías especializadas en suministrar este tipo de equipos, bien como piezas sueltas o cabezales completos.

A muchos de estos equipos se les puede implementar un perlizador en la boca de salida de agua, generando unos mayores niveles de ahorro.

Otra utilización muy habitual de estos equipos es en urinarios, lavabos y duchas empotradas, donde lo más importante es que el suministro de agua se corte a un tiempo determinado y/o evitar el olvido de cerrarlos.

#### 4.5.9. Fluxores para inodoros y vertederos

Los fluxores vienen a ser como los grifos temporizados para los inodoros, aunque también suelen montarse en vertederos y tazas turcas. Estos equipos utilizan el mismo principio de funcionamiento que los grifos temporizados, estando pensados para sitios públicos de alto tránsito o utilización.

El mayor consumo de estos equipos, y algunos problemas de suministro, suelen venir dados por factores muy concretos, como el diseño inadecuado de la instalación, la variación de la presión de suministro y la falta de mantenimiento del propio elemento.

El diseño de una red de fluxores exige líneas de diámetros concretos y cálculos para evitar las pérdidas de carga de las líneas, siendo muy frecuente su ampliación o variación, o la realización de tomas para otro tipo de sanitarios, lo que provoca que los consumos o presiones sean inestables. En otros casos, la presión de suministro aumenta, encontrándose con que los tiempos de actuación y los caudales suministrados son excesivos, incluso superiores a los 9 litros.

Otro de los problemas más habituales en estas instalaciones es la ausencia de mantenimiento de los equipos cuando, con un simple desmontaje, limpieza y engrase con glicerinas específicas, quitando las posibles obstrucciones de las tomas, se puede hacer que el equipo esté como el primer día, ahorrando más del 30%, y evitando que el eje o pistón se quede agarrotado y/o que por sedimentación tarde en exceso en cerrar el suministro.



**Foto 15.** Pistones ecológicos para fluxores.

En empresas especializadas en suministros de equipos de ahorro existen unos eco-pistones especiales, como los que aparecen en la Foto 15, a los cuales se les modifica la curva de descarga, produciendo una descarga más intensa pero de menor tiempo, que permite economizar hasta el 35% del consumo de agua habitual de este tipo de equipamientos, sin perder la eficacia del arrastre que, en algunas instalaciones antiguas, incluso aumenta.

En la actualidad, hay fluxores de doble pulsador, que permiten la descarga parcial o completa dependiendo de la zona del pulsador que se accione, siendo la solución ideal para obras nuevas o de reforma y, sobre todo, en los aseos de mujeres.

#### 4.5.10. Regaderas, alcachofas y cabezales de duchas

A la hora de economizar agua en la ducha, suele ser más fácil actuar sobre la salida del agua que sobre la grifería. Con algunas de estas técnicas puede actuarse sobre duchas de activación temporizada pero que utilizan regaderas o cabezales normales, conjugando el suministro optimizado de la salida del agua con el cierre temporizado. Con el cambio de cabezal se puede disminuir el consumo, como mínimo, en un 20%.

Existe una primera catalogación que consistiría en el tipo de cabezal de ducha o regadera que se utiliza, con independencia de la grifería que la activa y regula, pudiendo dividirse en dos: cabezales de ducha o regaderas fijas a la pared y mangos de ducha o teléfonos unidos a la salida de la grifería mediante un flexo.

En la Tabla 4 se muestran las soluciones o acciones más habituales en duchas fijas o de pared.

**TABLA 4.** Soluciones más habituales para reducir el consumo en duchas fijas.

Tipo de equipo y solución	Ahorros generados	Imagen del equipo
Cambio de alcachofa o regadera	30% - 65%	
Intercalar un reductor volumétrico fijo a la entrada	20% - 35%	
Intercalar un limitador volumétrico en el tubo o cuerpo de entrada	15% - 20%	

En el caso de los mangos de ducha, lo más habitual es sustituirlos por otro, aunque también hay otras opciones que se especifican en la Tabla 5.

**TABLA 5.** Soluciones más habituales para reducir el consumo en mangos o duchas de teléfono.

Tipo de equipo y solución:	Ahorros generados	Imagen del equipo
Cambio del mango de ducha por otra con técnicas de aceleración del agua e hidromasaje por turbulencias.	50% - 60%	
Cambiar el mango de ducha por otro de altas prestaciones por aceleración del agua y múltiples funciones de suministro.	40% - 50%	
Intercalar un reductor volumétrico giratorio entre el grifo y el flexo.	25% - 40%	
Intercalar un regulador de caudal giratorio entre el grifo y el flexo del mango de ducha.	15% - 25%	
Intercalar un interruptor de caudal giratorio entre el grifo y el flexo del mango de ducha.	15% - 20%	
Intercalar a la entrada del mango un limitador de caudal (sólo válido para algunos modelos)	15% - 20%	

No hay que olvidar que estos componentes son el 50% del equipo, y una buena selección de la alcachofa o mango de ducha, generará importantes ahorros pero, si se combina con un buen grifo, la mezcla será perfecta. Por lo tanto, en función de a qué tipo de servicio vaya dirigido el equipo, habrá que valorar si se

instala en combinación con un monomando, con un pulsador temporizado, con un termostático o con un grifo o sistema por infrarrojos, lo que posibilitará que la eficiencia se incremente sustancialmente. Tampoco hay que olvidar la Normativa u Ordenanza Local, que determina dicha mezcla en lugares de uso público.

#### 4.5.11. Inodoros (WC)

El inodoro es el sanitario que más agua consume en la vida cotidiana o a nivel doméstico e, incluso, público, aunque no lo es por su valor energético, ya que sólo utiliza agua fría. Su descarga media suele ser de 9-10 litros. Cuando se utilizan fluxores, esta cifra suele ser superior, pudiendo llegar a los 18 litros de algunos equipos americanos.

Los inodoros de los aseos de señoras se utilizan tanto para micciones como para deposiciones, por lo que, si el sanitario no dispone de elementos para seleccionar el tipo de descarga, ésta será igual tanto para retirar sólidos como para retirar líquidos, cuando éstos se podrían eliminar con tan sólo un 20% o 25% de agua.

Esta circunstancia, hace que toda medida que permita discriminar el tipo o volumen de la descarga, en función del uso realizado (sólidos o líquidos), ofrecerá ahorros superiores al 40%.

Analizando los distintos sistemas que suelen utilizarse, y tras haber descrito anteriormente las posibilidades existentes para los fluxores (muy utilizados en la década de los 90), ahora están más de moda los sistemas de descarga empotrados y que, por norma general, acompañan a lozas de alta eficacia que suelen consumir, como mucho, 6 litros por descarga.

Casi la totalidad de los fabricantes que ofrecen cisternas o tanques empotrados, ofrecen la opción de mecanismos con doble pulsador, algo altamente recomendable, pues por cada día se suele ir una media de 5 veces al WC, de las cuales 4 son por micciones y 1 por deposición. En este sentido, ahorrar agua es fácil siempre que se pueda discriminar la descarga a realizar, ya que, para retirar

líquidos, se necesitan solamente unos 2-3 litros, y el tanque completo sólo se requiere para retirar sólidos.

Lógicamente, esta demanda es a nivel estadístico, por lo que perfectamente se puede afirmar que se ahorrará más del 40% del consumo del centro o edificio, y si éste es de uso público, el ahorro será mayor, pues cuantas más personas lo utilicen, más probabilidades hay de que el uso sea por necesidad de realizar micciones.

Las posibilidades técnicas disponibles para producir esta selección de descargas son las siguientes:

#### **Tanques o cisternas con pulsador interrumpible.**

Suelen formar parte de instalaciones recientes, de unos 8-9 años de antigüedad, y exteriormente no se diferencian de los pulsadores normales, por lo que la única forma de diferenciarlos, sin desmontar la tapa, es pulsando sobre el botón de accionamiento, y nada más iniciarse la descarga y empiece a salir el agua, pulsar hasta el fondo de nuevo, viendo si se interrumpe o no la descarga.

Si así fuera, la simple instalación de unas pegatinas que expliquen el funcionamiento correcto del sanitario, a la vez que se aprovecha para realizar campaña de sensibilización y del interés del centro hacia el medioambiente y la responsabilidad social, mejorará la imagen corporativa del centro y se ahorrará más del 30% del agua que actualmente se utilice.

Este hecho de poder interrumpir la descarga es desconocido por la gran mayoría de los usuarios.

#### **Tanques o cisternas con tirador.**

Al igual que el caso anterior, y desde la misma época, algunos de los fabricantes más famosos empezaron a incorporar la posibilidad de que sus mecanismos de tirador pudieran interrumpirse para ahorrar agua, siendo esto muy fácil de reconocer porque, al tirar de ellos, se quedan levantados y,

para interrumpir la descarga, hay que presionarlos hacia abajo, mientras que si se bajan ellos solos, es señal de que el mecanismo no es interrumpible y producirá la descarga completa.

Tanto a los que son interrumpibles como a los que no lo son, puede acoplárseles un contrapeso que rearma el sistema automáticamente, provocando el cierre apresurado del mecanismo, engañando al mismo y aparentando haber salido todo el agua del tanque, posibilitando ahorros de más del 60% del consumo habitual.

En cualquier caso, siempre es recomendable instalar pegatinas que expliquen el funcionamiento correcto, a la vez que se sensibiliza a los usuarios y se mejora la imagen del centro, tanto para explicar los interrumpibles como si se instalan contrapesos de acero inoxidable para automatizarlos.

#### ● **Tanques o cisternas con doble pulsador.**

Sin lugar a dudas, es la opción más ecológica y racional para el uso de inodoros. Por desgracia, algunos fabricantes no permiten la selección y graduación del tipo de descarga. En otros casos, es complicado saber cuál es el botón que descarga una parte u otra. Incluso existen unos mecanismos en los que hay que pulsar los dos botones a la vez para producir una descarga completa.

En resumen, a la hora de seleccionar el mecanismo para un inodoro, habrá que valorar:

- Que esté diseñado para lugares públicos, pues la gran mayoría lo están para uso doméstico, y su vida es mucho menor.
- La garantía, que debe ser de 10 años, siendo, como mínimo, de 5.
- Que los botones se identifiquen claramente y a simple vista, y que sean fáciles de actuar.

Con independencia de las posibles actuaciones comentadas, será vital que las personas se responsabilicen del mantenimiento y comprueben la existencia de

posibles fugas de agua, bien por la vía de que el flotador llena de más el tanque (lo que con la simple regulación se resuelve), bien porque las gomas del mecanismo se han aleteado, endurecido o deteriorado, dejando escapar el agua por su asiento (cambiarlas es muy fácil y su coste muy bajo). También será recomendable instalar pegatinas por las razones anteriormente comentadas.

En el mercado hay infinidad de trucos, técnicas y sistemas que consisten en reservar, ocupar o evitar la salida de un determinado nivel o capacidad de agua al utilizar la cisterna, aunque con estas técnicas se puede sacrificar el servicio ofrecido.

Por ejemplo, la inserción de una o dos botellas de agua en el interior de la cisterna. Está demostrado que, al disponer de menos agua en cada utilización (podría tratarse de un ahorro de un litro por descarga), en muchas ocasiones no se consigue la fuerza necesaria, debiendo pulsar varias veces, consumiendo el agua ahorrada en 7-8 utilizaciones. Además, hay que sumar los problemas de estabilidad que pueden ocasionar las botellas si se caen o se tumban, evitando el cierre y generando fugas constantes.



Figura 10. Mecanismo de tirador, contrapesos y mecanismo de doble pulsador.

#### 4.5.11.1. ECO-WC: Inodoros ecológicos

La particularidad esencial de esta nueva gama de inodoros estriba en su bajo consumo de agua, ya que sólo utilizan 2,3 litros por descarga, es decir, un 62% menos que cualquier otro equipo existente en el mercado, superando el 74% de ahorro si se compara con uno tradicional, y hasta el 81% si se compara con algunos americanos.

Hasta ahora, lo máximo que se podía hacer para ahorrar agua en los inodoros era dotarlos de un sistema de doble pulsador para discriminar entre micciones y deposiciones, lo cual, sobre un sistema tradicional, permite importantes ahorros, pero, hoy en día, se sigue investigando y aún se puede ahorrar más.



**Foto 16.** Distintos modelos de ECO-WC con descarga máxima de 2,3 litros.

En la Tabla 7 se realiza una comparativa de los consumos medios estadísticos de un par de aseos públicos donde, en total, entren unas 25 personas al día, entre hombres y mujeres, 4 de ellas lo utilicen para deposiciones y, el resto, para micciones. Además, se supone que usan adecuadamente la botonera de doble pulsador.

**TABLA 6.** Tipo de sanitario, tecnología de descarga y denominación utilizada en la Tabla 7.

<b>CTA-10L</b>	Cisterna de tanque alto de 10 litros de carga del Tanque.
<b>ITB-9L</b>	Inodoro Tradicional de 9 Litros de carga del Tanque.
<b>ITB-6L</b>	Inodoro Moderno de 6 Litros de carga del Tanque.
<b>ITBDP-9L</b>	Inodoro Tradicional de 9 Litros con Doble Pulsador
<b>ITBDP-6L</b>	Inodoro Moderno de 6 Litros con Doble Pulsador
<b>ECO-WC</b>	ECO-WC, Inodoro con 2,3 Litros por descarga

**TABLA 7.** Tipo de sanitario, consumo anual, ahorro de agua y porcentaje de ahorro comparativo.

	Cons.Año	CTA-10L	ITB-9L	ITB-6L	ITBDP-9L	ITBDP-6L	ECO-WC
CTA-10L	73.000		10%	40%	46%	64%	77%
ITB-9L	65.700	7.300 Lit. Menos		33%	40%	60%	74%
ITB-6L	43.800	29.200 Lit. Menos	21.900 Lit. Menos		10%	40%	62%
ITBDP-9L	39.420	33.580 Lit. Menos	26.280 Lit. Menos	4.380 Lit. Menos		33%	57%
ITBDP-6L	26.280	46.720 Lit. Menos	39.420 Lit. Menos	17.520 Lit. Menos	13.140 Lit. Menos		36%
ECO-WC	16.790	56.210 Lit. Menos	48.910 Lit. Menos	27.010 Lit. Menos	22.630 Lit. Menos	9.490 Lit. Menos	

En la columna de color rojo se indican los consumos anuales de cada equipo. En los cuadros amarillos se relaciona el ahorro (%) que ofrece el equipo indicado en la columna sobre el indicado en la fila. Por el contrario, en los cuadros verdes se relaciona el ahorro (l) generado por el equipo de la fila sobre el indicado en la columna.

Además de ser el sistema de menor consumo de agua del mercado gracias a su sistema de eyeción aerodinámica de agua a presión realizando la descarga con tan sólo 2,3 litros, las ventajas principales de estos equipos son:

- Su elevado y rápido proceso de recarga, siendo mucho más silencioso que cualquier otro, al incorporar un tanque dentro de otro de loza.
- Diseñado especialmente para evitar fugas y pérdidas de agua mediante un sistema especial de pistón.
- Capacidad de retirar elementos flotantes, aspecto que suele ser difícil con algunos modelos tradicionales.
- Diseño moderno e innovador, con tapa integrada y freno neumático de caída.
- Pulsador único central de grandes dimensiones, por lo que es de fácil accionamiento para discapacitados.
- Mantenimiento similar a cualquier otro inodoro.
- Entradas de agua y desagüe inferiores. La distancia de pared a eje de desagüe es de 21 cm (normalizado).

#### 4.5.12. Nuevas técnicas sin agua en urinarios

Hoy en día, existen tecnologías que permiten eliminar la necesidad de utilizar el agua para procesos sanitarios, como es el caso de los mingitorios o urinarios, los cuales se utilizan tres veces más que los inodoros, y que son un gran foco de consumo, utilizados por la población masculina, la cual no siempre hace un uso correcto del mismo.

En la actualidad, se pueden encontrar urinarios secos, sin necesidad de utilizar o consumir agua. Su tecnología consiste en una serie de cartuchos donde se recoge la orina, la cual atraviesa un líquido aceitoso que actúa a modo de trampa de olores, sellando los posibles gases de evacuación o desagüe y evitando los malos olores.

En la Foto 17 se puede ver la imagen y el funcionamiento de uno de los modelos más utilizados en el mercado americano.



Foto 17. Mingitorio seco.

Esta tecnología sólo requiere mantenimiento en cuanto a limpieza diaria de las paredes de la loza con un trapo impregnado en un líquido de limpieza que no daña la trampa de olores, ya que si se utiliza agua u otros agentes, se estropearía o perdería sus cualidades.

Este mantenimiento requiere una revisión cada cierto tiempo, en función del uso, para reponer la parte de líquido sellante que pudiera haberse perdido o deteriorado, y para la sustitución del cartucho cuando sea necesario (según algunos fabricantes, cada año).

Para ciertos establecimientos que se utilizan tan sólo unos días, pero muy intensamente, estos equipos pueden ser válidos, teniendo los técnicos que valorar las ventajas e inconvenientes, dependiendo del personal de limpieza y de mantenimiento que se tenga en la instalación, además de considerar la amortización.

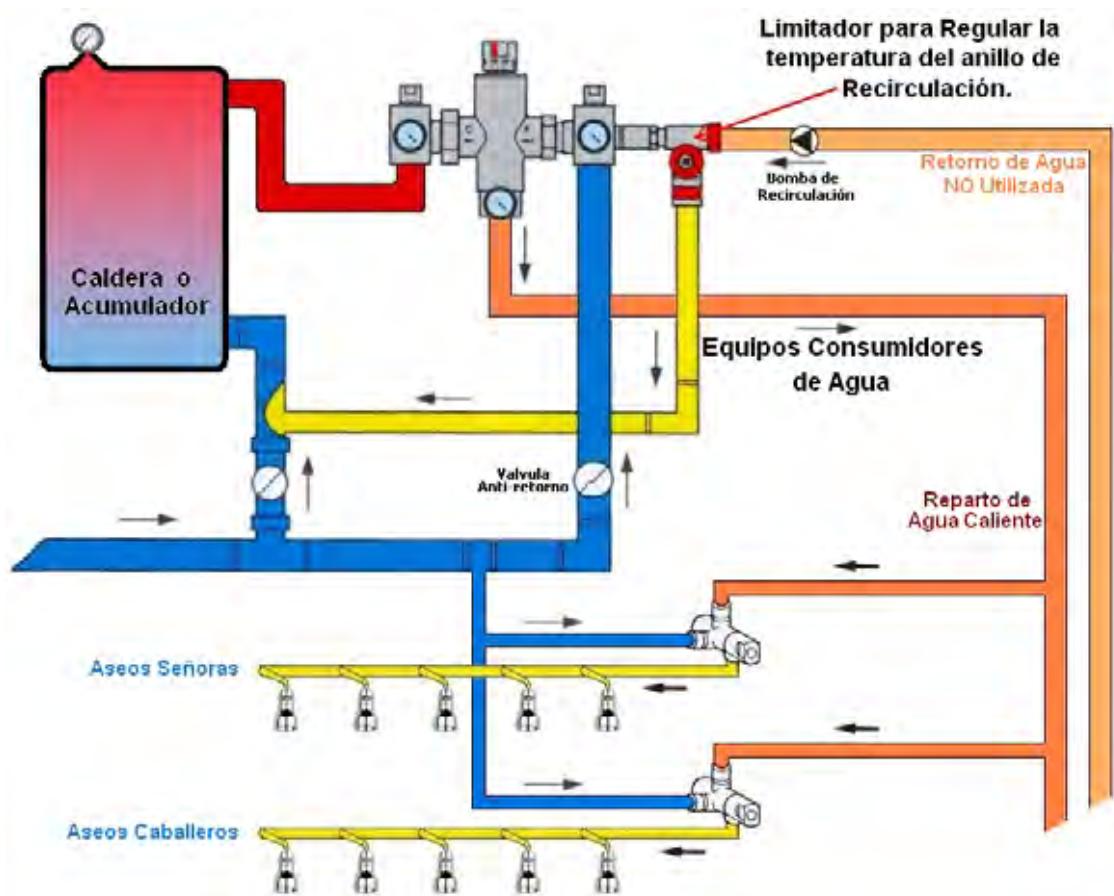
#### 4.5.13. Tecnología para las redes de distribución

El consumo de agua y la energía derivada de su calentamiento se ve muy afectado por los circuitos de reparto, tanto en su diseño, protección, diámetro, caudal y, por supuesto, por la presión de trabajo, lo que hace que todos estos factores juntos influyan extraordinariamente en la gestión del agua y, por lo tanto, en el consumo adecuado o excesivo.

En primer lugar, a la hora de analizar un circuito de reparto y suministro, debe considerarse que, si es de agua caliente, dicho circuito deberá ser lo más corto posible y, si la distancia desde el punto de calentamiento al último de consumo es elevada, convendrá realizar un anillo de recirculación para evitar que se derroche agua hasta que salga caliente, y minimizar los tiempos de espera hasta que empiece a llegar con la temperatura adecuada.

Este anillo conviene que sea lo más corto posible y que se alimente de agua caliente, la sobrante del retorno (como agua más fría) y la toma que llega del

calentador o acumulador. De esta forma, el anillo conseguirá fácilmente la temperatura prefijada como tope de demanda, evitando accidentes o escaldamientos. La composición ideal sería introducir un mezclador termostático, con aporte de retorno, como el que aparece en la Fig. 11, donde el agua no consumida retorna al mezclador, aportándose como agua fría para que, al mezclarse con la caliente, se pueda ofrecer agua a la temperatura deseada.



**Figura 11.** Circuito optimizado de termostatización de agua caliente con anillo de recirculación.

La eficacia de este circuito es máxima, tanto si la grifería ofrece capacidad de regulación al usuario como si es agua premezclada sin posibilidad de que el usuario seleccione la temperatura (muy utilizado con griferías temporizadas), siendo recomendable, en este segundo caso, incluir un mezclador termostático para ajustar la temperatura con mayor precisión, tanto en verano como en invierno, pues la diferencia de temperatura varía en más de 10 °C de una época a otra.

De cara al cumplimiento del RD 865/2003, el agua caliente que alimenta al mezclador ha de poder alcanzar, al menos, los 70 °C para poder realizar los tratamientos de mantenimiento y de choque. El anillo de recirculación ha de poder alcanzar los 60 °C en su retorno o en cualquiera de los puntos de salida.

La instalación de anillos de recirculación con aprovechamiento del agua de retorno y los mezcladores termostáticos posibilitan ajustar la cantidad de agua consumida a la mínima necesaria. El aprovechamiento energético es el máximo posible, ofreciendo ahorros energéticos superiores al 16% sobre sistemas tradicionales y minimizando la demanda de agua que, tradicionalmente, se derrocha con otros sistemas en la espera a que salga a la temperatura que el usuario desea.

Con independencia de las temperaturas de uso y de la red de distribución, otro de los puntos de alto consumo de agua y energía está motivado por la presión de los circuitos y las pérdidas de carga cuando se consume agua simultáneamente en varios puntos.

En el primer caso, un exceso de presión provoca un aumento del consumo de agua que puede cifrarse perfectamente en un 15% por cada incremento de presión de 1 bar, considerando como presión media 2,5 bar.

Por ejemplo, una ducha tradicional consumirá, de media, unos 12,5 l/min a 1,5 bar, unos 16 l/min a 2,5 bares y unos 18,5 l/min a 3,5 bar de presión.

Como se puede observar, un mismo equipo consumirá más o menos en función de la presión a la que se efectúa el suministro. Para resolver esta situación, es recomendable instalar reguladores de presión, pues las líneas de reparto han de considerar los caudales necesarios para que, en simultaneidad, puedan suministrar todo el agua que se demanda, aunque, por lo general, los técnicos, ingenieros y arquitectos utilizan fórmulas estandarizadas que se alejan de la realidad, existiendo un porcentaje elevadísimo de exceso de presión, con lo que esto supone de incremento del consumo.

Por lo tanto, no se debe bajar la presión general que, en algunos casos, es una solución válida, sino intercalar en los ramales finales de distribución los citados reguladores, que ajustarán la presión a la deseada, permitiendo diferenciar zonas donde se requiera más o menos, y sin que esto afecte a líneas bien calculadas o adecuadas.

Estas medidas son recomendables tanto para agua fría como para agua caliente, pues es muy habitual que exista una diferencia de presión entre una línea de suministro y otra (desequilibrio de presiones), lo que puede provocar problemas muy graves en la calidad del servicio ofrecido debido a inestabilidad de la temperatura, quejándose los usuarios de que tan pronto sale fría como, al instante, muy caliente, o de que se tiene que estar constantemente regulando la temperatura.

Esto se debe a la invasión del agua con mayor presión en el circuito de suministro contrario, ocupando y enfriando la cañería hasta que se equilibran las presiones, y llegando bruscamente el agua original una vez que se ha consumido la que había invadido la cañería contraria, con el consiguiente sobresalto del usuario por el cambio súbito de varios grados de la temperatura.

La solución pasa por equilibrar las presiones o, si no se pudiera, instalar válvulas anti-retorno en las griferías, pues es donde se mezcla este agua y donde se produce el paso de una cañería a otra.

Este problema, además de ser muy grave en cuanto a la calidad del servicio ofrecido, hace que se consuma mucha más agua y que los tiempos de espera en regulación sean mayores, pudiendo aumentar el consumo de agua en más del 10%. Por lo tanto, atajarlo aportará beneficios tanto económicos como de calidad en el servicio ofrecido a los usuarios de las instalaciones.

Por último, no se debe olvidar que una mala protección o un recubrimiento inadecuado o inexistente de la red de distribución de agua caliente, puede generar pérdidas superiores a un 10% del rendimiento del circuito, por lo que su protección y mantenimiento correctos serán claves para reducir la factura energética.

## 4.6. Consejos generales para economizar agua y energía

Algunos consejos específicos por áreas pueden ser los siguientes:

- ✿ Ajustar las temperaturas de ACS para suministrar agua en función de la temperatura de cada época del año.
- ✿ Aislara las tuberías de distribución.
- ✿ Los equipos temporizados son ideales, pues evita olvidos de cierre y soportan mejor el posible vandalismo.
- ✿ Instalar o implementar medidas correctoras de consumo, como perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., que reducirán los consumos de forma muy importante.
- ✿ Realizar campañas de sensibilización, trasmitiendo a clientes y empleados su preocupación por el medioambiente. Así, se mejorará la imagen y disminuirá las facturas de los suministros.
- ✿ Diseñar y colocar pegatinas de sensibilización y uso correcto de equipos economizadores, por ejemplo, en inodoros y/o sistemas especiales.
- ✿ Un hábito frecuente es tirar al inodoro gasas, compresas, tampones o los envoltorios de éstos, junto con papeles, plásticos o profilácticos, con los que se pueden producir atascos en tuberías. Es recomendable que todos estos residuos vayan directamente a la basura. Para ello, además de sensibilizar a los usuarios, los centros han de poner medios para poder facilitar esta labor.
- ✿ Instruir, formar o exigir conocimientos al personal que cuida de la jardinería.
- ✿ Incorporar el jabón y/o los detergentes a los recipientes después del llenado. Aunque no haga espuma, limpiará lo mismo.

- Si se necesita agua a presión para realizar la limpieza de determinada área, será preferible utilizar equipos presurizados de alta presión, que ofrecen más de 140 y 190 bares de presión, con un caudal de agua de menos de 7 a 10 litros por minuto (sería el equivalente a un grifo), mientras que una manguera consumirá más de 30 litros por minuto (más de un 75% de ahorro). Todo ello con mucha más eficacia.



**Foto 18.** Máquina de limpieza por agua a presión.

- Realizar la limpieza en seco mediante aspiración, barrido con cepillos amplios, máquinas barredoras automáticas, etc.
- Utilizar trapos reciclados de otros procesos y absorbentes, como la celulosa usada, para pequeñas limpiezas, y productos como la arena o el serrín para problemas de grandes superficies.

No hay mejor medida economizadora o medioambiental más respetuosa que aquella que no consume. Se deben limitar las demandas a lo estrictamente necesario. No habrá que preocuparse de cómo ahorrar, si no se consume.

## Bibliografía

1. Ecoguía de Buenas Prácticas Ambientales para el Sector de la Automoción. Instituto de Desarrollo Comunitario de Cuenca, (2005).
2. Instituto de Desarrollo Comunitario de Cuenca, (2006): Estudio Medioambiental sobre el Sector de Talleres de Automoción.
3. Ministerio de Medio Ambiente, (2003): Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Familia Profesional de la Automoción.
4. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra, (2001): Chapa y Pintura en Vehículos (Manual de Buenas Prácticas Ambientales).
5. Fundación Ecología y Desarrollo, (2004): Uso eficiente del agua en la ciudad (Guía de bolsillo de buenas prácticas – Sector Auto-Lavados). Zaragoza, España.
6. Fundación Ecología y Desarrollo, (2003): "Guía de ecoauditoría sobre el uso eficiente del agua en la industria". Zaragoza, España.
7. IDAE. (2001): "Ahorro de Energía en el Sector Hotelero: Recomendaciones y soluciones de bajo riesgo" Madrid, España.
8. TEHSA, S.L. (2003): "Sección de Artículos", Web de la empresa Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L. Alcalá de Henares (Madrid), España.
9. Ahorraragua.com (2004): "Eco-Artículos", Web de la compañía. Madrid, España.
10. Proyecto URBANBAT, (Life-2003): Empresa Municipal de Transportes, (Ayuntamiento de Valencia). Información disponible en su Web corporativa.
11. Estudio de Reutilización de Aguas en Instalaciones de Lavado de Vehículos, (2007): Ramón Suso Barambones, miembro de la División de Tratamiento de Aguas de la compañía ISTOBAL, S.A.
12. ISTOBAL, S.A., (2006): "Noticias de nuevos productos" de la Web [www.istobal.com](http://www.istobal.com). L'Alcudia, (Valencia), España.
13. Estadísticas del INE sobre el agua en los años 1998 - 2005.
14. FENERCOM, (2007): Guía de Ahorro Energético en Garajes y Aparcamientos, Capítulo 3.

## 5.1. Introducción

El aprovechamiento de sistemas de producción eléctrica por medios fotovoltaicos en la construcción, así como su adecuada integración, es uno de los retos más interesantes ante los que se encuentran empresarios, industriales, ingenieros, arquitectos, constructoras, Administración y, en general, todos los agentes implicados en el completo y correcto desarrollo de los proyectos de edificación que están actualmente en marcha.

Los motivos para que dichos agentes tengan la oportunidad de afrontar y aprovecharse de los beneficios del reto fotovoltaico en edificación son cuatro, principalmente:

- ✿ La generación eléctrica limpia y distribuida, próxima a los lugares de consumo y primada conforme al RD 661/07, que persigue el cumplimiento de los compromisos medioambientales adquiridos por el Estado y un mejor aprovechamiento de los recursos propios, como es el Sol.
- ✿ Obtención de una mejor calificación en la obtención de los necesarios certificados de eficiencia energética, conforme al RD 47/07.
- ✿ Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación, que prevé la incorporación de aporte de energía eléctrica fotovoltaica a la red eléctrica general en el anexo HE 05 para ciertos tipos de edificios, o bien sustitución de parte del aporte al agua caliente sanitaria que prevé el anexo HE 04.
- ✿ Dotar al edificio de una imagen innovadora y comprometida con el medio ambiente.

## 5.2. Energía solar fotovoltaica en estaciones de servicio

Si bien las estaciones de servicio no están sujetas a la obligatoriedad de disponer de sistemas solares fotovoltaicos según el Código Técnico de la Edificación, existen, además de los mencionados en el apartado anterior, diversos motivos adicionales para su idoneidad.

Las estaciones de servicio suelen disponer de grandes superficies de cubierta que permiten la generación de electricidad fotovoltaica y su posterior inyección en la red de distribución general.

Un buen número de gestores de estaciones de servicio, aprovechando esta infraestructura de cubiertas ya existentes, han querido, además de generar ingresos extras, lavar la tradicional mala imagen medioambiental asociada al comercio de combustibles fósiles.

## 5.3. Generación eléctrica por energía solar fotovoltaica

Una instalación fotovoltaica tiene por objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía procedente del Sol.

Esta generación eléctrica, sin emisión de contaminantes, se produce como resultado de la captación de la energía de la luz solar, no del calor solar, y su transformación directa en energía eléctrica de corriente continua, como consecuencia de un proceso físico interno de los módulos solares, llamado efecto fotovoltaico.

Las células fotovoltaicas que componen los módulos solares fotovoltaicos son las unidades mínimas en las cuales se produce este efecto.

La electricidad generada en los módulos es en corriente continua. Para transformarla en corriente alterna apta para su inyección en la red de distribución,

es necesario su paso a través de un dispositivo electrónico llamado inversor o convertidor de conexión a red.

Los inversores de conexión a red garantizan la calidad de la energía eléctrica que se inyecta en la red de distribución, con el fin de que las compañías eléctricas y los usuarios de la red no sufran problemas de distribución como consecuencia de este aporte eléctrico.

Adicionalmente, como en cualquier circuito eléctrico, se deben incluir las protecciones magnetotérmicas y diferenciales correspondientes que exigen las compañías eléctricas.

### 5.3.1. ¿Cómo se genera la energía eléctrica?

Las células fotovoltaicas están formadas, fundamentalmente, por silicio. Este material es modificado químicamente para dar lugar a dos estructuras químicas con comportamientos eléctricos opuestos entre sí. Semiconducto tipo p (carga positiva) y semiconducto tipo n (carga negativa).

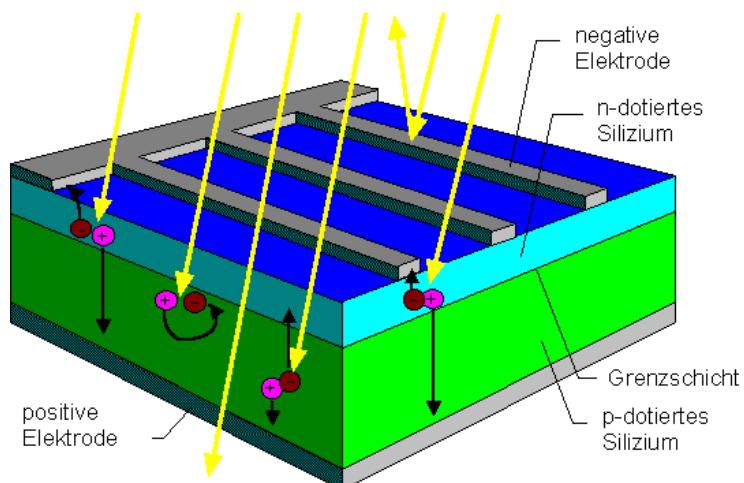


Figura 1. Sección de célula fotovoltaica.

Con la unión física de estas dos estructuras, y en presencia de luz procedente del Sol, estas dos estructuras químicas juntas se comportan como una pila eléctrica, generando una diferencia de potencial o voltaje. Dicho voltaje se puede extraer a través de unas piezas metálicas llamadas electrodos, negativo y positivo.



**Foto 1.** Módulos solares compuestos por células fotovoltaicas sobre cubierta de chapa.



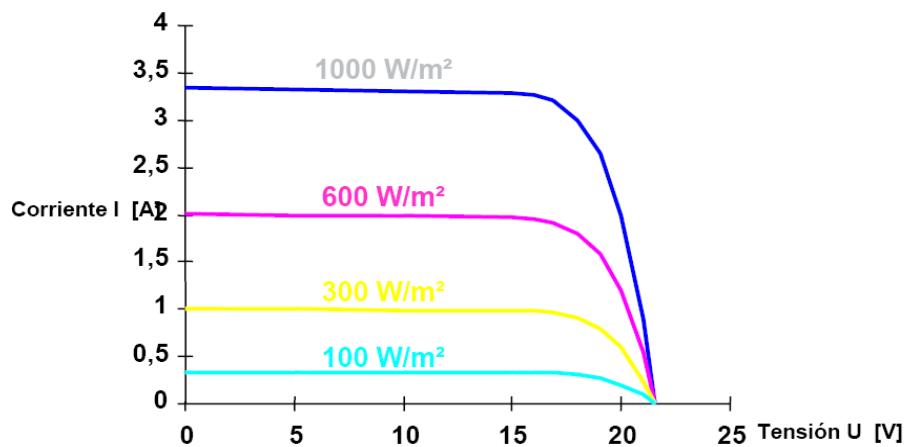
**Foto 2.** Módulos fotovoltaicos instalados sobre cubierta plana.



**Foto 3.** Instalación solar fotovoltaica en voladizo.

### 5.3.2. Variables eléctricas de los módulos solares

La energía eléctrica generada es proporcional a la irradiancia incidente, es decir, a la energía lumínica procedente del Sol, pero también depende de otros parámetros, como son la temperatura de la célula, la temperatura del ambiente, la velocidad y dirección del viento, entre otros. En resumen, la producción energética de los módulos solares es muy variable.



**Figura 2.** Curvas características típicas de módulos solares para distintas irradiancias (energía solar).

La curva de funcionamiento I-U (Intensidad - Voltaje) define las variables eléctricas de los módulos fotovoltaicos:

- Intensidad o corriente máxima (Isc): es la que aparece si se cortocircuitan los terminales positivo y negativo ( $U = 0 \text{ V}$ ).
- Voltaje o tensión máxima (Uoc): es la que aparece si se mide el valor entre terminales positivo y negativo en vacío.
- Potencia máxima (Pmpp): potencia máxima que puede generar un módulo fotovoltaico.  $P = I \times U$ .

La máxima potencia aparece para valores de  $I$  y  $U$  que se sitúen en la zona curva del gráfico mostrado en la Fig. 2.

Con objeto de poder comparar curvas características de distintos fabricantes, se han definido unas condiciones estándar de medida:

- Irradiancia:  $1.000 \text{ W/m}^2$
- Temperatura:  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Velocidad de viento:  $1 \text{ m/s}$
- AM (valor referente al espectro de luz): 1,5

### 5.3.3. Constitución de los módulos solares

Hay dos tipos de módulos solares:

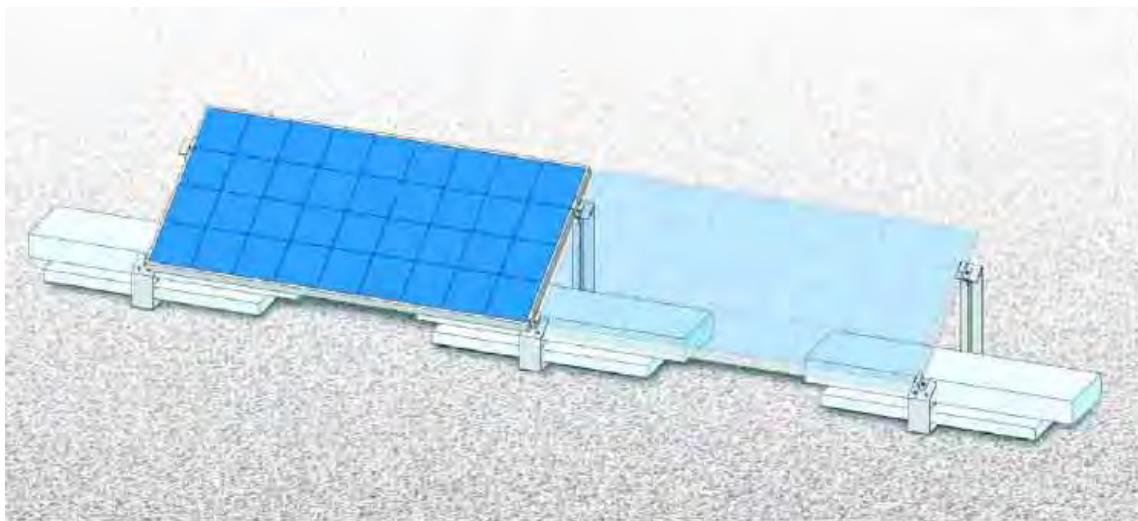
- Estándar
- Vidrio-vidrio

#### 5.3.3.1. Módulos estándar

Los módulos estándar presentan los siguientes componentes:

- Vidrio: vidrio templado con alto coeficiente de transmisividad a la radiación incidente (del orden de 95%).

- Cubierta posterior: lámina delgada opaca de polímero, normalmente tedlar.
- Encapsulante: polímero transparente que aloja las células fotovoltaicas.
- Marco: perfil de aluminio que sella el módulo.
- Caja de conexiones: caja que aloja los terminales eléctricos del módulo, de donde sale el cableado de conexión.



**Figura 3.** Solución para módulo estándar instalado en azotea.

### 5.3.3.2. Módulos vidrio-vidrio

Los módulos vidrio-vidrio presentan los siguientes componentes:

- Vidrio: vidrio templado con alto coeficiente de transmisión de la radiación incidente (del orden del 95%).
- Cubierta posterior: vidrio templado. Las posibilidades de este vidrio trasero son mayores que las del vidrio delantero, ya que no se interpone entre las células y el Sol. Puede estar ahumado, ser de seguridad, encerrar una cámara de aire o gas aislante, etc.
- Encapsulante: polímero transparente que aloja las células fotovoltaicas.
- Marco: el marco es el propio de la estructura que lo soporta, ya que, a efectos de montaje, es como el doble vidrio de una ventana.
- Conexiones eléctricas: las conexiones eléctricas pueden incluirse en una caja que aloja los terminales eléctricos del módulo, o bien salir directamente del doble vidrio a través del encapsulante.

Los módulos vidrio–vidrio permiten el paso de luz entre las células al estar compuestos de vidrio tanto anterior como posterior.



**Foto 4.** Integración fotovoltaica en lucernario o fachada.

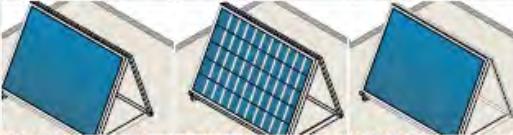
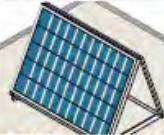
### 5.3.4. Montaje y conexión eléctrica de los módulos solares

El montaje de módulos se realiza sobre diversos tipos de soportes y estructuras dependiendo del tipo de cubierta que tenga el edificio y del grado de integración que se desee aportar.

La estructura, además, va a aportar al conjunto de módulos solares fotovoltaicos la inclinación y orientación que optimiza el coste de montaje y los beneficios de producción fotovoltaica.

La conexión eléctrica del conjunto de módulos solares que constituyen el campo fotovoltaico se realiza formando series o ramas de módulos solares,

conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente, hasta enlazar un número de módulos apto para ser, a su vez, conectados al inversor de conexión a red. En el tipo de conexión descrito, los valores de voltaje o tensión de los módulos se suman hasta alcanzar un resultado que esté dentro del rango de entrada de tensión del inversor de conexión a red.

Elemento	Colector de agua caliente	Módulo fotovoltaico	Colector de aire caliente	Acrystalado	Lumbrera/ventana	Aislamiento térmico transparente
<b>Construcción</b>						
En cubierta plana						
Sobre tejado inclinado						
En voladizo						
Integrado en el tejado						
Tejado sinergético						
En fachada						

**Figura 4.** Posibilidades de integración en edificios.

Todas estas ramas del campo fotovoltaico conforman asociaciones eléctricas de tipo paralelo que atacan el o los inversores de conexión a red. En asociaciones eléctricas de este tipo se suman las intensidades o corrientes para obtener una resultante.

En cualquier sistema eléctrico, la corriente es la responsable de las pérdidas de potencia según la siguiente expresión:

$$Pp = R \times I^2$$

Por lo tanto, se puede concluir que es conveniente alcanzar con asociación en serie los mayores valores de tensión que admita el inversor de conexión a red, a fin de obtener la potencia necesaria con el menor porcentaje de pérdidas posible, es decir, con mejor rendimiento eléctrico para una misma sección de cable:

$$P = V \times I$$

### 5.3.5. Efectos adversos sobre el campo fotovoltaico

Dos de los aspectos que pueden generar problemas de producción y que se deben controlar en una instalación fotovoltaica son:

- ✿ Efectos de sombras.
- ✿ Efectos de la temperatura.

#### 5.3.5.1. Efectos de sombras

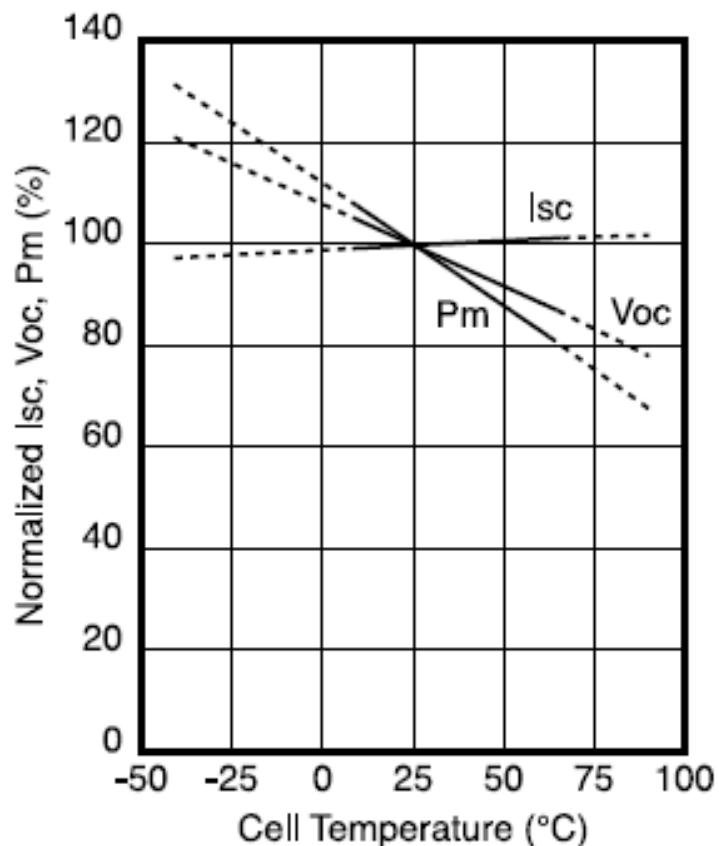
En aplicaciones donde las asociaciones en serie son tan protagonistas como es en el caso de un sistema solar fotovoltaico (hay que tener en cuenta que las células fotovoltaicas están asociadas en serie, formando típicamente dos ramas en cada módulo solar y, a su vez, los módulos solares están también conectados en serie), la influencia de lo que ocurra en cada pequeña unidad de esa serie es enorme en el conjunto, ya que afecta a toda la serie.

Así, en un sombreado parcial de un módulo que afecte a una sola célula, esa célula no sólo va a dejar de producir energía eléctrica, haciendo caer la producción de toda la serie, sino que, además, va a convertirse en una resistencia eléctrica que podría consumir potencia y convertirse en un punto caliente (*Hot Spot*).

### 5.3.5.2. Efectos de la temperatura

Los aumentos de la temperatura tienen un resultado negativo en los sistemas eléctricos-electrónicos en general, y en los fotovoltaicos en particular.

En la Fig. 5 se puede ver una ilustración de este efecto.



**Figura 5.** Variación típica de las variables eléctricas con la variación de la temperatura.

## 5.4. Transformación e inyección en red de la energía fotovoltaica generada

Los pasos que siguen a la generación eléctrica consisten en transformar y acondicionar la energía generada en energía apta para inyectar en red, así como incorporar las protecciones precisas.

## 5.4.1. Inversor de conexión a red

El inversor de conexión a red es el dispositivo encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna, así como de adaptarla para que sea de la calidad exigida por las compañías eléctricas y por las Administraciones Públicas competentes.

Es importante remarcar que, cualquier inversor que se comercializa en España, debe cumplir con las Normativas que regulan la inyección de energía eléctrica en la red de distribución.

Los inversores de conexión a red se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ✿ Inversores centrales o de gran potencia.
- ✿ Inversores de pequeña potencia.

Los inversores centrales o de gran potencia aglutinan, en una sola máquina, la transformación y acondicionamiento de energía eléctrica. Tienen entrada en corriente continua, procedente de los módulos solares, y salida en corriente alterna trifásica. Su potencia es desde 10 kW hasta 1.000 kW.

Los inversores de pequeña potencia tienen entrada en corriente continua y salida en corriente alterna monofásica. Existen en el mercado inversores monofásicos de más de 10 kW.

Se debe tener en cuenta que los inversores monofásicos deben conectarse de forma que, a partir de 5 kW, se trabaje con una conexión trifásica y que no se admiten desfases de más de 5 kW.

La ventaja principal de los inversores de gran potencia trifásicos es que simplifican la instalación general, especialmente la de cableado.

Por su parte, los inversores de pequeña potencia presentan la ventaja de minimizar riesgos en la inversión por avería, ya que, en caso de producirse, sólo dejará de funcionar una parte de la instalación.

Otra clasificación de los inversores podría ser:

- ◆ Inversores con transformador.
- ◆ Inversores sin transformador.

Los inversores con transformador son los más habituales en el mercado español. Tienen como principal ventaja que garantizan por medios mecánicos, es decir, con el transformador, la separación absoluta del lado de corriente continua y la red de distribución, conforme a lo exigido por la legislación en vigor.

Los inversores sin transformador tienen mejores rendimientos, al no sufrir pérdidas magnéticas en el transformador. Sin embargo, la necesaria separación entre el circuito de corriente continua y la red eléctrica de distribución se asegura por medios electrónicos, con un vigilante diferencial que mide la corriente de ida y de vuelta, y que provoca la desconexión en caso de diferencias.

Este sistema no ha sido aceptado por ciertas compañías eléctricas que operan en la Comunidad de Madrid.

## 5.4.2. Protecciones eléctricas

Es necesaria la incorporación de protecciones eléctricas que garanticen el correcto funcionamiento de la instalación, la seguridad de que la red de distribución no quedará perjudicada por la inyección de energía eléctrica y, por supuesto, la de usuarios y mantenedores.

### 5.4.2.1. Protecciones en corriente continua. Aguas arriba del inversor

Si bien los inversores de conexión a red incorporan autoprotecciones, es necesario poder desconectarlos del campo fotovoltaico por medio de interruptores de corriente continua para la potencia adecuada, o bien por fusibles seccionadores.

#### 5.4.2.2. Protecciones en corriente alterna. Aguas abajo del inversor

Una vez que se ha transformado la corriente continua de los inversores en corriente alterna apta para su inyección en red, se debe tratar este flujo de corriente con las protecciones típicas y necesarias de cualquier instalación de baja tensión conforme a la Normativa eléctrica básica, fundamentalmente REBT, y a la Normativa en vigor propia de cada compañía eléctrica.

#### 5.4.3. R.D. 1663/00

Toda la legislación técnica y el modo en que se conecta a la red de distribución puede consultarse en el RD 1663/00.

El artículo 11, 12 y 13 se refieren a las protecciones y calidad eléctrica.

##### *Artículo 11.- Protecciones.*

*El sistema de protecciones deberá cumplir las exigencias previstas en la reglamentación vigente. Este cumplimiento deberá ser acreditado adecuadamente en la documentación relativa a las características de la instalación a que se refiere el artículo 3, incluyendo lo siguiente:*

1. *Interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.*
2. *Interruptor automático diferencial con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación.*
3. *Interruptor automático de la interconexión para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.*
4. *Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente).*

5. *Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones a las que hacen referencia los artículos 6 y 7.*
6. *El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.*
7. *Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. En este caso sólo se precisará disponer adicionalmente de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor automático diferencial, si se cumplen las siguientes condiciones:*
  - a) *Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearne será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.*
  - b) *El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente.*
  - c) *El estado del contactor (ON/OFF), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado.*
  - d) *En caso de que no se utilicen las protecciones precintables para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión mencionadas en este artículo, el fabricante del inversor deberá certificar:*
    - d.1) *Los valores de tara de tensión.*
    - d.2) *Los valores de tara de frecuencia.*
    - d.3) *El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).*
    - d.4) *Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites establecidos de tensión y frecuencia.*

*Mientras que, de acuerdo con la Disposición final segunda del presente Real Decreto, no se hayan dictado las instrucciones técnicas, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.*

- e) *En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de software de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del*

*fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.*

#### *Artículo 12.- Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.*

*La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.*

*La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.*

*Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro.*

#### *Artículo 13. Armónicos y compatibilidad electromagnética.*

*Los niveles de emisión e inmunidad deberán cumplir con la reglamentación vigente, incluyéndose en la documentación mencionada en el artículo 3 los certificados que así lo acrediten.*

#### *Disposición adicional única. Aplicación de Normativa supletoria*

*En todo lo no previsto por el presente Real Decreto, las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión se regirán por el Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre y por los reglamentos y demás disposiciones en vigor que les resulten de aplicación. No obstante, no les resultará aplicable la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 5 de septiembre de 1985 sobre normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.*

*Las instalaciones fotovoltaicas no vendrán obligadas a cumplir otros requisitos técnicos que los que vengan exigidos por la Normativa a que se refiere el párrafo anterior.*

El artículo 10 se refiere a la medida y facturación.

#### *Artículo 10.- Medidas y facturación.*

1. *Cuando existan consumos eléctricos en el mismo emplazamiento que la instalación fotovoltaica, éstos se situarán en circuitos independientes de los circuitos eléctricos de dicha instalación fotovoltaica y de sus equipos de medida. La medida de tales consumos se realizará con*

*equipos propios e independientes que servirán de base para su facturación.*

*El contador de salida tendrá capacidad de medir en ambos sentidos y, en su defecto, se conectarán entre el contador de salida y el interruptor general, un contador de entrada. La energía eléctrica que el titular de la instalación facturará a la empresa distribuidora, será la diferencia entre la energía eléctrica de salida menos la de entrada a la instalación fotovoltaica. En el caso de instalación de dos contadores no será necesario contrato de suministro para la instalación fotovoltaica.*

*Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto los de entrada como los de salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.*

*El instalador autorizado sólo podrá abrir los precintos con el consentimiento escrito de la empresa distribuidora. No obstante, en caso de peligro pueden retirarse los precintos sin consentimiento de la empresa eléctrica; siendo en este caso obligatorio informar a la empresa distribuidora con carácter inmediato.*

2. *La colocación de los contadores y de los equipos de medida y, en su caso, de los dispositivos de conmutación horaria que se pudieran requerir, y las condiciones de seguridad estarán de acuerdo a la MIE BT 015.*

*Los puestos de los contadores se deberán señalizar de forma indeleble, de manera que la asignación a cada titular de la instalación quede patente sin lugar a confusión. Además, se indicará, para cada titular de la instalación, si se trata de un contador de entrada de energía procedente de la empresa distribuidora o de un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica.*

*Los contadores se ajustarán a la Normativa metrológica vigente y su precisión deberá ser, como mínimo, la correspondiente a la de clase de precisión 2, regulada por el RD 875/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la aprobación de modelo y verificación primitiva de contadores de uso corriente (Clase 2) en conexión directa, nueva, a tarifa simple o a tarifas múltiples, destinadas a la medida de la energía en corriente monofásica o polifásica de frecuencia 50 Hz.*

3. *Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.*
4. *Cuando el titular de la instalación se acoja al modo de facturación que tiene en cuenta el precio final horario medio del mercado de producción de energía eléctrica, definido en el apartado 1 del artículo*

*24 del Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre (BOE del 30), serán de aplicación el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica, y sus disposiciones de desarrollo.*

## 5.5. Experiencias y aplicaciones

En sus años de trayectoria como fabricante y distribuidor de energía solar, Schüco Internacional ha participado en multitud de proyectos para la implantación de sistemas solares fotovoltaicos en gasolineras.

Por su interés, se presenta el siguiente informe relativo al proyecto de implantación fotovoltaico en una asociación de gasolineras y estaciones de servicio de Andalucía.

Actualmente, es una excelente ocasión para invertir en energías renovables que, gracias el impulso gubernamental que ahora reciben, se han convertido en un producto financiero del que pueden beneficiarse todos los ciudadanos. De todas ellas, la energía fotovoltaica es la más sencilla, modular y asequible.

El aprovechamiento de las cubiertas existentes en las gasolineras e instalaciones anexas para la instalación de plantas de generación fotovoltaica para su venta a red constituye una inmejorable forma de diversificar el negocio y convertir ese espacio sin uso en una superficie productiva capaz de generar importantes beneficios a su propietario.

En este contexto, los kits fotovoltaicos Schüco desarrollados para los asociados de AGLA han sido especialmente diseñados para su instalación en cubiertas de chapa o similares, e incluyen todos los elementos necesarios para su ejecución integral.

Para adaptarse a las necesidades e intereses de cada asociado, se dispone de dos kits de distinto tamaño, uno básico y otro superior, de 5 kWp y 20 kWp de potencia instalada, respectivamente.

A continuación se describe en detalle el material incluido en cada uno de ellos:

### **KIT Schüco- AGLA BÁSICO**

Potencia nominal en módulos: 5,25 kWp.

Dimensiones del tejado de referencia: 9,3 x 8,6 m.

Distribución: 6 filas de 5 unidades cada una.

MATERIAL INCLUIDO	UNIDADES
Módulos fotovoltaicos Schüco 175, de 175 Wp de potencia nominal, tolerancia en potencia 0%+5%, formados por células de silicio policristalino. Marco de aluminio anodinado.	30
Inversor Schüco de 5 kWp	1
Estructuras de soporte y fijación para 30 módulos FV Schüco 175 mediante sistema PV-Light para cubierta plana de chapa.	-

### **KIT Schüco- AGLA SUPERIOR**

Potencia nominal en módulos: 19,60 kWp (2 campos FV de 9,80 kWp).

Dimensiones del tejado de referencia: dos zonas de 11 x 14 m.

Distribución: dos campos fotovoltaicos idénticos e independientes, cada uno con 7 filas de 8 módulos.

MATERIAL INCLUIDO	UNIDADES
Módulos fotovoltaicos Schüco 175, de 175 Wp de potencia nominal, tolerancia en potencia 0%+5%, formados por células de silicio policristalino. Marco de aluminio anodinado.	112
Inversor SolarMax de 20 kWp (o bien SMA SMC 5000 D)	1 (4)
Estructuras de soporte y fijación para dos campos FV de 56 módulos FV Schüco 175 cada uno, mediante sistema PV-Light para cubierta plana de chapa.	-

La modularidad de la energía fotovoltaica permite ampliar estas instalaciones a voluntad sin tener que realizar modificaciones de ningún tipo sobre lo ya existente, lo que supone una ventaja añadida para aquellos asociados que, concienciados de la oportunidad de negocio que supone esta inversión, quieran aumentarla en un futuro.

## Bibliografía

1. ANTHONY, F. y otros (2006): "Foto voltaica para profesionales". Solarpraxix Censolar.
2. R.D. 1663/00.
3. R.D. 47/07.
4. Documentación interna de Schüco.

## 6.1. Situación actual de la energía solar térmica

España es el cuarto país europeo en el aprovechamiento de la energía solar térmica, por delante de países como Italia, Francia o Gran Bretaña. Con un 6% del total del mercado europeo, nuestro país ha alcanzado la madurez tecnológica y comercial tras más de 20 años de experiencia.

No obstante, el desarrollo de la energía solar en España se ha producido a un ritmo muy desigual a lo largo de las últimas décadas. A finales de la década de los 70, y principios de los 80, se empezaron a dar los primeros pasos en el desarrollo de esta energía.

Durante los primeros años, coincidiendo con la crisis energética que se encontraba en su mayor intensidad entonces, se crearon unas expectativas sobre la utilización de la energía solar quizás demasiado sobredimensionadas para las posibilidades reales de aquellos momentos. Al abrigo de las buenas perspectivas del mercado, surgieron un gran número de empresas, tanto de fabricación de captadores solares como de instaladores, que no en todos los casos contaban con las suficientes garantías técnicas de calidad y fiabilidad de los equipos como para ofrecer este tipo de servicios.

Esto provocó que algunas instalaciones no dieran los resultados previstos y, lo que es peor, la sensación de que la energía solar térmica ofrecía baja durabilidad, mal rendimiento y problemas frecuentes para el usuario.

Así, durante el último tramo de este periodo, se produjo un estancamiento del mercado y una selección natural tanto de los fabricantes como de los instaladores, que llevó al cese de sus actividades a aquellos que no estaban lo suficientemente preparados para dar servicios de calidad en este mercado.



**Foto 1.** Instalación solar térmica en un centro de lavado.

Posteriormente, en el periodo que va desde 1985 a 1995, los precios energéticos sufrieron un fuerte descenso y la sensación de crisis energética desapareció. Las entidades relacionadas con las instalaciones solares que continuaban en el mercado se afianzaron y la demanda se estabilizó a un nivel de, aproximadamente, 10.000 m<sup>2</sup> por año.

Durante este periodo se produjeron avances significativos en los aspectos de calidad y garantías ofrecidos tanto por los instaladores como por los fabricantes de equipos. También se mejoró notablemente el mantenimiento de las instalaciones.

Cabe mencionar la aparición de nuevos conceptos, como la "garantía de resultados solares", por el que al usuario se le aseguraba la producción de una cantidad de energía con un sistema solar que, de no alcanzarse, se compensaba pagándole la diferencia entre la energía garantizada y la energía realmente producida por su instalación. Otra novedad fue la introducida en el "Programa Prosol" de la Junta de Andalucía, consistente en el "pago a plazos" de la inversión. Hoy en día, este tipo de facilidades en la financiación se han extendido al resto del

territorio nacional, a la vez que se han puesto en marcha otros mecanismos para favorecer la instalación de captadores solares mediante subvenciones directas.

En esta última década, la aportación de energía solar térmica ha aumentado considerablemente en nuestro país, sobre todo gracias a las ayudas públicas (línea ICO-IDAE, CC.AA. y ordenanzas municipales), a la madurez del mercado en todos los sentidos, y a las grandes posibilidades que ofrece esta tecnología en un país con tantas horas de sol al año como España. De los 10.000 m<sup>2</sup> nuevos que se instalaban cada año en la década de los 90, se ha pasado a crecimientos medios por encima de los 60.000 m<sup>2</sup> en los primeros años de la década actual, hasta llegar a los 90.000 m<sup>2</sup> en el año 2005.

Con todo, nuestro país aún se encuentra lejos de los objetivos nacionales fijados en el Plan de Energías Renovables (PER), que plantea alcanzar una superficie instalada de 4,9 millones de m<sup>2</sup> para el año 2010. Para ello, la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, que obliga a instalar un aporte de energía solar para agua caliente en todas las viviendas de nueva construcción, junto a las medidas ya puestas en marcha con anterioridad, darán un impulso definitivo a un mercado con excelentes perspectivas a medio y largo plazo.

En la actualidad, el principal cliente de energía solar en España es el usuario particular que solicita la instalación de captadores solares de baja temperatura para el consumo de agua caliente sanitaria. En segundo lugar, se encuentran los hoteles y restaurantes, en los que existe un creciente interés por este tipo de soluciones energéticas.

Además de estos dos grupos de consumidores, que son los que más aportan al total de la superficie instalada en España, en general, se puede decir que existen buenos ejemplos en múltiples sectores y para todo tipo de aplicaciones posibles, pudiendo mencionar las instalaciones en centros educativos, centros deportivos, centros sanitarios, albergues, campings, servicios públicos, industrias, etc.

En cuanto al reparto del mercado por zonas geográficas, las Comunidades Autónomas con mayor superficie instalada son aquellas que cuentan con un clima

más favorable para el aprovechamiento de la energía solar térmica. En este sentido, destacan por sus cuotas de participación en el mercado Andalucía, Cataluña, Canarias, Baleares, la Comunidad Valenciana y Madrid, según orden de importancia. También se observa una mayor concentración de instalaciones solares en zonas turísticas o de alto nivel de renta.

## 6.2. Cómo se aprovecha la energía solar térmica

La energía solar térmica aprovecha la radiación del Sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable.

La conversión de la energía luminosa del Sol en energía calorífica se produce directamente de forma cotidiana, sin que sea necesaria la intervención del hombre en este proceso. Cualquier materia experimenta un aumento de temperatura de modo natural al estar expuesta a la radiación solar. Mientras una superficie negra absorberá toda la radiación visible (por esa razón la vemos negra), una blanca reflejará toda la radiación que llega hasta su superficie, por lo que su incremento de temperatura será muy poco significativo.

En el caso de una instalación térmica, los captadores solares se valdrán de superficies de color oscuro para absorber la mayor cantidad de radiación solar posible. Así, en días soleados, bastará con que los rayos solares incidan directamente sobre el sistema de captación para obtener el aporte energético que necesitamos para su uso en muy diversas aplicaciones.

Con el objetivo de evitar fugas de energía, los sistemas de captación solar imitan los procesos naturales que tienen lugar en la Tierra, donde la radiación solar atraviesa con facilidad la atmósfera hasta llegar a la superficie terrestre.

Cuando la tierra y el mar se calientan por este motivo, irradian la energía que han absorbido en longitudes de onda más largas. Parte de la radiación de onda larga vuelve a la atmósfera, que la absorbe y la irradia de nuevo a la superficie

terrestre en un efecto rebote. Esto es lo que se conoce como "efecto invernadero", un fenómeno que impide, entre otras cosas, que la temperatura de la Tierra pueda ser de 30 a 40 °C más baja de lo que es en la actualidad. Este mismo fenómeno, a otra escala más modesta, es el que se aplica en los invernaderos para el cultivo de plantas y, por supuesto, en los sistemas de captación de energía solar. El cristal, como la atmósfera de nuestro planeta, tiene la propiedad de ser atravesado fácilmente por las ondas cortas de los rayos solares, al mismo tiempo que se comporta como un "muro" impenetrable ante las radiaciones de onda larga. Cuando los rayos solares atraviesan una superficie acristalada se produce un aumento de temperatura en el interior del habitáculo. Entonces, el cristal actúa como una trampa de calor que impide que la energía calorífica pueda salir al exterior.

Cualquier sistema de captación solar se basará, pues, en combinar el "efecto de cuerpo negro" con el "efecto invernadero", con lo que, por un lado, se consigue aprovechar gran parte de la radiación que llega hasta una instalación solar y, por otro, impedir la fuga de calorías una vez ganadas.

### 6.3. Funcionamiento de una instalación solar térmica

El principio elemental en el que se fundamenta cualquier instalación solar térmica es el de aprovechar la energía del Sol mediante un conjunto de captadores, y transferirla a un sistema de almacenamiento, que abastece el consumo cuando sea necesario.

Este mecanismo tan sencillo al mismo tiempo que eficaz, resulta muy útil en múltiples aplicaciones, tanto en el ámbito doméstico como en el industrial. Baste señalar algunas de ellas, como el agua caliente para uso doméstico, el aporte de energía para instalaciones de calefacción, el calentamiento de agua para piscinas o el precalentamiento de fluidos en distintos procesos industriales, para darse cuenta del beneficio de esta energía para la Humanidad.

Así, la posibilidad de captar la energía del Sol desde el lugar que se necesita, junto con la capacidad de poder almacenarla durante el tiempo suficiente para

disponer de ella cuando haga falta, es lo que hace que esta tecnología sea tan ampliamente aceptada en muchas partes del mundo. No en vano, la única contribución del hombre para aprovechar esta fuente de energía es canalizar y retrasar el proceso natural que ocurre a cada instante en la superficie terrestre, por el que la radiación solar se convierte en energía térmica.

El procedimiento actual que se lleva a cabo en cualquier instalación solar consiste en absorber la energía térmica contenida en los rayos solares. Una vez que el fluido que circula en el interior del captador se calienta, hay que evitar su enfriamiento a través de un aislamiento térmico lo más eficaz posible. Por ejemplo, si el fluido de trabajo es el aire, se le puede hacer circular entre piedras que se calientan y son capaces de devolver este calor al aire frío. También se puede, y es el caso más habitual, mantener el calor de una masa de agua por medio de un tanque de almacenamiento bien aislado.

Ahora bien, cualquiera que sea el procedimiento utilizado, lo cierto es que se puede pensar en acumular cantidades importantes de energía durante largos períodos de tiempo (almacenamiento estacional). No obstante, los depósitos de almacenamiento terminan por perder la energía térmica conseguida a lo largo del tiempo, por lo que el funcionamiento de la instalación también estará condicionado por la cantidad de radiación solar que llega hasta el captador y por la demanda de energía de cada momento. Generalmente, se dimensiona para que la acumulación solar sea la demandada por los usuarios en un día. Para evitar posibles restricciones energéticas en aquellos períodos en los que no hay suficiente radiación y/o el consumo es superior a lo previsto, casi la totalidad de los sistemas de energía solar térmica cuentan con un aporte de energía extraordinario.

En estas ocasiones, entrará automáticamente en funcionamiento el sistema de calentamiento auxiliar que permite compensar el déficit existente. Este sistema de apoyo utilizará los medios energéticos convencionales, como el gas, la electricidad o el gasóleo.

En la actualidad, una instalación de energía solar térmica cubre del 50 al 80% del total de la demanda de agua caliente sanitaria de una vivienda, aunque, en

zonas de gran soleamiento a lo largo del año (por ejemplo, el sur de España), el porcentaje de aporte puede ser superior. El resto se suple con un sistema de apoyo energético.

La razón por la que las instalaciones solares térmicas no se diseñan para cubrir el 100% del consumo es porque, de hacerse así, sería necesario instalar costosos sistemas de acumulación de energía a largo plazo que harían económicamente inviable este tipo de equipos.

### 6.3.1. Sistemas de captación

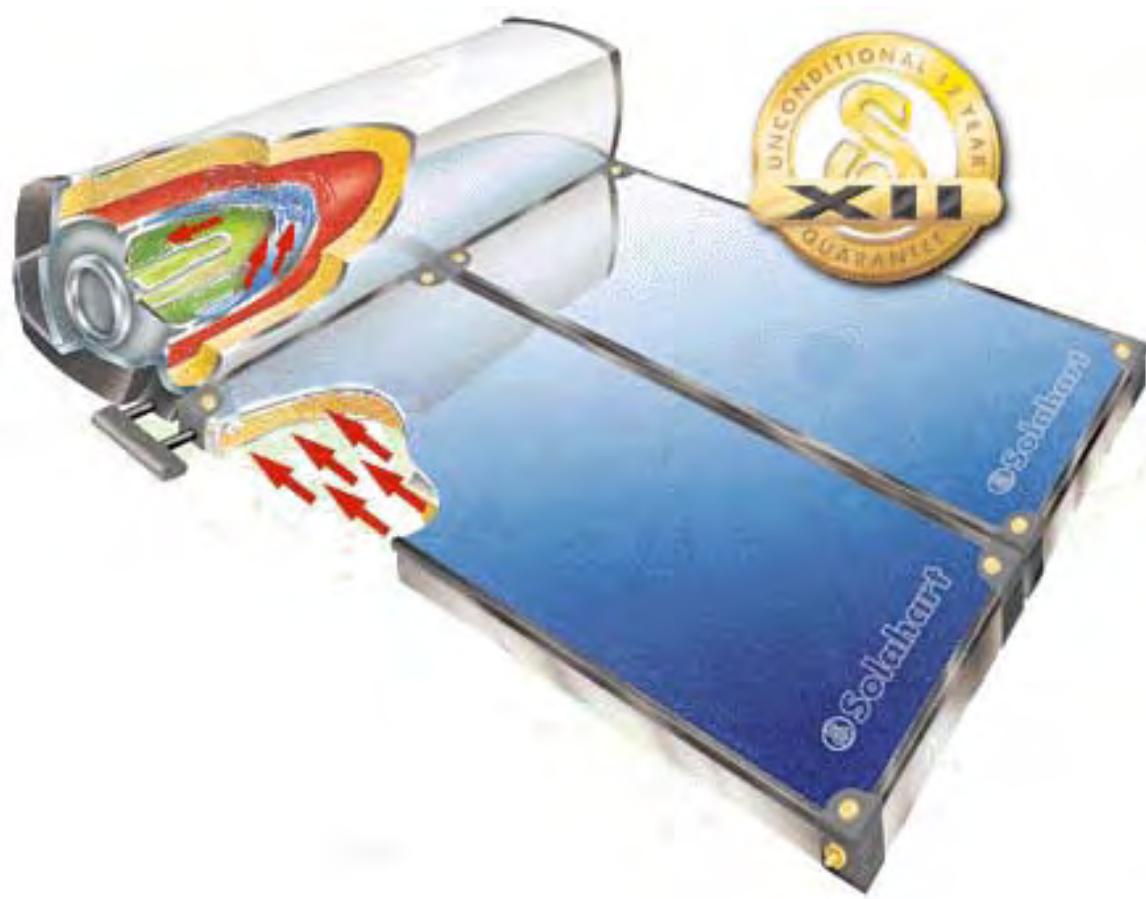
La energía solar presenta dos características que la diferencian de las fuentes energéticas convencionales:

- ✿ Dispersión: su densidad apenas alcanza  $1 \text{ kW/m}^2$ , muy por debajo de otras densidades energéticas, lo que hace necesarias grandes superficies de captación o sistemas de concentración de los rayos solares.
- ✿ Intermitencia: hace necesario el uso de sistemas de almacenamiento de la energía captada. Esto lleva a un replanteamiento en el aprovechamiento de la energía, totalmente distinto al clásico, lo que requiere un gran esfuerzo de desarrollo.

Así pues, el primer paso para el aprovechamiento de la energía solar es su captación, aspecto dentro del que se pueden distinguir dos tipos de sistemas:

- ✿ Pasivos: no necesitan ningún dispositivo para captar la energía solar, cuyo aprovechamiento se logra aplicando distintos elementos arquitectónicos.
- ✿ Activos: captan la radiación solar por medio de un elemento de determinadas características, llamado "colector". Según sea el colector, se puede llevar a cabo una conversión térmica (a baja, media o alta temperatura), aprovechando el calor contenido en la radiación solar, o bien

una conversión eléctrica, aprovechando la energía luminosa de la radiación solar para generar directamente energía eléctrica por medio del llamado "efecto fotovoltaico".



**Figura 1.** Colector solar térmico.

### 6.3.1.1. Sistema de captación de baja temperatura

El colector es una superficie que, expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo a un fluido. Existen tres técnicas diferentes entre sí en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora. De esta manera, se pueden clasificar como:

- **Baja temperatura:** captación directa. La temperatura del fluido está por debajo del punto de ebullición.



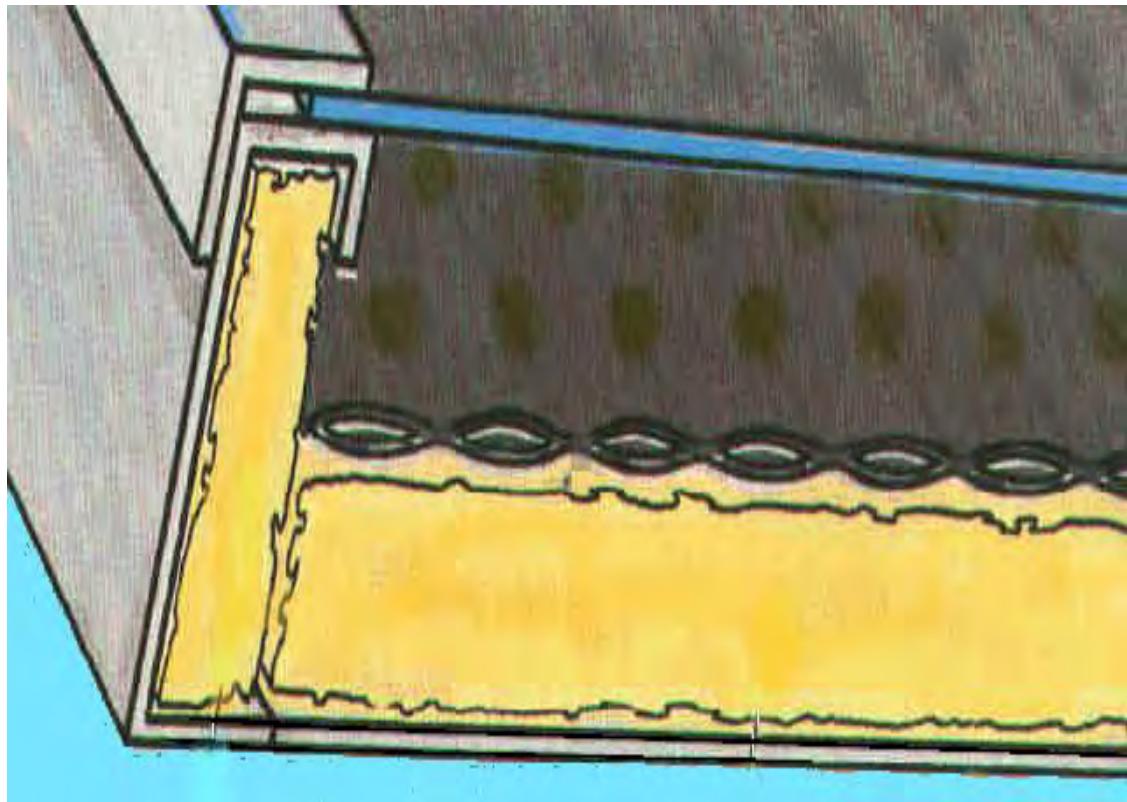
**Figura 2.** Colector solar térmico de baja temperatura.

Generalmente, el aprovechamiento térmico a baja temperatura se realiza a través de colectores planos, cuya característica común es que no tienen poder de concentración, es decir, la relación entre la superficie externa del colector y la superficie captadora, la interior, es prácticamente la unidad.

Constan de los siguientes elementos:

- Cubierta exterior. Generalmente formada por una lámina de cristal, lo más transparente posible, aunque, a veces, es sustituida por algún tipo de plástico (Tedlar, EVA). Se pueden encontrar con varias capas de cristales, evitando, así, pérdidas de calor, pero encareciendo el colector. Es la parte más propensa a la rotura, ya sea por agresiones externas o por efecto de la dilatación del propio cristal.
- Placa absorbente. Es, prácticamente, una placa plana pintada de negro, con objeto de aumentar su poder de absorción y disminuir la reflexión. Podemos encontrar los tubos para el fluido caloportador, que van soldados a la placa o, sencillamente, son parte de ella.

- Aislamiento. Es el recubrimiento en todos los lados del panel, excepto en la parte acristalada, que evita pérdidas térmicas. El material es cualquier tipo de aislante (fibra de vidrio, poliuretano) y el grosor depende de la aplicación, lugar y tipo de aislante.
- Caja exterior. Es la que alberga a todos los componentes (cubierta exterior, placa absorbente, aislamiento), generalmente de aluminio, por su poco peso y aguante a la corrosión.



**Figura 3.** Esquema de un colector solar de baja temperatura.

- **Colectores para piscinas.** Son colectores sin cubierta, sin aislante y sin caja, solamente están compuestos por la placa absorbente, que, por lo general, es de un material plástico. Aumenta la temperatura del agua entre 2° – 5 °C, y sólo funciona en épocas veraniegas, ya que tiene grandes pérdidas, por eso se usa para calentar el agua de las piscinas.



**Foto 2.** Colectores solares térmicos para piscina.

- ✿ **Colectores de vacío.** Están compuestos de una doble cubierta envolvente, herméticamente cerrada, en la cual se ha hecho el vacío. De esta forma, las pérdidas por convección se reducen considerablemente. El problema de estos colectores es el precio elevado y la pérdida de vacío con el tiempo.



**Foto 3.** Colector de vacío.

## 6.4. Usos en la industria

Las posibilidades que ofrece la energía solar térmica son extraordinariamente amplias, apareciendo cada día nuevas aplicaciones para su aprovechamiento. Como no podía ser de otra manera, la energía del Sol también reporta importantes beneficios en el ámbito de la industria, de modo especial en los procesos que requieren un considerable caudal de calor para secar, cocer, limpiar o tratar ciertos productos.

Son muchos los ejemplos en los que la industria se vale de calor solar para desempeñar sus actividades: tintado y lavado de tejidos en la industria textil, procesos de obtención de pastas químicas en la industria papelera, baños líquidos de pintura para la limpieza y desengrasado de automóviles, limpieza y desinfección de botellas e infinidad de envases, secado de productos agrícolas, tratamiento de alimentos, suelo radiante para granjas o invernaderos, y un largo etcétera.

Entre los sistemas basados en la energía del Sol que más se utilizan con fines industriales se debe hacer hincapié en los secaderos solares y el precalentamiento de fluidos:

- ✿ Secaderos solares. En procesos de secado de semillas, tabaco, etc., así como en procesos de secado de madera o pescado, los sistemas solares ofrecen una solución muy apropiada. Mediante grandes tubos que actúan como captadores solares de aire, es posible precalentar y elevar la temperatura en una planta industrial del orden de 10 a 15 °C, lo que es suficiente en la mayoría de los procesos de secado. En estos ámbitos, los captadores de aire presentan indudables ventajas, al no ser necesario estar pendiente de posibles fugas o problemas de congelación.
- ✿ Precalentamiento de fluidos. Es factible la utilización de la energía solar (mediante captadores de baja o media temperatura) para el precalentamiento de fluidos, obteniéndose importantes ahorros energéticos. Los elementos y diseños para esta aplicación pueden ser los mismos que los utilizados en agua caliente sanitaria. En consecuencia, se trata de sistemas

de aprovechamiento de la energía solar muy similares a los que se emplean en la vivienda.

#### 6.4.1. La energía solar térmica en centros de lavado

Este uso de la energía solar busca aprovechar la radiación solar en una aplicación industrial de las más comunes para cualquier persona, como es el centro de lavado de vehículos.

Cuando alguien acude a lavar su vehículo, en los 5 ó 10 minutos que pueda durar el proceso, además del gasto de agua que la actual reglamentación ha rebajado, obligando a la incorporación de sistemas de recuperación, hay que añadir el gasto energético de combustible que, en la gran mayoría de los centros, es gasóleo.

En el panorama energético en el que se encuentran este tipo de instalaciones, se hacían necesarias actuaciones para delimitar el gasto de recursos. Si, como se ha mencionado anteriormente, se ha desarrollado un sistema para recuperación del agua consumida, es igualmente lógico delimitar el gasto de combustible y, para esta actuación, la aplicación energética más recomendable es la energía solar térmica.

Al igual que en el resto de aplicaciones, la energía solar térmica en centros de lavado va a producir ahorros en torno al 60-80% del combustible anual. Estos índices de ahorro son muy interesantes tanto para el propietario del centro de lavado como para el resto de personas, sean clientes del mismo o no.

En el marco energético en el que se engloba España, las actuaciones en torno a las energías que utilizan fuentes renovables se hacen indispensables para retrasar el denominado calentamiento global. Sin embargo, sería ilógico introducir la energía solar térmica en esta aplicación sin que los números de la inversión fueran positivos para el propietario del centro.

La energía solar térmica no puede considerarse como una inversión económica, sino como un ahorro a medio plazo del gasto del combustible.

Este tipo de instalaciones de los centros de lavado son grandes consumidoras de combustible, a pesar de que no todo el lavado se realiza con agua caliente, sino que será el 20% en el caso de lavados automáticos y del 30% en el caso de manuales. Este combustible es un gasto, el mayor, que tiene adherido el centro una vez construido.

Cuando un centro de lavado se implementa con un sistema solar térmico, este gasto se ve reducido en un porcentaje muy significativo, lo que hará, en condiciones normales, que la inversión en la instalación solar se vea recuperada en un plazo inferior a los 10 años, únicamente con el ahorro de combustible en los términos actuales de precios.

Una vez hecha la introducción a esta aplicación, en el apartado siguiente se detallarán los pasos a seguir para diseñar y proyectar estas instalaciones.

## 6.5. Cálculo y diseño de las instalaciones

Para realizar el diseño de estas instalaciones, antes que nada, cabe hacer mención de unos puntos fundamentales asociados a todas las instalaciones de energía solar térmica:

- Lugar de ubicación de los colectores solares y del resto de equipos.
- Necesidades energéticas del centro de lavado.
- Datos geográficos del emplazamiento.

Como lugar de ubicación de los colectores en los centros de lavado, suele establecerse, lógicamente, la propia cubierta del centro.

Los colectores se tratarán de situar en la cubierta del centro de lavado debido a:

- Se reducen las distancias entre el sistema de captación solar con el punto de consumo, con lo que se minimizarán las pérdidas relativas a distribución del agua caliente.
- El peso por metro cuadrado de un colector solar lleno no superará en los casos normalizados, es decir, usando colectores que se encuentran en el mercado, los 22 kilogramos por metro cuadrado. Este valor hace que el peso sea totalmente adecuado para que la estructura del centro pueda soportar los colectores sin problemas añadidos de cargas.
- La colocación en esta cubierta es sencilla, utilizándose, normalmente, perfilería de acero galvanizado o aluminio, resistentes a la intemperie, con bajo peso y condiciones estructurales recomendables para este fin.



**Foto 4.** Centro de lavado.

En el caso del resto de equipos, todos se procurarán ubicar dentro de la caseta que suele formar parte del centro y donde se ubicará la caldera de gasoil que se utilizará como sistema auxiliar de energía.

Respecto a los depósitos acumuladores de agua, cabe destacar que en ocasiones, debido a su gran volumen, no pueden ser situados dentro de la caseta del centro. En estos casos, habrá que seleccionar un emplazamiento para los

mismos, lo más cercano posible de los puntos de consumo, para evitar las pérdidas que anteriormente se han mencionado.



**Foto 5.** Depósito acumulador.

Los depósitos acumulan agua que se calentará intercambiando calor con el fluido del circuito primario. El sistema de intercambio puede ser interno o externo, es decir, utilizando un intercambiador tubular intrínseco al depósito o un intercambiador externo. En ambos sistemas es fundamental que los fluidos intercambien ese calor, pero sin contacto, debido a que el glicol del circuito primario no puede pasar al agua caliente que luego se distribuirá.

Por otro lado, se debe hacer especial mención a las condiciones de la cubierta, exactamente igual que para cualquier instalación de energía solar, es decir, se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- ✿ Evitar zonas con sombras o sin acceso directo al sur solar.
- ✿ Procurar inclinaciones favorables de los colectores solares a fin de aumentar la eficiencia de captación.



**Foto 6.** Instalación de paneles solares térmicos en un centro de lavado.

En este punto, es necesario plantearse las necesidades energéticas con las que se definirá la instalación.

En primer lugar, se debe definir el número de lavados manuales y automáticos a los que se desea incorporar la instalación. Esta diferenciación tiene su lógica en la diferencia de uso del agua caliente en los lavados.

Los lavados manuales utilizan un 30% del proceso con agua caliente, sin embargo, los lavados automáticos suelen usar agua caliente en un 20% del proceso.

Otro punto determinante para el diseño es el caudal de agua necesario por cada tipo de lavado. Los lavados manuales utilizan un caudal en torno a los 450 litros a la hora, en contrapartida con los lavados automáticos que utilizan un caudal de 600 litros a la hora.

En la Tabla 6.1 se ha realizado el estudio para tres ejemplos comunes de centros de lavado, como son:

- 8 lavados manuales y uno automático.

- 6 lavados manuales y uno automático.
- 4 lavados manuales y uno automático.

**TABLA 1.** Caso práctico. Necesidades de agua y energía.

	Necesidades totales de agua (l/día)	Necesidades de agua caliente (l/día)	Necesidades energéticas (kcal/día)	Coste de combustible convencional (€/año)
<b>8 lavados manuales y 1 automático</b>	9.000	1.980	81.576	2.644,85
<b>6 lavados manuales y 1 automático</b>	7.200	1.620	66.744	2.190,50
<b>4 lavados manuales y 1 automático</b>	5.400	1.360	56.032	1.384,50

Una vez llegados a este punto del proceso de diseño, podemos concluir unas necesidades de consumo de agua caliente y, por lo tanto, unas necesidades térmicas para la instalación.

En este tipo de instalaciones, aunque no es sencillo estimar el uso que tendrá cada lavado, se puede realizar en función de la experiencia del promotor o, en caso contrario, prever el uso que se puede dar en la zona. Es decir, no se estimará el mismo consumo en un centro de lavado de un polígono industrial que en un centro de lavado sito en un área de servicio de una autovía, que tiene consumos más puntuales, dependiendo de las épocas de más tránsito de circulación en la vía.

El porcentaje a suplir de combustible convencional debe situarse entre un 60% y un 80% del consumo total.

**TABLA 2.** Caso práctico. Aplicación de paneles solares térmicos.

	Aporte sustituido por la instalación solar	m <sup>2</sup> de captación	Número de colectores	Necesidades energéticas sustituidas (kcal/día)
<b>8 lavados manuales y 1 automático</b>	75,00%	24	12	69.339,60
<b>6 lavados manuales y 1 automático</b>	75,07%	20	12	56.779,12
<b>4 lavados manuales y 1 automático</b>	73,48%	16	10	46.775,51

Una vez realizado el diseño correspondiente a los sistemas de captación y mantenimiento, se deberán diseñar el resto de equipos en función de las necesidades de la instalación.

Como resto de equipos se señalan:

- Sistema de regulación y control.
- Sistema de expansión.
- Sistema de bombeo.
- Valvulería y circuitos.

### 6.5.1. Sistema de regulación

Las instalaciones solares cuentan con un equipo para regulación de la propia instalación.

Este equipo, que consta de un automatismo de control y una serie de sondas de temperatura y relés eléctricos, tiene como misión fundamental acoplar el funcionamiento de la bomba para regular las condiciones térmicas de circuito.

Este mecanismo de control es el que automatizará, prácticamente, la instalación. Las principales funciones son:

- Activar/desconectar el sistema de bombeo del circuito primario que será el circuito de colectores solares.
- Protección contra temperaturas elevadas del circuito.
- Circulación nocturna para refrigeración de colectores.
- Comprobación de las temperaturas de colectores, depósito acumulador y distribución mediante las sondas térmicas insertadas en el circuito.



**Foto 7.** Automatismo de control.

### 6.5.2. Sistema de expansión

El sistema de expansión tiene, como elemento fundamental, el vaso de expansión. Sin entrar a fondo en su funcionamiento, su misión será la de disipar y eliminar las sobrepresiones que se produzcan en el circuito primario de colectores solares a fin de evitar presiones peligrosas para el mismo.



**Foto 8.** Vaso de expansión.

### 6.5.3. Sistema de bombeo

Como su nombre indica, este sistema constará, como equipo más significativo, de una bomba circuladora de agua caliente.

Esta bomba circuladora moverá el fluido del circuito primario produciendo, así, el intercambio de temperatura entre los colectores solares y el agua almacenada en el depósito.



**Foto 9.** Bomba circuladora.

#### 6.5.4. Valvulería y circuitos

En una instalación solar térmica y, evidentemente, también en las que atañen en la presente Guía, existen dos circuitos, el circuito primario y el circuito secundario.

El circuito primario es el circuito que va desde los paneles hasta el intercambiador de calor del depósito donde se acumulará el agua que se desea calentar. Es un circuito cerrado, formado, preferiblemente, por tubería de cobre y los elementos típicos de un circuito de agua caliente, tales como válvulas antirretorno, llaves de corte, termómetro, manómetro, purgadores automáticos, válvulas de seguridad, etc.

El fluido que circula por este circuito primario no está compuesto únicamente por agua, sino que se le añade un fluido térmico, normalmente un glicol, a fin de proporcionar al fluido unas condiciones térmicas más adecuadas para este uso que las que tiene propiamente el agua, actuando de refrigerante en verano y anticongelante en las épocas invernales.

En el caso del circuito secundario, se debe cambiar el concepto, debido a que este circuito será ya el de distribución del agua calentada por el primario y almacenada dentro del depósito acumulador. El material del que puede fabricarse esta circuito es muy variopinto, siendo el cobre y los nuevos materiales plásticos los más comunes.

Como comentario cabe señalar que, en instalaciones como las que aparecen en esta Guía, es recomendable el uso de un sistema de llenado automático del circuito primario.

Este sistema consta de los siguientes elementos:

- ✿ Bomba de absorción.
- ✿ Depósito de fibra.
- ✿ Válvula antirretorno.
- ✿ Presostato.
- ✿ Interruptor magnético de nivel.



**Foto 10.** Valvulería y circuitos.

A continuación, se va a describir el funcionamiento del sistema. En caso de subidas o bajadas de presión del circuito primario, el sistema se activará de diferente modo:

- En caso de presiones excesivas en el sistema, existen diferentes medidas de seguridad, tales como los purgadores automáticos en el punto más alto de cada batería de colectores solares, el sistema de expansión y el sistema de llenado automático. Cuando purgadores y expansión no pueden disipar estas sobrepresiones, antes de crear problemas dentro del circuito, éste se dirigirá al depósito de fibra del sistema de llenado. Este proceso sirve para eliminar estas presiones excesivas y se trata de otro medio de seguridad para la instalación, aumentando el tiempo de vida de la misma.
- En caso de presiones inferiores a las recomendadas para el funcionamiento óptimo de la instalación, a través del sistema de llenado, se podrá incluir más fluido en el circuito primario. El depósito de fibra siempre deberá estar parcialmente lleno de fluido para el circuito primario.

Este sistema es muy recomendable debido a las condiciones de mantenimiento de las instalaciones solares para uso industrial.

Una vez definidos los componentes de la instalación solar térmica, a continuación se describen los aspectos más importantes de su mantenimiento, a fin de garantizar el correcto funcionamiento de la instalación.

## 6.6. Mantenimiento

Una instalación solar bien diseñada y correctamente instalada no tiene por qué ocasionar problemas al usuario. De hecho, el grado de satisfacción entre los usuarios actuales es muy elevado, tal y como ha quedado reflejado en múltiples ocasiones. El hecho de introducir este capítulo obedece más bien a que en una instalación solar es conveniente realizar unas ciertas labores de mantenimiento, de un alcance parecido a las correspondientes a cualquier otro tipo de sistemas de calefacción o de agua caliente sanitaria. Este factor conviene tenerlo presente a la hora de valorar la posibilidad de adquirir una instalación solar.

Como ocurre con cualquier otra tecnología, la situación y conservación del equipo dependerá del uso que se haga de él. Con un breve seguimiento rutinario

será suficiente para poder garantizar el correcto funcionamiento del sistema durante toda su vida útil.

Las revisiones a cargo del propietario consistirán en observar los parámetros funcionales principales, para verificar que no se ha producido ninguna anomalía con el paso del tiempo. Por su parte, la empresa instaladora tendrá la responsabilidad de intervenir cuando se produzca alguna situación anormal y efectuar un mantenimiento preventivo mínimo periódicamente.

Este mantenimiento implicará la revisión anual de aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup>, o una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup> (frecuencia especificada por el Código Técnico de la Edificación).

En las revisiones que lleve a cabo la empresa instaladora no se contempla la inspección del sistema de energía auxiliar propiamente dicho. Dado que no forma parte del sistema de energía solar, sólo será necesario realizar las actuaciones previstas para asegurar el buen funcionamiento entre ambos sistemas, así como comprobar el correcto estado de sus conexiones, derivando a la empresa responsable del sistema adicional la inspección del mismo. En cualquier caso, el plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica.

Cabe señalar la importancia de las operaciones de mantenimiento para obtener unos valores de funcionamiento óptimos, proporcionando al propietario la seguridad y garantía de conseguir el resultado esperado con la instalación.

## 6.7. Beneficios de la instalación

La energía es el motor que hace funcionar el mundo. Sin energía no podríamos iluminar nuestras casas ni tener calefacción, no podríamos ver la televisión ni desplazarnos en coches o autobuses cada día. Su uso forma parte de nuestro estilo de vida y es inherente al desarrollo de nuestra sociedad. Sin embargo, debemos ser conscientes de que las principales formas de energía que disfrutamos

hoy en día se agotarán tarde o temprano. Las tres fuentes de energía más importantes de nuestro tiempo (el petróleo, el carbón y el gas natural) son fruto de la acumulación de restos orgánicos en la naturaleza desde hace millones de años.

El uso masivo que hoy hacemos de ellas ha provocado una drástica disminución de sus reservas en tan sólo un siglo. En consecuencia, de mantenerse el modelo de consumo actual, los combustibles tradicionales dejarán de estar disponibles a medio plazo, bien por el agotamiento de las reservas o bien porque su extracción habrá dejado de ser rentable.

Por eso, resulta tan importante desarrollar nuevas tecnologías basadas en el aprovechamiento de los recursos renovables que, como su propio nombre indica, son inagotables, además de respetuosas con el medio ambiente. La energía solar es uno de esos recursos renovables que nos regala la naturaleza a cada instante. Y lo que es igual de importante, una fuente de energía que no daña el entorno en que vivimos. Las principales ventajas medioambientales de la energía solar térmica de baja temperatura, aquella que utilizamos en el ámbito cotidiano, son:

- ❶ Se trata de una energía que proviene directamente del Sol.
- ❷ No emite gases contaminantes perjudiciales para la salud.
- ❸ No emite gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático.
- ❹ No produce ningún tipo de desperdicio o residuo peligroso de difícil eliminación.
- ❺ No produce efectos significativos sobre la flora y la fauna.
- ❻ Su impacto sobre el medio ambiente es mínimo y, de producirse alguno, ocurre exclusivamente durante la fase de fabricación de los equipos.
- ❼ Este tipo de instalaciones no dejan huella ecológica cuando finaliza el periodo de explotación.
- ❽ Es una energía que no corre peligro de agotarse a medio plazo, puesto que su fuente productora es el Sol.
- ❾ No requiere costosos trabajos de extracción, transporte o almacenamiento.

Un elemento específico de la energía solar térmica que la diferencia de otras fuentes de energía, tanto convencionales como renovables, es que se genera

directamente en los puntos de consumo, por lo que no requiere transporte ni creación de infraestructuras. Además, su aplicación suele tener lugar en el entorno urbano, en el cual las emisiones contaminantes de los combustibles tradicionales tienen mayor incidencia sobre la salud humana, consiguiéndose así disminuir sensiblemente las emisiones gaseosas originadas por los sistemas convencionales de generación de agua caliente. La energía solar también contribuye eficazmente a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, responsables del calentamiento global del planeta.

Por el contrario, en el lado de los desventajas de la energía solar térmica, cabe destacar el impacto visual sobre el paisaje, por lo que es conveniente tener especial cuidado en su integración en el entorno, así como en su adaptación a los edificios.

Existen numerosos ejemplos de las numerosas posibilidades de integración de los equipos, sobre todo si la instalación se considera desde la concepción del proyecto en el que va a ir ubicada. Existe al respecto una amplia variedad de productos que permiten adaptarse mejor al entorno, y captadores que pueden instalarse en horizontal o vertical, según sea más conveniente en cada proyecto constructivo. Adicionalmente, la aplicación de energía solar térmica en determinados sectores, como el hotelero e industrial, es un aspecto de interés fuera del campo estrictamente energético, ya que proporciona una imagen de respeto con el medio ambiente, cuidado al entorno y calidad de vida, que les da un valor añadido frente a sus clientes.

En el caso de las instalaciones en centros de lavado, además de todos los beneficios propios de la instalación solar térmica como medida de fuente de energía renovable, hay que añadir los beneficios para el promotor, tales como:

- ✿ Ahorro en torno al 60%-80% del gasto de combustible anual.
- ✿ Mejora de la imagen de marca en el centro.
- ✿ Mejora de los resultados del lavado de cada centro, con la reducción del gasto de agua utilizada para cada lavado.
- ✿ Instalación fiable y duradera, con un tiempo de vida estimado de 25 años.
- ✿ Inversión altamente rentable, con periodos de amortización entre 5 y 7 años.

## 7.1. Introducción

En la Comunidad de Madrid, las estaciones de servicio conforman un sector empresarial con un importante peso económico. En la actualidad, en nuestra Región existen 590 instalaciones que se encuentran estratégicamente diseminadas por la Comunidad, y se prevé la construcción de otras 20 nuevas estaciones de servicio en el año 2008.

Pero, sin olvidar estos datos, sin lugar a dudas, lo que caracteriza a las estaciones de servicio, y lo que hace de ellas unas instalaciones tan complejas, es la gran cantidad de servicios que ofrecen al consumidor.

Sólo hace falta fijarse un poco en las modernas estaciones de servicio que se están construyendo en nuestra Región, para darse cuenta que el repostaje de combustible a los vehículos, siendo el origen de todas ellas, no es más que uno de los servicios que ofrecen, motivo por el cual, las antiguas unidades de suministro a pie de calzada que existían especialmente en el municipio de Madrid, están tendiendo a desaparecer, dejando paso a las espaciosas parcelas con múltiples infraestructuras.

Así, a continuación se enumeran algunos de los servicios más comunes que ofrecen las modernas estaciones de servicio:

- ✿ Suministro de combustible, que es lo que da origen a las mismas. Hoy en día, se suministra una amplia gama de productos de gran calidad, biocombustibles o combustibles alternativos, y aditivos.
- ✿ Medida de presión de aire de los neumáticos.
- ✿ Talleres de mecánica en las instalaciones colindantes.
- ✿ Lavado de vehículos (manual o túnel de lavado).

- Venta de GLP, las conocidas bombonas de butano.
- Tienda en la se pueden adquirir desde aceites y lubricantes para los vehículos, como los siempre apetecibles aperitivos o botellas de agua, la prensa del día, juguetes, etc., es decir, prácticamente de todo.
- Servicio de restaurante y cafetería.

Todo esto hace que las modernas estaciones de servicio estén afectadas por un amplio abanico de disposiciones normativas de seguridad y, consecuentemente, los titulares de las mismas deben observar el estricto cumplimiento de gran cantidad de medidas de seguridad en sus instalaciones.

Pero, ante todo, no debe olvidarse que la principal actividad de las estaciones de servicio es el suministro de carburantes y combustibles a los consumidores o usuarios finales y, en relación con esta actividad, se pueden presentar dos problemas principales si este tipo de instalaciones y equipos no se encuentran en un adecuado estado de mantenimiento y seguridad:

- Riesgo de vertidos, con la consecuente contaminación de los suelos, pudiendo llegar, en casos extremos, a alcanzar la red de suministro de agua potable.
- Riesgo de incendio o explosión por concentración de gases generales de atmósferas explosivas.

En los siguientes apartados, se señalarán algunas de las medidas de seguridad más significativas a adoptar en las estaciones de servicio, que se caracterizan por tener sus instalaciones de tanques y tuberías enterradas:

## 7.2. Instalación mecánica

Se entiende por instalación mecánica, según la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP04 del Reglamento de Instalaciones Petrolíferas, a la instalación constituida por los tanques que almacenan los distintos combustibles, sus tuberías de transporte, las conexiones, etc., así como las tuberías de ventilación,

recuperación de vapores en fase I y II, y los propios aparatos surtidores/dispensadores.

En relación con los tanques, tuberías y conexiones, hay que señalar que las medidas más importantes de seguridad a tener en cuenta están íntimamente relacionadas con el cuidado de que no se produzcan fugas de combustibles. Por este motivo, es vital adoptar las siguientes prescripciones generales en cada punto de la instalación:

- Asegurar la compatibilidad físico-química de los materiales de construcción de los tanques, las tuberías y las conexiones con el propio combustible que se va a almacenar o transportar, para evitar corrosión interior de la instalación mecánica. Este aspecto es especialmente importante en el caso de los nuevos biocombustibles, como el bioetanol, que deteriora con gran rapidez materiales como el teflón, o tiene un mal comportamiento en contacto con el aluminio.
- Tanto en los tanques como en las tuberías es obligatorio cuidar que en su enterramiento no existan materiales o elementos agresivos, llegando, en el caso de los tanques, si es necesario, a instalar protecciones mecánicas contra impactos exteriores.
- Antes de la puesta en funcionamiento, se realizarán una serie de pruebas de presión, en función de las características intrínsecas de la instalación mecánica, para garantizar su total estanqueidad.

Y, en particular, es necesario que en los elementos de la instalación mecánica que se relacionan a continuación se cumplan las condiciones especificadas.

### 7.2.1. Tanques de almacenamiento

Instalar todos los tanques con sistemas de detección de fugas, tales como:

- Tanques de doble pared con detección de fugas.
- Tanques contenidos en cubeto con tubo buzo.



Foto 1. Tanques de almacenamiento.

### 7.2.2. Tuberías

Las tuberías tendrán el mínimo de uniones posibles, que podrán ser realizadas mediante sistemas desmontables o fijos, siempre que las uniones desmontables sean accesibles permanentemente, como es el caso de las arquetas de acceso a los tanques, comúnmente denominadas bocas de hombre.

Debe evitarse la corrosión exterior de las tuberías de la instalación mecánica en el caso de tuberías aéreas, pero especialmente si son enterradas, debido a la agresividad y humedad del terreno, etc., adoptando protección activa o pasiva, según las características de la propia instalación y de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8 de la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP04.



**Foto 2.** Tuberías.

### 7.2.3. Conexiones

Dentro de los distintos tipos de conexiones que tiene la instalación mecánica de una estación de servicio, deben tener una especial mención las conexiones que se utilizan en la carga de los tanques, que cumplirán los siguientes requisitos:

- Ser acoplamientos de tipo rápido para asegurar la transferencia de líquidos de forma segura y estanca (no permitiendo su desacoplamiento fortuito).
- Los materiales de las conexiones no producirán chispas al choque con otros materiales y asegurarán su continuidad eléctrica.

### 7.2.4. Cubeto

Es práctica habitual en las estaciones de la Comunidad de Madrid, y obligatorio en el municipio de Madrid, la instalación de tanques de doble pared

con detección de fugas en el interior de cubeto con tubo buzo. Con esta disposición, se están duplicando las medidas de seguridad de las instalaciones.

Pero, además, indicar que, para lograr su objetivo de contención de posibles fugas de hidrocarburos y evitar la contaminación del suelo, el cubeto debe ser impermeable, tener una capacidad mínima, así como una inclinación del 2% hacia una arqueta de recogida y evacuación de posibles vertidos.

## 7.2.5. Aparatos surtidores

Los aparatos surtidores forman parte de la instalación mecánica propiamente dicha, dado que son los equipos que permiten el abastecimiento de carburantes líquidos al depósito de los vehículos.

Estos equipos deberán ser automáticos, de chorro continuo y deben estar provistos de:

- Un sistema de bombeo propio o externo. En este último caso, se denominarán a los equipos de suministro dispensadores.
- Un medidor de volumen.
- Un computador electrónico o mecánico.

Los aparatos surtidores deben cumplir la normativa vigente sobre metrología (apartado 7.8.5)

### 7.2.5.1. Instalación

Las medidas de seguridad a adoptar para la instalación de aparatos surtidores son:

- Deben instalarse al aire libre, aunque pueden estar cubiertos por un voladizo o una marquesina.

- Podrán ser del tipo suspendido o apoyado, pero en este último caso estarán situados en una isleta de al menos 10 cm de altura sobre el pavimento de la instalación.
- Si los aparatos surtidores están en funcionamiento en modo autoservicio, deben disponer de las instrucciones de suministro en lugar visible y suficientemente iluminado.



**Foto 3.** Surtidor.

### 7.2.5.2. Equipamiento eléctrico

El equipamiento eléctrico de los aparatos surtidores y las medidas de seguridad que estos equipos deben adoptar con respecto a la instalación eléctrica, se encuentran indicados en el apartado 7.3.1.

### 7.2.5.3. Dispositivos de seguridad

Los aparatos surtidores deben, como mínimo, disponer de los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo de parada de la bomba, si un minuto después de levantado el boquerel no hay demanda de caudal.
- Sistema de puesta a cero del computador.
- Dispositivo de disparo en el boquerel, cuando el nivel es alto en el tanque del vehículo.
- Dispositivo de corte de suministro en los aparatos con computador electrónico, en caso de fallo del computador, transmisor de impulsos o indicadores de precio y volumen.
- Puesta a tierra de todos sus componentes.
- Resistencia entre los extremos de la manguera inferior a  $1 \text{ M}\Omega$ .
- Dispositivo antirrotura del boquerel.

## 7.3. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de una estación de servicio es un punto muy sensible, ya que, dependiendo de dónde se encuentre, se pueden diferenciar dos tipos de zonas:

- Las zonas no clasificadas.
- Las zonas clasificadas con peligro de explosión.

Desde el punto de vista eléctrico, y debido a las sustancias presentes, las estaciones de servicio en su totalidad se consideran emplazamiento de Clase 1, por ser lugares en los que puede haber o hay gases, vapores o nieblas en cantidades suficientes para producir atmósferas explosivas o inflamables. De ahí que se extremen las medidas de seguridad.

Pero es esencial recordar que estas instalaciones, al estar situadas al aire libre, tienen un índice de ventilación (renovaciones/hora) elevado, de tal forma que reducen su grado de peligrosidad, llegando a tener espacios dentro de la propia estación de servicio con la consideración de emplazamientos no peligrosos.

Las típicas fuentes de escape de gases son:

- Los aparatos surtidores.
- Los tanques de almacenamiento.
- Los venteos de descarga de los tanques de almacenamiento.

A continuación, se analizan cada una de estas fuentes de escape de gases y las medidas de seguridad a adoptar para evitar posibles fugas.

### 7.3.1. Aparatos surtidores

Es obligatorio que los aparatos surtidores dispongan de un marcado CE, de acuerdo con la legislación vigente, que garantice que su utilización no implicará ningún riesgo eléctrico, mecánico, de compatibilidad electromagnética y atmósferas explosivas. De tal modo que, la envolvente de cada aparato surtidor, asegura que en el exterior del mismo, en su funcionamiento normal, no existe atmósfera explosiva y, si aparece, es de forma poco frecuente y por un corto periodo de duración, dado que el grado de ventilación es óptimo.

Además, en los modernos aparatos surtidores, está extendido el uso de las conocidas barreras de vapor que impiden el paso de gases, vapores o líquidos inflamables de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso.

### 7.3.2. Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento, junto con el interior de las arquetas o bocas de carga, constituyen otro de los puntos críticos dentro de las fuentes de escape debido, fundamentalmente, a que se encuentran bajo el nivel del suelo y por tener puntos de escape, bien por la descarga de las cisternas, bien por la operación

normal de medición del nivel de combustible de los tanques o el simple mantenimiento de la instalación.

Es por ello que se adopta como medida de seguridad el procurar no instalar ningún equipo eléctrico. En la Comunidad de Madrid se permite la instalación de bombas sumergidas, también conocidas como bombas de impulsión. Estas bombas transportan el combustible desde el tanque al aparato surtidor y se colocarán en una arqueta (boca de hombre), aislando la citada bomba del resto de tubuladuras y equipos, para poder considerar que dicha arqueta se clasifique como zona 1.

### 7.3.3. Venteos de descarga de los tanques de almacenamiento

Los venteos de descarga de los tanques de almacenamiento, denominados habitualmente venteos, son las tuberías que facilitan la ventilación de los tanques de combustible. Los vapores se expulsan a través de estas tuberías al aire libre, garantizando que:

- Los vapores expulsados no deben penetrar en los locales o viviendas vecinos, ni entrar en contacto con una fuente que pueda provocar su inflamación.
- La salida de los venteos en su extremo superior estará protegida contra la entrada de cuerpos extraños y de la propia lluvia.
- Las tuberías de venteos tendrán una altura mínima en función del tipo de producto petrolífero almacenado en los tanques que, en la actuales estaciones de servicio, es de 3,5 metros sobre el suelo.
- Se instalarán tuberías de venteo distintas para cada uno de los diferentes productos suministrados en la instalación petrolífera.

Otras características propias de la instalación eléctrica de la estación de servicio dignas de mención, hacen referencia a la disposición de los cuadros de distribución y a las características propias de la red de alumbrado.

### 7.3.4. Cuadro de distribución

El cuadro de distribución se instalará en el edificio de la estación de servicio en un emplazamiento que no sea peligroso, siempre que esto sea posible.

### 7.3.5. Red de iluminación

Las redes de alumbrado de las estaciones de servicio deben cumplir las siguientes condiciones mínimas de seguridad:

- La iluminación general de la instalación se llevará a cabo con la máxima intensidad y amplitud posible.
- La iluminación tendrá una disposición que garantice la seguridad del personal que trabaje de noche, en especial en los puntos de actuación de citado personal y en las operaciones que deban ser realizadas.
- Se evitará que se instalen aparatos de alumbrado en emplazamientos peligrosos y, en caso de instalación, deberán tener un grado de protección suficiente de acuerdo al tipo de zona en cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria MI-BT-029.
- La instalación de alumbrado se realizará con circuitos separados para cada servicio (alumbrado de marquesina, alumbrado de edificio, etc.).

Al margen de todas estas consideraciones específicas a tener en cuenta en las estaciones de servicio, se ha de señalar que la instalación eléctrica debe cumplir, como cualquier instalación, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) y, en especial, su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-029, relativa a las prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.

Además, la Comunidad de Madrid, dada la singularidad de las estaciones de servicio, reguló, a través de la Resolución de 2 de julio de 1999, las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas de las estaciones de servicio y unidades de suministro, en aras de garantizar una mayor seguridad de las mismas.

Algunos de los requisitos más destacados regulados por la citada Resolución son:

- ✿ Disponer de un dispositivo de parada de emergencia situado en zona no peligrosa y fácilmente accesible. Dicho dispositivo es conocido comúnmente con el nombre de "seta de emergencia", y suele estar en el punto de pago de la estación de servicio, con la finalidad de que siempre sea accesible a los empleados de la misma en caso de riesgo de incendio o accidente.
- ✿ En relación al cuadro eléctrico:
  - Estará constituido por materiales resistentes al fuego.
  - Dispondrá de un interruptor general de corte omnipolar.
  - Los circuitos estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos de intensidad adecuada al circuito que protegen.
  - Todos los circuitos de las zonas clasificadas estarán protegidos con interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) e intensidad adecuada al circuito que protegen.
  - Se identificarán todos los interruptores y mandos del cuadro.
  - No existirán puntos de tensión accesibles.



**Foto 4.** Cuadro eléctrico.

✿ Red de tierra. En primer lugar, señalar que la obligación de que en las estaciones de servicio se tenga un sistema completo de puesta a tierra de toda la instalación tiene como finalidad asegurar la adecuada protección para:

- Seguridad personal contra descargas de los equipos eléctricos.
- Protección de los equipos eléctricos contra averías.
- Protección contra inflamación de mezclas combustibles por electricidad estática.

Por tanto, en las estaciones de servicio existirá una línea de red de tierra con su correspondiente puente de comprobación.

✿ Puesta a tierra de motores y carcassas de los aparatos surtidores bajo las siguientes condiciones:

- Los motores y carcassas de los aparatos surtidores deberán estar conectados a tierra mediante un conductor de  $10\text{ mm}^2$ , como mínimo.
- La conexión del conductor de tierra será observable a simple vista para poder comprobar su estado y sección.

✿ Las canalizaciones y arquetas deberán cumplir las siguientes premisas:

- Todas las canalizaciones deberán estar selladas con material que evite el paso de gases o líquidos.
- La profundidad mínima de las canalizaciones eléctricas en la plataforma será de 60 centímetros.
- Las arquetas del cableado eléctrico deberán estar llenas de arena, cubriendo los cables eléctricos en su totalidad, aunque si existe un puente de comprobación en el interior de la arqueta no deberá quedar cubierto.
- Las arquetas de los aparatos surtidores deberán estar llenas de arena, pero sin cubrir las válvulas de impacto.

- Instalaciones eléctricas en sótanos o recintos bajo rasante. La instalación eléctrica deberá ser antideflagrante o de seguridad aumentada. Indicar, además, que en los últimos años en la Comunidad de Madrid, como medida de seguridad, se ha optado por no permitir la construcción de estaciones de servicio que dispongan de sótanos, dado que son espacios en los que pueden concentrarse vapores de las gasolinas por filtración a través del terreno, pudiendo producirse las temidas explosiones al originarse una chispa o contacto eléctrico.
- Existencia de toma de tierra para camiones cisterna, con las siguientes condiciones:
  - Se debe instalar una toma de tierra para conectar a los camiones cisterna, previamente a realizarse la descarga de combustibles en la estación de servicio.
  - La toma de tierra deberá estar provista de un interruptor adecuado a la zona donde esté ubicada, de tal forma que permita el cierre del circuito una vez esté conectada la pinza al camión.
  - Si los tubos de ventilación o venteos tienen su boca a menos de dos metros de la marquesina, se deberá acoplar un automatismo que asegure el no encendido del alumbrado en todo el perímetro de la citada marquesina mientras se realiza la descarga del camión cisterna, y que se mantenga en esta situación, como mínimo, treinta minutos después de haber realizado la descarga.

Lógicamente, es de vital importancia mantener un adecuado estado de mantenimiento del aislante de la toma de tierra de los camiones cisterna para evitar cualquier tipo de accidente mientras se descarga combustible en la estación de servicio.

## 7.4. Protección contra incendios

Otro elemento clave en las estaciones de servicio es la protección contra incendios, protección de la que debe disponer cada una de ellas y que dependerá

del tipo de combustible, la forma de almacenamiento, su situación y distancia respecto a otros almacenamientos y de las operaciones de manipulación a realizar. Todos estos factores influyen de manera decisiva en la selección del sistema y del agente extintor más conveniente a utilizar en cada caso.

En los siguientes apartados se muestran las protecciones más comunes utilizadas en las estaciones de servicio.

#### 7.4.1. Protección con extintores

Los extintores deben colocarse en puntos muy concretos de la instalación. En general, se situarán en todas las zonas de almacenamiento donde existan conexiones de mangueras, bombas y válvulas de uso frecuente, debiendo tener eficacia mínima de 144B para los productos de clase B, entre los que se encuentran las gasolinas, y de 89B para los productos de clase C, a la que pertenecen los gasóleos, estando dispuestos de tal forma que la distancia a recorrer horizontalmente desde cualquier punto del área protegida hasta alcanzar el extintor adecuado más próximo, no exceda de 15 metros. Además los aparatos extintores se ubicarán en:

- Las zonas de descarga del camión cisterna que contengan productos de clase B, donde se dispondrá de un extintor de polvo seco de 50 kg.
- Por cada aparato surtidor se dispondrá de un extintor de polvo BC con eficacia 144B para los productos de clase B y eficacia 89B para los productos de clase C, situado a una distancia que no exceda de 15 metros para los productos de clase B y de 25 metros para los de clase C.
- Junto al cuadro de distribución se ubicará un aparato extintor de CO<sub>2</sub>.
- En la zona de almacenamiento de aire comprimido se dispondrá de un aparato extintor de CO<sub>2</sub>.



**Foto 5.** Extintor.

#### 7.4.2. Red de agua

En aquellas instalaciones que suministren productos de clase B, en casco urbano, que dispongan de una red general de agua contra incendios, se instalará un hidrante conectado a dicha red para su utilización en caso de emergencia.

Estas protecciones se pueden incrementar por la utilización de las dos clases de sistemas que se describen a continuación:

- Sistemas fijos de extinción de incendios de accionamiento manual y/o personal adiestrado aplicado a las instalaciones que puedan estar dañadas por fuego:
  - Sistemas fijos de agua pulverizada.
  - Sistemas fijos de espuma.
  - Brigada de lucha contra incendios.
  - Detectores automáticos fijos, con alarma de mezcla explosiva.



### Sistemas fijos de accionamiento automático:

- Sistemas de inertización permanente mediante atmósfera de gas inerte en interior de recipientes de almacenamiento.
- Sistemas fijos de agua pulverizada o de espuma pero, en este caso, dotados con detección y accionamientos automáticos.
- Monitores fijos que protejan las áreas circundantes a la instalación, si se dispone de caudal suficiente para su alimentación.

En cualquier caso, será obligatoria la señalización de la estación de servicio en lugares visibles, con carteles anunciadores que indiquen que está prohibido fumar, encender fuego o repostar con las luces encendidas o el motor del vehículo en marcha.

Finalmente, señalar que, al igual que la instalación eléctrica de la estación de servicio debe cumplir todas las prescripciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en el caso de los sistemas de protección contra incendios, este tipo de instalaciones deben cumplir lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y, además, lo dispuesto en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5, del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a los extintores contra incendios.

La periodicidad del programa de mantenimiento que deben cumplir los sistemas de protección contra incendios varía en función del tipo de sistema. En el apartado "Revisiones e Inspecciones" de este capítulo, se adjunta una tabla descriptiva del citado programa de mantenimiento, que determina, para cada caso, el tiempo máximo que podrá transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas y el alcance de las mismas.

## 7.5. Instalación de almacenamiento de aire comprimido

En las estaciones de servicio es habitual que exista ninguna, una o dos instalaciones de almacenamiento de aire comprimido, de la siguiente forma:

- No existirá instalación de almacenamiento de aire comprimido en las conocidas como unidades de suministro, dado que se caracterizan por tener como única actividad el suministro de combustible, sin que ofrezcan el servicio de comprobación del nivel de presión de los neumáticos.
- Existirá una única instalación de aire comprimido para el suministro de aire necesario para el inflado de los neumáticos de los vehículos.
- Suelen existir dos instalaciones de almacenamiento de aire comprimido diferenciadas en el caso que la estación de servicio ofrezca los servicios de inflado de neumáticos y el de túnel de lavado.

Las instalaciones de almacenamiento de aire comprimido, denominadas comúnmente compresores, están afectadas por el cumplimiento del Reglamento de Aparatos a Presión y, en especial, por la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP17, relativa a las instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido.

Algunas de las principales exigencias que debe cumplir toda instalación de almacenamiento de aire comprimido que se instale en una estación de servicio son:

- Disponer de un certificado de conformidad que garantice que dicho equipo cumple las Normas de seguridad industrial que le son de aplicación para su puesta en funcionamiento.
- El titular de la instalación deberá disponer de un Libro Registro de todos los aparatos a presión de los que dispongan en la estación de servicio, en el que se indicará, como mínimo: las características, procedencia, suministrador, instalador, fecha de autorización, fecha de la primera prueba y de las pruebas periódicas, así como todas aquellas actuaciones que, sin ser oficiales, hayan sido efectuadas sobre la instalación de aire comprimido.
- Todo equipo, antes de su utilización, será sometido a examen y prueba hidrostática o primera prueba de presión, de la cual, si es satisfactoria, se dejará constancia, grabándose en la placa de registro del citado equipo.



**Foto 6.** Instalación de aire comprimido.

### 7.5.1. Equipos de seguridad

El equipamiento de seguridad de las instalaciones de aire comprimido está compuesto por:

- ✿ Válvulas de seguridad: en las válvulas de seguridad la presión de servicio siempre será menor que la presión para la que esté diseñado cualquier elemento de la instalación de compresión.
- ✿ Manómetros: toda instalación de aire comprimido debe disponer de un número suficiente de manómetros que permitan en todo momento leer la presión a la que está sometido cualquier recipiente. En el caso de un depósito de aire comprimido, el manómetro se coloca en una toma roscada.
- ✿ Sistemas de inspección y purga: todos los aparatos deben estar provistos de un sistema de purga, preferiblemente automático, para evacuar los condensados. Entre la culata del compresor y el depósito acumulador existirá un dispositivo adecuado para refrigerar y quitar el aceite del aire alimentado.

## 7.6. Protección del medio ambiente

### 7.6.1. Evaluación de Impacto Ambiental y Declaración de Impacto Ambiental

El trámite de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la posterior obtención de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se realizan en la Comunidad de Madrid por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. A continuación se explica en qué consisten y en qué medida afectan a las estaciones de servicio.

#### 7.6.1.1. Evaluación de Impacto Ambiental

Las estaciones de servicio, de acuerdo con el punto 50 del Anexo III de la Ley 2/2002 de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, están obligadas a someterse a un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental por el procedimiento abreviado, previamente a su construcción.

La Evaluación de Impacto Ambiental consiste en un conjunto de actuaciones dirigidas a evitar, corregir o minimizar los efectos que puede producir en el medio ambiente la instalación y puesta en funcionamiento de una actividad, en concreto en este caso, el suministro de carburantes o combustibles a vehículos en las estaciones de servicio.

El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental abreviado consta de dos partes fundamentales:

- El estudio de impacto ambiental, que contendrá toda la información sobre las características de la estación de servicio, cantidades de residuos generados, etc., así como una valoración, entre otros aspectos, de la incidencia ambiental, valoración de los riesgos directos e inducidos, los

efectos negativos sobre el área de influencia, sin olvidar la propuesta de alternativas o medidas correctoras al respecto.

- Información pública del estudio de informe ambiental durante un período de 20 días.

### 7.6.1.2. Declaración de Impacto Ambiental

Una vez finalizado el trámite del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, el órgano ambiental de la Comunidad de Madrid determinará la conveniencia o no de realizar el proyecto o actividad y, en caso favorable, las condiciones que deben establecerse para la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

La Declaración de Impacto Ambiental deberá emitirse en el caso de procedimiento abreviado (éste es el procedimiento que corresponde a las estaciones de servicio) en el plazo de cinco meses, contados a partir de la recepción por el órgano ambiental de la Comunidad de Madrid del estudio de impacto ambiental. Si transcurrido dicho plazo no se ha dictado resolución expresa, se entenderá que la Declaración de Impacto Ambiental es negativa. El plazo quedará interrumpido por solicitud de información adicional o ampliación de documentación, y se reanudará una vez recibida en el órgano ambiental o transcurrido el plazo concedido.

### 7.6.2. Suelos contaminados

En las estaciones de servicio se realiza una actividad potencialmente contaminante del suelo, por lo que, además de establecer las medidas que vienen adoptándose para evitar fugas y derrames, se ha de asegurar que, en caso de que se produzcan, no van a tener consecuencias de importancia para el medio ambiente.

Así mismo, para los terrenos en los que pueda existir o ya exista una contaminación del suelo derivada de esta actividad, y en aras de obtener una

mejor y más rápida recuperación de los terrenos, se deben impulsar acciones dentro del marco establecido por el Real Decreto 9/2005, del 14 de enero, por el que se establecen las actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

El control del medio subterráneo supone, por un lado, la realización de los estudios necesarios para conocer en detalle la hidrogeología del emplazamiento, así como la instalación de los equipos de control y, de manera permanente, la medición periódica basada en el muestreo de aguas y gases, al mismo tiempo que se realiza la modificación de las instalaciones mecánicas de las estaciones de servicio, con la implantación de nuevos materiales y equipos, sin olvidar el control permanente de su correcto funcionamiento.

Con el fin de avanzar en este camino, en el año 2006, la Comunidad de Madrid, a través de su Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, firmó un Acuerdo Voluntario con la Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio de la Comunidad Autónoma de Madrid (AEESCAM) y los distintos operadores petrolíferos de la Región, en el que se suscribían una serie de actuaciones destinadas a la protección del medio ambiente.

Este Acuerdo tiene una vigencia de cuatro años, y aquellas estaciones de servicio que se adhieran a él, obtendrán deducciones por las inversiones destinadas a protección del medio ambiente.

Las medidas adoptadas en el citado Acuerdo Voluntario, están encaminadas fundamentalmente a:

- ✿ Identificar los emplazamientos con mayor riesgo medioambiental, según la naturaleza y uso del suelo.
- ✿ Establecer un plan de investigaciones del subsuelo de acuerdo a un criterio de riesgo.
- ✿ Establecer las medidas correctoras.
- ✿ Establecer un sistema de observación directa y periódica del medio subterráneo.

En definitiva, el objetivo final de este Acuerdo Voluntario es tener diseñada e implantada una red de control, basado en una ingeniería específica para cada emplazamiento, que permita la detección temprana de posibles incidencias y complementar las medidas que vienen adoptándose para evitar fugas y derrames.

### 7.6.3. Separador de hidrocarburos

Las estaciones de servicio deben disponer de un dispositivo capaz de separar los hidrocarburos de las aguas superficiales contaminadas, con el fin de que alcancen la red o los cauces públicos cumpliendo los mínimos establecidos en la Normativa que le sea de aplicación.



Foto 7. Separador de hidrocarburos.

### 7.6.4. Redes de drenaje

Las estaciones de servicio deben disponer de una red drenaje que permita la adecuada evacuación de las aguas fecales, aguas pluviales y vertidos accidentales de hidrocarburos.

Las redes de drenaje cumplirán:

- La entrada de líquidos a la citada red de drenaje será a través de sumideros con sifón para evitar la salida de gases.
- La red de aguas fecales se conectará a la red de saneamiento municipal.
- Permitirán separar las aguas contaminadas, o susceptibles de estarlo, de las aguas no contaminadas.
- Las aguas no contaminadas de hidrocarburos se depurarán en un separador de hidrocarburos.
- Los sumideros donde pueda existir contaminación de hidrocarburos impedirán la salida o acumulación de gases y serán inalterables, resistentes e impermeables a los hidrocarburos. A su vez, las redes de tuberías serán estancas.

### 7.6.5. Llenado de tanques de almacenamiento

En el apartado 7.2 ya se mencionó que en el llenado de los tanques es obligatorio utilizar conexiones que permitan la transferencia de carburantes o combustibles líquidos de una forma estanca y segura.

También se debe resaltar que dichas conexiones se instalarán en el interior de arquetas estancas, con el fin de contener los pequeños derrames que se puedan producir, y que dispondrán de un sistema de recogida de los mismos.

Además, a los tanques se les acoplarán dispositivos para evitar rebose por llenado excesivo.

### 7.6.6. Pavimentos

Los pavimentos de la zona de repostaje de vehículos de una estación de servicio deben ser impermeables y resistentes a los hidrocarburos.

A su vez, las juntas del pavimento deberán ser selladas con materiales impermeables, resistentes e inalterables a los hidrocarburos.

## 7.6.7. Recuperación de vapores en fase I

La recuperación de vapores en fase I consiste en la recogida de los vapores generados por la gasolina en el proceso de almacenamiento y distribución por evaporación y que han permanecido acumulados en el propio tanque de almacenamiento de gasolina. Estos gases serán recogidos en el proceso de carga de combustible, por el camión cisterna.

Así pues, los camiones cisterna, en el proceso de carga o llenado de los tanques de gasolina, recogen, al mismo tiempo, los vapores generados en otro compartimento del mismo y los depositan en la terminal del operador petrolífero.

Estos vapores generados por la gasolina serán desplazados del tanque y transportados a través de una conducción estanca al camión cisterna.

Con esta operación se consigue reducir la evaporación de los denominados compuestos orgánicos volátiles (COV), resultantes del almacenamiento y distribución de gasolina en las estaciones de servicio.

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) contribuyen a la formación de oxidantes fotoquímicos, como el ozono, que, en grandes concentraciones, pueden afectar a la salud humana y dañar la vegetación y los materiales. Además, ciertas emisiones de COV procedentes de la gasolina están calificadas de tóxicas, cancerígenas o teratógenas.

Por este motivo, a partir del año 2000, se consideró obligatorio instalar en las nuevas estaciones de servicio el dispositivo que permitiera la recogida de este tipo de gases que, comúnmente, se denomina recuperación de vapores en fase I.

Para el resto de estaciones de servicio que se encontraban en funcionamiento, se instalará la recuperación de vapores en fase I en función de sus ventas anuales. Dicho plan obligaba a todas las estaciones de servicio a disponer de un sistema de recuperación de vapores en fase I, en el año 2005.

## 7.6.8. Recuperación de vapores en fase II

La recuperación de vapores en fase II consiste, básicamente, en la recuperación de los vapores emitidos en el proceso de llenado de los depósitos de los vehículos de gasolina, evitando su salida al aire libre. Estos vapores son transportados hasta el tanque de almacenamiento de gasolina de la estación de servicio, permaneciendo acumulados en el mismo, hasta que son recogidos por el camión cisterna, al mismo tiempo que realiza la recuperación de vapores de fase I.

Al igual que se había dicho en el proceso de recuperación de vapores en fase I, en la recuperación de vapores de fase II se evita la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) a la atmósfera pero, en este caso, en las operaciones de llenado de los depósitos de gasolina de los vehículos.

Para lograr este objetivo, es necesario que los aparatos surtidores estén dotados de un sistema de recuperación de vapores, que bien puede estar incluido en el propio aparato surtidor desde fábrica, o bien puede ser un kit que se instale a posteriori en los aparatos surtidores que se encuentran ya en servicio.

Los sistemas de recuperación de vapores en fase II tendrán, con carácter general, las siguientes características:

- ✿ Tendrán un porcentaje de recuperación de vapores constante. Para ello, contarán con dispositivos que eviten una sobreaspiración de vapores.
- ✿ Deberá disponer de dispositivos antirretorno de llama en todos los elementos susceptibles de generar una ignición de los vapores del combustible.
- ✿ Se debe colocar un dispositivo de corte entre el distribuidor de combustible y la canalización de retorno de vapores de gasolina, para permitir que las operaciones de mantenimiento del sistema de recuperación de vapores se realicen en condiciones de seguridad.
- ✿ Estos sistemas estarán sometidos a autocontroles y controles que garanticen en todo momento el adecuado funcionamiento de los mismos.
- ✿ En la medida de las posibilidades técnicas, dispondrán de los siguientes componentes:

- Un boquerel que permita tanto el suministro de combustible como el retorno de los vapores desprendidos durante dicho suministro.
- Un sistema de manguera flexible tipo coaxial o que presente características equivalentes, de manera que se permita, simultáneamente, el suministro de combustible y la recuperación en sentido opuesto de los vapores desprendidos.
- Un dispositivo de depresión que permita la aspiración de los vapores generados en el depósito del vehículo, para transferirlos al depósito de la estación de servicio.
- Un dispositivo de regulación que permita controlar la relación entre el caudal del vapor aspirado y el caudal de combustible suministrado.



**Foto 8.** Recuperación de vapores.

En el año 2006, en el mismo Acuerdo Voluntario mencionado anteriormente, se suscribió la implantación de sistemas de recuperación de los vapores en fase II en las estaciones de servicio de la Comunidad de Madrid con un porcentaje de recuperación mínimo del 75%.

El plazo de vigencia, como se ha comentado, es de cuatro años, y aquellas estaciones de servicio que se adhieran a él obtendrán deducciones por las inversiones destinadas a protección del medio ambiente.

### 7.6.9. Puesta fuera de servicio

En el proceso de puesta fuera de funcionamiento de una estación de servicio, el punto más delicado del desmantelamiento de toda la instalación se encuentra en los tanques y las tuberías, al estar enterrados.

Desde el año 2007, el Estado ha regulado el procedimiento de anulación de tanques, que consta de 11 pasos, siendo los pasos correspondientes a la limpieza y extracción de residuos, junto con el relleno o extracción del tanque y sellado de la instalación, los de mayor trascendencia desde el punto de vista medioambiental.

Los tanques deben ser convenientemente limpiados para evitar dejar en ellos cualquier traza de hidrocarburos. Los residuos extraídos de ellos, dado su alto potencial contaminante, deben ser tratados de acuerdo con lo dispuesto en la Normativa estatal y autonómica de Residuos.

En lo que respecta al desmantelamiento de una estación de servicio, cabe contemplar dos posibilidades:

- ✿ Extraer los tanques de combustible.
- ✿ Rellenar los tanques y dejarlos en su instalación original.

En los apartados siguientes se describirán brevemente las actuaciones que hay que realizar en cada caso.

#### 7.6.9.1. Extracción de tanques

Se procederá con toda cautela y no se podrán aplicar altas fuentes de calor para realizar cortes, desguaces o excavaciones por el riesgo de afectar a posibles

zonas con vapores o balsas de hidrocarburos potencialmente explosivos o inflamables.

### 7.6.9.2. Relleno de tanques sin extracción

Se llenarán de material inerte que deberá cubrir la totalidad del volumen interior del mismo. Las tuberías y demás elementos, en la medida de lo posible, también se llenarán.

Los materiales inertes que se utilicen deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- No ser tóxicos, ni en el momento de su aplicación, ni con el tiempo por la acción de otros elementos.
- Permitir que los tanques y las tuberías queden completamente llenos de forma permanente y no merme con el tiempo.
- Ser duraderos y perfectamente estables muchos años.
- Tener una elevada resistencia a la compresión para soportar la pérdida de fuerza de las paredes del tanque, evitando explosiones.
- Ser termoestables, con mínimas variaciones de su volumen en relación con las temperaturas externas.

Además, se indica que no se podrán llenar con fluidos por el riesgo de que se produzca una perforación de las paredes del tanque que genere una atmósfera explosiva o posibles filtraciones al subsuelo.

Como se puede observar, todos estos requisitos que se exigen a los materiales con los cuales se llenan tanto tanques como tuberías, así como el no permitir la utilización de fluidos, están encaminados a garantizar la seguridad ante cualquier posible accidente industrial o medioambiental.

Finalizado el llenado de los tanques, se procederá al sellado total de la instalación (recintos confinados y arquetas) con un material inerte que cumpla las condiciones antes descritas.

Por último, indicar que, en cualquiera de las dos posibilidades planteadas, a cada tanque se le realizará una medición de ausencia de atmósfera explosiva e inspección visual, que demuestre que los niveles de explosividad se encuentran por debajo del 20% del límite de explosividad (LIE), y la posible localización de los puntos de fuga o perforaciones que pueden ser causantes de contaminación.

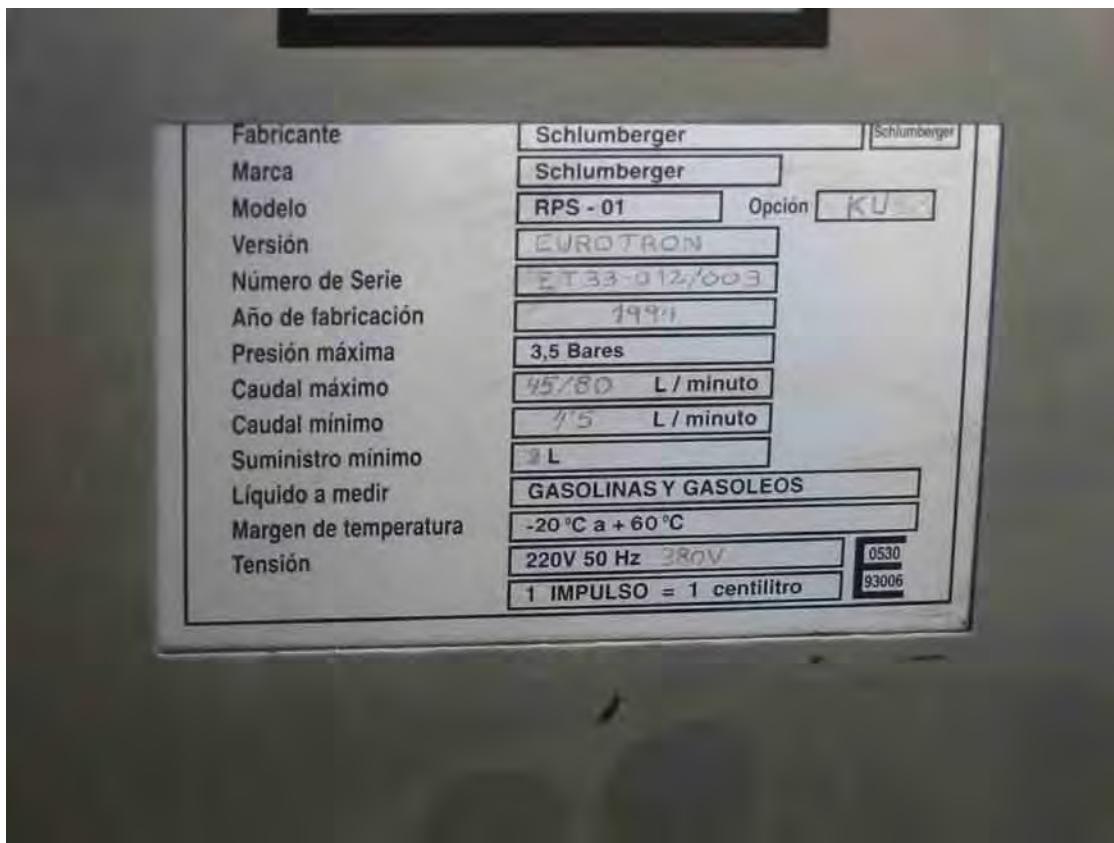
## 7.7. Metrología

En las estaciones de servicio hay dos tipos de equipos que están sometidos a los controles metrológicos: los aparatos surtidores o dispensadores y los manómetros.

Todos los aparatos sometidos a metrología legal, previamente a su puesta en servicio, deben disponer de una aprobación de modelo y verificación primitiva o declaración de conformidad. En ellas se recogen todas las características técnicas y metrológicas de los aparatos surtidores.

Los objetivos que se persiguen al establecer que ciertos instrumentos de medida, como los anteriormente citados, estén sometidos a un control metrológico son, fundamentalmente, los siguientes:

- No poner en servicio equipos que no hayan superado todos los controles metrológicos.
- Vigilar la medición correcta, de modo que los aparatos no presenten errores de medición que excedan de los límites máximos de tolerancia establecidos en la reglamentación.
- Evitar mantener en servicio un instrumento sin los precintos reglamentariamente establecidos.
- Permitir la perfecta identificación de cada equipo a través de su placa de características y los correspondientes marcados que deben tener en cumplimiento de la Normativa que le sea de aplicación.
- Evitar cualquier tipo de manipulación sobre dispositivos del instrumento con el fin de modificar fraudulentamente el resultado de la medida.



**Foto 9.** Placa de características.

Dentro de los controles metrológicos que tienen que superar los aparatos surtidores/dispensadores y manómetros, se distinguen los siguientes:

- **Aprobación de modelo.** La aprobación de modelo de un instrumento de medida implica el reconocimiento de que el citado instrumento responde a las exigencias metrológicas reglamentarias y que, en consecuencia, las series o los instrumentos que se fabriquen de acuerdo con el modelo aprobado son aptos para que se les efectúe la verificación primitiva.
- **Verificación primitiva.** La verificación primitiva es el conjunto de comprobaciones y ensayos que se efectúan sobre todo sistema de medida fabricado conforme a un modelo aprobado, y que se centrarán en constatar, fundamentalmente, los siguientes aspectos:
  - Conformidad con el modelo aprobado.
  - Conformidad con la reglamentación específica.

- Permanencia de las características metrológicas, así como la colocación correcta de los precintos.
- Errores máximos permitidos.

La verificación primitiva se realizará antes de la puesta en servicio de un instrumento de medida, por un laboratorio principal de certificación primitiva o por el fabricante o importador del instrumento, a través de su laboratorio auxiliar de verificación primitiva, ambos autorizados por la Administración Competente.

Cuando el instrumento haya superado con éxito la verificación primitiva, se procederá a su precintado y a la colocación de la marca de verificación primitiva, así como a la emisión del correspondiente certificado de verificación primitiva.

Los precintos llevarán, en una de sus caras, la identificación de la entidad que ha realizado la verificación primitiva, y en la opuesta, las dos últimas cifras que correspondan al año en que se realizó la verificación primitiva.



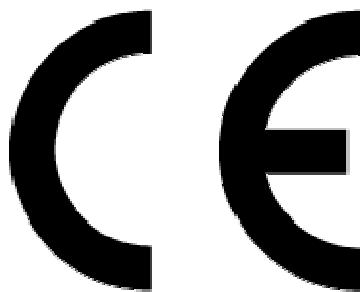
**Foto 10.** Marca de verificación primitiva.

- ◆ **Declaración de conformidad.** La declaración de conformidad indica el procedimiento de evaluación de la conformidad mediante el cual el fabricante del instrumento cumple con las obligaciones que le impone la legislación metrológica, y garantiza y declara que los instrumentos de medida en cuestión satisfacen los requisitos pertinentes de la regulación metrológica aplicable.

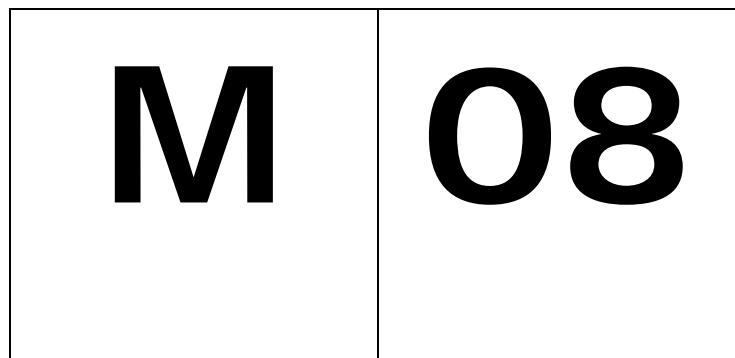
Toda declaración de conformidad tiene asociado un certificado CE de modelo y un certificado de conformidad basado en el módulo elegido por el fabricante para el control de la fabricación, documentos emitidos por un organismo notificado, en relación con un instrumento de medida que acredita que éste es conforme con los requisitos esenciales, metrológicos y técnicos establecidos en la reglamentación específica que le sea aplicable.

La conformidad de un instrumento de medida, con la regulación metrológica que le sea de aplicación, se hará constar mediante la existencia en el mismo de un marcado CE y el marcado adicional de metrología en función del ámbito aplicable en cada caso.

En el caso de España, los marcados que debe llevar todo instrumento de medida sometido a la legislación metrológica son los que se muestran en las Figs. 1 y 2.



**Figura 1.** Marcado CE.



**Figura 2.** Marcado adicional de metrología. Los dos dígitos indican el año de aplicación.

- ✿ **Verificación periódica.** Es el conjunto de exámenes administrativos, visuales y técnicos que pueden ser realizados en un laboratorio o en el lugar de uso, que tienen por objeto confirmar que el instrumento en servicio mantiene desde su última verificación las características metrológicas que le sean de aplicación, en especial en lo que se refiere a los errores máximos permitidos, así como que funcione de acuerdo con su diseño y sea conforme a su reglamentación específico y, en su caso, al diseño o modelo aprobado.
  
- ✿ **Verificación después de reparación o modificación.** Se entiende por verificación después de reparación o modificación al conjunto de exámenes administrativos, visuales y técnicos que pueden ser realizados en un laboratorio o en el lugar de uso, que tienen por objeto confirmar que el instrumento en servicio mantiene, después de reparación o modificación que requiera la rotura de precintos, las características metrológicas que le sean de aplicación, en especial en lo que se refiere a los errores máximos permitidos, así como que funcione de acuerdo con su diseño y sea conforme a su reglamentación específica y, en su caso, al diseño o modelo aprobado.

Superada la fase de verificación periódica, o después de reparación o modificación, se hará constar la conformidad del instrumento de medida para efectuar su función mediante la adhesión de una etiqueta en un lugar visible del instrumento verificado, especificando el tipo de instrumento de que se trate, el Organismo Autorizado de Verificación Metrológica con su número de identificación, así como la fecha de realización y el periodo de validez. Así mismo, se emitirá el

correspondiente certificado de verificación. En el caso que sea necesario, el verificador procederá a reprecintar el instrumento.

Si el instrumento de medida no supera la verificación periódica, o después de una reparación o modificación, deberá ser puesto fuera de servicio hasta que se subsane la deficiencia que ha impedido la superación. Se hará constar esta circunstancia mediante una etiqueta de inhabilitación de uso situada en un lugar visible del instrumento, especificando el tipo de instrumento de que se trate, el Organismo Autorizado de Verificación Metrológica con su número de identificación, así como la fecha. En caso de que dicha deficiencia no se subsane, se adoptarán las medidas oportunas para garantizar que sea retirado definitivamente del servicio.

### 7.7.1. Aparatos surtidores/dispensadores

Los aparatos surtidores y dispensadores, además de todas las medidas de seguridad que tienen que cumplir, están sometidos al cumplimiento de la legislación metrológica y sus correspondientes controles metrológicos, como se ha dicho anteriormente.

En el caso de los aparatos surtidores o dispensadores, además de los dispuestos de forma general, los controles metrológicos tienen los siguientes objetivos:

- ❶ Vigilar la medición correcta del combustible suministrado, de modo que los aparatos surtidores no presenten defectos de medición que excedan de los límites máximos de tolerancia establecidos en la reglamentación.
- ❷ Mantener en perfecto estado de conservación los precintos u otros elementos de garantía de los distintos componentes, especialmente aquellos que puedan afectar a la medida.
- ❸ Evitar la ausencia, manipulación o alteración de los aparatos surtidores, de los precintos u otros elementos de garantía.

Otras medidas de seguridad encaminadas a la consecución de un buen control metrológico de los aparatos surtidores son:

- **Disponer de un útil de medida.** Para verificar la correcta medición de los aparatos surtidores y las cantidades de combustible suministrado, todas las estaciones de servicio de la Comunidad de Madrid están obligadas a disponer, como útil de comprobación, de un recipiente de medida de 10 litros de capacidad. Este recipiente de medida de 10 litros estará certificado y calibrado oficialmente, y debe cumplir con las disposiciones que le sean de aplicación con el objeto de garantizar la fiabilidad de la medida.

Este útil ha de ser de un material con resistencia mecánica y al ataque químico, totalmente transparente y graduado en tantos por ciento o en milímetros, con objeto de poder determinar el cumplimiento de las Normas metrológicas aplicables en relación a los errores máximos tolerados en la medición de aparatos surtidores.



**Foto 11.** Recipiente de medida.

- **Sistema de gestión y control del sistema informático de los aparatos surtidores.** En el caso de aquellas estaciones de servicio que funcionen en régimen de autoservicio, además de los carteles fijados o adheridos a cada lado del aparato surtidor de modo permanente cuando el suministro pueda realizarse a ambos lados del mismo, de forma perfectamente visible y legible, al menos en castellano, en los que se indiquen las instrucciones necesarias para el suministro, es necesario que el sistema de gestión y control del sistema informático de los aparatos surtidores cuente con la autorización de la Comunidad de Madrid.

La citada autorización del sistema de gestión y control del sistema informático por parte de la Comunidad de Madrid es imprescindible para que la estación de servicio pueda funcionar en régimen de autoservicio y, además, está avalada por tres certificados, en los que se garantizan los siguientes aspectos:

- El fabricante o importador de los aparatos surtidores indicará el sistema y protocolo de comunicación de los aparatos, al mismo tiempo que garantizará que, a través de los periféricos que se puedan instalar o por mandos a distancia, es imposible modificar los parámetros metrológicos del sistema de control del surtidor.
- La empresa instaladora electricista certificará que los equipos y *software* instalados no pueden alterar los parámetros metrológicos de los surtidores, así como la imposibilidad de modificar los precios sin clave de bloqueo y sin estar los surtidores parados totalmente.
- El instalador electricista de la empresa certificará el cumplimiento de la ITC-BT-029, relativa a las prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión. Así mismo, garantizará la ausencia de conexiones en los circuitos de los emisores de impulsos.

Por último, indicar que la Comunidad de Madrid, a través de su Dirección General de Industria, Energía y Minas, puede solicitar para su verificación durante las inspecciones tanto la copia de las memorias EPROM de los

aparatos surtidores como la copia del *software* de los equipos de gestión y control.

- ✿ **Contrato de asistencia técnica con empresa reparadora autorizada.** Es obligatorio en la Comunidad de Madrid el formalizar un contrato de asistencia técnica con una única empresa reparadora inscrita en el Registro de Control Metrológico de la Comunidad de Madrid, lo que implica que, durante la vigencia del contrato, no podrán intervenir en la estación de servicio empresas reparadoras diferentes a la contratada, facilitando la asignación clara de responsabilidades.

La empresa reparadora autorizada, al inicio de su contrato, sustituirá todos los precintos por otros nuevos con su identificación (número de control metrológico) en una de sus caras y, al año de su colocación, en la otra, y se responsabilizará del estado de funcionamiento de los equipos, excepto en el caso de aparatos surtidores nuevos, en cuyo caso dicho cambio se producirá al año de la puesta en servicio, coincidiendo con la verificación periódica.

El titular de la estación de servicio, cuando se produzca una avería en un aparato surtidor, antes de proceder a su reparación o modificación, debe comunicarlo a la Dirección General de Industria, Energía y Minas (en el caso de la Comunidad de Madrid), indicando el reparador que lo va a llevar a cabo.

Las empresas reparadoras dejarán constancia de todas las actuaciones realizadas de forma detallada (naturaleza de la reparación, elementos sustituidos, fecha de actuación, número de reparador que ha efectuado la reparación, etc.) mediante un parte de trabajo en forma de díptico autocopiativo en el Libro-Registro de Reparaciones, así como en el Libro de Revisiones, Pruebas e Inspecciones.

El reparador autorizado que ha reparado un aparato surtidor, una vez que ha comprobado su correcto funcionamiento, deberá ajustarlo a cero, permitiéndose una tolerancia máxima de  $\pm 0,1\%$ , y colocando de nuevo los

precintos que haya tenido que levantar para llevar a cabo la reparación o modificación.

Así mismo, las empresas reparadoras, siempre que realicen una reparación en un aparato surtidor, además de la sustitución de los precintos levantados, revisarán el estado del resto de los existentes.

### 7.7.2. Manómetros

Las estaciones de servicio deberán de disponer de aparatos medidores de la presión de los neumáticos, es decir, de los comúnmente denominados manómetros.

En el caso de los manómetros, al igual que ocurre con los aparatos surtidores, están sometidos al cumplimiento de la legislación metrológica y sus correspondientes controles metrológicos.

Por lo tanto, en el caso de los manómetros, los controles metrológicos persiguen, al igual que para los aparatos surtidores, los mismos objetivos generales.

## 7.8. Revisiones e inspecciones

### 7.8.1. Revisiones, pruebas e inspecciones de la instalación mecánica

La instalación mecánica de una estación de servicio debe someterse al programa de revisiones, pruebas e inspecciones que se desarrollan en este apartado.

La particularidad de diferenciar entre revisión y prueba periódica, con respecto a inspección periódica, reside en quién puede realizar cada actuación.

Los titulares de las estaciones de servicio deben disponer obligatoriamente un Libro de Revisiones, Pruebas e Inspecciones, en el que se registrarán, por las firmas y entidades que las lleven a cabo, los resultados obtenidos en cada actuación.

### 7.8.1.1. Revisión y pruebas periódicas

En la Tabla 1 se muestran las operaciones a realizar por personal de una empresa instaladora o reparadora autorizada, o bien por un Organismo de Control Autorizado (OCA).

**TABLA 1.** Revisiones y pruebas periódicas de la instalación mecánica.

ACTUACIÓN	PERIODICIDAD
Revisión del buen estado de las paredes de los cubetos, cimentaciones de los tanques, vallado, cerramiento, drenajes, bombas, equipos, instalaciones auxiliares, etc.	Cada cinco años.
En los tanques y tuberías se comprobará el estado de las paredes y la medición de espesores si se observa algún deterioro en el momento de la revisión.	Cada cinco años.
Correcto estado de las bombas, surtidores, mangueras y boquereles.	Cada cinco años.
Los tanques de doble pared con detección automática de fugas (situación 1).	No necesitan de la realización de pruebas periódicas de estanqueidad. En caso de fuga se reparará o sustituirá el tanque.
Los tanques enterrados en cubeto estanco, con tubo buzo (situación 2).	No necesitan de la realización de pruebas periódicas de estanqueidad. El personal de la instalación comprobará, al menos semanalmente, la ausencia de producto en el tubo buzo. En caso de fuga se reparará o sustituirá el tanque.
En los tanques que no se encuentren en la situación 1 ó 2, se realizará una prueba de estanqueidad según las opciones siguientes:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cada año, con producto en el tanque y la instalación en funcionamiento.</li><li>2. Cada cinco años, en tanque vacío, limpio y desgasificado, tras examen visual de la superficie interior y medición de espesores en tanques metálicos no revestidos.</li></ol>
La primera prueba de estanqueidad.	Se realizará a los diez años de su instalación o reparación.

El sistema que se utilizará para realizar la prueba de estanqueidad ha de garantizar la detección de una fuga de 100 ml/h y se certificará de acuerdo a la Norma UNE 53968, por un laboratorio de ensayos acreditado.

Estas pruebas serán certificadas por un Organismo de Control Autorizado (OCA).

### 7.8.1.2. Inspecciones periódicas

Las instalaciones se inspeccionarán cada 10 años por un Organismo de Control Autorizado (OCA).

La inspección consistirá, básicamente, en:

- Identificación del establecimiento respecto a los datos del titular, emplazamiento, registro y resoluciones administrativas que dieron lugar a la puesta en marcha de la instalación.
- Comprobación de no haberse realizado ampliaciones o modificaciones que alteren las condiciones de seguridad por las que se aprobó la instalación inicial o, en caso de haberse producido, lo hayan sido con la debida autorización administrativa.
- Comprobación de que la forma y capacidad de almacenamiento, así como la clase de los productos almacenados, siguen siendo los mismos que los autorizados inicialmente, o como consecuencia de ampliaciones o modificaciones posteriores.
- Comprobación de las distancias de seguridad y medidas correctoras.
- Visualmente, se comprobará el correcto estado de los drenajes, bombas y equipos auxiliares.
- En las tuberías inspeccionables visualmente, se medirán espesores de chapa, comprobando si existen picaduras, oxidaciones o golpes que puedan inducir roturas o fugas.
- Comprobación del correcto estado de mangueras y boquereles de los aparatos surtidores.
- Se examinará el Libro de Revisiones, Pruebas e Inspecciones Periódicas de la estación de servicio, comprobándose que se han realizado en tiempo y forma las actuaciones correspondientes o, en su caso, existe constancia documental de tales actuaciones.

## 7.8.2. Inspecciones de la instalación eléctrica

Las comprobaciones de la instalación eléctrica de una estación de servicio están íntimamente ligadas con las revisiones, pruebas e inspecciones de la instalación mecánica de la misma, que se han relacionado anteriormente.

A continuación se realiza un resumen somero de las revisiones e inspecciones a las que está sometida la instalación eléctrica de una estación de servicio.

**TABLA 2.** Revisiones e inspecciones de la instalación eléctrica.

ACTUACIÓN	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE LA ACTUACIÓN
Inspección inicial	Antes de la puesta en funcionamiento de la instalación.	Organismo de Control Autorizado (OCA).
Protección activa (si la protección catódica es mediante corriente impresa, se comprobará el correcto funcionamiento de los aparatos).	Cada tres meses.	Empresa instaladora electricista de categoría especialista.
Se certificará el correcto funcionamiento de la protección activa en tanques con capacidad inferior a 10 m <sup>3</sup> .	Cada cinco años.	Empresa instaladora electricista de categoría especialista.
Se certificará el correcto funcionamiento de la protección activa en tanques y grupos de tanques con capacidad global de hasta 60 m <sup>3</sup> .	Cada dos años.	Empresa instaladora electricista de categoría especialista.
Se certificará el correcto funcionamiento de la protección activa en tanques y grupos de tanques con capacidad global de más de 60 m <sup>3</sup> .	Anual.	Empresa instaladora electricista de categoría especialista.
Se revisará la puesta a tierra de las tuberías o resto de elementos metálicos de la instalación en caso de no existir documento justificativo de haber efectuado revisiones periódicas por el servicio de mantenimiento de la planta.	Cada cinco años.	Empresa instaladora electricista de categoría especialista.
Revisión periódica de toda instalación eléctrica completa.	Cada cinco años.	Organismo de Control Autorizado (OCA).
Se revisará la puesta a tierra de las tuberías o resto de elementos metálicos de la instalación en caso de no existir documento justificativo de haber efectuado revisiones periódicas reglamentarias.	Cada diez años.	Organismo de Control Autorizado (OCA).

### 7.8.3. Revisiones e inspecciones de los sistemas de protección contra incendios

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, deben conservar constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo a disposición del órgano inspector de la Comunidad Autónoma.

En dichos documentos, debe indicarse, como mínimo, las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas, y la sustitución de los elementos defectuosos.

En la Tabla 3 se muestran las operaciones a realizar por personal de una empresa mantenedora autorizada, personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema, o bien por el personal del usuario o titular de la instalación.

**TABLA 3.** Programa de mantenimiento de los medios de lucha contra incendios.

EQUIPO O SISTEMA	CADA TRES MESES	CADA SEIS MESES	CADA AÑO	CADA CINCO AÑOS
<b>Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro).</li> <li>• Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos.</li> <li>• Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación integral de la instalación.</li> <li>• Limpieza del equipo de centrales y accesorios.</li> <li>• Verificación de uniones roscadas o soldadas.</li> <li>• Limpieza y reglaje de relés.</li> <li>• Regulación de tensiones e intensidades.</li> <li>• Verificación de los equipos de transmisión de alarma.</li> <li>• Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.</li> </ul>	
<b>Sistema manual de alarma de incendios.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de funcionamiento de la instalación (con cada fuente de suministro).</li> <li>• Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación integral de la instalación.</li> <li>• Limpieza de sus componentes.</li> <li>• Verificación de uniones roscadas o soldadas.</li> <li>• Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.</li> </ul>	

EQUIPO O SISTEMA	CADA TRES MESES	CADA SEIS MESES	CADA AÑO	CADA CINCO AÑOS
Extintores de incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de la accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación.</li> <li>• Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc.</li> <li>• Comprobación del peso y presión en su caso.</li> <li>• Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación del peso y presión en su caso.</li> <li>• En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín.</li> <li>• Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.</li> <li>• Nota: En esta revisión anual no será necesaria la apertura de los extintores portátiles de polvo con presión permanente, salvo que en las comprobaciones que se citan se hayan observado anomalías que lo justifique.</li> <li>• En el caso de apertura del extintor, la empresa mantenedora situará en el exterior del mismo un sistema indicativo que acredite que se ha realizado la revisión interior del aparato. Como ejemplo de sistema indicativo de que se ha realizado la apertura y revisión interior del extintor, se puede utilizar una etiqueta indeleble, en forma de anillo, que se coloca en el cuello de la botella antes del cierre del extintor y que no pueda ser retirada sin que se produzca la destrucción o deterioro de la misma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo con la ITC-MIE-AP5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios.</li> <li>• Se rechazarán aquellos extintores que, a juicio de la empresa mantenedora presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquellos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.</li> </ul>

EQUIPO O SISTEMA	CADA TRES MESES	CADA SEIS MESES	CADA AÑO	CADA CINCO AÑOS
<b>Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación por inspección de todos los elementos, depósitos, válvulas, mandos, alarmas motobombas, accesorios, señales, etc.</li> <li>Comprobación de funcionamiento automático y manual de la instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador.</li> <li>Mantenimiento de acumuladores, limpieza de bornas (reposición de agua destilada, etc.).</li> <li>Verificación de niveles (combustible, agua, aceite, etcétera).</li> <li>Verificación de accesibilidad a elementos, limpieza general, ventilación de salas de bombas, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accionamiento y engrase de válvulas.</li> <li>Verificación y ajuste de prensaestopas.</li> <li>Verificación de velocidad de motores con diferentes cargas.</li> <li>Comprobación de alimentación eléctrica, líneas y protecciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gama de mantenimiento anual de motores y bombas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.</li> <li>Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad en alimentación de agua.</li> <li>Prueba del estado de carga de baterías y electrolito de acuerdo con las instrucciones del fabricante.</li> <li>Prueba, en las condiciones de su recepción, con realización de curvas del abastecimiento con cada fuente de agua y de energía.</li> </ul>	
<b>Bocas de incendio equipadas (BIE).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos.</li> <li>Comprobación por inspección de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla caso de ser de varias posiciones.</li> <li>Comprobación, por lectura del manómetro, de la presión de servicio.</li> <li>Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>La manguera debe ser sometida a una presión de prueba de 15 kg/cm<sup>2</sup>.</li> </ul>	

EQUIPO O SISTEMA	CADA TRES MESES	CADA SEIS MESES	CADA AÑO	CADA CINCO AÑOS
<b>Hidrantes.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar la accesibilidad a su entorno y la señalización en los hidrantes enterrados.</li> <li>• Inspección visual comprobando la estanquedad del conjunto.</li> <li>• Quitar las tapas de las salidas, engrasar las roscas y comprobar el estado de las juntas de los racores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engrasar la tuerca de accionamiento o llenar la cámara de aceite del mismo.</li> <li>• Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje.</li> </ul>		
<b>Columnas secas.</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de la accesibilidad de la entrada de la calle y tomas de piso.</li> <li>• Comprobación de la señalización.</li> <li>• Comprobación de las tapas y correcto funcionamiento de sus cierres (engrase si es necesario).</li> <li>• Comprobar que las llaves de las conexiones siamesas están cerradas.</li> <li>• Comprobar que las llaves de seccionamiento están abiertas.</li> <li>• Comprobar que todas las tapas de racores están bien colocadas y ajustadas.</li> </ul>		

EQUIPO O SISTEMA	CADA TRES MESES	CADA SEIS MESES	CADA AÑO	CADA CINCO AÑOS
<b>Sistemas fijos de extinción:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rociadores de agua.</li> <li>• Agua pulverizada.</li> <li>• Polvo.</li> <li>• Espuma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de que las boquillas del agente extintor o rociadores están en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto.</li> <li>• Comprobación del buen estado de los componentes del sistema, especialmente de la válvula de prueba en los sistemas de rociadores, o los mandos manuales de la instalación de los sistemas de polvo, o agentes extintores gaseosos.</li> <li>• Comprobación del estado de carga de la instalación de los sistemas de polvo, anhídrido carbónico, o hidrocarburos halogenados y de las botellas de gas impulsor cuando existan.</li> <li>• Comprobación de los circuitos de señalización, pilotos, etc., en los sistemas con indicaciones de control.</li> <li>• Limpieza general de todos los componentes.</li> </ul>			

## 7.8.4. Revisiones e inspecciones de la instalación de almacenamiento de aire comprimido

Las revisiones, inspecciones y otras actuaciones que deben cumplir las instalaciones de aire comprimido, se pueden resumir en la Tabla 4.

**TABLA 4.** Revisiones e inspecciones de la instalación de aire comprimido.

ACTUACIÓN	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE LA ACTUACIÓN
Limpieza interior para eliminar los aceites y carbonillas	Anual.	Titular de la instalación.
Revisión de los equipos de seguridad.	Anual.	Titular de la instalación.
Inspección visual interior y exterior.	Cada diez años.	Organismo de Control Autorizado (OCA).
Prueba de presión (cumpliendo los mismos requisitos que la primera prueba).	Cada diez años.	Organismo de Control Autorizado (OCA).

## 7.8.5. Controles metrológicos de los aparatos surtidores

En la Tabla 5 se establece el programa de controles metrológicos de los aparatos surtidores.

**TABLA 5.** Controles metrológicos de los aparatos surtidores.

ACTUACIÓN	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Verificación primitiva para aparatos surtidores con aprobación de modelo.	Antes de la puesta en servicio.	El fabricante, importador o comercializador.
Certificado de conformidad para aparatos surtidores con declaración de conformidad.	Antes de la puesta en servicio.	El fabricante, importador o comercializador.
Verificación primitiva.	Anual.	Organismo autorizado de verificación metrológico. (*)
Verificación después de reparación o modificación.	Anual.	Organismo autorizado de verificación metrológico. (*)

(\*) En el caso de la Comunidad de Madrid, el Organismo Autorizado de Verificación Metrológica es el Consorcio "Centro de Laboratorios y Servicios Industriales de Madrid".

## 7.8.6. Controles metrológicos de los manómetros

En la Tabla 6 se establece el programa de controles metrológicos de los manómetros.

**TABLA 6.** Controles metrológicos de los manómetros.

ACTUACIÓN	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Verificación primitiva para manómetros con aprobación de modelo. (1)	Antes de la puesta en servicio.	El fabricante, importador o comercializador.
Certificado de conformidad para manómetros con declaración de conformidad. (2)	Antes de la puesta en servicio.	El fabricante, importador o comercializador.
Verificación primitiva.	Anual.	Organismo autorizado de verificación metrológico. (*)
Verificación después de reparación o modificación.	Anual.	Organismo autorizado de verificación metrológico. (*)

(1) Para manómetros no electrónicos.

(2) Para manómetros electrónicos.

(\*) En el caso de la Comunidad de Madrid, el Organismo Autorizado de Verificación Metrológica es el Consorcio "Centro de Laboratorios y Servicios Industriales de Madrid".

## 7.9. Otras medidas de seguridad a adoptar en las estaciones de servicio

### 7.9.1. Medidas de seguridad a adoptar por el titular de la instalación

Las medidas de seguridad a adoptar por el titular de la instalación son las siguientes:

- El titular de la estación de servicio está obligado a exhibir información de modo permanente y de forma perfectamente visible y legible, al menos en castellano, y con caracteres de tamaño que permitan su lectura desde el interior del vehículo, en donde se indique mediante leyendas o pictogramas:
  - "Prohibido fumar o encender fuego".
  - "Prohibido repostar con las luces encendidas o con el motor en marcha".
  - "Existen equipos o útiles de medida reglamentaria para la comprobación del suministro a disposición del consumidor".
  - "Apagar el móvil".
- Así mismo, el titular de la actividad de suministro de combustibles para automoción no permitirá que los empleados fumen o enciendan cerillas o mecheros en la zona donde se suministre combustible, ni permitirá el suministro de combustible a usuarios que estén fumando o encendiendo cerillas o mecheros. Igualmente, no permitirá el abastecimiento a vehículos con el motor en funcionamiento ni con las luces encendidas.
- En los casos en los que se realicen actividades de carga y descarga de combustible y que, de acuerdo con lo dispuesto en la Normativa de Seguridad, impliquen la paralización del suministro de un combustible, se informará de tal circunstancia, colocando sobre el aparato surtidor afectado un cartel mientras duren dichas actividades, de forma perfectamente visible y legible, con la leyenda "Fuera de servicio", indicando el tipo de combustible con independencia de las denominaciones comerciales.
- Si un aparato surtidor o elemento del mismo se encuentra averiado o suministra combustible de forma que se exceden los límites máximos de tolerancia establecidos, se suspenderá el suministro de combustible, colocándose sobre el aparato surtidor un cartel de modo permanente mientras dura la circunstancia, de forma perfectamente visible y legible, con la leyenda "Fuera de servicio desde", indicando el día, mes y el tipo de combustible, con independencia de las denominaciones comerciales. En el

caso que se suspenda el suministro de combustible en un aparato surtidor en su totalidad debido a que la avería o el defecto de medición afecte a todos los combustibles que suministre, deberá colocarse sobre el aparato surtidor afectado un cartel de modo permanente mientras dura la circunstancia, de forma perfectamente visible y legible, con la leyenda "Fuera de servicio desde", indicando el día y mes. Del mismo modo se procederá en aquellos casos que no se pueda suministrar uno o todos los combustibles de un aparato surtidor por carencia de existencias.

- En el supuesto de que un medidor de presión de neumáticos (manómetro) esté averiado o efectúe mediciones de presión que excedan los límites máximos de tolerancia establecidos, se suspenderá su uso y deberá colocarse un cartel de modo permanente mientras dura la circunstancia perfectamente visible y legible, con la leyenda "Aire fuera de servicio desde", indicando el día y mes.
- El titular de la instalación dispondrá de útiles para la extracción de líquidos de los tanques de la instalación y para la detección de agua en los mismos, tales como una varilla calibrada, un dispositivo de extracción de líquidos, un bombín de achiche o similar y pasta busca aguas o similar.

### 7.9.2. Medidas de seguridad a adoptar por el usuario de la instalación

Al repostar gasolina en las estaciones de servicio, se pueden producir incendios como consecuencia de la electricidad estática. Para evitar este tipo de accidentes, se deben adoptar una serie de precauciones por parte de los usuarios de las estaciones de servicio en régimen de autoservicio:

- Frenar el vehículo y colocar el freno de mano, apagar el motor, radio y luces.
- No regresar al vehículo mientras se está cargando el combustible.

- Acostumbrarse a cerrar la puerta del vehículo al salir o entrar en él, así se descargará de electricidad estática al tocar algo metálico.
- Después de cerrar la puerta, se debe tocar la parte metálica de la carrocería antes de tocar la pistola de combustible. De esta forma, la electricidad estática de su cuerpo se descargará en el metal y no en la pistola.
- No utilizar teléfonos móviles cuando se carga combustible.
- Se deben extremar las precauciones si la gasolina se ha derramado o salpicado en el pavimento de la estación de servicio, dado que inmediatamente se generan vapores altamente inflamables que pueden encenderse por chispas de electricidad estática, por encendido de equipos electrónicos (móviles, mandos a distancia, etc.) o por el encendido del mismo vehículo. Por ello, antes de poner en marcha nuevamente el motor, la gasolina derramada debe ser recogida o neutralizada por el personal de la estación de servicio.

# Anexo I: Legislación y organismos competentes

En la Comunidad de Madrid, las competencias relativas a las estaciones de servicio están repartidas entre varias Consejerías. A continuación, se hace un resumen por Consejería de dichas competencias y de las principales disposiciones que afectan a las instalaciones de suministro a vehículos.

## A) CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONSUMO.

### DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS.

La Dirección General de Industria, Energía y Minas tiene por objetivo en este tipo de instalaciones velar por el mantenimiento de las condiciones de seguridad industrial, tanto en su fase de construcción como de funcionamiento o de cese de la actividad, tal como preceptúa el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas y, en particular, la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP04, que regulan las condiciones de seguridad a las que se han de someter tanto las de nueva implantación como las revisiones y pruebas en las existentes. Así mismo, se vigilan las condiciones de seguridad de las restantes instalaciones y equipos que conforman una estación de servicio, y el cumplimiento de los controles metroológicos de los equipos que estén afectados por la Ley de Metroología.

#### ● Legislación de seguridad de la instalación petrolífera.

- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos.
- Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas.
- Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas y se da una nueva redacción a las ITC MI-IP 03 y 04.

- Real Decreto 365/2005, de 8 de abril, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP05 relativa a instaladores o reparadores y empresas instaladoras o reparadoras de productos petrolíferos líquidos.
- Real Decreto 1416/2006, de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP06, relativa al procedimiento para dejar fuera de servicio los tanques de almacenamiento de productos petrolíferos líquidos.
- Real Decreto 1905/1995, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento para la distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.



#### Legislación G.L.P.

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Resolución de 12 de julio de 1999, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen en la Comunidad de Madrid los controles periódicos y después de reparación de los aparatos surtidores destinados al suministro de G.L.P. para vehículos de automoción.



#### Legislación de seguridad de la instalación eléctrica.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

- Resolución de 2 de julio de 1999, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, relativa a las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas en las estaciones de servicio y unidades de suministro.

● Legislación de sistemas de protección contra incendios.

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a extintores de incendios.

● Legislación de instalaciones de aire comprimido.

- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP17, del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a las instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido.

● Legislación metrológica de los aparatos surtidores/dispensadores y manómetros.

- Ley 3/1985, de 17 de marzo, de Metrología.
- Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida.
- Orden ITC/3720/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los sistemas de medida de líquidos distintos del agua denominados surtidores o dispensadores.

- Resolución de 1 de febrero de 2007, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se dictan las medidas de aplicación de la Orden ITC/3720/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los sistemas de medida de líquidos distintos del agua denominados surtidores o dispensadores.
- Resolución de 9 de abril de 2007, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se dictan las medidas de actuación de los organismos autorizados de verificación metrológica en relación a la Orden ITC/3720/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los sistemas de medida de líquidos distintos del agua denominados surtidores o dispensadores.
- Orden 5890/1998, de 6 de octubre, de reparadores de sistemas de medida distintos del agua destinados al suministro de carburantes y combustibles líquidos.
- Orden del 25 de abril de 1995, por la que se regula el control metrológico de los manómetros de uso público para neumáticos de vehículos automóviles en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica.
- Orden ITC/3700/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los manómetros dotados, total o parcialmente, de componentes electrónicos, provistos o no de dispositivos de predeterminación, destinados a medir la presión de los neumáticos de los vehículos a motor.
- Resolución de 9 de abril de 2007, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se dictan las medidas de actuación de los organismos autorizados de verificación metrológica en relación a la Orden ITC/3720/2006, de 22 de noviembre, por la

que se regula el control metrológico del Estado de los sistemas de medida de líquidos distintos del agua denominados surtidores o dispensadores.

- Legislación relativa a la contaminación atmosférica.
  - Real Decreto 2102/1996, de 20 de septiembre, sobre el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) resultantes de almacenamiento y distribución de gasolina desde terminales a las estaciones de servicio.
- Legislación relativa a los sistemas informáticos de gestión de los aparatos surtidores:
  - Orden de 5305/1998, de 25 de septiembre, sobre las instalaciones de equipos y sistemas informáticos de gestión y control de aparatos surtidores en estaciones de servicio.
- Legislación relativa a la actividad de inspección de estaciones de servicio:
  - Orden de 22 de enero de 1998, por la que se aprueba el manual de procedimiento para la inspección de estaciones de servicio y surtidores.
  - Resolución de 28 de marzo de 2007, del Director General de Industria, Energía y Minas, por la que se da publicidad al procedimiento de inspección de sistemas de medida de líquidos distintos del agua denominados surtidores o dispensadores, cuando sea necesaria la colaboración de personal especializado.

## **DIRECCIÓN GENERAL DE COMERCIO.**

- Tiendas. Se realiza el control de las condiciones comerciales de venta de los productos de acuerdo con la Ley 16/1999, de Comercio Interior

de la Comunidad de Madrid, el control del cumplimiento de las condiciones de las Tiendas de Conveniencia y el seguimiento y tramitación de expedientes en materia de la Ley 5/2002 sobre drogodependencias y otros trastornos adictivos. Además, se deben inscribir en el Registro de Actividades y Empresarios Comerciales (REAC).

#### **DIRECCIÓN GENERAL DE CONSUMO.**

- Protección de los consumidores y usuarios, al igual que en cualquier otro establecimiento de venta al público.
  - Decreto 147/1998, de 27 de agosto, de protección de los derechos de los consumidores y usuarios en el servicio de suministro de gasolinas y gasóleos de automoción en instalaciones de venta al público.

La Dirección General de Industria, Energía y Minas es competente para la aplicación de este Decreto en materia de industria, en lo que afecta a la seguridad y adecuación de los aparatos e instalaciones, su adecuado mantenimiento y funcionamiento, así como los aspectos metrológicos.

- Calidad de los combustibles. Se verificará que las propiedades y características de los combustibles estén dentro de los legales.

#### **B) CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.**

##### **DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.**

- Declaraciones de Impacto Ambiental. Las estaciones de servicio están sometidas al trámite de Declaración de Impacto Ambiental por el procedimiento abreviado, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 2/2002, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

- ✿ Suelos contaminados. Se encarga de declarar un suelo como contaminado y obligar o proceder a su descontaminación.
- ✿ Acuerdo voluntario medioambiental suscrito para el control y reducción de la contaminación en las instalaciones de suministro de carburantes a vehículos de la Comunidad de Madrid, entre la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, la Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio (AEESCAM) y operadores.

**C) CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS.**

**DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.**

- ✿ Accesos. En caso de que la estación de servicio tenga sus accesos desde una carretera competencia de la Comunidad de Madrid, se deberá contar con el permiso pertinente para la realización de los mismos.

## 8.1. Fomento del ahorro y la eficiencia energética

- Orden 1063/2007, de 20 de septiembre, del Consejero de Economía y Consumo (BOCM de 4.10.07).
- Convocatoria anual.
- Gestionada a través de IMADE.
- Todo tipo de beneficiarios.
- Actuaciones subvencionables y cuantía de las ayudas:
  - Auditorias energéticas en sectores industriales:
    - 75% de la inversión subvencionable.
    - Máximos:

Consumo energía final (tep/año) por establecimiento	Valor máximo o neto de ayuda (€)
> 60.000	22.500
> 40.000 – 60.000	18.000
> 20.000 – 40.000	15.000
> 10.000 – 20.000	12.750
> 6.000 – 10.000	10.500
> 4.000 – 6.000	9.000
< 4.000	7.500

- Mejora de la eficiencia energética de instalaciones térmicas de edificios existentes:
  - 22% a 30% de la inversión subvencionable.
- Mejora de la eficiencia energética de instalaciones de iluminación interior de edificios existentes:
  - 22% a 35% de la inversión subvencionable.
  - Máximo: 10.000 € viviendas y 50.000 € otros usos.
- Renovación de instalaciones de alumbrado público exterior existentes:
  - 40% de la inversión subvencionable.
- Estudios, análisis de viabilidad y auditorías de instalaciones de alumbrado exterior existentes:
  - 50% de la inversión subvencionable.
  - Máximo: 25.500 €.
- Estudios de viabilidad de cogeneraciones en el sector industrial:
  - 25% de la inversión subvencionable.
  - Máximo: 6.000 €.
- Auditorías energéticas en cogeneraciones existentes en empresas industriales o del sector terciario:
  - 75% de la inversión subvencionable.
  - Máximo: 9.000 €.
- Plantas de cogeneración de alta eficiencia en los sectores no industriales:

- 10% de la inversión subvencionable.
- Máximo: 200.000 €.

✿ Cuantías máximas:

- Personas físicas: 200.000 €.
- Empresas, empresarios autónomos, instituciones sin ánimo de lucro y otras entidades que desarrollen una actividad económica: 200.000 € en tres años (regla de mínimos).
- Resto de beneficiarios: 500.000 €.

✿ Dotación presupuestaria 2008:

- 5.874.316 €.

✿ Plazo de solicitudes:

- 2 meses a partir de la publicación en el BOCM.

✿ Plazo de ejecución:

- Del 1 de enero del año correspondiente al 30 de septiembre del año siguiente.

## 8.2. Fomento de las energías renovables

- ✿ Orden 2580/2007, de 14 de junio, del Consejero de Economía y Consumo (BOCM de 29.06.07).
- ✿ Convocatoria anual.

● Beneficiarios:

- Corporaciones locales.
- Otras entidades públicas.
- Instituciones sin ánimo de lucro.
- Comunidades de propietarios.
- Sociedades cooperativas.
- Empresas, salvo para instalaciones de producción de energía eléctrica en Régimen Especial.
- Personas físicas, salvo para instalaciones de producción de energía eléctrica en Régimen Especial.

● Actuaciones subvencionables y cuantía de las ayudas:

- Energías renovables.
  - Solar térmica (excepto piscinas privadas, instalaciones obligatorias por Ordenanzas Municipales o instalaciones de superficie inferior a 6 m<sup>2</sup>, salvo que tengan carácter demostrativo): 300 €/m<sup>2</sup> para refrigeración y 200 €/m<sup>2</sup> para el resto.
  - Solar fotovoltaica (sistemas aislados o sistemas conectados a red de más de 5 kWp, o de potencia inferior que tengan carácter demostrativo, salvo que sean obligatorios por Ordenanzas Municipales): 1,5 €/Wp para sistemas conectados a red, 3 €/Wp para sistemas aislados con acumulación y 2,5 €/Wp para sistemas sin acumulación.
  - Eólica (hasta 50 kW): 30% de la inversión subvencionable.
  - Biomasa y residuos: 30%.
  - Hidráulica (instalaciones nuevas o rehabilitación, hasta 10 MW): 30%.
  - Geotérmica: 40%.
  - Instalaciones mixtas: cuantía proporcional.

- Proyectos de investigación, desarrollo y demostración: 40% de la inversión subvencionable.

Tienen prioridad las instalaciones de energía solar térmica, fotovoltaica aislada y diversas aplicaciones de biomasa.

Para Ayuntamientos de menos de 10.000 habitantes, la cuantía de la subvención será del 50% de la inversión subvencionable.

✿ Cuantía máxima de las ayudas:

- 70% de la inversión en todos los casos, y:
  - 200.000 € para personas físicas.
  - 200.000 € en tres años para empresas.
  - 300.000 € para resto de beneficiarios.

✿ Dotación presupuestaria 2008: 2.463.450 €.

✿ Plazo de presentación de solicitudes:

- Un mes a partir de la publicación en el BOCM.

✿ Período de realización de la inversión:

- Desde el 15 de octubre del año anterior a la convocatoria hasta el 15 de octubre del año correspondiente.