

# Guía de Ahorro Energético

Guía de Ahorro Energético en Empresas de Restauración



## Empresas de Restauración

Madrid Vive Ahorrando Energía

# **Guía de Ahorro Energético en Empresas de Restauración**



**Madrid Ahorra con Energía**

**Madrid, 2006**

Depósito Legal: M. 28.133-2006

Imprime: Gráficas Arias Montano, S. A.  
28935 MÓSTOLES (Madrid)

# Presentación

El nivel de precios de la energía en el mercado internacional, así como los compromisos medioambientales adquiridos para combatir el cambio climático, han provocado que la visión de la eficiencia energética y el potencial de actuación por el lado de la demanda de la energía en los distintos sectores económicos pasen a un primer plano.

Desde la perspectiva empresarial actual, las empresas no se deben circunscribir a ser sujetos de los programas o estrategias diseñados por las autoridades, sino deben jugar un papel más activo. La internalización de los conceptos de sostenibilidad y eficiencia en la empresa, a través de sus estrategias de actuación y procedimientos de decisión, son ya una realidad para un conjunto creciente de empresas. Estas estrategias, diseñadas como parte del negocio, están dando ya resultados económicos positivos. Es decir, la incorporación de estrategias de eficiencia energética y sostenibilidad en la gestión de las empresas son una inversión rentable.

En la situación actual, la mejora de la eficiencia en el consumo de energía es un reto al alcance de la mano si se aplican las tecnologías adecuadas. Por ello, la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica en colaboración con la Asociación Madrileña de Empresas de Restauración (AMER) han decidido publicar esta Guía para informar a los empresarios y a otros profesionales relacionados con el sector de las ventajas de la aplicación de las nuevas tecnologías, así como de los incentivos existentes a la innovación.

**Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas

# Prólogo

La Restauración, por la variedad de los servicios que presta y el amplio horario de apertura de sus locales, tiene unas necesidades importantes de consumo de energía. Son prioritariamente la electricidad y el gas las que provocan un mayor gasto energético. Los clientes exigen, cada vez en mayor medida, disfrutar de unas óptimas condiciones de confort en cuanto a iluminación y climatización, mientras que el propio funcionamiento de la actividad exige que cocinas, cámaras frigoríficas, cuartos de frío, etc., estén a pleno rendimiento. Por ello se hace estrictamente necesario optimizar los costes sin que por ello se reduzca la calidad de los servicios prestados.

Desde la Asociación Madrileña de Empresas de Restauración, conscientes de la importancia de este tema, se han organizado y realizado múltiples actividades incluyendo campañas de sensibilización, información a las empresas y jornadas informativas.

En colaboración con la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, se realizaron diversas acciones encaminadas a informar a las empresas analizando su entorno energético, realizando auditorías para revisar sus instalaciones y detectar las necesidades reales de consumo con los consiguientes estudios de viabilidad y seleccionando, por último, sus suministradores energéticos. Todas estas acciones culminaron con la realización de una Jornada, en la sede de la asociación, que presidida por el Director General de Industria, Energía y Minas D. Carlos López Jimeno y que contando con empresas con una fuerte especialización energética, se analizaron las posibles líneas de actuación y soluciones específicas a la problemática de las empresas del sector contando para ello con el apoyo de los Organismos competentes de la Comunidad de Madrid.

En resumen, todas cuantas acciones se realicen en este campo, y dada nuestra dependencia energética y los beneficios que comporta para el sector, recibirán siempre el apoyo entusiasta de esta Asociación.

**José Ramón Gumuzio Aqueche**

Presidente de la Asociación Madrileña de Empresas de Restauración

# Autores

- Capítulo 1. **Eficiencia energética. Índice de eficiencia**  
Centro de Eficiencia Energética de Unión Fenosa  
[www.unionfenosa.es](http://www.unionfenosa.es)
- Capítulo 2. **Medidas para la eficiencia energética**  
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas.  
[www.endesa.es](http://www.endesa.es)
- Capítulo 3. **Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado**  
Philips División Comercial Alumbrado  
[www.philips.es](http://www.philips.es)
- Capítulo 4. **Sistemas de ahorro de agua y energía**  
D. Luis Ruiz Moya  
Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L (Tehsa)  
[www.ahorraragua.com](http://www.ahorraragua.com)
- Capítulo 5. **Ahorro energético en la climatización de locales y edificios del sector de restauración**  
D. José J. Vilchez. Ingeniero Industrial  
Product Manager de Equipos Comerciales y Sistemas  
Departamento de Marketing  
Carrier España S.L.  
[www.carrier.es](http://www.carrier.es)
- Capítulo 6. **Energía solar fotovoltaica**  
Atersa  
[www.tersa.com](http://www.tersa.com)
- Capítulo 7. **La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización**  
D. Juan Manuel Rubio Romero  
Product Manager Energía Solar  
Viessmann, S.L.  
[www.viessmann.es](http://www.viessmann.es)
- Capítulo 8. **Las auditorías energéticas en el sector de la restauración**  
Daniel Jiménez Jiménez. Ingeniero Industrial  
Miguel López Madueño. Ingeniero Técnico Industrial  
Departamento de Ingeniería  
Gestión y Productividad Energética, S.L.  
[www.gepe.com](http://www.gepe.com)
- Capítulo 9. **Gestión energética de instalaciones**  
D. Koldo Bustinza  
[www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es)

# Índice

CAPÍTULO 1. Eficiencia energética. Índice de eficiencia	19
1.1. Introducción	19
1.2. Estudio de eficiencia energética de la PYME	20
1.2.1. Introducción y metodología	20
1.2.2. Índice de Eficiencia Energética	22
1.2.3. Resultados por Comunidad Autónoma	23
1.2.4. Resultados por sector de actividad	24
1.2.5. Resultados por tamaño de la empresa	26
1.2.6. Componentes del Índice de Eficiencia Energética	27
1.2.6.1. Cultura Energética	31
1.2.6.2. Mantenimiento	33
1.2.6.3. Control	36
1.2.6.4. Innovación	38
1.2.7. Conclusiones	41
1.2.7.1. Cultura Energética	41
1.2.7.2. Mantenimiento	42
1.2.7.3. Control	43
1.2.7.4. Innovación	44
CAPÍTULO 2. Medidas para la eficiencia energética	45
2.1. Introducción	45
2.2. Optimización tarifaria	47
2.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	48
2.3. Optimización de instalaciones	48
2.3.1. Estudio del consumo	48
2.3.1.1. Consumo de energía en la Restauración	49
2.3.1.2. Distribución del consumo energético	49
2.3.2. Parámetros de eficiencia energética	51
2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en el sector restauración	52

2.3.3.1. Iluminación	54
2.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado	60
2.3.3.3. Agua caliente sanitaria	67
2.3.4. Gestión y mantenimiento energético	70
2.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	72
2.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	74
2.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado	74
2.4. Conclusiones	75
<b>CAPÍTULO 3. Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado</b>	<b>79</b>
3.1. Antecedentes	79
3.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética	79
3.2.1. Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”	80
3.2.2. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	81
3.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	82
3.3.1. Fase de Proyecto	83
3.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación	84
3.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	85
3.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación	93
3.3.2. Ejecución y explotación	94
3.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	94
3.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	95
3.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	95
3.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	95
3.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	95
3.3.2.6. Uso flexible de la instalación	96
3.3.3. Mantenimiento	96
3.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	97

3.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes	98
3.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	98
3.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	98
3.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad	99
CAPÍTULO 4. Sistemas de ahorro de agua y energía	109
4.1. ¿Por qué ahorrar agua?	109
4.1.1. Objetivos de un Plan de Reducción del Consumo de Agua	112
4.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?	113
4.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía	114
4.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para ahorrar agua y energía	117
4.4. Clasificación de Equipos	119
4.4.1. Grifos monomando tradicionales	119
4.4.2. Grifos de volante tradicionales	122
4.4.3. Grifos termostáticos	123
4.4.4. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos	123
4.4.5. Grifos de ducha y torres de prelavado en cocinas	125
4.4.6. Grifos de fregadero en barras y cocinas	126
4.4.7. Grifos temporizados	127
4.4.8. Fluxores para inodoros y vertederos	128
4.4.9. Regaderas, cabezales y regaderas de duchas	130
4.4.10. Inodoros (WC)	132
4.5. Consejos generales para economizar agua y energía	137
CAPÍTULO 5. Ahorro energético en la climatización de locales y edificios del sector de restauración	143
5.1. Introducción	143
5.2. Diseño y utilización de las instalaciones	143
5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético	148
5.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos	149

5.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor	150
5.3.3. Recuperación de calor para producción de agua caliente en unidades de condensación por aire	155
5.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces	157
5.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación	158
5.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (ITE 02.4.6) y recuperación de calor	159
5.5. Consideraciones finales	161
<b>CAPÍTULO 6. Energía solar fotovoltaica</b>	<b>165</b>
6.1. Energía solar fotovoltaica	165
6.1.1. Introducción	165
6.1.2. La energía solar fotovoltaica, necesaria para el desarrollo sostenible	167
6.1.3. Sistemas fotovoltaicos aislados	167
6.1.4. Sistemas de conexión a red	168
6.2. Instalaciones fotovoltaicas aisladas	170
6.2.1. Ejemplos de instalaciones fotovoltaicas aisladas en Hostelería	170
6.2.2. Ventajas de una instalación fotovoltaica aislada	172
6.3. Instalaciones de conexión a red en Hostelería	173
6.3.1. Ventajas de los sistemas de conexión a red en el sector hostelería	174
<b>CAPÍTULO 7. La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización</b>	<b>175</b>
7.1. Introducción	175
7.2. Posibilidades de ahorro solar en empresas de restauración	177
7.3. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas.	179
Componentes	
7.3.1. Subsistema de Captación	180
7.3.2. Subsistema de Acumulación	184
7.3.3. Subsistema de Intercambio	185

7.3.4. Subsistema de Regulación y Control	186
7.3.5. Subsistema de Energía Auxiliar o Convencional	186
7.4. Principales aplicaciones de la energía solar térmica	188
7.4.1. Producción de ACS con energía solar térmica	189
7.4.2. Producción de ACS y climatización de piscinas con energía solar térmica	190
7.4.3. Conexión al retorno de los sistemas de calefacción con energía solar térmica	190
7.5. Conexión al retorno en sistemas de absorción con energía solar térmica	192
7.6. Caso ejemplo: centro comercial con energía solar para la producción de ACS	194
7.6.1. Objetivo	194
7.6.2. Selección de opciones	194
7.6.3. Características de la instalación	195
7.6.3.1. Descripción general	195
7.6.3.2. Funcionamiento del esquema hidráulico	197
7.6.3.3. Cálculos energéticos y económicos	198
7.6.3.4. Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub>	200
7.7. Resumen de los beneficios de solarizar una empresa de restauración	200
<b>CAPÍTULO 8. Las auditorías energéticas en el sector de la restauración</b>	<b>203</b>
8.1. Introducción	203
8.2. Auditorías energéticas	205
8.2.1. Conceptos iniciales	205
8.2.2. Consumos de energía	207
8.2.3. Metodología	208
8.3. Resultados Generales	209
8.3.1. Introducción	209
8.3.2. Conclusiones finales	212
8.4. Cocinas	212
8.4.1. Conceptos generales	212
8.4.2. Principales elementos de consumo	213
8.4.2.1. Placas de cocina	213

8.4.2.2. Hornos	215
8.4.2.3. Frigoríficos y congeladores	216
8.4.2.4. Lavavajillas y trenes de lavado	217
8.4.2.5. Campanas extractoras	218
8.5. Climatización	220
8.5.1. Conceptos generales	220
8.5.2. Posibilidades de reducción de la demanda	220
8.5.3. Elección de equipos adecuados de climatización	222
8.5.4. Concienciación de ahorro	225
8.6. Iluminación	225
8.6.1. Introducción	225
8.6.2. Posibles medidas de ahorro en el campo de la iluminación	227
8.6.2.1. Instalación de balastos electrónicos en lámparas fluorescentes	227
8.6.2.2. Cambio de fluorescentes actuales por otros de mayor eficiencia	228
8.6.2.3. Sustitución de lámparas incandescentes por sus equivalentes de bajo consumo	230
8.6.2.4. Incorporación de sistemas de control de consumo	231
8.6.2.5. Aplicación de distintas medidas de ahorro a suministros asemejables a alumbrado público	236
8.6.3. Aplicación de casos concretos	240
8.7. Otros consumos: secadores de manos	242
8.8. Ejemplo real de aplicación	243
8.8.1. Características del local	243
8.8.2. Horarios apertura	244
8.8.3. Suministros energéticos	244
8.8.4. Potencia instalada	244
8.8.5. Consumos	247
8.8.6. Medidas de ahorro	250
8.8.6.1. Iluminación	251
8.8.6.2. Climatización	252
8.8.6.3. Cocinas	253
8.8.7. Ahorro en facturación	253

8.8.8. Otras medidas	254
8.8.9. Economías de carácter inmediato	255
<b>CAPÍTULO 9. Gestión energética de instalaciones</b>	<b>257</b>
9.1. Introducción	257
9.2. Objetivos	260
9.3. Clasificación del sector restauración en la Comunidad Autónoma de Madrid por tamaño y potencias eléctricas contratadas	260
9.3.1. Pequeños restaurantes	261
9.3.2. Restaurantes medianos	264
9.3.3. Grandes instalaciones	266
9.4. Criterios de diseño utilizados	269
9.4.1. En iluminación	269
9.4.2. En los cálculos térmicos	271
9.4.3. Calendario/horario de funcionamiento de las instalaciones	272
9.5. Cálculo de potencias eléctricas de las instalaciones modelo	273
9.5.1. Cargas eléctricas en el modelo de Pequeños Restaurantes	273
9.5.2. Cargas eléctricas en modelo Restaurantes Medianos	274
9.5.3. Cargas eléctricas en modelo Restaurantes Grandes	275
9.6. Sistema de gestión energética	277
9.6.1. Diseño del sistema de gestión energética (GEN)	278
9.7. Metodología de trabajo	280
9.8. Características generales de un sistema de gestión	280
9.9. Elementos que constituyen el sistema de gestión	281
9.10. Ahorros energéticos posibles por tipo de instalación	281
9.10.1. Pequeños restaurantes	282
9.10.2. Restaurantes medianos	287
9.10.3. Restaurantes grandes	297
9.11. Ejecución de las soluciones aplicables	308
9.12. Ventajas para el usuario	309

## 1.1. Introducción

La energía es un factor de gran relevancia en el desarrollo económico de cualquier país. Las importaciones, las exportaciones y el modo de utilización de los recursos energéticos influyen en gran medida en la tipología de la estructura financiera de un estado.

La eficiencia energética es un instrumento fundamental para dar respuesta a los cuatro grandes retos del sector energético mundial: el cambio climático, la calidad y seguridad del suministro, la evolución de los mercados y la disponibilidad de fuentes de energía.

Por eficiencia energética se entiende el conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible. Se trata de utilizar mejor la energía. El objetivo de una política de eficiencia energética es fomentar comportamientos, métodos de trabajo y técnicas de producción que consuman menos energía.

El objetivo básico de la política energética de España, al igual que el resto de los países, es llevar la economía a una situación de máxima competitividad. Sin embargo, en los últimos tiempos, están surgiendo varias trabas en el camino:

- Elevada dependencia energética exterior: España importa el 75 % de la energía primaria que utiliza frente al 50 % de media en la UE, cifra considerada ya elevada por las instituciones comunitarias. Además, esa

dependencia va en aumento, con las implicaciones no sólo económicas y comerciales que ello supone, sino también con unos efectos medioambientales significativos al tratarse mayoritariamente de productos fósiles con un elevado nivel de emisiones de efecto invernadero.

- La economía española está evolucionando durante los últimos años hacia tasas de crecimiento anual superiores a la media europea, lo que está permitiendo un avance significativo en convergencia real. No obstante, esta evolución también se ha visto acompañada por crecimientos importantes de la demanda energética, con tasas de incremento anual superiores, algunos años, a las de la economía. De ahí que el indicador de Intensidad Energética muestre tendencias de ligero crecimiento durante los últimos años.
- Hay una preocupación por llevar a cabo una reducción significativa de emisiones de contaminantes atmosféricos, en concordancia con las Directivas europeas y orientaciones internacionales.

## 1.2. Estudio de eficiencia energética de la PYME

### 1.2.1. Introducción y metodología

UNION FENOSA está comprometida con el ahorro y la eficiencia energética porque entiende firmemente que “*la energía más limpia es la que no se consume*”.

Una de las contribuciones a este principio básico es la construcción de una métrica: el ‘Índice de Eficiencia Energética’, que permite a las empresas conocer y gestionar su perfil de eficiencia energética.

Para ello se ha definido el perfil de eficiencia energética de la empresa a través del análisis detallado de los cuatro factores clave que lo determinan.



Los cuatro factores analizados son:

- **Cultura Energética:** en este apartado se analiza el nivel de información existente en la organización, la formación interna y la política de empresa en el ámbito de la eficiencia energética.
- **Mantenimiento:** se determina el nivel de sensibilidad existente en la empresa en el mantenimiento de los diferentes equipamientos utilizados, con objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- **Control Energético:** se analiza el nivel de gestión del gasto energético, a través de la aplicación de métodos de medición y la implantación de procesos administrativos adecuados.
- **Innovación Tecnológica:** se valora el grado de actualización de la empresa en lo que se refiere a los medios técnicos aplicados en las instalaciones, tanto de producción, como de servicios generales.

El Índice de Eficiencia Energética viene definido por una evaluación ponderada de los cuatro factores analizados, que son los que determinan la eficiencia en el uso de la energía.

Para la realización de este primer estudio de 'Eficiencia energética de la Pyme', se han realizado 2421 entrevistas telefónicas, lo que ofrece una precisión de +/- 2 % en un intervalo de confianza del 95 %.

La muestra ha sido escogida sobre empresas de entre 6 y 199 empleados, pertenecientes a los sectores de Comercio, Industria, Hoteles, Servicios Profesionales, Restaurantes y cafeterías, Resto de Actividades (engloba a las empresas no incluidas en los sectores anteriores), buscando representatividad nacional, sectorial y autonómica.

## 1.2.2. Índice de Eficiencia Energética

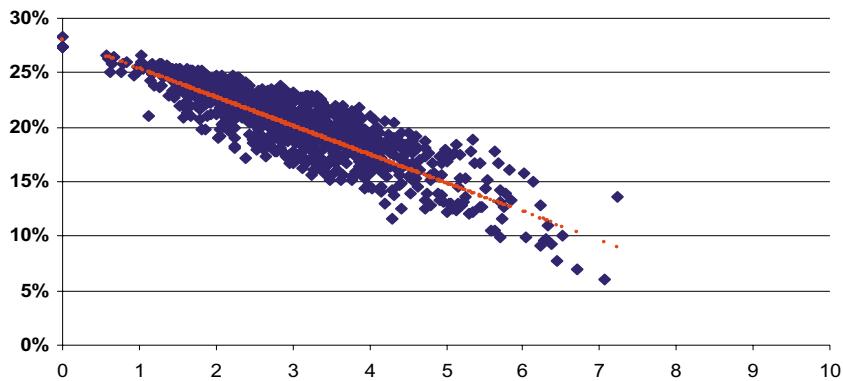
La primera edición del estudio sobre 'Eficiencia Energética de la PYME', conforma un Índice de Eficiencia Energética de **3,1** puntos sobre 10, inferior a los 3,7 puntos obtenidos por el sector Restauración, el segundo sector más eficiente, sólo superado por Hostelería.

Este resultado, que en principio puede parecer bajo, refleja un importante potencial de mejora en la competitividad de las empresas y supone un primer punto de partida para comprobar la evolución del perfil de eficiencia energética de la pyme a lo largo de las sucesivas ediciones de este estudio.

Del estudio se desprende que el gasto energético de las pymes se podría optimizar modificando tan sólo algunos hábitos de consumo y el equipamiento básico de las empresas.

Si se trasladan los resultados del Índice de Eficiencia Energética a términos de ahorro, el estudio refleja que las pequeñas y medianas empresas españolas pueden ahorrar una media del 19,4 % de la energía que consumen.

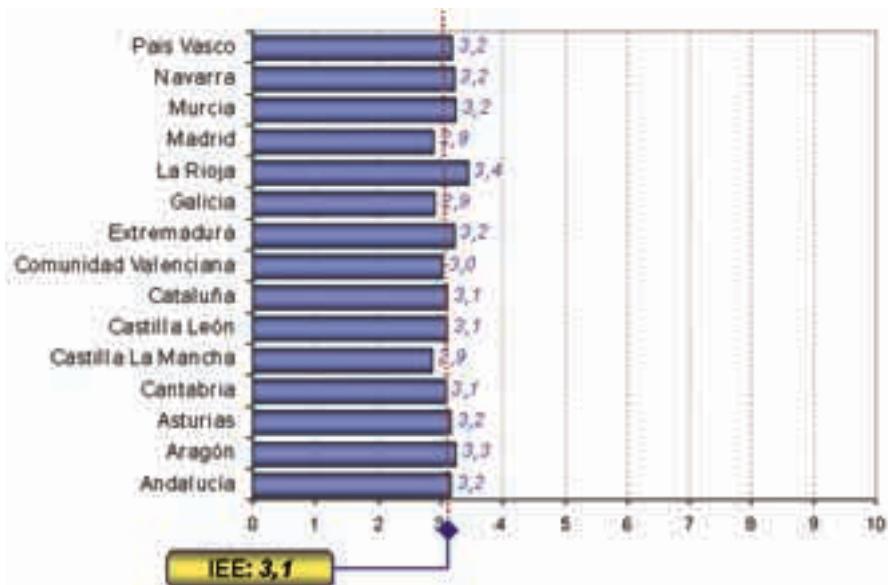
En la Fig.1 se muestra la distribución del ahorro estimado en función del Índice de Eficiencia Energética.



**Figura 1.** Distribución del ahorro en función del Índice de Eficiencia.

### 1.2.3. Resultados por Comunidad Autónoma

En las Fig. 2 y Fig. 3 se muestran los resultados del Índice de Eficiencia Energética de la Pyme en cada una de las Comunidades Autónomas donde se ha realizado el estudio, tanto en términos de valoración del índice como en términos de ahorro energético.



**Figura 2.** Índice de Eficiencia Energética por CCAA.



**Figura 3.** Ahorro potencial estimado por CCAA.

Como se desprende de la lectura de los gráficos, los resultados que se obtienen son muy homogéneos en todas las Comunidades Autónomas, lo que lleva a concluir que no existen grandes diferencias geográficas en los hábitos de consumo ni en los equipamientos energéticos de las pymes españolas.

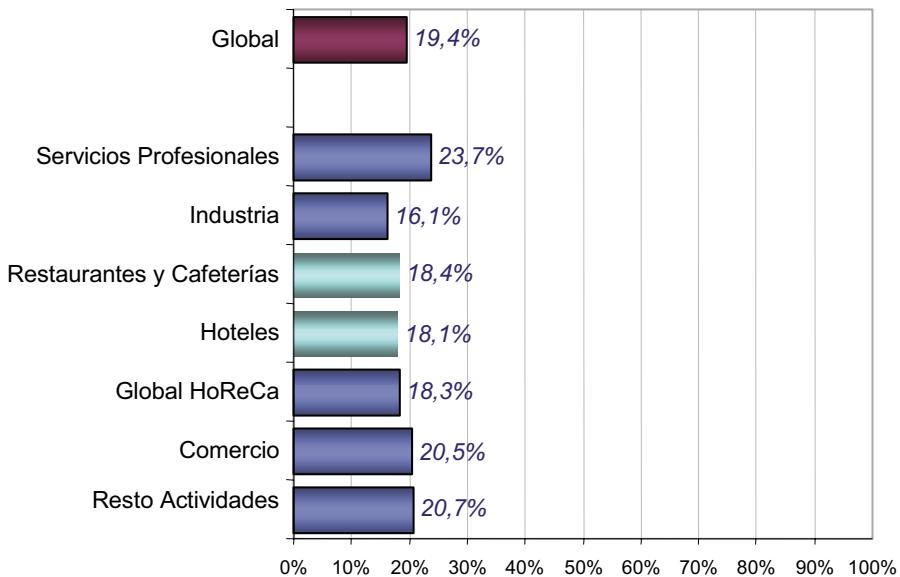
#### 1.2.4. Resultados por sector de actividad

El análisis de los resultados del Índice por sector de actividad muestra diferencias significativas entre los mismos. El sector 'Hoteles' obtiene la mejor valoración (4,1 puntos sobre 10), mientras que el sector 'Servicios Profesionales' obtiene la puntuación más baja, 2,7 puntos. El sector Restauración, "Restaurantes y Cafeterías", obtiene la segunda puntuación más alta con 3,7 puntos.



**Figura 4.** Valoración del Índice de Eficiencia Energética por sectores.

Nota: HoReCa. Agrupa a los sectores de actividad: Hoteles, Restaurantes y Cafeterías

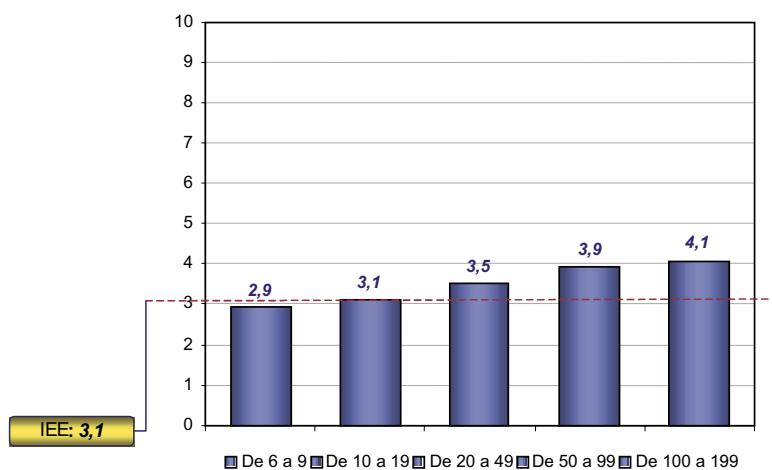


**Figura 5.** Ahorro potencial estimado por sectores.

La dispersión, en términos de ahorro, también es significativa y oscila entre el 23,7 % de ahorro en el sector de 'Servicios Profesionales' y el 16,1 % del sector 'Industria', siendo éste el sector con potencial de ahorro más bajo. Este dato se justifica porque debido al alto porcentaje que en los costes del sector supone la factura energética, se han realizado tradicionalmente más medidas de eficiencia energética. Como se desprende del estudio de los dos gráficos, no existe una relación lineal entre el valor del índice y el potencial de ahorro que se puede alcanzar, es decir, mayor/menor valoración del índice no implica necesariamente menor/mayor potencial de ahorro respectivamente.

### 1.2.5. Resultados por tamaño de la empresa

La Fig. 6 representa la distribución del índice según el número de empleados de la empresa.



**Figura 6.** Índice de eficiencia energética por tamaño.

Son señalables las sensibles diferencias que existen entre los hábitos de consumo y utilización de la energía según el tamaño de las pymes analizadas. El índice refleja que las pymes con más empleados (entre 100 y 199) son las que tienen unos hábitos energéticos más eficientes y las empresas con menos trabajadores (entre 6 y 9) son las menos eficientes.

Por otra parte, el segundo segmento de empresas analizadas (de entre 10 y 19 empleados) obtiene la misma puntuación que la media del estudio (3,1 puntos sobre 10).

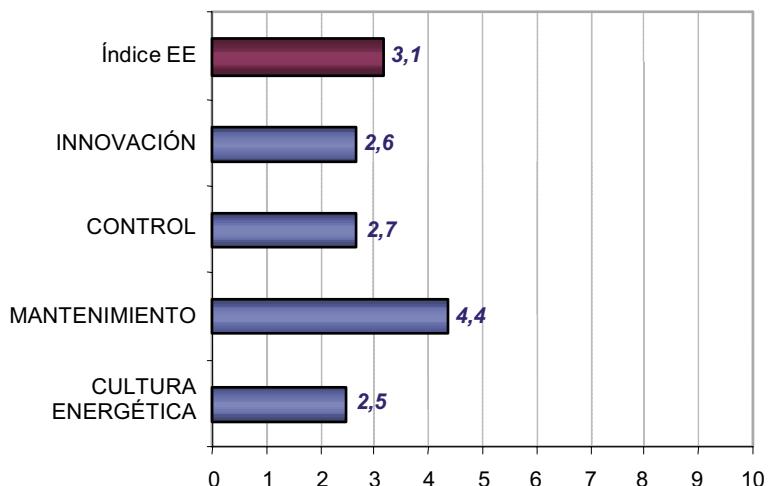
Se puede comprobar a lo largo del Estudio que esta tendencia se repite, de forma generalizada, en todos los indicadores estudiados.

### 1.2.6. Componentes del Índice de Eficiencia Energética

El Índice de Eficiencia Energética viene definido por una evaluación ponderada de cuatro subíndices. Estos subíndices se corresponden con los cuatro factores analizados que determinan la eficiencia en el uso de la energía.

- **Cultura Energética.**
- **Mantenimiento.**
- **Control Energético.**
- **Innovación Tecnológica.**

La Fig. 7, muestra la valoración del Índice de Eficiencia Energética y su desglose en los cuatro componentes que lo conforman.



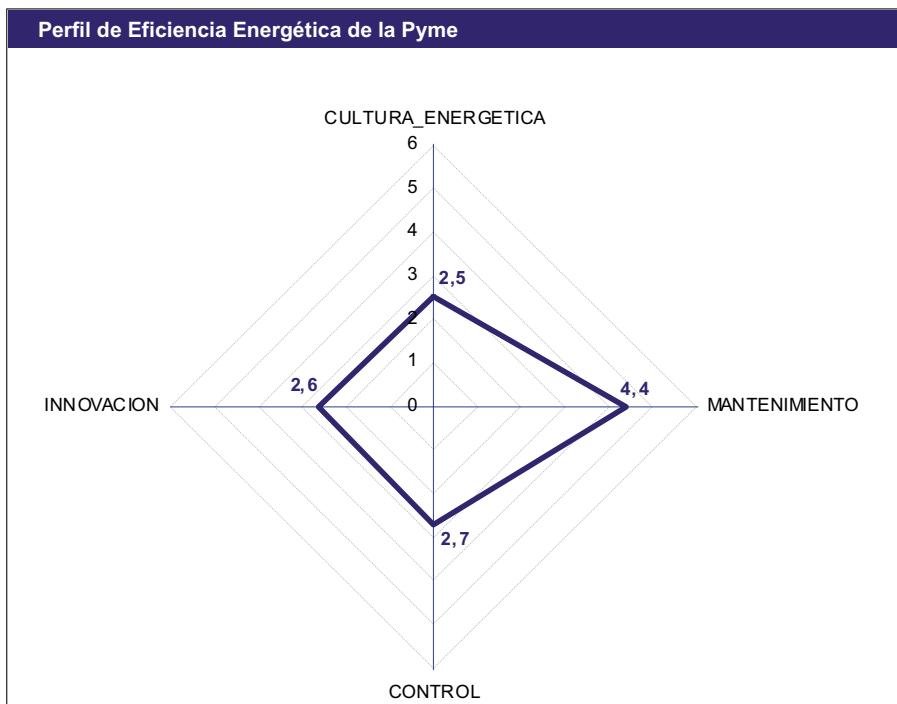
**Figura 7.** Componentes del Índice de Eficiencia.

Del análisis de estos resultados, se desprende que la pyme española está muy poco concienciada de los beneficios que le reportaría implantar políticas sobre el uso eficiente de la energía.

Como se puede apreciar, el subíndice de Mantenimiento es el que obtiene mejor puntuación (4,4 puntos sobre 10) mientras que el apartado de Cultura Energética es el que obtiene la menor de las valoraciones (2,5 puntos sobre 10). Por otra parte, salvo 'Mantenimiento', no existen grandes diferencias entre el resto de subíndices.

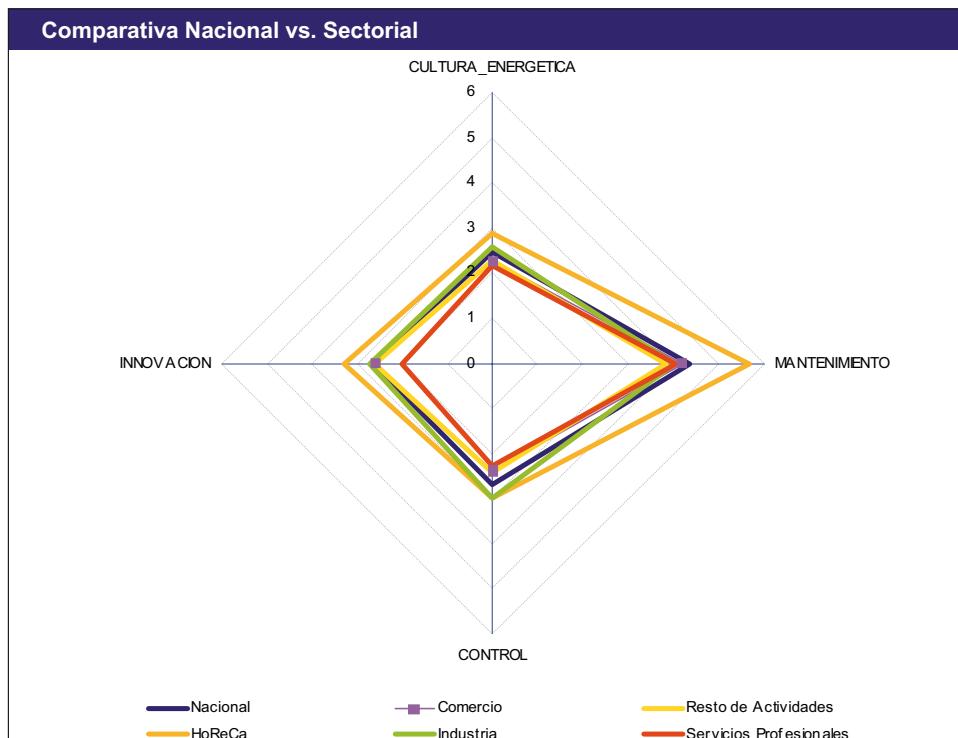
Una vez evaluadas las cuatro áreas que conforman el nivel de eficiencia energética de la pyme, se puede establecer el siguiente perfil de la empresa española:

***La empresa española presenta un perfil de Cultura Energética bajo y, por lo tanto, muy adecuado para poder desarrollar acciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética de sus organizaciones.***

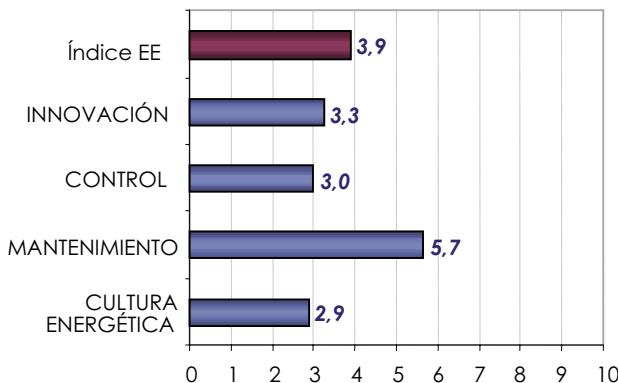


**No está especialmente concienciada de los beneficios de implementar políticas de control energético ni de introducir innovaciones (tanto en los aspectos de metodologías de trabajo como en lo que a equipos energéticamente eficientes se refiere).**

**Sin embargo, sí dedica recursos a la realización de acciones de mantenimiento, generalmente mantenimiento correctivo, de las instalaciones y equipos energéticos.**

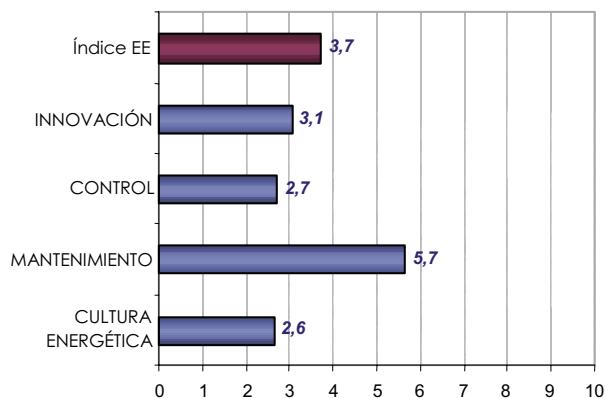


Como se puede observar en la comparativa Nacional vs. Sectorial, el sector Horeca, obtiene mejor puntuación en Mantenimiento que en el resto de factores. Siendo el sector que mayor desequilibrio presenta entre los cuatro factores de eficiencia, con una clara tendencia hacia el mantenimiento, aunque sin olvidar los otros factores, todos por encima de la media nacional.



**Figura 8.** Componentes del índice de Eficiencia Energética en el sector Horeca.

Analizando el sector Restauración por separado se aprecia una disminución de la nota en los índices de Innovación, Control y Cultura respecto a las obtenidas por el conjunto Horeca, mientras que en Mantenimiento se mantiene, es decir, se acentúa aún más el desequilibrio entre los distintos índices, en este caso, los índices de Innovación y Cultura se encuentran por encima de la media, mientras que Control se equipara a ésta.



**Figura 9.** Componentes del índice de Eficiencia Energética en el sector Restauración.

### **1.2.6.1. Cultura Energética**

El subíndice de 'Cultura Energética' mide el nivel de sensibilidad de la empresa hacia los temas relacionados con la eficiencia energética. En concreto se valora la formación, la información y el grado de compromiso de la Dirección con estos temas.

El subíndice de Cultura Energética alcanza un valor de 2,5 puntos sobre 10, siendo el subíndice que obtiene la puntuación más baja.

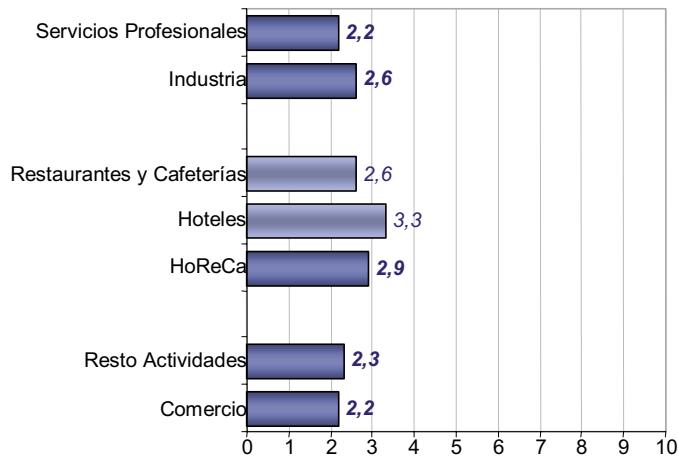
A la vista de estos resultados, se puede concluir que existe una muy escasa concienciación y, por lo tanto, un bajo nivel de compromiso en las pymes para mejorar su rendimiento energético.

Si se analiza el apartado de Cultura Energética por sector de actividad, se observa, en primer lugar, que son los sectores 'HoReCa' e 'Industrial' los que obtienen las mejores valoraciones, mientras que 'Comercio' y 'Servicios Profesionales' se sitúan en las posiciones más bajas con, tan sólo, 2,2 puntos sobre 10. El sector Industria obtiene 2,6 puntos, sólo 0,1 puntos por encima de la media, siendo el factor Cultura Energética el que obtiene peor nota en el análisis de eficiencia energética del sector.

Por otra parte, si se desglosa el sector 'HoReCa' en los dos subsectores que lo componen, se puede observar una diferencia significativa entre el sector 'Hoteles' (3,3 puntos) y el sector 'Restaurantes y Cafeterías' (2,6 puntos).

El análisis del perfil de Cultura Energética muestra, de nuevo, las grandes diferencias en el comportamiento de las pymes según sea su tamaño, el valor del subíndice de cultura energética aumenta conforme al número de empleados de la empresa.

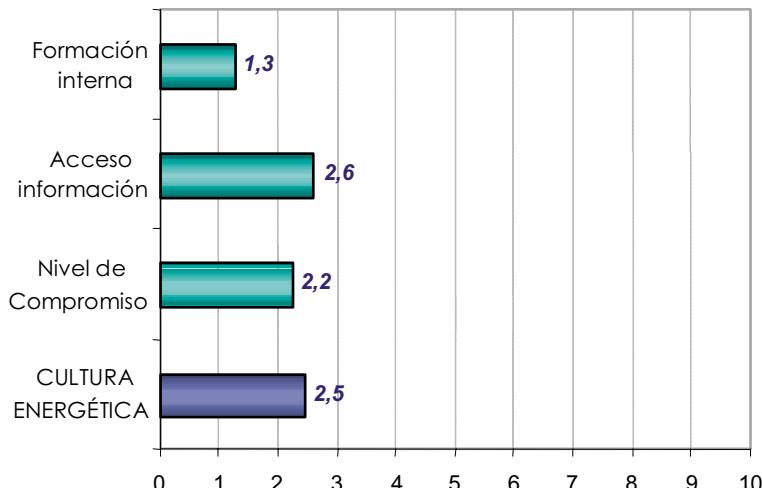
Se detecta un salto cuantitativo en las empresas de más de cincuenta empleados.



**Figura 10.** Cultura Energética, valoración por sectores.

Dentro del apartado de Cultura Energética se han analizado tres factores:

- El nivel de compromiso de la empresa con la eficiencia energética.
- La posibilidad de acceso a información relacionada con la eficiencia energética.
- La formación interna en materia de eficiencia energética.



**Figura 11.** Índice de Cultura Energética por factores.

Una primera lectura de los resultados obtenidos por estos tres indicadores permite extraer las siguientes conclusiones:

- La formación interna en temas de hábitos y usos eficientes de la energía es prácticamente inexistente, se convierte, por lo tanto, en la asignatura pendiente de la pyme. La valoración de este indicador es de sólo 1,3 puntos sobre 10, siendo la puntuación más baja de todos los indicadores del estudio.
- Como era de esperar, una escasa formación en materia de eficiencia energética, se materializa en un bajo nivel de compromiso (2,2 puntos sobre 10). Lógicamente, si no existe formación no puede haber una puesta en práctica de los conceptos y hábitos energéticamente eficientes.
- Por último, el acceso a información relacionada con la eficiencia energética, es el indicador que obtiene la mejor valoración de los tres. Aún así, su puntuación es de tan sólo 2,6 puntos sobre 10.

#### 1.2.6.2. Mantenimiento

Para conseguir una máxima eficiencia energética en la empresa, se necesita que todos los equipos existentes dentro de ella, desde la más sencilla de las lámparas que iluminan un puesto de trabajo hasta la más complicada de los equipos robotizados que puedan existir en la actualidad, funcionen de la forma más eficiente posible. Esto se logrará siempre que se realice el mantenimiento adecuado de dichos equipos, minimizando así averías, bajos rendimientos, etc.

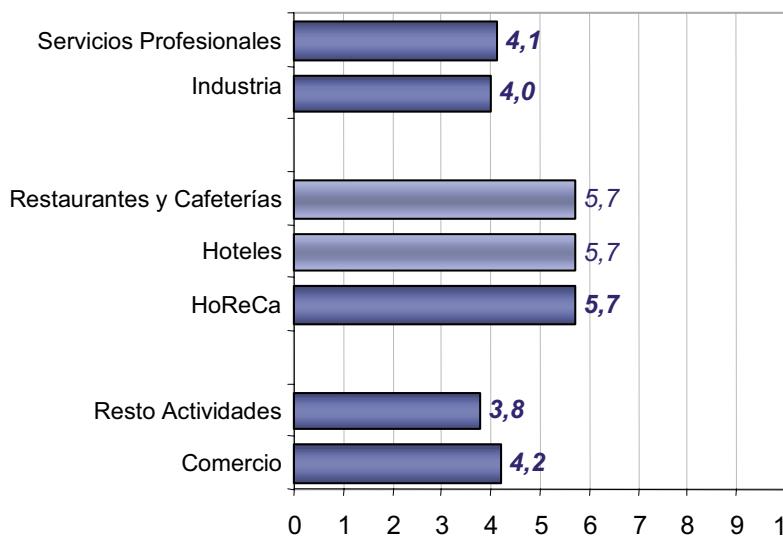
El indicador de 'Mantenimiento' trata de medir en qué medida se realiza el mantenimiento de los equipos e instalaciones de energía.

De los cuatro subíndices que conforman el Índice de Eficiencia Energética el subíndice de 'Mantenimiento' obtiene la puntuación más alta (4,4 puntos sobre 10). Cabe destacar que la mayoría de las empresas entrevistadas realizan algún tipo de mantenimiento. Destacan las pymes que realizan un mantenimiento correctivo (52 %) frente a las que realizan un mantenimiento preventivo (33 %).

Como se puede comprobar en la Fig. 12, el análisis sectorial de este subíndice muestra el gran salto cuantitativo que existe entre el sector que obtiene la mayor puntuación 'HoReCa' (5,7 puntos sobre 10) y el resto de sectores de actividad.

Cabe destacar también la igualdad obtenida entre los sectores que se engloban dentro del sector 'HoReCa'. Por otra parte, tampoco existen grandes diferencias entre el resto de sectores de actividad.

A la vista de estos resultados se puede concluir que, tanto el sector 'Hotelero' como los 'Restaurantes y cafeterías', son los sectores más concienciados de las ventajas que suponen desarrollar acciones de mantenimiento de sus instalaciones de energía.



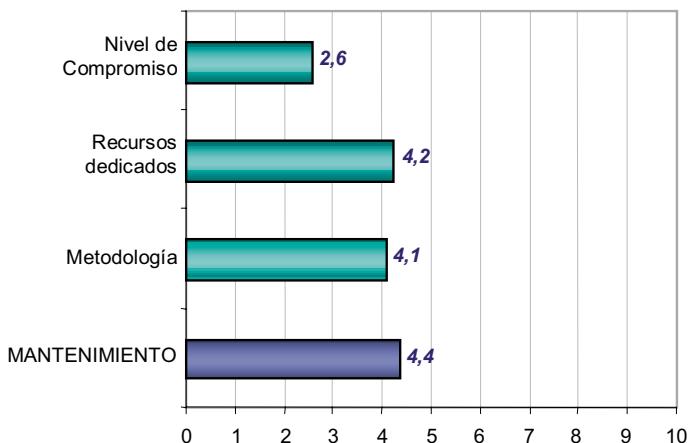
**Figura 12.** Índice de Mantenimiento por sectores.

Si se observa la puntuación del subíndice de 'Mantenimiento', atendiendo al tamaño de las empresas, se puede comprobar que todas las empresas, independientemente de su tamaño, realizan acciones de mantenimiento y están, por lo general, muy concienciadas sobre los beneficios de realizar este tipo de acciones.

Para realizar el estudio del subíndice Mantenimiento, se han analizado los siguientes factores:

- ✿ El conjunto de técnicas y procesos empleados en las acciones de mantenimiento, es decir, la **metodología** de mantenimiento utilizada.
- ✿ La cantidad de **recursos** dedicados a tareas de mantenimiento, tanto personales como técnicos.
- ✿ El grado de importancia que se otorga a las acciones de mantenimiento por parte de la empresa, es decir, su **nivel de compromiso** con este tipo de acciones.

La Fig. 13 muestra las puntuaciones obtenidas por los tres componentes del subíndice 'Mantenimiento'.



**Figura 13.** Puntuaciones de los factores de mantenimiento.

Como se desprende de la figura, las empresas realizan acciones de mantenimiento aplicando cierto nivel de metodología y dedicando un determinado número de recursos. Sin embargo, el indicador del 'Nivel de compromiso' de los tres indicadores analizados en este apartado es el que menor

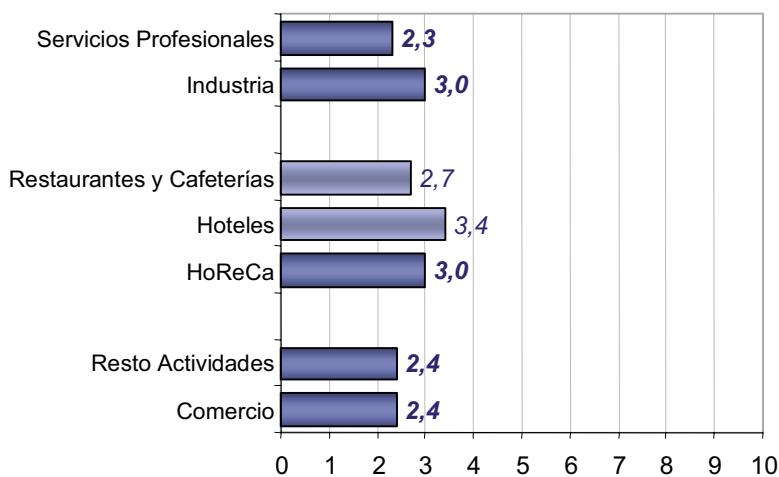
puntuación obtiene, 2,6 puntos sobre 10. Por lo tanto, se puede concluir que aunque las empresas otorgan mucha importancia a las tareas de mantenimiento, este hecho no se ha sido bien comunicado o transmitido al resto de la organización.

### 1.2.6.3. Control

El indicador de 'Control', mide el grado de disponibilidad que tienen las empresas sobre una serie de datos acerca de cuánto, cómo, dónde y por qué se produce el gasto energético/económico en cada uno de los equipos o procesos consumidores de energía que existan en las empresas.

El conocimiento de estos datos supone conocer dónde se encuentran las posibilidades de mejora en el ámbito de la eficiencia energética y, por lo tanto, donde aplicar los esfuerzos.

La puntuación obtenida por este indicador es de 2,7 puntos.



**Figura 14.** Índice de Control por sectores.

En el análisis sectorial de este subíndice, el sector 'Hotelero' es el que mejor valoración obtiene (3,4 puntos sobre 10) seguido del sector 'Industria' con 3,0 puntos.

Estos dos sectores son, por lo tanto, los sectores que más concienciados están respecto a los beneficios que supone implantar políticas de control adecuadas sobre las instalaciones energéticas.

Respecto al análisis según el tamaño de la empresa, sigue la tendencia general del estudio, a mayor número de empleados mayor control.

Son las empresas de más de veinte empleados las que se sitúan con puntuaciones por encima de la media del indicador 'Control', 2,7 puntos sobre 10.

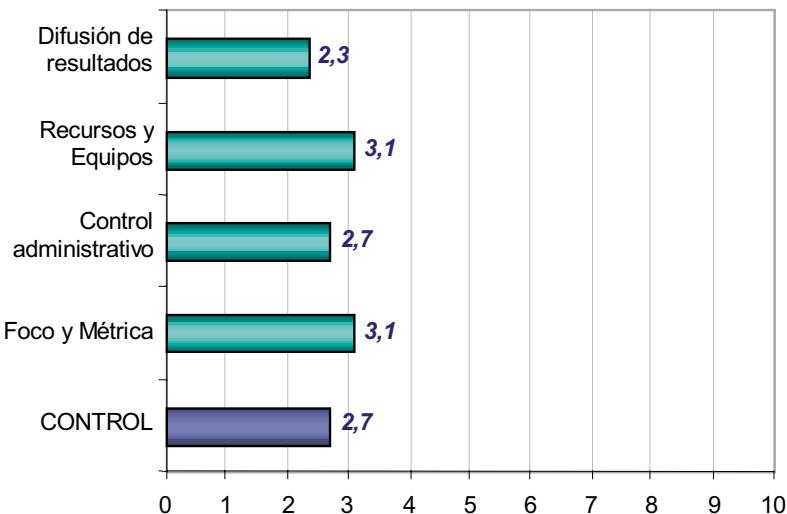
Dentro del apartado de 'Control' se han analizado los siguientes aspectos:

- **Foco y Métrica.** Mide el nivel de adopción del concepto 'ahorro energético' por parte de la Dirección de la empresa, es decir, la mayor o menor importancia que la Dirección de la empresa otorga al ahorro energético.
- **Control Administrativo.** Indicador muy relacionado con el anterior. Es un indicador operativo. Trata de medir en qué manera se controla, maneja y procesa la información sobre consumos desde el punto de vista administrativo.
- **Recursos y Equipos.** Mide la adecuación de los recursos, humanos y técnicos, dedicados a la tarea de monitorización de consumos.
- **Difusión de Resultados.** Este indicador trata de valorar en qué medida los resultados obtenidos gracias al control, se utilizan para concienciar a los empleados de la utilidad de llevar a cabo acciones de control y medidas de eficiencia energética.

Como se puede observar en la Fig. 15, el indicador 'Difusión de Resultados' es el que obtiene la valoración más baja (2,3 puntos sobre 10), por debajo de la media del subíndice 'Control' (2,7).

A la vista de las valoraciones obtenidas por los indicadores que componen el subíndice 'Control', se puede concluir que las empresas, generalmente, están poco concienciadas de los beneficios que les reportaría desarrollar una política de control de la energía en sus instalaciones (3,1), dedican pocos medios y recursos a

actividades de control (3,1) y al control administrativo de los consumos (2,7) y no incluyen, por lo general, en su política de comunicación interna menciones sobre los beneficios obtenidos gracias a las medidas de ahorro y eficiencia energética (2,3).



**Figura 15.** Índice de control por factores.

#### 1.2.6.4. Innovación

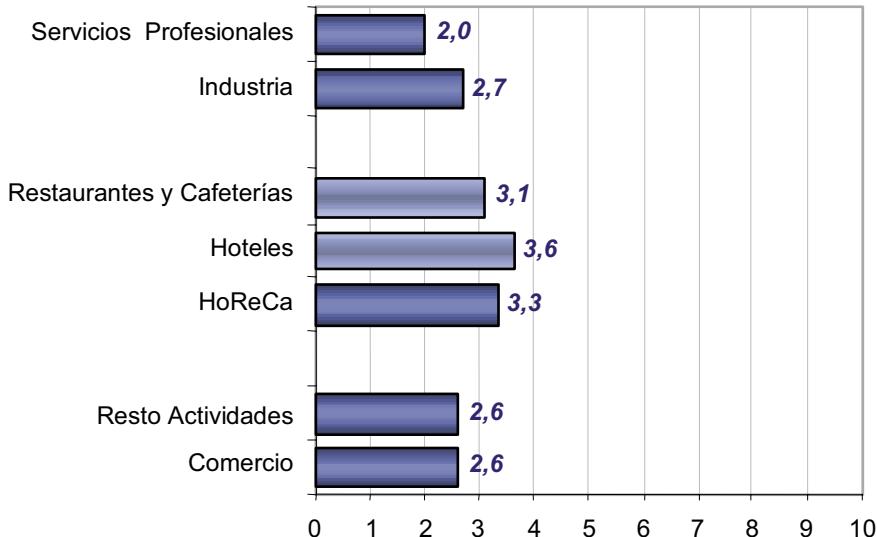
Los avances tecnológicos, en todos los campos, implican una mejora en la eficiencia energética ya que suponen mejoras de rendimientos con el fin de conseguir una disminución en los costes de producción.

El subíndice de innovación está relacionado con el grado de actualización de los medios técnicos aplicados en las instalaciones de la empresa, tanto de producción como de servicios generales (iluminación, climatización, etc.).

La puntuación obtenida por el subíndice 'Innovación' es de 2,6 puntos.

En el análisis sectorial de este subíndice, el sector 'Hotelero' es el que mejor valoración obtiene (3,6 puntos sobre 10), seguido del sector Restauración (3,1 puntos sobre 10). Por el contrario el sector 'Servicios Profesionales' es el que se sitúa

a la cola de los sectores de actividad en cuanto a la introducción de innovaciones se refiere. No existen diferencias significativas entre el resto de sectores de actividad.



**Figura 16.** Índice de Innovación por sectores.

Los valores obtenidos por el subíndice 'Innovación' según el número de empleados de la empresa, siguen un comportamiento muy lineal, no existen grandes diferencias de un segmento a otro.

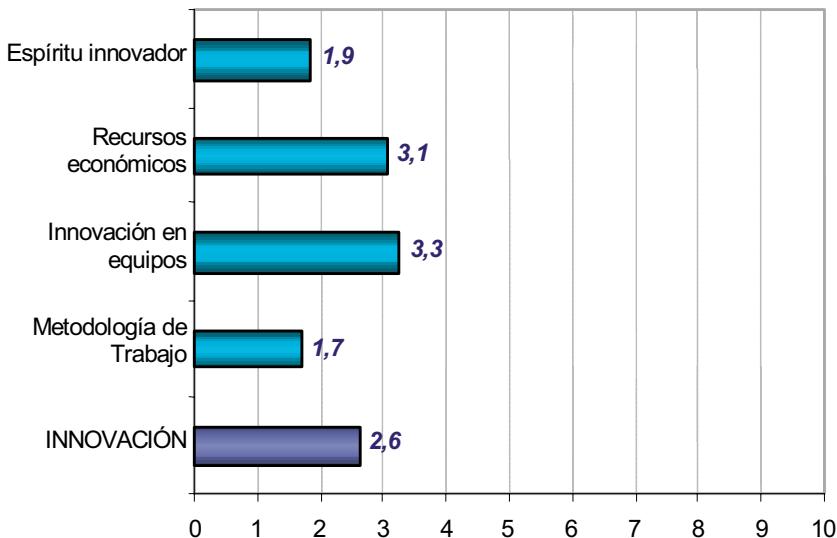
El comportamiento del subíndice sigue la tendencia general, pero en este caso, no se puede definir un salto cuantitativo en ninguno de los intervalos analizados.

El subíndice de 'Innovación' lo componen los siguientes cuatro indicadores:

- ✿ **Metodología.** Mide la capacidad de adopción de nuevas metodologías de trabajo, o la flexibilidad de la empresa para adaptar sus metodologías a los cambios.

- **Innovación** en equipos. Valora el grado de modernización e innovación tecnológica de los equipamientos consumidores de energía.
- **Inversión**. Representa la cantidad de recursos económicos invertidos en la modernización de equipos e instalaciones.
- **Espíritu innovador**. Mide el compromiso por parte de la Dirección de la empresa de estar a la vanguardia tecnológica.

La Fig. 17 muestra las puntuaciones obtenidas por los cuatro componentes de este subíndice.



**Figura 17.** Índice de Innovación por factores.

Como se puede observar, las empresas por lo general no adoptan nuevas metodologías de trabajo (o son poco flexibles para adaptarse a los cambios) (1,7 puntos sobre 10), mientras que el nivel de compromiso por estar en la vanguardia tecnológica es bajo (1,9).

Por otra parte, aunque las puntuaciones obtenidas también son bajas, los indicadores mejor valorados están relacionados con la inversión. 'Recursos

económicos' obtiene una puntuación de 3,1 puntos sobre 10 mientras que el indicador de 'Innovación en equipos' llega a 3,3 puntos.

### 1.2.7. Conclusiones

Las principales conclusiones que se desprenden de la Edición 2005 del estudio de 'Eficiencia Energética de la Pyme' son:

- Los resultados reflejan un importante potencial de mejora en la competitividad de las empresas trabajando los puntos débiles identificados en el estudio.
- El mantenimiento y la explotación de equipos consumidores de energía son las áreas analizadas con mejor valoración, que podrían mejorarse aún más incorporando criterios de ahorro energético.
- La contabilidad energética de las empresas es un área de mejora claramente identificada.
- La formación en materia energética es un factor clave para afianzar la cultura energética y realizar un uso más racional de la energía.
- Se detecta una baja utilización de servicios energéticos (auditorías y diagnósticos) y tecnologías eficientes (iluminación de bajo consumo, baterías de condensadores, etc.) que permitan optimizar el uso de la energía.

A continuación se presentan las conclusiones por cada subíndice analizado.

#### 1.2.7.1. Cultura Energética

- Existe un desconocimiento generalizado, en todos los sectores de actividad analizados, del tipo de contrato 'contratado' en materia energética

(tarifa/mercado). El 44 % de los entrevistados desconoce el tipo de contrato de electricidad que tiene. Este desconocimiento se hace todavía más latente en el caso del gas, (el 91,4 % desconoce qué tipo de contrato de gas tiene).

- Sólo el 20 % de las empresas analizadas están realizando acciones de ahorro energético. Un 60 % de las empresas no tiene previsto hacerlo en el corto/medio plazo. El sector hotelero destaca del resto con un 35 % de empresas que manifiesta tener en marcha acciones de ahorro energético.
- Menos de un 20 % de los empleados de las empresas entrevistadas tiene conocimientos de eficiencia energética.
- El grado de conocimiento sobre programas y subvenciones en materia de ahorro energético es bajo (4 puntos sobre 10). Sólo el 7 % de las empresas ha intentado participar en estos programas y subvenciones en los últimos tres años. El sector hotelero (17 %) e Industrial (11 %) destacan al alza frente a Servicios Profesionales (5 %).
- El grado de implantación de los sistemas de gestión de calidad/medio ambiente en las empresas analizadas es muy bajo: ISO 9001 (11 % de las empresas manifiestan tenerlo implantado), ISO 14001 (6 %), Reglamento EMAS (1 %).

#### 1.2.7.2. Mantenimiento

- El 52 % de las empresas realiza un mantenimiento correctivo, un 33 % mantenimiento preventivo, sólo un 11 % realiza mantenimiento predictivo, mientras que los mantenimientos RCM (Mantenimiento Basado en la Fiabilidad) (3 %) y TPM (Mantenimiento Productivo Total) (2 %) son prácticamente marginales. Llama la atención el sector hotelero donde el porcentaje de mantenimiento preventivo (44 %) supera al correctivo (41 %).

- Sólo un 14 % de las empresas dedican herramientas informáticas para gestionar y controlar el consumo energético. No existen grandes diferencias significativas en el análisis sectorial.
- Respecto al estado general de las instalaciones, la valoración otorgada por las empresas es de 7,5 puntos sobre 10. Todos los sectores obtienen la misma puntuación, por lo que se puede concluir que las empresas consideran el estado actual de sus instalaciones como bastante satisfactorio.

#### 1.2.7.3. Control

- El 80 % de las empresas entrevistadas manifiesta que no ha realizado optimización alguna de su tarifa energética o ha pasado a suministro liberalizado durante el último año. El sector Servicios Profesionales parece ser el sector que demuestra menor preocupación por el tema (90 % no ha realizado optimización) y el sector Hotelero el más concienciado, (27 % de los entrevistados manifiestan haber realizado optimización de su tarifa durante el último año).
- Únicamente el 9 % de las empresas han contratado una auditoría o asesoría energética en los últimos tres años. Los sectores de Industria (11 %) y Hoteles (17 %) destacan al alza, mientras que Servicios Profesionales (5 %) a la baja.
- Un 74 % de las empresas manifiesta no realizar control alguno para identificar excesos de consumo. No existen grandes diferencias sectoriales, salvo en el sector hotelero donde el porcentaje de empresas que no identifica los excesos desciende hasta el 58 %.
- Únicamente un 45 % de las empresas entrevistadas dispone de personal encargado de planificar, controlar y evaluar el consumo energético. En el sector hotelero, este porcentaje alcanza el 59 % mientras que en el sector Servicios Profesionales, únicamente llega al 38 %. Si analizamos este aspecto por el tamaño de la empresa, se puede comprobar como el número de

empresas que dispone de personal encargado para estas tareas aumenta conforme aumenta.

#### 1.2.7.4. Innovación

- Las empresas, por lo general, no utilizan sistemas de regulación de la iluminación:

    Detectores de presencia: 10 %

    Interruptores temporizados: 25 %

    Dimmer (variador de intensidad de luz): 3 %

    Sensor de luz ambiental: 3 %

    Reloj astronómico para alumbrado exterior: 7 %

- Cabe destacar la muy escasa utilización de energías renovables:

    Energía solar térmica: 2,1 %

    Energía solar fotovoltaica: 0,5 %

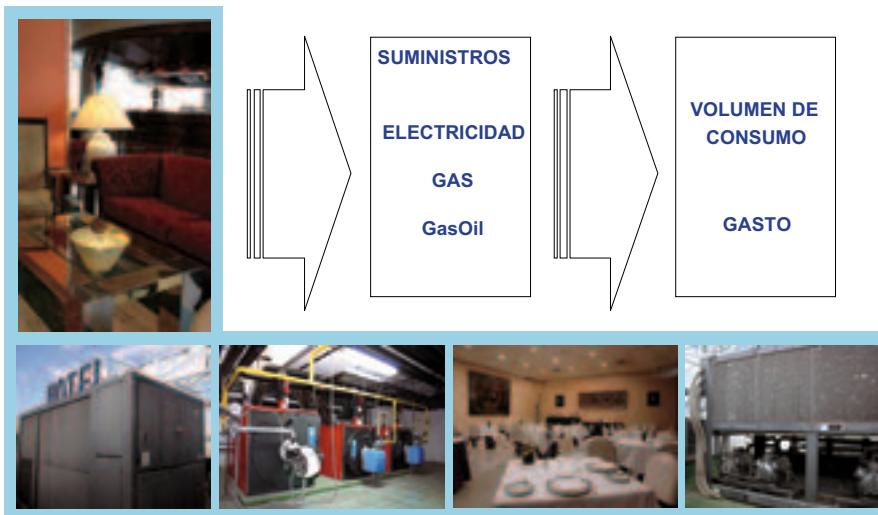
    Eólica: 0,3 %

    Biomasa: 0,2 %.

## 2.1. Introducción

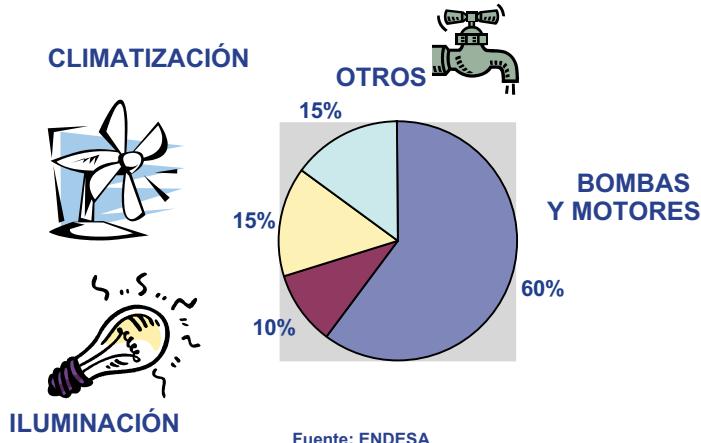
Para una correcta gestión energética del Sector Restauración, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permita un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo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

Del tipo de negocio concreto, tamaño, así como la situación geográfica del mismo depende el suministro de energía.



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.

Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Motores y Bombas, Iluminación y Climatización.



### Instalación típica

INSTALACIONES	COCINAS SALONES
APLICACIONES ENERGÉTICAS	MAQUINARIA: COCINA, CÁMARAS, CAFETERA, ETC. ILUMINACIÓN CLIMATIZACIÓN OTROS
ENERGÍAS	ELECTRICIDAD GAS
CONSUMO (*) MEDIA SECTORIAL	60.000 kWh/año
COSTE (*) MEDIA SECTORIAL	6.500 € / año

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 ENERGÍA.

- ELECTRICIDAD
- GAS

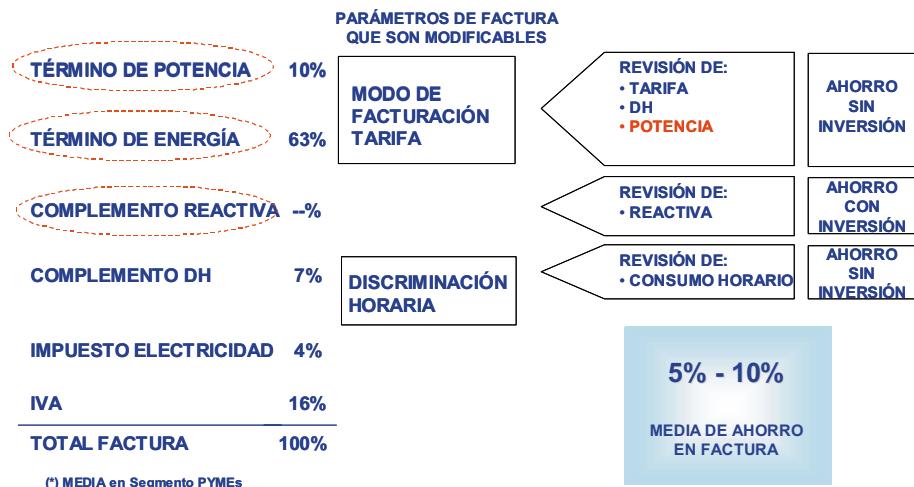
#### □ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

##### ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES.

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

## 2.2. Optimización tarifaria

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



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

### TÉRMINOS EN FACTURA:

- TÉRMINO FIJO: FUNCIÓN DE LA PRESIÓN Y EL GRUPO TARIFARIO.**
- TÉRMINO VARIABLE: FUNCIÓN DEL CONSUMO Y EL GRUPO TARIFARIO.**
- IVA: 16%**



- LA TARIFA DEPENDE DEL CONSUMO.**
- A MAYOR CONSUMO, MEJOR TARIFA.**

## 2.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el Mercado liberalizado:

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

En todo caso se ha de tener en cuenta:

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

## 2.3. Optimización de instalaciones

### 2.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones con las que se cuenta en los restaurantes.

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

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

### 2.3.1.1. Consumo de energía en la Restauración

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

La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por un restaurante depende de varios factores: del tipo de instalación, de su situación, categoría, los servicios que ofrece, 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 de esta distribución, en función de los factores mencionados.

**TABLA 1.** Instalación típica.

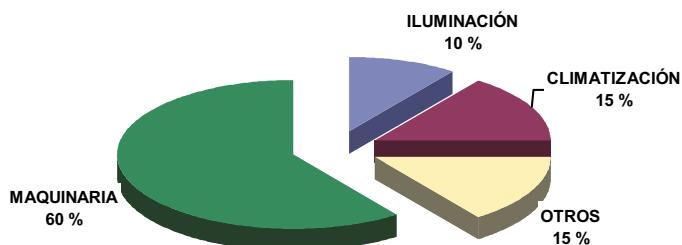
INSTALACIÓN TÍPICA	
INSTALACIONES	COCINA (FUEGOS, VITROCERÁMICA, HORNO, ETC.) BARRA (CAFETERA, CÁMARAS, M. HIELOS, ETC.) SALONES (PUNTOS DE LUZ, CLIMATIZADOR, ETC.)
APLICACIONES ENERGÉTICAS	MAQUINARIA: MOTORES ILUMINACIÓN CLIMATIZACIÓN OTROS
ENERGÍAS	ELECTRICIDAD GAS
CONSUMO (*) MEDIA SECTORIAL	60.000 kWh/año
COSTE (*) MEDIA SECTORIAL	6.500 € / año

### 2.3.1.2. Distribución del consumo energético

Generalmente en el gremio de la Restauración se consumen, por una parte, energía eléctrica, para su consumo en maquinaria eléctrica, iluminación, aire acondicionado, etc. También se están implantando, cada vez con mayor

frecuencia, las bombas de calor eléctricas, que permiten el suministro de calefacción durante los meses fríos. Por otra parte, esos negocios consumen algún combustible, que se utiliza para la cocina, para calefacción (si no dispone de bomba de calor) y para la producción de agua caliente sanitaria.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en la restauración, se observa que debido a la gran variedad de tipos de establecimientos, situación geográfica, combustibles y fuentes de energía utilizadas, es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía en el Sector Restauración, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo debido a estos factores.



Como se puede observar es, sin duda, la partida de maquinaria la principal consumidora de energía de un local dedicado al negocio de la restauración; 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 en este área, bien mediante la optimización de sus contratos, bien mediante la reducción de la demanda como se verá más adelante.

- Consumo de energía eléctrica.

Como se ha mencionado anteriormente, el consumo de energía eléctrica, es generalmente la principal partida del consumo energético del Sector. Este consumo de energía eléctrica es variable a lo largo del año, presentando generalmente una demanda ligada al grado de ocupación e influenciada también por la demanda de aire acondicionado.

- Consumo de energía térmica.

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

- Calefacción.
- Agua caliente sanitaria (ACS).

Por lo general, estas demandas se satisfacen mediante el uso de calderas de agua caliente. En aquellas instalaciones donde la demanda de calefacción se suministra mediante el empleo de bombas de calor eléctricas, no se consume combustible para este fin.

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

### 2.3.2. Parámetros de eficiencia energética

Debe quedar claro que no siempre un mayor consumo energético equivale a un mayor confort o a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el confort de los distintos ambientes y el consumo estén en la proporción adecuada.



Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica como de combustible 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.

### **2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en el sector restauración**

Para reducir el coste de los consumos de energía podemos:

- Optimizar el contrato.
- Optimizar las instalaciones.

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



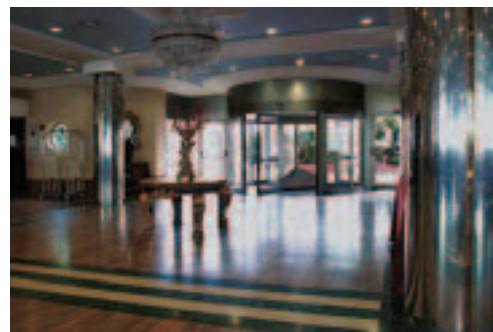
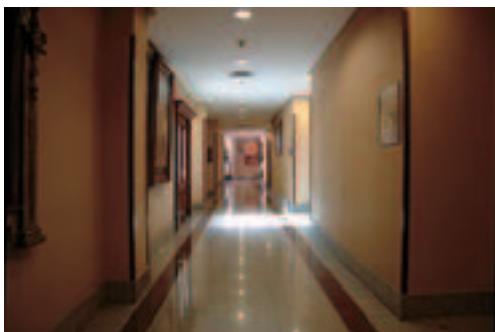
**TABLA 2.** Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
<b>Calderas (Gas/Gas- Oil)</b>	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro en combustible. Reducción de la factura.	15
	Aprovechamiento calores residuales.		Utilización del calor para ACS/Calefacción.	25
<b>Calderas de vapor</b>	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro combustible.	15
	Recuperación de calor y automatización de purgas.	Recuperación de calor de humos según combustible.	Utilización de ACS/calefacción o frío por absorción.	10
	Reinyección de condensados.	Reinyección de condensados.	Ahorro de agua y combustible.	15
<b>Climatización (bombas de calor)</b>	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
<b>Motores eléctricos</b>	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Motores general	Motores alto rendimiento.	Motores especiales de alto rendimiento.	Disminución del consumo eléctrico.	20
Compresores de aire	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores.	Reutilización del aire caliente.	Reducción del consumo eléctrico /gas para la climatización. Reducción del coste en la factura eléctrica /gas.	30
<b>Máquinas de frío industrial</b>	Reaprovechamiento del calor que se lanza a la atmósfera, par ACS, climatización, etc.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura.	15
		Colocación de intercambiadores de calor.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica, gas, Gas-Oil.	25
<b>Iluminación: Zonas auxiliares</b>	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
Lámparas dicroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	80
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Lámparas compactas de bajo consumo. Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	40

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución 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. Reducción del coste en la factura eléctrica.	20
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	85
<b>Agua:</b>	Reducción consumo de agua.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15
Lavaplatos y lavavajillas industriales	Evitar gasto en calentar el agua.	Utilización de agua pre-calentada por la recuperación de las máquinas frigoríficas y calderas.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	25
Evaporadores en cámaras frigoríficas y de congelación	Automatizar el desescarche.	Medición automática del hielo en las aletas de los evaporadores. Puesta en marcha de las resistencias.	Reducción del consumo eléctrico.	3

### 2.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un importante consumo eléctrico dentro del sector, dependiendo su porcentaje de su tamaño y el clima de la zona donde está ubicado. 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.

Además puede haber un ahorro adicional en el consumo de aire acondicionado, ya que la iluminación de bajo consumo energético presenta una menor emisión de calor.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

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

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 destacamos 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 necesita 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 como 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)	102 W
Balasto Convencional	11 W
TOTAL	113 W
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 permite adaptar el nivel de iluminación a las necesidades.

**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.
- Incrementan la vida de la lámpara.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- No producen zumbido ni otros ruidos.

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 a alta presión son hasta un 35 % más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente 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, como en los salones interiores.



## 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.

EQUIVALENCIAS 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

Tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80 % de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido. Pero su uso es muy interesante en el Sector ya que, la mayoría de las salas del local permanecen iluminadas casi continuamente.

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.

COSTES COMPARATIVOS ENTRE LÁMPARA COMPACTA E INCANDESCENCIA		
	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1000 horas	8000 horas
Precio de la energía eléctrica		0,072 €/kWh
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	49,20 €	16,60 €
AHORRO ECONÓMICO		66 %
PLAZO DE AMORTIZACIÓN		2800 horas de funcionamiento

A continuación 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.

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, en la forma más adecuada a las necesidades.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de instalaciones viejas, 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 al nivel de la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente 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 de la habitación, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, de los vidriados utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen generalmente del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



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 alcanza una iluminación adecuada. Esto se consigue mediante el uso de sistemas de control apropiados, y puede requerir un cierto nivel de automatización.

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



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

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras es 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.

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.



#### **2.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado**

Los sistemas de calefacción y climatización representan un importante apartado en cuanto al consumo energético de una instalación. Como se ha visto,

se pueden encontrar ahorros entre un 10 % y un 40 % gracias a la optimización de las instalaciones.

**TABLA 7.** Ahorros de energía en las instalaciones de calefacción con aplicaciones de mejora de eficiencia energética.

AHORROS DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN		
MEJORAS	AHORRO DE ENERGÍA (%)	AMORTIZACIÓN
OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES		
<i>Aislamiento caldera no calorifugada</i>	3	Inferior a 1,5 años
<i>Mejora calorifugado insuficiente</i>	2	Inferior a 3 años
OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE		
<i>Aislamiento tuberías</i>	5	Inferior a 1,5 años
<i>Descalcificación tuberías</i>	5 - 7	Inferior a 3 años
CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN DEFECTUOSOS	3 - 5	Inferior a 4,5 años
CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN OBSOLETOS O DEFECTUOSOS		
<i>Quemador</i>	9	Inferior a 3 años
<i>Caldera</i>	7	Inferior a 6 años
<i>Caldera y quemador</i>	16	Inferior a 6 años

### Características constructivas

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

### Control y regulación

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

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

Los sistemas de gestión centralizada permiten un control de la temperatura en función de que la sala se encuentre desocupada, reservada u ocupada. De este modo, el sistema permite controlar los parámetros de temperatura y humedad, que son los que influyen en la sensación de confort, desde el momento de la reserva, manteniendo los equipos en modo de espera mientras. Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la habitación pueda llevarse a la temperatura de confort en pocos minutos.

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

#### ● **Free-cooling**

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

Esta medida requiere en las instalaciones 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 las instalaciones.

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 edificio a calentar o refrigerar, utilizando para ello una cantidad de trabajo comparativamente pequeña.

La aplicación de las bombas de calor al Sector Restauración es habitual. 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 8.** Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

CLASIFICACIÓN BOMBAS DE CALOR		
	MEDIO DEL QUE SE EXTRAЕ LA ENERGÍA	MEDIO AL QUE SE CEDE ENERGÍA
<b>Según medio de origen y de destino de la energía</b>	AIRE	AIRE
	AIRE	AGUA
	AGUA	AIRE
	AGUA	AGUA
	TIERRA	AIRE
	TIERRA	AGUA

La utilización de bombas de calor puede resultar especialmente interesante en locales de nueva construcción emplazados en zonas con inviernos suaves; con una inversión menor que en un sistema mixto de refrigeración y calefacción, permite 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.

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

Tanto la bomba de calor eléctrica, como la de gas, emiten considerablemente menos CO<sub>2</sub> que las calderas. 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.

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

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

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 en 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 la restauración 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.

### CAMBIOS 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.

#### 2.3.3.3. Agua caliente sanitaria

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 de baños, que reducen el caudal suministrado sin perjuicio de la calidad del suministro, también conllevan 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 9.** Porcentaje de ahorro de energía en una instalación de agua caliente.

AHORROS DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES 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 6,0 años
DIMENSIONAMIENTO DEL APROVECHAMIENTO	Variable	Inferior a 6,0 años
SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS OBSOLETOS		
Quemador (de más de 8 años)	9	Inferior a 4,5 años
Caldera (de más de 8 años)	7	Inferior a 6,0 años
Caldera y quemador	16	Inferior a 6,0 años
CONTROLAR LA COMBUSTIÓN, LIMPIAR LAS SUPERFICIES DE INTERCAMBIO	8	Inferior a 3,0 años
LIMPIEZA DEL INTERCAMBIADOR	12	Inferior a 1,5 años
CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE	5	Inferior a 1,5 años
COLOCACIÓN DE CONTADORES	15	Inferior a 4,5 años

#### RECOMENDACIONES DE AHORRO EN LA PRODUCCIÓN DE ACS

- Minimizar todas las fugas de agua caliente con un mantenimiento apropiado de las conducciones y los grifos de duchas y lavabos.
- Evitar temperaturas de almacenamiento muy altas, con el fin de limitar las pérdidas.
- Aislar adecuadamente las conducciones y depósitos de almacenamiento.
- Instalar grifos temporizados en lavabos y servicios de las zonas de servicios generales.
- Instalación de sistema 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 redonda en una distribución del gasto por este concepto, sino que además conlleva un ahorro energético importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan

un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético, y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

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

#### MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

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

La Tabla 10 recoge los consumos de agua por persona y día para los usos más frecuentes, una estimación del coste anual por ambos conceptos (agua y energía) y del posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

**TABLA 10.** Ahorro económico de los diferentes sistemas de agua.

VALORACIÓN ECONÓMICA SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA				
	DUCHA	LAVABO	WC	TOTAL
Consumo diario por persona (litros)	200	50	72	322
Consumo anual (m <sup>3</sup> )	55	14	20	88
Energía necesaria	1.643	411	0	2.053
Coste Agua (€/año)	49	12	18	79
Coste Energía (€/año)	89	22	0	111
<b>COSTE TOTAL (€/año)</b>	<b>138</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>190</b>
Ahorro estimado	50 %	40 %	50 %	40-50 %
<b>AHORRO ECONÓMICO (€/año)</b>	<b>69</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>92</b>

## 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 11.

**TABLA 11.** Variaciones en el bombeo de agua.

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

### 2.3.4. Gestión y mantenimiento energético

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor

rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello se debe establecer un programa regular de mantenimiento que incluya los siguientes puntos:

#### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO**

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

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

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

#### **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 %.

En el caso de los locales del Sector, estos sistemas de gestión informatizada no están necesariamente limitados a un solo local, ya que un mismo sistema puede gestionar distintos establecimientos situados en lugares alejados en caso de cadenas.

### **2.3.5. 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 12.** Demanda final de energía de la UE por sectores y combustible en 1997.

Demanda final de energía por sectores y combustibles	DEMANDA FINAL DE ENERGIA DE LA UE POR SECTORES Y COMBUSTIBLES EN 1997							
	Edificios (vivienda+terciario)	Nº demanda final total de energía	Industria	Nº demanda final total de energía	Transporte	Nº demanda final total de energía	TOTAL	Nº demanda 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 1000 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.

Para las 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 1000 m<sup>2</sup>, se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

### **2.3.5.1. Certificado de eficiencia energética**

La Directiva establece que cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del posible comprador o inquilino por parte del propietario, de 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.

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

La Directiva exige que se establezcan inspecciones periódicas de las calderas que utilicen combustibles no renovables, líquidos o sólidos, y tengan una potencia nominal efectiva comprendida entre 20 y 100 kW.

Las calderas con una potencia nominal de más de 100 kW se han de inspeccionar al menos cada dos años. Para las calderas de gas, este período podrá ampliarse a cuatro años.

Para calefacciones con calderas de una potencia nominal superior a 20 kW y con más de 15 años de antigüedad, se ha de establecer una inspección única de todo el sistema de calefacción. A partir de esta inspección, los expertos asesorarán a los usuarios sobre la sustitución de la caldera, sobre otras modificaciones del sistema de calefacción, y sobre soluciones alternativas.

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 soluciones alternativas.

Esta Directiva establece la obligatoriedad por parte de los Estados miembros de dar cumplimiento a esta directiva antes del 4 de Enero de 2006.

## 2.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil el incremento en la facturación, sin embargo no es el único camino para conseguir mejoras en el ansiado beneficio. El recorte de costes -en particular los de componente fijo o semifijo- se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar nuestros pasos para lograr reducir nuestros costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que debemos actuar para conseguir mayor eficacia en nuestra misión. Por ello, respecto a Empresas de Restauración, tenemos que tener en cuenta que, pese a ser una actividad no industrial sino de servicios, estamos sometidos a elevados consumos energéticos para mantener no sólo unas instalaciones sino un elevado nivel de confort en consonancia con dichos servicios. El ahorro energético que podemos 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 nuestra actividad.

En este capítulo se ha recogido intentando evitar complicaciones técnicas excesivas, la idea de que un estudio pormenorizado de nuestros consumos y demandas energéticas nos 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 antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: **el ahorro**. Las necesidades varían a lo largo de la vida empresarial y es muy probable que una atenta revisión nos 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** nos ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y se notará en la primera factura.

El siguiente punto en cuestión, es el de las instalaciones específicas del Sector. Se ha podido observar que sobre los múltiples equipamientos con los que cuentan las instalaciones es posible actuar de forma individualizada para conseguir ahorros parciales y alargamiento del periodo de vida de los equipos. No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que sumados a los que se han conseguido con

una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible los costes energéticos. Hay que tener en mente una máxima: la energía más barata es la que no se consume.

Además, el uso de otras posibilidades como la energía solar térmica puede ser una opción interesante para reducir el consumo de manera limpia, segura, rentable y sin causar daños medioambientales.

Hay que ser conscientes que **el consumo eléctrico se puede reducir**, y el precio que se paga por cada unidad de consumo también. Es decir, es posible –y se debe– rebajar la factura energética.

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 y sobre los equipos e instalaciones térmicas. Con ello se pueden evitar costes de oportunidad, aumentar la eficiencia y conseguir ahorros.

Así mismo, es evidente que en el sector servicios, la calidad y seguridad del suministro eléctrico es pieza fundamental para garantizar el nivel de satisfacción exigido por nuestros clientes. El eliminar las perturbaciones, disminuirlas o evitar sus consecuencias nos dará un nivel de calidad en el suministro adecuado. El uso de grupos electrógenos adecuados nos proporcionará la seguridad de poder responder a la demanda energética en las temidas ocasiones en que por diversas causas sea interrumpido el suministro. Por razones obvias de calidad y por la propia legislación es necesario para seguridad del usuario de nuestros servicios el que determinados establecimientos cuenten con estos equipos.

Otra posibilidad para garantizar la seguridad de suministro eléctrico es la instalación de SAI's (de manera distribuida o no distribuida) y de esta manera prevenir alteraciones de tensión o microcortes de suministro.

También se ha insistido en la necesidad de compensar la energía reactiva ya que con ello no sólo se conseguirán ahorros en la factura energética, sino que

además se aumentará la capacidad de nuestras líneas y transformadores y mejoraremos la tensión de la red. Todo ello lo lograremos con la ayuda de las baterías de condensadores.

En cualquier caso, se han descrito sólo unas pocas de las posibilidades que existen en el mercado para ahorrar en la factura energética, así como para mejorar la calidad y garantizar el suministro. Una **Auditoría Energética** es el vehículo más adecuado para conocer nuestras limitaciones, nuestras necesidades reales y las posibilidades que ENDESA pone a nuestra 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 de las Auditorías Energéticas, la realización de esas Auditorías Energéticas o Estudios de Eficiencia Energética y, por supuesto, para la implantación de las mejoras propuestas en ellas.

ENDESA propone hacer uso de esas ayudas económicas para la realización de la Auditoría Energética y la puesta en marcha de las mejoras consecuencia de ese estudio. 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.

## 3.1. Antecedentes

La escasez de recursos naturales en nuestro planeta dicta una serie de medidas de precaución que el ser humano debe adoptar para evitar el agotamiento prematuro de los mismos, y preservar el medio ambiente en el que se desarrolla, tanto su vida, como la de las especies que coexisten con él.

De entre esos recursos, los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural), son de los máspreciados, dado que son los más utilizados en múltiples instalaciones y dispositivos que el hombre emplea para: uso residencial, la industria y el transporte, tanto propio, como de mercancías.

Esta escasez hace que el hombre deba prestar una especial atención a preservar dichos recursos, pero además viene a añadirse a esta circunstancia, el hecho de que cada vez que utiliza los mismos, en su combustión se producen sustancias tóxicas tales como el dióxido de carbono, los anhídridos sulfurosos, etc., y en cantidades tan importantes que ni la contribución de las especies vegetales al equilibrio natural del medio ambiente es capaz de contrarrestar. De la generación de dichas sustancias tóxicas se derivan perjuicios de muy diversa índole para el ser humano y las especies animales y vegetales. De sobra conocidos son los fenómenos del efecto invernadero, la formación de suspensiones de agentes tóxicos en la atmósfera (lluvias ácidas) y otros contaminantes.

## 3.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética

A la vista de lo anterior, resultaba evidente que la Sociedad tenía que protegerse y proteger a las especies que conviven con el hombre, y consciente de

ello, ha redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los recursos escasos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y sobre todo renovables, a la par que desarrollando sistemas eficientes energéticamente para responder a las necesidades vitales.

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.

### **3.2.1. Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”**

Afortunadamente, en Septiembre de 2002 se aprobó 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, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz, o incluso el modo de evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenadores.

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 existe 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 índice de rendimiento en color superior a 80 ( $Ra>80$ ) 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.

Seguir estas pautas es cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual y al mismo tiempo crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.

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

La aplicación de la Directiva europea 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003 y la Directiva 2003/108/CE de 8 de diciembre de 2003 mediante el Real Decreto 208/2005 de 25 de Febrero de 2005, tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la peligrosidad de sus componentes, fomentar su reutilización y valorización, mejorando así el comportamiento medioambiental de todos los agentes implicados en el ciclo de vida del producto, es decir, desde el productor hasta el propio usuario final.

Los productos de lámparas que se ven afectados en esta Directiva en la categoría 5, aparatos de alumbrado, del Anexo I B son las siguientes:

- Lámparas fluorescentes rectas.
- Lámparas fluorescentes compactas.
- Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de halogenuros metálicos.
- Lámparas de sodio de baja presión.

El coste externalizado de la recogida, reciclado y valorización del residuo histórico es responsabilidad de los fabricantes desde el 13 de agosto de 2005.

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

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

La iluminación en un establecimiento de restauración debe servir a dos objetivos fundamentales: atraer al cliente, y contribuir a una atmósfera en la que el usuario se sienta confortable. Todo esto garantizando la máxima eficiencia energética posible.

La iluminación tiene unas características complejas de diseño, de prestaciones técnicas, y de cumplimientos de regulaciones y normativas muy específica, que pocas veces se dan en otro tipo de instalaciones.

A la hora de diseñar un establecimiento de restauración se debe pensar en el tipo de clientela, el ambiente, tipo de consumiciones, etc., y por supuesto, conforme a los criterios anteriores la iluminación debe de ser diseñada siguiendo las normas anteriormente mencionadas de calidad y calidad de la luz. La iluminación es un factor muy importante, las luminarias deben estar en concordancia con la

imagen del local, deben ser parte integrante del mismo. Con la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y, por 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 lumínica (lumen/vatio), unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

Para realizar un buen Proyecto de Alumbrado en un establecimiento de restauración, tendremos que tener en cuenta los requisitos de los diversos usuarios de dicha instalación.

Conociendo los requisitos generales del usuario, es posible determinar los criterios de alumbrado para cada uno de los diferentes niveles de actividad.

A continuación se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado para interiores en las que se puede ahorrar energía, y 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.

### 3.3.1. Fase de Proyecto

En esta fase se debe prestar una especial atención a elegir y cuantificar aquellos criterios que realmente son 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.

### **3.3.1.1. La 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 del local, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. 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.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en local y se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo aseguraremos 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 que realizan la tarea visual 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 edificio, o 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. En los establecimientos de restauración las zonas donde podemos ahorrar por este concepto es en los aseos y en el almacén.

**C) Aportación de luz natural**

Deberá estudiarse muy detenidamente la superficie acristalada, la orientación del edificio respecto al sol, la proximidad de otros edificios, en resumen todo aquello que suponga una aportación de luz natural, no sólo 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.

### **3.3.1.2. 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, las luminarias, que alojan a unas y otros.

Tanto la cantidad como la calidad de la iluminación, son factores decisivos cuando se escoge un sistema de alumbrado.

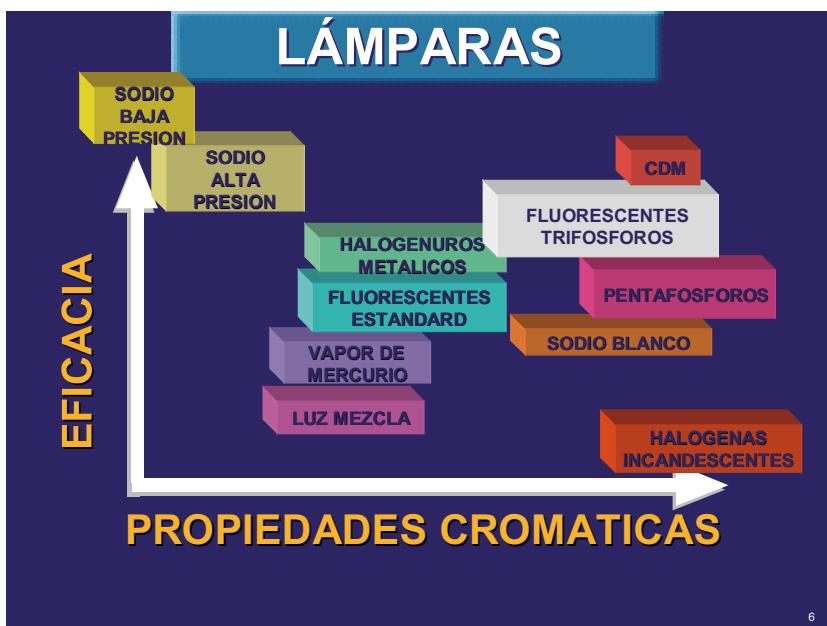
Sea como sea, cuando se comparan sistemas que son equivalentes en términos luminotécnicos, el análisis de costes hace la elección más sencilla. Al realizar tal análisis se debe calcular no sólo el coste inicial sino también los costes de explotación previstos, entre otras razones, porque los costes de 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 lumínosa**, o cantidad de luz medida en lúmenes dividida por la potencia eléctrica consumida medida 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 objetos y de la piel humana sean reproducidos 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; esta nota es el resultado sobre la comparación de 8 ó 14 colores muestra. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente, y conforme nos vamos alejando de 100, podemos esperar una menor definición sobre todos los colores.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy Bueno
Ra > 90	Excelente

Las lámparas con un índice de rendimiento en color menor de 80 no deberían ser usadas 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 nos producen.

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

Blanco Cálido	Tc < 3300 K
Blanco Neutro	3300 K < Tc < 5300 K
Blanco Frío	Tc > 5300 K

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 de la sala y muebles, clima circundante y la aplicación. En climas cálidos generalmente se prefiere apariencia de color de la luz más fría, mientras que en climas fríos se prefiere una apariencia de color de la luz más cálida.

En establecimientos de "lujo", el tipo de ambiente que se busca es elitista, señorial, íntimo, por tanto la temperatura de color debe de ser cálida ( $T_c < 3300$  K).

Por el contrario, en establecimientos de tipo medio, se busca un ambiente más informal, neutro, la temperatura en este caso se recomienda del orden de 4000 K.

Cabe mencionar en este apartado la última tecnología en lámparas, los LED (*Light Emitting Diode – Diodo Emisor de Luz*). Los últimos diez años han sido testigos de un espectacular avance en la tecnología de LEDs, especialmente en lo que se refiere a gama de colores, eficacia y flujo luminoso. De ahí que los diseñadores de alumbrado disfruten de nuevas posibilidades en toda clase de aplicaciones, desde comercios y decoración hasta emergencia y señalización.



Las normas del diseño de iluminación se están reformulando y ya pueden crearse efectos de luz que antes eran impensables: asientos interactivos que irradien diferentes colores, pisadas que se iluminen en los senderos y paredes que se exhiban al ritmo de la música.

Todo gracias al vertiginoso avance de la tecnología LED. Una tecnología que prácticamente se puede incorporar a cualquier objeto, superficie o aparato eléctrico para crear luz dinámica variable en color e intensidad. Además, como los sistemas de alumbrado LED son pequeños (la forma de la lámpara no nos condiciona como con las fuentes de luz convencionales), la libertad de diseño sólo está limitada a la imaginación.

¿Por qué tenemos que conformarnos con un único ambiente fijo cuando pueden ofrecerse todos los que deseen? En un restaurante o en un bar, por ejemplo, se puede crear un entorno luminoso y activo para la hora del desayuno y transformarlo en un ambiente más cálido y romántico por la noche. Esto puede conseguirse con la combinación de LEDs que proporcionan una iluminación general basada en sistemas controlados RGB(A) que van cambiando a lo largo del día.

Además de los efectos de color antes comentados se consigue también, debido a las características inherentes de los LEDs, ahorros importantes en los costes energéticos y de mantenimiento.



Aplicando esta tecnología al segmento de restauración, se puede conferir a los establecimientos un mayor poder de seducción empleando efectos de luz de gran colorido. En los interiores se podrá dotar de movimiento a determinadas zonas, y atraer o dirigir a los clientes hacia las zonas de interés.

En las aplicaciones decorativas, se puede realizar la arquitectura con una gama casi infinita de variaciones de color, desde el blanco puro o los tonos pastel hasta los colores intensos más saturados. Todo ello es posible porque además de los sistemas de alumbrado LED en blanco cálido y blanco frío, se disponen de bloques de rojo, azul y verde que se pueden programar para crear al instante cualquier color imaginable.

## 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 en los balastos electrónicos puros son de 0 vatios.
- Ahorros de coste: reducción del consumo de energía en aproximadamente un 25 %, duración de la lámpara considerablemente mayor y reducción notable de los costes de mantenimiento.
- Al confort general de la iluminación, añaden lo siguiente: no produce parpadeos; 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.
- Más 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 balastos electrónicos 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, que hace aumentar la eficacia del tubo en un 10 %.

Los **balastos 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 commutaciones como sea necesario.

En la Fig. 2 se ofrece una imagen de algunos balastos electrónicos.



**Figura 2.** Algunos tipos comunes de balastos electrónicos.

### C) Luminarias

La eficiencia energética de las luminarias está basada en el máximo aprovechamiento del flujo lumínoso 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 lumínoso 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 la conservación de sus prestaciones el mayor tiempo posible, ya sea evitando el ensuciamiento interno del sistema óptico, o evitando la degradación de las superficies reflectoras o de las superficies 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.

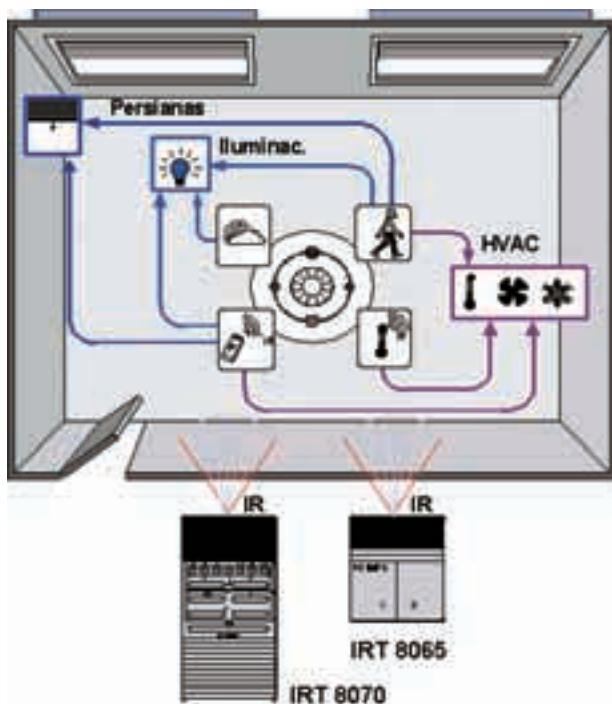
El **Índice de deslumbramiento Unificado** (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar debido a la construcción 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, el posible deslumbramiento producido en los ojos de una persona que esté trabajando 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.

### 3.3.1.3. Elección de 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.

Dichos sistemas pueden o no combinarse con el resto de las instalaciones del recinto cerrado, tal y como se muestra gráficamente en la Fig. 3.



**Figura 3.** Combinación del control y regulación de la iluminación con otras instalaciones.

### 3.3.2. 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 a continuación.

#### 3.3.2.1. Suministro de energía eléctrica

La comprobación y revisión de la existencia de subvenciones 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 un más, menos 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.

### **3.3.2.2. 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 lumínosa de las lámparas empleadas en la instalación.

### **3.3.2.3. 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 a veces pueden involucrar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.

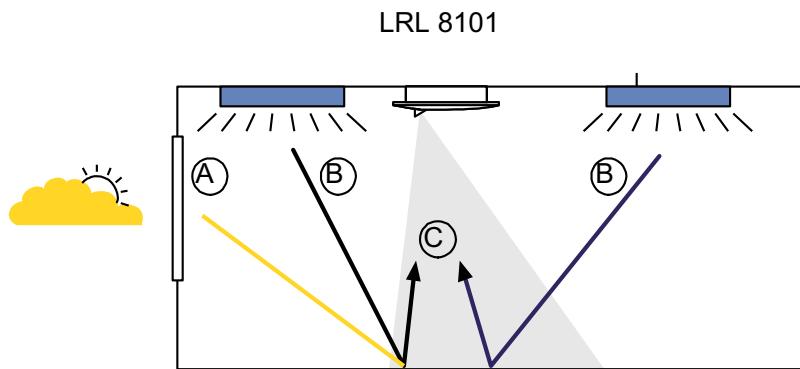
### **3.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados**

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 de trabajo 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 %.

### **3.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial**

La regulación del flujo luminoso, como consecuencia de las variaciones de empleo del ambiente en que se encuentran las personas, por su dedicación a

diferentes tareas, o incluso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por los acristalamientos, Fig. 4, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficies de acristalamiento. Ningún edificio con aportación de luz natural que contuviera salas de unas dimensiones mínimas debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los acristalamientos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios al Código de la Edificación.



**Figura 4.** Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

### 3.3.2.6. Uso flexible de la instalación

La flexibilidad de los sistemas existentes para crear escenas puede ahorrar mucha energía eléctrica por la correcta adaptación de la luz artificial a las necesidades reales de las personas que se encuentran en el interior del recinto cerrado.

### 3.3.3. 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 como convenientes en la fase de Proyecto, y que se han tratado de respetar en la fase de Ejecución y Explotación. Así pues, habrá que prestar una exquisita atención a los siguientes métodos operativos.

### 3.3.3.1. Previsión de operaciones programadas

Las tareas de mantenimiento, tales como reposición de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos eléctricos, y 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 pueden 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 deprisa y corriendo 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 deben reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

A parte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se evita 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 los proyectores sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

### **3.3.3.2. Respeto de las frecuencias 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.

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

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunos edificios 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 luz de las lámparas, y que se aprecia a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, pudiendo reemplazarse elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Está claro que 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.

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

A pesar de que se ha publicado recientemente 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 a edificios 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.

### **3.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad**

A la hora de invertir en una instalación de alumbrado no sólo se deben de tener en cuenta la inversión inicial: coste de las lámparas más luminarias más equipos y el coste de la instalación. Se deben de tener en cuenta también los siguientes costes:

- Costes de reemplazo de las lámparas.
- Costes energéticos, precio del kWh. Consumo energético del sistema.
- Costes de mantenimiento: que serán la suma de los costes laborales, costes operacionales y los costes por alteración o interrupción producida.

Los Costes Totales de Propiedad (CTP) se pueden reducir:

- Reduciendo el coste de la instalación.
- Utilizando lámparas de mayor vida útil (lámparas de larga duración).
- Utilizando equipos energéticamente más eficientes (balastos electrónicos).
- Utilizando sistemas de control que permitan un uso racionalizado de la luz.

Los criterios luminotécnicos a tener en cuenta para realizar un proyecto de alumbrado son:

- **Iluminancia:** la iluminancia evalúa la cantidad de luz que incide sobre una determinada superficie, ya sea horizontal o vertical, y se define como el flujo lumínoso incidente (medido en lúmenes) sobre un plano dividido por su superficie (expresada en m<sup>2</sup>). La unidad de medida es el lux (lúmen/m<sup>2</sup>). Existen varios tipos de iluminancia según la superficie en la que se mida, iluminancia horizontal ( $E_{hor}$ ) o vertical ( $E_{vert}$ ).
- **Iluminancia media:** valores medios de la iluminancia en una superficie determinada ( $E_m$ ).
- **Uniformidad:** relación entre las iluminancias mínima y máxima sobre una superficie ( $E_{mín}/E_{máx}$ ). Lo que nos indica este parámetro es la homogeneidad en los niveles de iluminación de una superficie, evitando la sensación de "manchas" y que toda la superficie tenga unos niveles de iluminación homogéneos.

Además de estos criterios luminotécnicos se tendrán en cuenta los definidos anteriormente:

- Índice de Rendimiento en Color (I.R.C. o Ra).
- Temperatura de color.
- Índice de deslumbramiento Unificado (U.G.R.).

La elección de las luminarias estará en función del concepto de establecimiento. Sin embargo, sí podemos hacer recomendaciones sobre las fuentes de luz a utilizar.

Los siguientes estudios económicos, comparan el CTP de instalar una lámpara con respecto a una lámpara MASTER, manteniendo los mismos niveles de iluminación.

#### A) Lámpara Incandescente Vs Lámpara Bajo Consumo

Las lámparas incandescentes son las más utilizadas debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Pero son las de peor eficacia lumínica, ya que es de tan sólo 10-15 lúmenes/vatio. Sin embargo, las lámparas de bajo consumo tienen una eficacia lumínica cinco veces superior; además de ésta, tiene otras ventajas: menor consumo (80 % de ahorro), mayor duración hasta 15 veces más, etc.

En el siguiente supuesto se muestra cuál es el verdadero coste total de propiedad anual. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

La alternativa a instalar lámparas incandescentes de 100 W es instalar lámparas de bajo consumo de 20 W. Los niveles de iluminación en ambos casos son idénticos, se pueden intercambiar entre ellas.

#### DATOS GENERALES

Base de cálculo	<b>365 días</b>
Tiempo de funcionamiento	<b>17 h/día</b>
Horas anuales de funcionamiento	<b>6205 h/año</b>
Número de lámparas	<b>1 unidad</b>
Coste de la electricidad	<b>0,08 euros/kWh</b>
Mano de obra del operario	<b>2,27 euros/punto de luz</b>

INCANDESCENCIA



MASTER PL-E



Potencia (W)	100	20
Vida útil (horas)	1.000	15.000
P.V.R. (euros)	1,05	16,85
Coste Lámparas (euros)	6,52	6,97
Coste Electricidad (euros)	49,64	9,93
Coste Reciclaje (euros)	0,00	0,30
Coste Mantenimiento (euros)	14,09	0,94
<b>COSTE TOTAL PROPIEDAD</b>	<b>70,24</b>	<b>18,14</b>
<b>AHORRO ANUAL (euros)</b>	<b>52,10</b>	
<b>AMORTIZACIÓN (MESES)</b>	<b>3</b>	

A pesar del coste inicial de las lámparas de bajo consumo, 16 veces superior al de la incandescente, en **tan sólo 3 meses se ha amortizado**. A lo largo de la vida de la lámpara de bajo consumo (15 000 horas) se **ahorrarían más de 130 euros**.

El principal ahorro viene motivado por la diferencia en el coste de electricidad (40 euros al año) y por los costes de mantenimiento (por cada lámpara de bajo consumo MASTER hay que comprar 15 lámparas incandescentes y reemplazarla).

Además de los ahorros en euros, se **dejan de emitir 208,5 kg/año de CO<sub>2</sub>** o lo que es lo mismo equivaldría al consumo de 10 árboles para contrarrestar dichas emisiones.

Por último, y no por ello menos importante, es la menor emisión de calor, un 50 % menos de calor generado, gracias a la mayor eficacia lumínosa de las lámparas de bajo consumo.

## B) Lámpara Halógena R111 Vs Lámpara Halógena MASTERline 111

Existe hoy en día una tendencia en la decoración de restaurantes, bares, etc., a utilizar lámparas halógenas reflectoras de diámetro 111. En estas lámparas los decoradores/diseñadores de interiores encuentran una temperatura de color cálida y adecuada para estos establecimientos; además de permitir regulación y distintos haces de luz. El inconveniente de estas lámparas es el calor que generan, la temperatura del establecimiento sube y funcionan a mayor potencia las máquinas de climatización para disipar el calor generado por las lámparas. Además de crear espacios poco confortables por el calor.

En el siguiente supuesto se muestra cuál es el verdadero coste total de propiedad anual. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

La alternativa a las lámparas halógenas de diámetro 111 es instalar lámparas MASTERLine 111, ahorradoras de energía. Los niveles de iluminación en ambos casos son idénticos, se pueden intercambiar entre ellas. Existe otra alternativa, lámparas MASTER Colour CDM-R 111 donde los ahorros son mayores pero conlleva manipular la luminaria y los equipos instalados.

### DATOS GENERALES

Base de cálculo	<b>365 días</b>
Tiempo de funcionamiento	<b>17 h/día</b>
Horas anuales de funcionamiento	<b>6205 h/año</b>
Número de lámparas	<b>1 unidad</b>
Coste de la electricidad	<b>0,08 euros/kWh</b>
Mano de obra del operario	<b>2,27 euros/punto de luz</b>

HALOGENAS R111



MASTERLINE 111



Potencia (W)	100	60
Vida útil (horas)	3.000	4.000
P.V.R. (euros)	17,90	19,70
Coste Lámparas (euros)	37,02	30,56
Coste Electricidad (euros)	49,64	29,78
Coste Mantenimiento (euros)	4,70	3,52
<b>COSTE TOTAL PROPIEDAD</b>	<b>91,36</b>	<b>63,86</b>
<b>AHORRO ANUAL (euros)</b>	<b>27,49</b>	
<b>AMORTIZACIÓN (MESES)</b>	<b>0,2</b>	

A pesar del coste inicial de las lámparas MASTERLine 111, en **menos de 1 mes se ha amortizado**. En el año, gracias a la lámpara MASTERLine 111 se **ahorrarían 27,49 euros**.

El principal ahorro viene motivado por la diferencia en el coste de electricidad (10 euros al año); los costes de mantenimiento y de la lámpara también influyen conjuntamente en la misma proporción.

Además de los ahorros en euros, se **dejan de emitir 104,2 kg/año de CO<sub>2</sub>** o lo que es lo mismo equivaldría al consumo de 5 árboles para contrarrestar dichas emisiones.

Por último, y no por ello menos importante, es la menor emisión de calor, un 40 % menos de calor generado, gracias a la mayor eficacia lumínosa de las lámparas de bajo consumo.

### C) Lámpara dicroica Vs Lámpara dicroica MASTERline ES

Desde hace años existe la tendencia en la decoración de restaurantes, bares, etc., a utilizar lámparas dicroicas. En estas lámparas, al igual que las anteriores, los decoradores/diseñadores de interiores encuentran una temperatura de color cálida y adecuada para estos establecimientos; además de permitir regulación y distintos haces de luz. El inconveniente de estas lámparas es el calor que generan, la temperatura del establecimiento sube y funcionan a mayor potencia las máquinas de climatización para disipar el calor generado por las lámparas. Además de crear espacios poco confortables por el calor.

En el siguiente supuesto se muestra cuál es el verdadero coste total de propiedad anual. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

La alternativa a las lámparas dicroicas estándar es instalar lámparas dicroicas MASTERLine ES, ahorradoras de energía. Los niveles de iluminación en ambos casos son idénticos se pueden intercambiar entre ellas.

#### DATOS GENERALES

Base de cálculo	<b>365 días</b>
Tiempo de funcionamiento	<b>17 h/día</b>
Horas anuales de funcionamiento	<b>6205 h/año</b>
Número de lámparas	<b>1 unidad</b>
Coste de la electricidad	<b>0,08 euros/kWh</b>
Mano de obra del operario	<b>2,27 euros/punto de luz</b>

DICROICA ESTANDAR



MASTERLINE ES



Potencia (W)	50	30
Vida útil (horas)	2.000	5.000
P.V.R. (euros)	3,49	9,92
Coste Lámparas (euros)	10,83	12,31
Coste Electricidad (euros)	24,82	14,89
Coste Mantenimiento (euros)	7,04	2,82
<b>COSTE TOTAL PROPIEDAD</b>	<b>42,69</b>	<b>30,02</b>
<b>AHORRO ANUAL (euros)</b>	<b>12,67</b>	
<b>AMORTIZACIÓN (MESES)</b>	<b>1,8</b>	

A pesar del coste inicial de las lámparas MASTERLine ES, en **tan sólo 2 meses se ha amortizado**. En el año, gracias a la lámpara MASTERLine ES se **ahorrarían 12,67 euros**.

El principal ahorro viene motivado por la diferencia en el coste de electricidad (10 euros al año); los costes de mantenimiento y de la lámpara también influyen conjuntamente en la misma proporción.

Además de los ahorros en euros, se **dejan de emitir 52,1 kg/año de CO<sub>2</sub>** o lo que es lo mismo equivaldría al consumo de 3 árboles para contrarrestar dichas emisiones.

Por último y no por ello menos importante es la menor emisión de calor, un 40 % menos de calor generado, gracias a la mayor eficacia luminosa de las lámparas de bajo consumo.

## Bibliografía

1. Norma UNE-EN 12464.1 de “Iluminación en los lugares de trabajo”.
2. “Introducción al alumbrado”. Philips Ibérica.
3. “Luz sobre la Norma Europea”. Philips Ibérica.
4. “Manual de Iluminación”. Philips Ibérica.

## 4.1. ¿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 porqué ha de escasear el agua, y porqué 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.

El 97 % de las existencias de agua de la Tierra, corresponden al agua salada no potable de los océanos y mares. La mayor parte de los restantes 36 millones de kilómetros cúbicos de agua dulce, está aglomerada sólidamente en forma de hielo en los glaciares y en los casquetes polares de la Tierra. De manera que sólo queda aproximadamente el 0,5 % de la totalidad de las existencias de agua para la explotación de agua potable.

Los expertos calculan que en un futuro, el despliegue técnico para la producción de agua potable y el consiguiente coste que esto acarrearía, aumentarán el precio considerablemente.

Recientemente, está creciendo la sensibilidad sobre estos temas, sobre todo por las noticias, las restricciones y cortes, que algunas poblaciones empiezan a sufrir, debido a los altos niveles de consumo y una sequía latente.

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

Al igual que ha sucedido en otros países, se espera en los próximos meses, un fuerte crecimiento en la demanda de estudios y actuaciones que lleven la incorporación de medidas correctoras y la instalación de dispositivos, y permitan reducir de este modo, los consumos tan elevados que en muchas ocasiones se tienen.

Según los estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), respecto a los datos de consumo que se tuvieron en el año 2003, y que han sido publicados el día 3 de agosto de 2005, se obtiene que durante ese año en España se dispusiera de 4.947 hm<sup>3</sup> de agua de abastecimiento público urbano. De esta cantidad, un 81,3 % (4.021,9 hm<sup>3</sup>) se distribuyó para el consumo de familias, empresas, consumos municipales, etc.

El consumo de agua de las familias españolas ascendió a 2.603 hm<sup>3</sup>, lo que representa el 65 % del consumo total. El consumo medio se situó en 167 litros por habitante y día, un 1,8 % más que en el año 2002. Por comunidades, Cantabria registró el consumo medio más elevado (185 litros) e Islas Baleares tuvo el más bajo (130). Madrid, tanto en el 2002 como en el 2003, está estable en 166 litros.

En el sector de la restauración, hay tres enfoques claramente diferenciados en consumos de agua; éstos son: consumo de agua para la elaboración de alimentos o comidas, los consumos de ACS (Agua Caliente Sanitaria) y AFCH (Aqua Fría de Consumo Humano) para el lavado de vajillas y limpieza en general y los consumos sanitarios en aseos, duchas, etc. Mencionando por último, algunos consumos en riego, baldeo y paisajismo.

De entre ellas, este capítulo se centra en el ACS y AFCH, pues son generales a cualquier tipo de empresa de restauración e incluyen un componente importante, que es el consumo energético para su calentamiento; también se facilitan consejos genéricos para el resto.

La valoración de una guía, como lo pretende ser ésta, que sirva a nivel genérico para todo tipo de empresas de restauración, nos lleva a enfocar el tema

desde una perspectiva muy reducida y generalista, con consejos generales y actuaciones concretas y polivalentes a toda clase de actividad.

Este enfoque es el del consumo de agua fría de consumo humano (AFCH) y agua caliente sanitaria (ACS), que no tiene porqué estar ligada directamente a la producción de alimentos y comidas, (en los cuales es difícil reducir la misma), y que viene representando una parte importante dentro del sector de la restauración, suponiendo en muchas ocasiones, un consumo por encima de otros tipos de demanda del sector, debido a que durante el trabajo de manipulación de alimentos, es muy fácil que se manchen enseres, o utensilios necesarios para continuar con el proceso de trabajo, o que los manipuladores o restauradores, se ensucien y deban lavarse muy a menudo.

Hoy en día, hay sistemas y tecnologías de alta eficiencia en agua, de fácil implementación y que aportan ventajas en todos los sentidos, resultando éstas, unas actuaciones no sólo altamente rentables para la cuenta de resultados (pues suelen generar beneficios económicos al siguiente año de su implementación), sino también para el medio ambiente, pues la reducción de consumos va paralela a la reducción de los residuos resultantes, reduciendo la cantidad de agua a depurar y, produciendo, por lo tanto, un menor gasto de reutilización.

En este punto y antes de continuar, una variante discriminatoria de los consumos de agua en este tipo de empresas, es cuando se pega el salto a la denominación de industrias, pues los costes no van ligados tanto al propio consumo, sino a los cánones, tasas e impuestos derivados de su vertido, donde en muchísimas ocasiones el coste del agua se multiplica por cinco por la calidad del agua vertida a cauce, cobrándose por la cantidad de agua consumida, y no vertida realmente.

La industria de la restauración, por su alto contenido graso, son una fuente habitual de inspección por lo costoso de la depuración de sus vertidos, encareciéndose la factura por dos o por tres, cuando no se cuentan con sistemas de depuración, filtrado o separadores de grasas.

Por tanto, si ahorramos agua en cualquier proceso, la empresa, se verá beneficiada en su totalidad, ya que el coste del agua es igual para el proceso

productivo, que para el consumo de agua fría de consumo humano, o incluso el riego, encontrando beneficios muchas veces indirectos.

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, del efecto invernadero y la eliminación de la capa de ozono, derivados todos ellos del consumo y obtención de otras energías, así como de su transformación y/o combustión.

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

Con una simple y sencilla cuenta, 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 para economizar ésta.

#### **4.1.1. Objetivos de un Plan de Reducción del Consumo de Agua**

Un **Programa de Reducción y Uso Eficiente del Agua**, para cualquier inmueble, fábrica o industria, etc., se implementa para alcanzar distintos objetivos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- Disminuir el agua requerida para cada proceso, optimizando la utilización de la misma.
- Disminuir, por lo tanto, 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 de futura aparición.
- Facilitar las posibles implementaciones de sistemas de gestión medioambiental, tipo ISO 14.001, EMAS, "Q" Calidad, etc.
- Obtener una mejor imagen pública para la empresa o gestora, 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 usuarios, pero sobre todo por los clientes y usuarios más exigentes, como signo de calidad.
- Ayudar a la sociedad directa e indirectamente, facilitando el crecimiento sostenible de la misma y aportando un granito de arena vital para futuras generaciones.
- Y por último, la no menos importante actuación, la reducción de costes económicos, que permitirán un mejor aprovechamiento de dichos recursos económicos en otras áreas y facilitará y aumentará los beneficios, haciendo que la empresa sea más competitiva.

## 4.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?

Tanto por responsabilidad social, como personal, ecológica o económica, es importante saber qué hacer para reducir la demanda de agua en empresas de

restauración, y este capítulo persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan a propietarios, gestores, responsables y técnicos de este tipo de centros, minimizar los consumos de agua y energía.

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

Como ejemplo, por su elevado confort y ahorro, los Perlizadores, los Reductores y los Economizadores de agua, están ampliamente extendidos en los países del norte de Europa, y ya se están utilizando desde el año 1995 aquí en España, en hoteles, residencias, hospitales, gimnasios y empresas españolas, principalmente en las zonas costeras e insulares.

Este tipo de equipos tienen por objetivo reducir drásticamente el consumo de agua en el establecimiento, tanto en agua fría como caliente. Más adelante se dedicará un amplio apartado al conocimiento y explicación de estas tecnologías.

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.

#### **4.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía**

Dentro de la infinidad de posibles acciones y temas a considerar, a continuación, se detallan algunas de las más importantes que puedan servir a modo de ejemplo:

- En las instalaciones de fontanería, tanto de ACS, como AFCH, hay que preocuparse de que cuando se diseñen o reformen, se considere como muy importante la eficiencia, tanto como el diseño y la ergonomía de uso, utilizando los adelantos técnicos más avanzados que en ese momento existan (*ya contrastados*), pues una instalación una vez construida, será para muchos años. Sin olvidar la facilidad de mantenimiento y sus costes.
- Prever las necesidades hídricas de producción, detectando en qué procesos se podría, mediante intercambiadores de calor o frío, aprovechar la energía de unos procesos a otros, mezclando incluso sistemas de calefacción, o aire acondicionado, con procesos industriales.
- La reutilización y/o reciclaje de Aguas Grises, sino se considera en la fase de diseño o al realizar una reforma, posteriormente suele hacerse inviable por los altos costes que implicaría, al no estar preparada la estructura ni canalización de las instalaciones del establecimiento.
- Es muy interesante, la instalación de contadores (a ser posible electrónicos), que permitirán la segregación y control de consumos y fugas, adecuando los diámetros de éstos a las necesidades reales, y no con márgenes de seguridad excesivos, que encarecerán la factura del agua, sin aportar nada a cambio.
- Otro elemento a considerar, es el tipo de grifería que se utilizará, pensando 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.
- Considerar la adecuación paisajística del entorno (si lo tuviera), o de las plantas de interior, con un punto de vista de xerojardinería o decoración con plantas autóctonas o que consuman poco agua, utilizando siempre que se

pueda, sistemas de riego eficientes, y programables, para evitar la tentación humana de que si les damos más agua crecerán más y estarán mejor.

- 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.
  - Prever el aprovechamiento, canalización y recuperación del agua de las torres de ventilación, y/o de condensación, para ser utilizadas para otros usos, (por ejemplo para el riego mezclada con otras aguas).
- Selección de equipos Hidro-Eficientes, a nivel de electrodomésticos, y con etiquetaje clase "A", pues está demostrado que las diferencias de inversión en este tipo de establecimientos se amortizan muy rápidamente. (Existen lavadoras y lavavajillas que consumen hasta un 60 % menos de agua y un 50 % menos de energía); hay que hacer cuentas, antes de decidirse. (Además ahora suele haber subvenciones para este tipo de equipos).
- Utilizar jabones y productos biodegradables, que no contengan cloro ni fosfatos en su composición, y utilizar la dosis correcta propuesta por los fabricantes. Cuando sale la vajilla blanca, puede ser por la alta concentración de cal en el agua, y esto se resuelve con un aporte de sal adecuado, según el fabricante, pero sobre todo no hay que volver a lavarlos, pues con frotarles con un paño seco será suficiente.
- Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo que, además de cumplir con la normativa vigente, permitan una corrección y detección inmediata de anomalías, excesos de consumos, fugas, etc., revisando las protecciones de aislamiento de las tuberías, cada seis meses, y cada vez que algún operario realice algún trabajo de mantenimiento.
- Prever, programar y comprobar las temperaturas de caleamiento, acumulación y distribución del ACS, adecuándolas a la demanda de agua

esperada. (Es ilógico disponer de agua caliente en el fin de semana si se cierra el centro, ajustarlas de tal forma de que el último día sólo se aporte el agua necesaria, programando su arranque para que el lunes esté preparada para su consumo).

- Supervisar mensualmente, a la vez que se toman las temperaturas en puntos terminales, como exige el RD. 865/2003. Comprobar si éstos cierran adecuadamente, tienen pérdidas y/o fugas. (Verificar sobre todo 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 del agua, verificar la calidad del agua y su composición cada cierto tiempo y sobre todo 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 puedan encontrarse, demostrando a los clientes y visitantes 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.

#### 4.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para poder ahorrar agua y energía

El nivel tecnológico de los equipamientos sanitarios que hoy en día están disponibles es impresionante, pero por desgracia muchas de estas técnicas y

tecnologías no se conocen, con lo que su implementación se hace imposible por desconocimiento.

Este capítulo 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).

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, 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 hidro-masaje 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, Fig. 1.

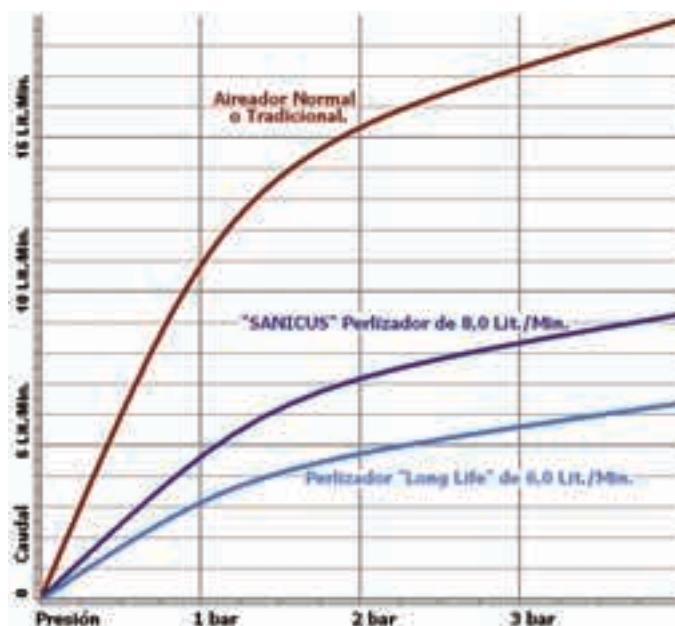


Figura 1. Consumos de Griferías normales y ecológicas con Perlizadores.

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. Aunque también hay griferías que ya lo incorporan.

## 4.4. 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.

La siguiente información, 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.

### 4.4.1. Grifos monomando tradicionales

Siendo hoy en día el tipo de grifería más utilizada 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. (Como por ejemplo en un monomando de lavabo, al estar posicionado el mando o palanca en el centro, cada vez que abrimos éste, consumimos un 50 % de agua fría y 50 % de agua caliente, aunque a ésta no le demos 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 abriendo 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*).

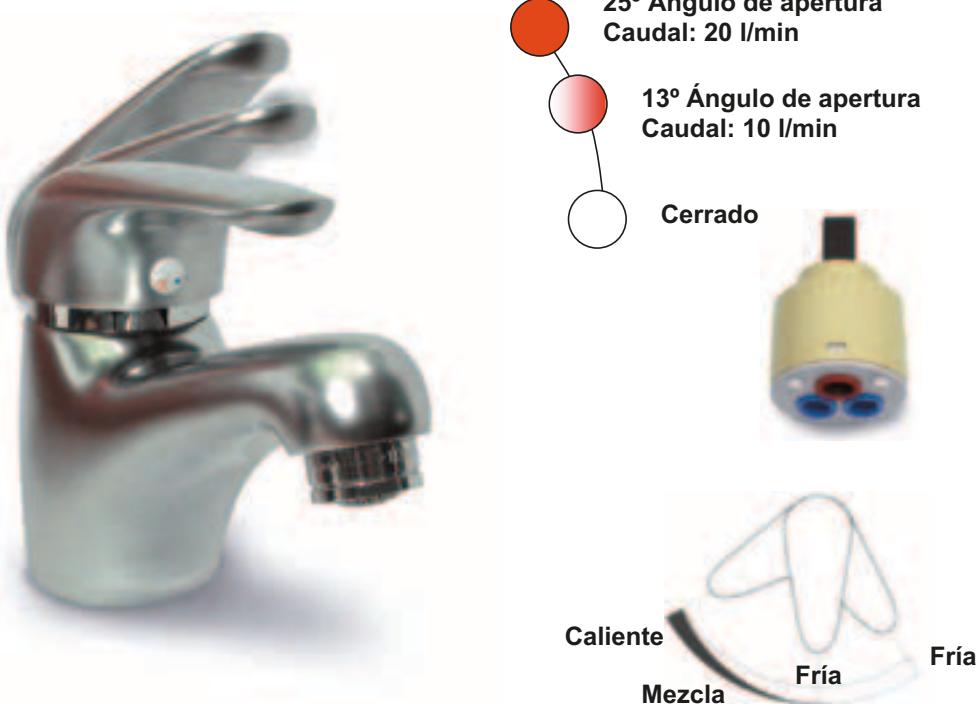
Hoy en día hay tecnologías que permiten reducir los consumos de agua de estos grifos y a la vez derivar los consumos de agua caliente no premeditada a consumos de agua fría. La solución, consiste en la sustitución del clásico cartucho cerámico que incorpora por otro “Ecológico” de apertura en frío en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

Como se puede apreciar en la Foto 1, 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. Esto 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.

Sobre 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 incorporará un filtro en su boca de salida de agua, denominado filtro rompeaguas o aireador y que tiene por objeto evitar que el agua al salir del grifo salpique.

Otra de las soluciones que hay para ahorrar agua y energía, consiste en la sustitución de este aireador, por un “**PERLIZADOR**”, el cual, aparte de cumplir con el objetivo del anterior, aporta 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.

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



**Foto 1.** Explicación gráfica de los Cartuchos Ecológicos.

La implementación de Perlizadores de agua en lavabos, bidet, fregaderos, pilas, etc., reduce estos 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.



**Foto 2.** Perlizadores de distintos caudales y modelos.

#### **4.4.2. Grifos de volante tradicionales**

Este tipo de equipos, está en desuso en obra nueva, aunque sí es fácil encontrarlos en edificaciones con más de 15 años y todavía suele montarse en zonas de poca utilización, como vertederos, fregaderos, etc., por su bajo precio.

Los problemas clásicos de estos equipos, son los cierres inadecuados, por falta de estanqueidad en las zapatas de cierre, y es habitual el 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 de éstos.

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.

A este tipo de equipos, y siempre que su antigüedad no supere los 15 años aproximadamente, también se le podrá implementar los Perlizadores antes comentados, complementando las medidas de eficiencia y totalizando ahorros superiores al 60 % sobre el estado previo a la optimización.

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 como lo es éste.

#### **4.4.3. Grifos termostáticos**

Posiblemente 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 aparte 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 las duchas y bañeras, cuando en el mercado hay soluciones con grifería para lavabos, bidet, fregaderos, duchas con temporización, con activación por infrarrojos, o fregaderos de activación con el pie, o antebrazos, resultando la solución ideal, aunque requieren una mayor inversión, su rendimiento economizador es para toda la vida. Hoy en día un grifo de ducha termostático, con mango de ducha ecológica, puede encontrarse, desde 50,00 € y con una garantía de 5 años, por lo que ya no es tan elevada la diferencia, como para no utilizarlos.

Por otra parte 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.

#### **4.4.4. 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 generan es superior al 65-70 %, en comparación a uno tradicional; siendo ideales, cuando se utilizan dos aguas, pues el coste del 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 realizarse 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 principalmente*).

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 por ejemplo), donde los olvidos de cierre, y accionamientos minimizarían la vida de los equipos normales; a la vez que 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, siendo por ejemplo el caso de los lavamanos más del 70 % de ahorro, e incluso el 80 %, si incorporan Perlizadores a su salida.

Se pueden utilizar, para lavabos, fregaderos, duchas fijas, tanto normales como con equipos termostatizados, Foto 3, 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.



**Foto 3.** Grifería electrónica por infrarrojos y termostatizada, para fregaderos.

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 los cuales no tienen este tipo de tecnologías.

#### **4.4.5. Grifos de ducha y torres de prelavado**

Uno de los puntos donde posiblemente se consume más agua, de las zonas comunes de un edificio residencial, es sin lugar a dudas la zona de lavado de la vajilla del centro, o cocina.

Si bien es cierto que los nuevos lavavajillas reciclan el agua del aclarado anterior, para el prelavado del siguiente ciclo, ahorran mucho agua y energía, no lo es menos que el parque de este tipo de lavavajillas, es muy antiguo y que la retirada de sólidos y pre-limpieza de la loza o vajilla, sigue realizándose a mano, con un consumo excesivo, principalmente porque los trabajadores tienen otras preocupaciones mayores que las de ahorrar agua y energía.

En primer lugar, es muy habitual encontrar los flexos de las torres de prelavado en muy mal estado, cuando un cambio o mantenimiento de las mismas y de los flexos de conexión, rentabilizan el trabajo, ahorrando agua por fugas o usos inadecuados por parte de los trabajadores. Es muy normal, por parte de los empleados, dejar fija la salida de agua de la pistola o regadera de la torre de prelavado, y marcharse a realizar otra tarea, dejando correr el agua hasta que vuelve de nuevo, dejando los 5-6 platos que se quedaron debajo de la ducha muy limpios, y el resto sin mojar.

Esta actitud, está provocada por el exceso de trabajo, o la creencia de que mientras los platos se remojan, se puede hacer otra cosa, pero al final se demuestra que no es válida. Por ello se recomienda, eliminar las anillas de retención de este tipo de griferías, con lo que se le obliga al empleado a tener pulsado el gatillo o palanca, para que salga agua y se evita la salida continuada si no se tiene

empuñada la ducha. Esto puede llegar a ahorrar más del 40 % del agua que se utiliza en esta zona, que por cierto suelen ser grifos que consumen entre 16 y 30 litros por minuto.



**Foto 4.** Ejemplo de Ducha Ecológica de Prelavado, para cocinas y comedores.

Otra opción, muy simple y eficiente, es sustituir el cabezal de la ducha por otro regulable en caudal y ecológico, el cual permite determinar el consumo del mismo, entre 8 y 16 litros minuto, siendo más que suficiente, y amortizándose la inversión en tan sólo unos meses.

#### 4.4.6. Grifos de fregadero en barras y cocinas

En muchas localidades y según la reglamentación sanitaria de la zona, son obligatorias determinadas características en barras y cocinas, como por ejemplo los lavamanos, pero sin ser obligatorio, podemos mejorar la ergonomía de utilización de los fregaderos de cocinas y barras (en bares, cafeterías, etc.) con la implantación de eyectores giratorios orientables, que 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 posibilidades de uso,

al ofrecer la posibilidad de dirigir el chorro del grifo a cualquier parte del fregadero y la posibilidad de ofrecer chorro o lluvia.

#### 4.4.7. Grifos temporizados

Los equipos o grifos temporizados, vienen a cubrir una de 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, debiendo de preocuparnos en si los tiempos de activación son adecuados.



Foto 5. 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 demanda (6" en lavabos y 20-25" en duchas).
- Cabezales intercambiables, anti-calcáreos.
- Anti-bloqueo, para lugares problemáticos, o con problemas de vandalismo.

Sobre este equipamiento y a través de su propio personal especializado de mantenimiento o profesionales específicos, puede optimizarse y regularse los consumos, minimizando éstos entre un 20 y 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 segundos cada una, cuando con una pulsación de 6 segundos 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 (*por ejemplo tras realizar una micción*), es muy frecuente ver, como 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, (*la 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 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.

#### 4.4.8. 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.

El mayor consumo de estos equipos y algunos problemas de suministro suelen venir dados por factores muy concretos: diseño inadecuado de la instalación, o variación de la presión de suministro y 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 ampliar o variar éstas, o realizar tomas para otro tipo de sanitarios, lo que provoca que los consumos o presiones sean inestables; en otros casos la presión de suministro aumenta, encontrándonos 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 por sedimentación que tarde mucho en cerrar el suministro.



**Foto 6.** Pistones Ecológicos para Fluxores.

Existen, en empresas especializadas en suministros de equipos de ahorro, unos Eco-pistones especiales, Foto 6, a los cuales se les modifica la curva de descarga, produciendo una descarga más intensa pero de menos tiempo, que permite economizar hasta el 35 % del consumo de agua habitual de este tipo de equipamientos, sin perder la eficacia del arrastre, que incluso en algunas tazas antiguas, aumenta.

En la actualidad hay Fluxores de doble pulsador, permitiendo 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.

#### 4.4.9. Regaderas, cabezales y regaderas de duchas

A la hora de economizar agua en la ducha, esto suele ser más fácil actuando sobre la salida del agua, que sobre la grifería. Con algunas de estas técnicas puede actuararse 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 de la misma.

Hay 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 el primer caso las dos actuaciones más utilizadas son las siguientes:

- Cambio de la alcachofa o regadera de ducha por otra hidro-eficiente y de hidro-masaje por turbulencias, que posibilita ahorros de hasta el 60 % sobre los equipos tradicionales; siendo menor este ahorro, del orden del 35 %, cuando el equipo a sustituir es un equipo pensado para sitios públicos y suele ser accionado por un grifo temporizado.
- Desmontaje del equipo, sobre todo cuando tiene múltiples chorros o tipos de suministro de agua, intercalándole en la toma un regulador o limitador de

caudal, que tara el volumen de agua que deja pasar por minuto, sin sacrificar el confort de la ducha. Los ahorros suelen ser menores del orden del 25 %.

En el caso de los mangos de ducha, lo más habitual es sustituirlos por otros, aunque también hay otras opciones:

- Intercalar un reductor volumétrico giratorio, que aumenta la vida del flexo, evitando forceduras y enredos, a la vez que se ahorra un 35 % del agua consumida por el equipo al que se le aplica.
- Insertar en la toma de la ducha un limitador de caudal ajustando el suministro a lo deseado; posibilita ahorros del orden del 25 % aproximadamente, pero no valen para cualquier modelo.
- Incorporar un interruptor de caudal, para disminuir el agua suministrada durante el enjabonamiento, pero sin perder la temperatura de mezcla obtenida, dejando pasar sólo una parte ínfima de agua para evitar el enfriamiento de las cañerías.
- Cambiar el mango de ducha, por otro Ecológico o Eficiente, existiendo tres tipos de éstos principalmente:
  - Los que llevan incorporado un limitador de caudal.
  - Los que la técnica de suministro de agua se basa en acelerar el agua y realizar el suministro con múltiples chorros más finitos y a mayor presión.
  - Los cabezales de ducha específicos, que suelen ser irrompibles, con suministro de agua a nivel e hidro-masaje por turbulencias, que posibilitan ahorros de hasta el 60 % aumentando el confort y la calidad del servicio ofrecido. Suelen ser más costosos, pero generan mucho más ahorro y duran toda la vida.
- No hay que olvidar que estos componentes, son el 50 % del equipo, y una buena selección de la alcachofa o mango de ducha, generará muchos

ahorros, pero si se combina con un buen grifo, la mezcla será perfecta. Por lo que en función de a qué tipo de servicio va dirigido el equipo, habrá que valorar si se monta en combinación con un monomando, un pulsador temporizado, un termostático, o un grifo o sistema por infrarrojos, lo que posibilitará que la eficiencia se incremente sustancialmente.

- Por último, hay mezclas de estas técnicas, complementando equipos normales o integradas en diseños propios de los distintos fabricantes.



**Foto 7.** Distintas duchas y accesorios para economizar agua y energía.

#### 4.4.10. Inodoros (WC)

El inodoro, es el sanitario que más agua consume en la vida cotidiana, o a nivel doméstico, siendo el más utilizado en hoteles, residencias y en casi cualquier entorno residencial, aunque por el valor del consumo energético, estén todos los demás por delante de éste. Su descarga media (estadística), suele estar en los 9-10 litros.

Los inodoros de los aseos de habitaciones y/o de aseos de señoras se utiliza tanto para micciones como para deposiciones, lo que hace que si el sanitario no dispone de elementos para seleccionar el tipo de descarga, ésta sea igual tanto

para retirar sólidos, como para retirar líquidos, cuando éstos sólo necesitarían un 20 o 25 % del agua, del contenido del tanque.

Esta circunstancia hace que toda medida, que permita seleccionar si se desea retirar sólidos o líquidos, en función de la utilización realizada, permitirá ahorrar más de 60-70 % del contenido del tanque o descarga.

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 en éstos 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. Por lo que 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.

Esto supone que con independencia del sistema a utilizar para conseguir dicha selección del tipo de descarga a realizar, si ésta se utiliza adecuadamente, el consumo bajaría en más del 50 %, respecto a un inodoro con sólo descargas completas.

En el ejemplo siguiente, a nivel estadístico de una persona en cómputo diario, tendría los siguientes consumos:

Tanque Normal:      5 Descargas x      9 l/Desc.      =      45 l/ Día.

Tanque 2 Pulsadores:      1 Descargas x      9 l/Desc.      =      9 l/ Día.  
                                4 Descargas x      3 l/Desc.      =      12 l/ Día.

Diferencia:  $45 - (9 + 12) = 24$  **litros ahorrados**, lo que supone un 53,33 %.

Lógicamente esta demanda es a nivel estadístico, por lo que perfectamente se puede afirmar que más del 40 % de estos consumos se realizan en la jornada laboral, por lo que la actuación de este ejemplo economizador en una industria supondría un mínimo del 20 % de reducción del consumo por empleado.

Las posibilidades técnicas de que se disponen para producir esta selección de descargas son las siguientes:

● **Tanques o cisternas con pulsador Interrumpible:**

Suelen ser de instalaciones recientes, de unos 8-9 años atrás como mucho, 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 utiliza. (*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 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 la opción más ecológica y racional para el uso de los inodoros. Aunque por desgracia algunos fabricantes no permiten la selección y graduación del tipo de descarga; hay otros que es complicado saber cuál es el botón que descarga una parte u otra; incluso existen unos mecanismos, 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:

-  El 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 5.
-  Y 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, comprueben 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 ridículo). También será recomendable instalar pegatinas con independencia del modelo que sea por lo anteriormente comentado.

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 (se ahorra por ejemplo 1 litro por descarga) al realizar deposiciones y tener que retirarlas, hay muchas ocasiones en que no tiene fuerza suficiente para arrastrar los restos, debiendo pulsar varias veces, consumiendo el agua ahorrada en 7-8 utilizaciones, aparte de los problemas de estabilidad que puede ocasionar si se caen o tumban, evitando su cierre y que genere fugas constantes.



Foto 8. Mecanismo de tirador, contrapesos y M. de doble pulsador.

## 4.5. Consejos generales para economizar agua y energía

***En salas de calderas, calentadores y redes de distribución:***

- Las calderas y los quemadores deben ser limpiados y revisados periódicamente por un técnico cualificado.
- Mandar inspeccionar la caldera periódicamente, inspeccionando los siguientes puntos:
  - Las luces de alarma;
  - Signos de fugas en las tuberías, válvulas, acoples y caldera;
  - Daños y marcas de quemado en la caldera o chimenea;
  - Ruidos anormales en las bombas o quemadores;
  - Bloqueos de los conductos de aire.
- La revisión debe incluir una comprobación de la eficiencia de combustión y el ajuste de la proporción aire/combustible del quemador para obtener la eficiencia óptima.
- Indicar al técnico que maximice la eficiencia de la caldera y que le presente una hoja de ensayos con los resultados. El coste aproximado puede oscilar entre los 100 y 200 € por caldera.
- Estudiar la posible instalación de un termómetro en la chimenea. La caldera necesita limpiarse cuando la temperatura máxima de los gases en la chimenea aumente más de 40 °C sobre la del registro del último servicio. El coste aproximado es de unos 40 €.
- Ajustar las temperaturas de ACS para suministrar agua en función de la temperatura de cada época del año.
- Aislara las tuberías de distribución que no contribuyan a calentar las zonas de trabajo.

- Si se dispone de anillos de recirculación de ACS, medir, verificar y ajustar las proporciones de agua reciclada, en los distintos horarios de demanda punta y valle, a la más adecuada, que garantice el servicio con el mínimo esfuerzo de la caldera. (*Si sus puntas son muy exageradas, valorar la implementación de un programador de maniobra que automatice los cambios de temperatura*).

**En los puntos de consumo:**

- Instalar equipos termostáticos siempre que sea posible, pues aumentan el confort y ajustan el consumo energético a la demanda real.
- Los equipos temporizados son ideales cuando se trabaja con jóvenes y adolescentes, pues evita olvidos de cierre y soportan mejor el posible vandalismo.
- Instalar o implementar medidas correctoras del consumo, como Perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., reducirá espectacularmente los consumos.

**En el centro de trabajo:**

- Promover una mayor participación en la conservación del medio ambiente por medio de actividades de educación ambiental, para empleados y subcontratas, realizando campañas de educación y procesos respetuosos, en su trabajo cotidiano, con ejemplos concretos, reputables y discriminatorios. (*Si se hace mucho hincapié en una tendencia y/o técnica mal utilizada, la persona que lo ejecuta se sentirá mal internamente cuando la practique*).
- Realizar campañas de sensibilización, trasmitiendo a clientes y empleados su preocupación por el medioambiente, mejorará su 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.
- Formar, instruir y redactar órdenes de trabajo claras y específicas, para que los empleados tengan presente cómo actuar ante las distintas situaciones que puedan encontrarse.
- Solicitar la colaboración de los usuarios, con notas de sugerencias y mejoras, y avisos para resolver los problemas y/o averías que puedan surgir y fueran detectados por los clientes, resolviéndolos inmediatamente para demostrar la preocupación por el tema y a la vez minimizar el impacto económico.
- Un hábito frecuente es tirar al inodoro gasas, compresas, tampones o los envoltorios de éstos, junto con papeles, plásticos o profilácticos, con lo que se pueden producir atascos en tuberías tanto de bajantes como en fosas y sifones, provocan obstrucción en las rejas de entrada y filtros, ocasionando diversos problemas higiénicos y mecánicos. Es recomendable que todos estos residuos vayan directamente a la basura, para ello aparte de sensibilizar a los usuarios, los centros han de poner medios para poder facilitar esta labor.

#### ***En jardinería y paisajismo:***

- El exceso de agua en el césped produce aumento de materia verde, incremento de enfermedades, raíces poco profundas, desaprovechamiento de recursos y grandes facturas. Cuando se trata de regar un área verde o jardín es preferible regar de menos que regar de más, pues se facilitará el crecimiento y enraizado de plantas, arbustos y césped, mejorando su imagen y sufriendo menos en épocas de sequía.
- La necesidad de agua en el pasto, puede identificarse cuando éste se torna de un color verde azulado y cuando las pisadas permanecen marcadas en él, ya que la falta de agua hace que a la hoja le cueste recuperar su posición original. Lo ideal sería regar el césped justo en ese momento ya que

el deterioro en ese punto es mínimo y, apenas el césped recibe agua, se recupera. Regar el pasto antes de observar estos signos no proporciona beneficio alguno.

- No es recomendable regar sistemáticamente. Un programa fijo de riego no contempla las necesidades reales del césped y puede resultar perjudicial.
- La hora ideal para hacerlo es entre las 4:00 y las 8:00 de la mañana. A esta hora el viento no interfiere en el riego y no hay prácticamente evaporación de agua. Una de las complicaciones que ocasiona el riego en horas de la tarde, es la creciente incidencia de enfermedades. Este inconveniente puede reducirse regando únicamente cuando el césped lo necesita y haciéndolo esporádica pero profundamente. Regar durante el mediodía no es efectivo ya que gran cantidad de agua se evapora siendo por consiguiente muy difícil humedecer la tierra adecuadamente.
- El riego por aspersión produce más pérdidas que el riego por goteo o las cintas de exudación. La manguera manual también supone mucho desperdicio, pero es adecuado para aquellas plantas resistentes que se riegan manualmente muy de tarde en tarde.
- Al diseñar y/o reformar el jardín, agrupar las especies según su demanda de agua. Se tendrá de esta forma zonas de necesidades altas, medias y bajas. Por ejemplo, los Cactus y Crasas y la flora autóctona estarían dentro de un grupo de plantas con necesidades bajas.
- Elegir especies autóctonas que con la lluvia pueden vivir sin precisar riego alguno.
- La Xerojardinería posibilita reducciones de consumo hasta del 90 %.
- Elegir otras especies, que aunque no sean autóctonas, sean resistentes a la sequía (*habrá que regarlas menos*). Ejemplos: cactus, lantana, áloes, palmeras, etc.

- Instruir, formar o exigir conocimientos al personal que cuida de la jardinería.

***En la limpieza de las instalaciones:***

- Realizar la limpieza en seco, mediante: aspiración, barrido con cepillos amplios, máquinas barredoras, automáticas, etc.
- Incorporar el jabón y/o detergentes a los recipientes, después del llenado, aunque no haga espuma, limpiará lo mismo.
- Promover medidas para ahorrar en el lavado de trapos y uniformes de personal.
- Las toallas, sábanas o trapos viejos se pueden reutilizar como trapos de limpieza. No se emplearán servilletas o rollos de papel para tal fin, pues se aumenta la cantidad de residuos generados.
- 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 utilizar las mangueras para refrescar zonas, pues si están muy calientes se evaporará el agua muy rápidamente y los cambios bruscos de temperatura, pueden crear problemas de dilatación.

**No hay mejor medida economizadora o medioambiental, más respetuosa, que aquella que no consume; limitemos las demandas a lo estrictamente necesario.** (No habrá que preocuparse de cómo ahorrar, si no se consume).

## Bibliografía

1. IDAE. (2001).: "Ahorro de Energía en el Sector Hotelero: Recomendaciones y soluciones de bajo riesgo" Madrid, España.

2. Proyecto Life. (2001).: "Jornadas Internacionales de Xerojardinería Mediterránea". WWF/Adena. Madrid, España.
3. Fundación Ecología y Desarrollo. (2002).: "Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos". Bakeat. Bilbao, España.
4. Infojardin.com (2002-2005).: Web y Artículos de Jesús Morales (Ingeniero Técnico Agrícola), (Cádiz) España.
5. 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.
6. Ahorraragua.com (2004).: "Eco-Artículos", Web de la compañía. Madrid, España.

# Ahorro energético en la climatización de locales y edificios del sector de restauración

## 5.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es mostrar las principales líneas de actuación para incrementar la eficiencia energética en las instalaciones de climatización en general, con un hincapié especial en instalaciones de locales o edificios del sector de la restauración.

Las líneas principales de actuación para mejorar el rendimiento de una instalación pueden resumirse en tres:

- 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.

## 5.2. 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.

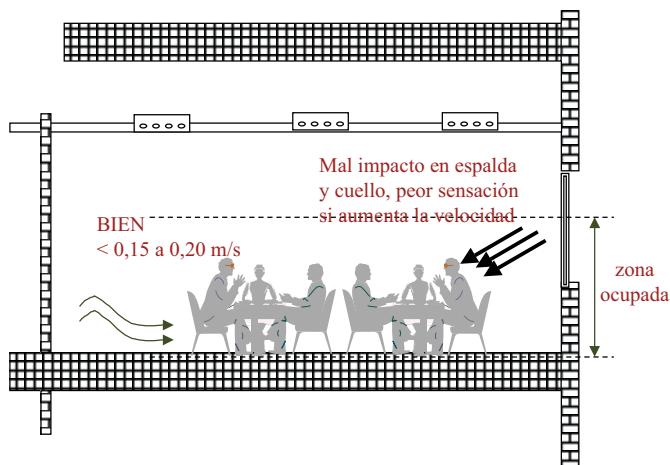
La humedad y temperaturas de confort estival e invernal no difieren del estándar de confort de otros tipos de instalaciones dedicadas al confort humano. Estas condiciones oscilarán entre una temperatura y humedad entre 25 °C - 27 °C (con un entorno del 40 al 60 % de humedad relativa) a 20 °C - 22 °C en invierno (manteniendo idealmente la humedad), siempre adaptándose en lo posible a la vestimenta habitual de la clientela (con vestimenta veraniega, atuendo profesional, traje de calle, o incluso etiqueta). Téngase en cuenta que se estima en casi un 8-10 % de 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.

La zonificación, la división en zonas regidas por diferentes termostatos (para fijar la misma o diferentes temperaturas según el caso), no es tan importante como en el sector residencial u oficinas, excepto que el tamaño del local permita un uso que discrimine el tipo de acto a celebrar, comedor general más salones privados, o grandes áreas diáfanas para la celebración de convenciones y banquetes. Sin embargo, en grandes espacios diáfanos, no ha de descuidarse la homogeneidad de la temperatura, que debe procurarse por un lado con una detección de temperatura en diversas áreas del local, más una difusión de aire homogénea.

A este respecto, la velocidad del aire y la dirección de impacto sobre el cliente es crucial para evitar situaciones de falta de confort, que se traducen en duras quejas hacia el establecimiento.

La velocidad recomendada en el espacio ocupado (desde el suelo una altura de 1,20 a 31,50 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 espalda, o cuello, ya que se origina un queja inmediata, Fig. 1.

El gerente del local debe tener clara durante la fase de proyecto cual va a ser la disposición de las mesas dentro del local, para darle al profesional proyectista o instalador la información para evitar problemas de difusión de aire.



**Figura 1.** Distribución del aire dentro del área ocupada.

Las instalaciones de restauración tienen como características principales una elevada ocupación (por supuesto el máximo debe ajustarse a la normativa de seguridad vigente), la necesidad de una elevada ventilación, derivada de la misma y de la presencia de efluentes gaseosos procedentes de la comida y en el caso de los establecimientos habilitados para ello, humo de tabaco<sup>1</sup> .

**TABLA 1.** Caudales de aire recomendados.

Tipo de área	Tasa de Ventilación (l/s por persona)	
	Recomendada	Mínima
Residencial	10	8
Bares	18	12
Cafetería	15	12
Restaurantes	15	10
Cocinas (ratio por m <sup>2</sup> )	20 l/s m <sup>2</sup>	-

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

<sup>1</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.

invierno). En el epígrafe dedicado a la recuperación de calor y enfriamiento gratuito se tratará como reducir la ganancia 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 2.

**TABLA 2.** Niveles sonoros en exterior.

Tipo de área	Presión sonora máxima (dBA)	
	7:00 a 19:00	19:00 a 7:00
Residencial (V. unifamiliares)	50	45
Residencial (Ed. en altura)	55	50
Comercial	60	55
Industrial	70	70

Por otra parte se recomiendan una serie de niveles para el normal desarrollo de la actividad en el interior del local, Tabla 3.

**TABLA 3.** Niveles sonoros en interior.

ACTIVIDAD	NIVEL RECOMENDADO RC dB(A)
Viviendas	<b>25 – 30</b>
Hoteles/Moteles	
Salones privados, conferencias, banquetes	<b>25 – 30</b>
Oficinas	
Despachos	<b>25 – 30</b>
Salas conferencias	<b>30 – 35</b>
Áreas comunes	<b>35 – 40</b>
Pasillos y Salas de ordenadores	<b>40 – 45</b>
Hospitales	
Habitaciones	<b>25 – 30</b>
Salas de consulta y de guardia	<b>30 – 35</b>
Quirófanos, áreas comunes	<b>35 – 40</b>
Iglesias/Escuelas	
Aulas	<b>25 – 30</b>
Salas diáfanas	<b>30 – 35</b>
Bibliotecas/Juzgados	<b>35 – 40</b>
Cines y Teatros	<b>30 – 35</b>
Restaurantes, Gimnasios y Boleras	<b>40 – 45</b>
Auditoriums/Salas de grabación y ensayo	<b>15 – 20</b>
Estudios de TV	<b>20 - 25</b>

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 estos participantes fijen. Para unos será importante el confort de 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 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, aire-agua, o incluso un sistema de distribución de refrigerante de no poder adoptarse

ninguno de los anteriores, por condicionantes arquitectónicos o de uso del edificio.

- Selección del tipo de plantas de producción de agua fría y caliente.
- 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 o agua, y a qué temperatura han de circular?.

Después, el edificio ha de dividirse en zonas donde el sistema de distribución de agua 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, las cargas de frío y calor han de comprobarse para conocer la cantidad de agua que ha de llegar a cada una de ellas y en qué momento ha de llegar este volumen.

Esto lleva a la selección de los terminales de zona tipo fancoil. Tanto el sistema de distribución de agua como los terminales contribuyen a la pérdida de presión en el circuito de agua, 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 resumen, los primeros pasos del diseño de una instalación condicionan fuertemente el impacto económico posterior.

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

Podemos citar entre otras varias líneas de actuación sobre la tecnología frigorífica:

- Uso de unidades con mejora de eficiencia energética.
- Aplicación de la bomba de calor.
- Recuperación de calor (en forma de agua caliente).
- Válvula de expansión electrónica y Economizador (lado refrigerante).
- Turbina recuperación.
- Cogeneración de energía eléctrica y calor.

Al contrario que en otras sectores, las tres últimas medidas 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.

### 5.3.1. 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, tanto a través de mejores materiales con mayores coeficientes de transferencia de calor como a través de compresores más simples y eficientes (caso del compresor scroll con sólo tres piezas móviles) ha dado sus frutos.

#### Incremento de eficiencia kW/kW

	1980	2005	Aplicación
• Equipos Split	2.3	2.5 (2.8 VRV)	Pequeños locales
• Equipos Compactos Verticales, Cubierta	2.6	2.8	Áreas convenciones, banquetes o grandes gimnasios (Requieren gran caudal de Ventilación )
• Enfriadoras aire-agua:	2.7	3.0 (C. Tornillo)	Sistemas de agua fría / caliente equipos terminales de agua para hoteles, grandes centros deportivos
• Enfriadoras agua-agua:	3.0	4.0 (C. Tornillo)	Grandes Complejos
• Enfriadoras Centrífugas:	5.0	7.0 (Turbina expansión)	

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

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:

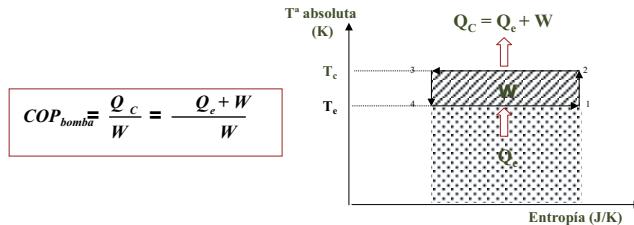
Ejemplo:

Equipo compacto de cubierta		<u>1980</u>	<u>2005</u>	
Cap.Frig.	50 kW	Eficiencia	2,6	2,8
		Consumo plena carga	19,2	17,9 kW
2100		Horas operación año	40384,6	37500,0 kWh
0,01		€ / kWh	403,8	375,0 €
		Ahorro		7 %

### 5.3.2. 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 a 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 harto conocidos:

- 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) 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. 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 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.

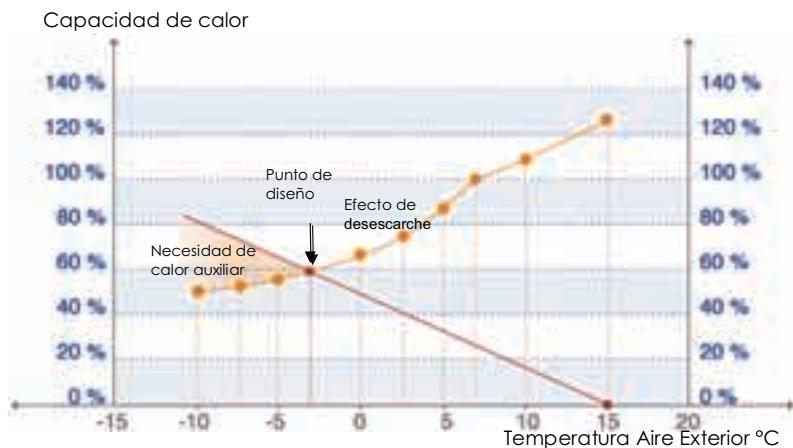
Ello produce no sólo la ausencia de efecto calorífico en el foco caliente durante dichos períodos, sino incluso, en el desescarche por inversión del ciclo, un efecto frigorífico en el foco que se desea calentar. Por tanto, en dichas condiciones la potencia calorífica neta, llamada también potencia calorífica 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.

Estas limitaciones, constituyen el flanco débil de estos sistemas; sin embargo, la normativa ya recoge, con el fin de contribuir al ahorro energético, que la distribución de agua caliente con destino a calefacción reduzca sus temperaturas. Los sistemas de bomba de calor, salvo, en climas extremos, permiten cumplir estas condiciones, siempre y cuando se dimensionen adecuadamente, de acuerdo a las necesidades de calefacción para la temperatura de diseño del edificio.

En este sentido, viene siendo habitual la selección de bombas de calor a través de las necesidades de refrigeración sin prever otros sistemas de calefacción suplementarios para las ocasiones en que la capacidad de la bomba de calor sea inferior a la demanda. Esto ha traído como consecuencia una cierta desconfianza hacia los sistemas de bomba de calor, ya que se creaban situaciones de no confort en los usuarios. Por el contrario al sobredimensionar los sistemas auxiliares, se está encareciendo la inversión para el sistema, con lo cual se enmascaran los efectos de ahorro en la instalación.

En la Fig. 4 se ha representado de una 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 (recordemos la fórmula del rendimiento de Carnot) y que se hace más acusado en cuanto se da 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 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.

### **5.3.3. 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 existen ya en algunas gamas recuperación parcial (20 %) por debajo de 20 kW.

Por este motivo, es difícil encontrar aplicaciones de restauración en que sea posible el uso de estas unidades, aunque dada la tendencia ya apuntada, podrían verse aplicaciones en este sector en unos pocos años.

La recuperación de calor en condiciones normales no afecta de modo significativo al rendimiento de la unidad, comparado 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 precisamente esta temperatura, el punto de consigna fijado en el control para la temperatura de 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 es realizado 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 edificios que cuentan con importantes cargas de frío (no cubiertas con enfriamiento gratuito) simultaneadas con cargas de calor importantes.

Ese es el caso de instalaciones hosteleras, sobre todo en climas suaves donde muchas veces se estaba usando este calor para la preparación de Agua Caliente Sanitaria. Sin embargo, es dudosa por ahora su rentabilidad en instalaciones dedicadas únicamente al sector de restauración, donde el plazo de amortización va a alargarse.

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 sobre todo la limpieza periódica con compuestos germicidas (principalmente cloro) complementada con choques térmicos<sup>2</sup> son la mejor forma de lucha contra la bacteria. De esta forma pueden seguir usándose, en condiciones de salubridad esos eficientes dispositivos de ahorro de energía que representan las unidades de recuperación de calor.

Cabe citar como colofón la introducción de nuevas ayudas y normativas de ahorro energético<sup>3</sup>. La producción de agua caliente por energía solar está siendo promovida por parte de las diversas administraciones del Estado con salir del *impass* que impide que España cuente seriamente con la energía solar como un recurso para el ahorro energético.

---

<sup>2</sup> En cumplimiento del Real Decreto sobre Prevención de infección por Legionella.

<sup>3</sup> Dentro del programa E-4, la introducción de una Línea de financiación ICO-I.D.A.E. para proyectos de energías renovables y eficiencia energética año 2004 (Plan de fomento de energías renovables en España, Madrid 1 de marzo de 2004), además de la Orden 98/2005, de 13 de enero, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid, por la que se regula la concesión de ayudas para la promoción de las energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética para el período 2005-2007.

Muchas de las Comunidades Autónomas y ciudades<sup>4</sup> costeras están emitiendo normativa técnica para implantar, de forma obligatoria este tipo de sistemas en hoteles y en viviendas de nueva construcción.

La aplicación de colectores con producción a alta temperatura podría proporcionar asimismo energía térmica a máquinas de absorción para suministrar agua fría a los sistemas de acondicionamiento de aire, con lo que el doble uso del sistema de colectores, podría reducir extraordinariamente el periodo de amortización del sistema.

En el caso de instalaciones de restauración, la producción de A.C.S. a través de sistemas de colectores solares se traduce en un ahorro de energía, no dramático pero sí importante, siempre recurriendo a un sistema de acumulación que almacene durante el día el agua para su posterior consumo. El perfil típico de consumo en restauración exiguo en la mañana, y trasladado sobre todo a la hora de almuerzo y durante las últimas horas de la tarde, obliga a la acumulación para hacer rentable el sistema.

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

Las instalaciones para restauración tienen fijados horarios estrictos, en cumplimiento de las Ordenanzas Municipales vigentes, pero la diversidad de ocupación fuerza a que el sistema de Gestión Energética tenga una enorme flexibilidad de manejo, sobre todo en la gestión del cambio de modo de operación de frío a calor y la gestión del aire de ventilación y enfriamiento gratuito con todo aire exterior.

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

<sup>4</sup> Son ya más de treinta y ocho las grandes ciudades y cinco las Comunidades Autónomas que han emitido normativa al respecto. Fuente: Tecnoenergía, Diciembre 2004.

## **5.4.1. 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 ha de definirse cuidadosamente.

El criterio en función de temperatura exterior ha sido seguido ampliamente, y suele ser válido para aquellas zonas en 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.). Deja, sin embargo, sin resolver el problema de la radiación solar o el efectos de “vidrio frío”, que suele darse muy a menudo en los locales dedicados a restauración.

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 cuando ocurren los cambios de modo de funcionamiento.

Los cambios calor/frío en diferentes orientaciones del edificio 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 provocarse.

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 puede 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.

## **5.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (ITE 02.4.6) y recuperación de calor**

La utilización del enfriamiento gratuito por aire exterior se ha de decidir 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.

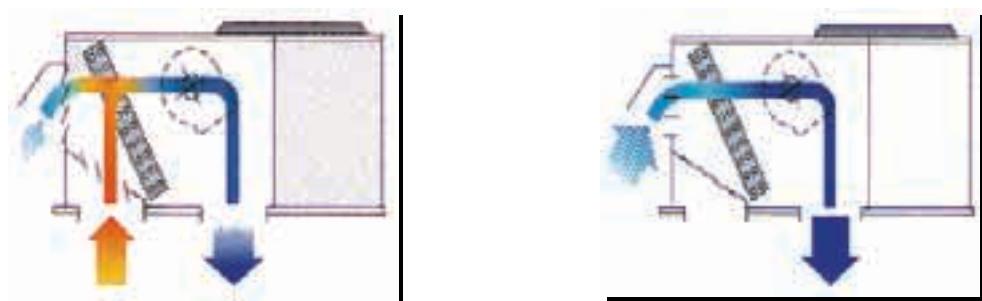
En los sistemas de climatización del tipo "todo-aire" es recomendable la instalación de dispositivos, con los correspondientes controles automáticos, que permitan el enfriamiento gratuito de los locales por medio del aire exterior.

Los locales de restauración se prestan al uso de este tipo de sistemas, ya que como se ha comentado, tienden a tener pocas zonas y pueden ser climatizados 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.

Los requisitos aconsejables los marca la normativa vigente: cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año en que la demanda de energía pudiera satisfacerse gratuitamente con la contenida en el aire exterior, será obligatoria la instalación de un sistema de aprovechamiento de la citada energía. A este respecto, en la memoria del proyecto deberá justificarse si se cumplen o no estos requisitos.

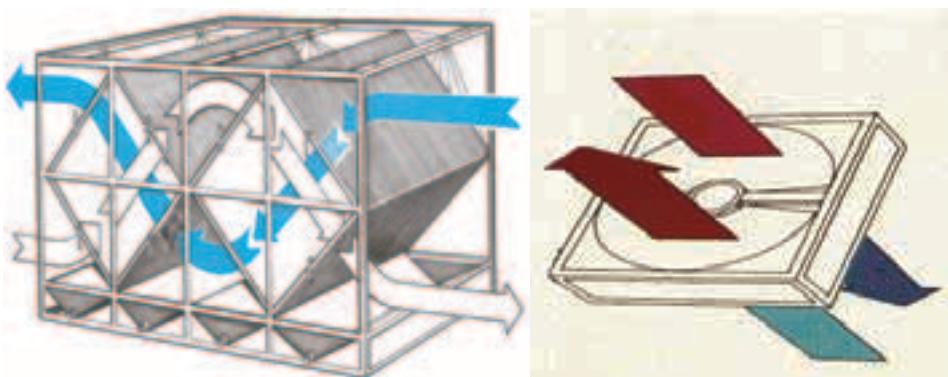
Citando el reglamento, el Aire exterior mínimo de ventilación (ITE 02.4.5) y la Recuperación de calor del aire de extracción (ITE 02.4.7) y con independencia de lo

indicado en ITE 02.2.2, en los subsistemas de climatización del tipo "todo-aire", para locales que no están siempre ocupados por el número máximo de personas (cines, teatros, salas de fiesta, salas de reuniones de centros de día o de residencias de mayores y similares), se usarán dispositivos automáticos que permitan variar el caudal de aire exterior mínimo de ventilación en función del número de personas presentes. Para cuando los locales estén desocupados, deberá preverse un dispositivo automático para mantener la compuerta de aire exterior mínimo cerrada, tanto en los períodos de parada como en los de puesta en marcha de un subsistema.



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

El aire de ventilación descrito en ITE 02.2.2. e ITE 02.4.5. que deba expulsarse al exterior por medios mecánicos puede ser empleado para el tratamiento térmico, por recuperación de energía, del aire nuevo que se apporte desde el exterior.



**De calor sensible: Placas**

**Entálpicos: Rotativo**

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

Cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que 3 m<sup>3</sup>/s y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año, se diseñará un sistema de recuperación de la energía térmica del aire expulsado al exterior por medios mecánicos, con una eficiencia mínima del 45 %, salvo cuando en el memoria del proyecto se justifique adecuadamente la improcedencia de tal sistema.

## 5.5. 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 un pequeño restaurante de 200 m<sup>2</sup> en las condiciones de cálculo de Madrid, se ha analizado mediante un programa de cálculo por ordenador con análisis de consumo energético (*Hourly Analisys Program HAP de Carrier v.4.22.*).

Los sistemas de climatización comparados son un equipo *split* de conductos convencional de 34 kW frigoríficos y gracias a la recuperación de calor del aire exterior, un equipo menor, de sólo 29 kW con posibilidad de enfriamiento gratuito.

Ya de entrada se reduce la potencia instalada obteniéndose ya 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.

A parte ha de pensarse que otros sistemas como iluminación y equipos auxiliares del restaurante 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 equipo hostelero y luminarias, repercute en el ahorro en los consumos de climatización.

Es, por tanto, altamente recomendable conseguir la evaluación energética del edificio, 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 preocupada por la dependencia energética, está emitiendo un nuevo marco legislativo que fomente el ahorro energético, la nueva Certificación Energética de Edificios.

Con la aplicación de la Certificación Energética: la nueva normativa obligará a cumplir requisitos mínimos de eficiencia energética, emitiendo los organismos oficiales competentes en temas energéticos sendos 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 ser considerado como un beneficio para toda la sociedad, además de un elemento para el incremento de la competitividad de una instalación industrial.

## 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 nº23; 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.

## 6.1. Energía solar fotovoltaica

### 6.1.1. Introducción

El Sol constituye una de las fuentes de energía más poderosas que tenemos hoy en día. Limpia, inagotable, la energía solar es inocua para el organismo y respetuosa con el Medio Ambiente. La radiación solar se recoge a través de módulos solares fotovoltaicos que la convierten en electricidad. Una electricidad puede ser consumida o vertida a la red.

Los primeros módulos solares fotovoltaicos se vendieron en España en 1978 para proveer de electricidad a viviendas aisladas de la red. A principios de los años 80 comenzaron las incursiones en las telecomunicaciones y la señalización marítima, y siguió incrementándose su utilización en viviendas aisladas tanto de uso permanente como de fin de semana.

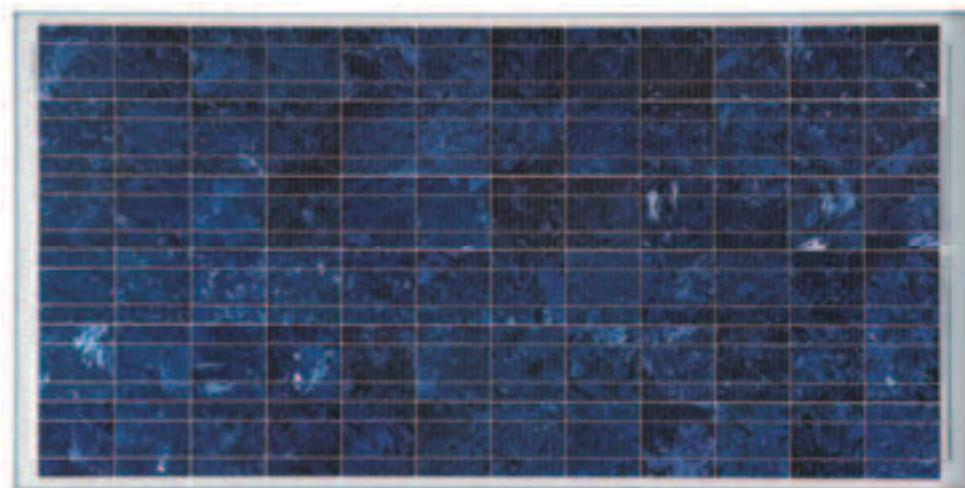


Foto 1. Módulo fotovoltaico policristalino.

Sobre 1990, empezó a abrirse más el abanico de aplicaciones. A partir de ese momento, la energía solar también se tenía en cuenta para electrificar la señalización vial y aérea, telecontroles, protección catódica, etc., aunque seguía siendo un mercado pequeño y muy restringido a ciertos usos que, por lejanía de la red eléctrica o por la imposibilidad de poder trazar líneas de distribución, no podían disponer del suministro eléctrico convencional.

En 1992 encontramos el primer gran hito para la energía solar en España ya que se desarrolla e instala la primera conexión a red de 42 kWp en las Islas Baleares, cofinanciada por distintos organismos. Esto se consolida un año más tarde con la instalación de las cuatro primeras viviendas unifamiliares españolas conectadas a la red.

Pero el principio del despegue de la energía fotovoltaica para conexión a red en España, tiene lugar en el albor del año 2000, con la aparición de la normativa que empezaba a regular la conexión y el pago de la energía producida por los usuarios por parte de las compañías eléctricas. A partir de ese momento, el mercado de la conexión a red, y por ende de la energía solar fotovoltaica, comienza a crecer año tras año.

Para ilustrarlo, podemos mencionar que en 2000 se instalaron aproximadamente 550 kWp para conexión a red. En 2001 la cifra ascendió a los 2.600 kWp y en 2002 se incrementó hasta los 4.200 kWp. En 2005 la cifra ronda los 12.000 kWp, coincidiendo con el mayor despegue de la energía solar fotovoltaica.

El apoyo institucional y el marco legislativo para la conexión a red fotovoltaica, amparados en el compromiso que España adquirió en la cumbre de Kioto, son clave para la implantación y el desarrollo de esta energía alternativa. Sin estos elementos será difícil que se pueda alcanzar con éxito la meta fijada para 2010. Además, España ocupa uno de los primeros puestos en el ranking mundial de productores fotovoltaicos, con grandes posibilidades de lograr una mayor cuota de implantación de estos sistemas, más aún cuando se dispone de mucha "materia prima" autóctona: el Sol.

Históricamente, los módulos solares fotovoltaicos se han fabricado con silicio monocristalino. A finales de los años ochenta aparecieron los primeros de silicio policristalino, que poco a poco han ido perfeccionándose hasta llegar a reunir unas características muy similares a los monocristalinos. También durante los ochenta, algunas empresas comenzaron a investigar los módulos de silicio amorfo, ya que en aquella época se vislumbraban como una solución de bajo coste. Sin embargo, hoy día se ha podido constatar que no reúnen ni el rendimiento ni la estabilidad eléctrica en el tiempo de las tecnologías cristalinas.

### **6.1.2. La energía solar fotovoltaica, necesaria para el desarrollo sostenible**

El imperativo de respetar el medio ambiente, obliga a estudiar una serie de medidas para lograr un equilibrio entre la energía que es necesaria para el hombre y la conservación del entorno. Los modelos energéticos actuales se encaminan por tanto hacia las energías renovables como una de las soluciones más factibles.

Partiendo de que la energía solar que llega a la superficie de la Tierra es 100.000 veces superior a la que consume la Humanidad, y de que la tecnología actual permite el aprovechamiento de la radiación solar para su transformación directa en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, se puede decir que la energía solar fotovoltaica es inagotable a escala humana, y además representa una fuente energética respetuosa y ecológica.

### **6.1.3. Sistemas fotovoltaicos aislados**

Una instalación fotovoltaica aislada es un sistema autónomo de autoabastecimiento de electricidad, sin necesidad de usar la red eléctrica pública. Este tipo de instalaciones tiene una amplia gama de aplicaciones, como puede ser electrificación en pequeñas viviendas, electrificación rural, señalización marítima y

terrestre o telecomunicaciones. Su finalidad es proporcionar suministro eléctrico en lugares o viviendas donde no se puede disponer de red eléctrica.

Los elementos necesarios en una instalación aislada son:

- Módulos fotovoltaicos.
- Acumulador.
- Regulador.
- Inversor (si los consumos son en 230 Vca).
- Cajas de conexión y protección.

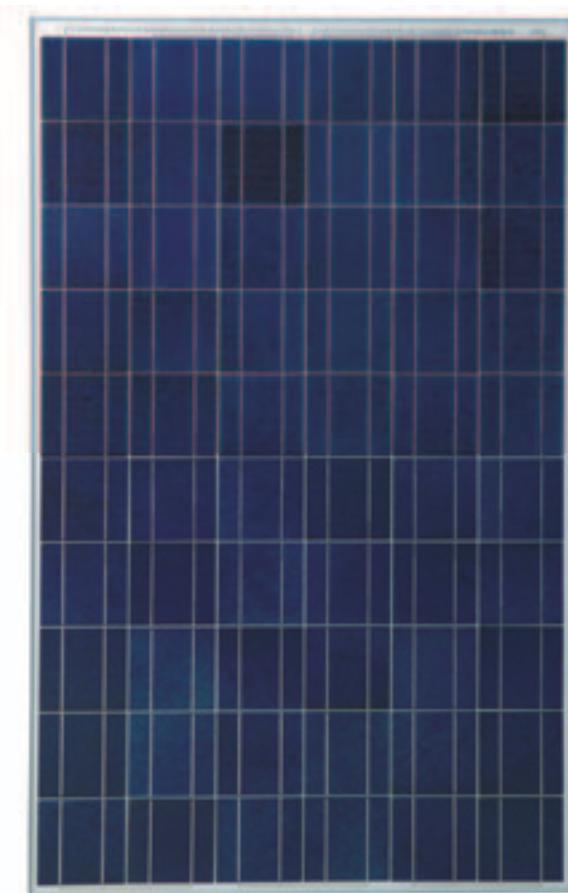


**Foto 2.** Módulo solar para sistemas aislados.

#### 6.1.4. Sistemas de conexión a red

El funcionamiento básico de un sistema de conexión a red consiste en inyectar a la red eléctrica toda la energía generada por el campo fotovoltaico mediante un inversor que realiza las funciones de:

- Transformar la corriente continua en alterna.
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico.
- Realizar el acoplamiento a la red.
- Realizar protecciones (tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, baja potencia de paneles fotovoltaicos, sobretensiones, etc.).



**Foto 3.** Módulo solar para conexión a red.

Los elementos necesarios en un sistema de conexión a red son los siguientes:

- Módulos fotovoltaicos.
- Inversor.
- Armarios de conexión y protección.

- Armario de medida
- Centro de transformación (si la línea no es de baja tensión).



**Foto 4.** Central de conexión a red.

## 6.2. Instalaciones fotovoltaicas aisladas

El mercado ha demandado mayoritariamente instalaciones fotovoltaicas autónomas como la electrificación de viviendas aisladas, las telecomunicaciones y los bombeos de agua.

### 6.2.1. Ejemplos de instalaciones fotovoltaicas aisladas en Hostelería

Dentro de las aplicaciones aisladas de la red y en zonas de interés turístico, se pueden citar las siguientes como ejemplos:

- Electrificación del pueblo de Llabería, Tarragona (17 kWp), mediante sistema de gestión individualizada del consumo.
- Electrificación de refugios y albergues rurales, así como de explotaciones de agroturismo en toda España.
- Caseríos-granja dedicados a la elaboración de quesos y productos

artesanales en zonas de una extraordinaria belleza paisajística. (Por ejemplo en Candeleda, Ávila, o en las Parzonerías de Laskaolatza o de Ordizia, en Guipúzcoa).

- Sidrería-restaurante de ámbito rural en la provincia de Vizcaya.
- Hotel-restaurante rural en Losar de La Vera, Cáceres.
- Refugio de Gredos, Ávila; campamentos de verano en la isla de Zuaza, País Vasco; refugio de actividades deportivas de la Comunidad de Madrid en el Puerto de La Morcuera.
- Electrificación con sistema mixto eólico-fotovoltaico en el pueblo medieval SOS del Rey Católico, Zaragoza.
- Conexiones a red en hoteles y residencias.
- Alumbrado público aislado y centralizado en urbanizaciones, complejos turísticos, etc. Por ejemplo en el Área Natural de Noblejas, Toledo; Montánchez, Cáceres; Aranda de Duero, Burgos, etc.
- Más de 200 luminarias autónomas con sistema de acumulación, sin ningún mantenimiento, y duración superior a doce años de vida media estimada, repartidas por más de diez municipios de la isla de Gran Canaria.
- Depuración de aguas residuales en complejos turísticos.
- Sistema hidráulico de recogida de basuras sin contenedores que ha elaborado una empresa salmantina.
- Parque Tecnológico de Miñano. Las empresas allí ubicadas están instalando módulos en los tejados de las naves.
- Una empresa de telecomunicaciones de Álava cuenta con una flota de

vehículos monovolumen con módulos fotovoltaicos para la alimentación de baterías y posterior empleo en distintos servicios de transmisión de datos y comunicación.



**Foto 5.** Instalación de conexión a red en la cubierta de un edificio.

### 6.2.2. Ventajas de una instalación fotovoltaicas aislada

- Obtención de electricidad de noche y de día. Una electricidad que puede aplicarse en diferentes usos.
- Tras la inversión inicial, los gastos posteriores son prácticamente inexistentes.
- Comodidad y ahorro económico en viviendas aisladas.
- Facilidad para realizar ampliaciones si son necesarias.

- Aprovechamiento de las instalaciones convencionales.
- Seguridad, ausencia de peligro e inocuidad por parte de la instalación.
- Respeto al medio ambiente de forma ecológica y gratuita.
- Durabilidad y resistencia, gracias a la larga vida de los módulos fotovoltaicos, capaces de soportar las condiciones climatológicas más adversas.
- Ausencia de contaminación y ruido. Escasez de mantenimiento pues los módulos no lo necesitan.
- Posibilidad de establecer las instalaciones allí donde convenga, sin depender de líneas eléctricas cercanas, pudiéndose situar incluso en zonas con cierta protección medioambiental, así como en parajes protegidos.

### 6.3. Instalaciones de conexión a red en Hostelería

Un ejemplo de una instalación realizada para el sector consiste en un sistema de conexión a red de 5,76 kWp para un hotel de un importante grupo, ubicado en Madrid. Se trata de un proyecto pionero por parte del grupo que consta de 48 módulos de 120 W, situados en la cubierta del edificio.

También se han realizado pequeñas instalaciones conectadas a red en algunas Cafeterías y actualmente está en construcción -quizá la instalación más grande en España- un hotel en el Pirineo catalán que incorpora 350 módulos con una potencia total instalada de 82.140 Wp en la cubierta del edificio.

La conexión a red en aplicaciones hosteleras y de ocio, se verá sensiblemente incrementada cuando en septiembre de 2006 entre en vigor el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), que obligará a instalar sistemas fotovoltaicos en todos los hoteles de más de 100 camas y centros comerciales de más de 10.000 metros cuadrados.

### **6.3.1. Ventajas de los sistemas de conexión a red en el sector hostelería**

- Beneficios medioambientales.
- Producción de energía verde, contribución al desarrollo sostenible.
- Mejor imagen del establecimiento por utilizar energías renovables; por tanto, contribución a la responsabilidad social corporativa.
- Beneficios económicos.
- Rápida amortización del gasto.
- Aprovechamiento del espacio instalado.
- Escaso mantenimiento y gran rendimiento.
- Cumplimiento de la normativa, especialmente el nuevo CTE (Código Técnico de la Edificación).

# La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización

## 7.1. Introducción

El Sol nos regala su energía en forma de luz y calor. Hoy, una tecnología establecida, eficiente y no contaminante nos permite utilizarla para iluminar y calentar nuestras casas y negocios reduciendo los consumos energéticos para la producción de agua caliente sanitaria, la calefacción, el calentamiento de piscinas y la climatización. Su utilización se justifica no sólo en el ahorro energético y la rentabilidad del usuario sino que además contribuye al bien común: la mejora de la calidad del aire de las ciudades y del país; la rentabilidad macroeconómica por el uso de recursos propios, la generación de riqueza interna y de empleos, y la reducción de la dependencia energética externa.

Quizás hace algunas décadas, era lógico que la energía obtenida de la radiación solar no se sustituyera por la obtenida de los combustibles convencionales, debido a la ausencia de recursos técnicos y del interés en la investigación de métodos capaces de hacer competente la energía solar con la energía de los combustibles, y probablemente por la falta de mentalidad social sostenible, comprometida con el medio ambiente y los recursos naturales.

En la actualidad, el Sol es una gran fuente de energía no aprovechada en su totalidad, si bien, se han conseguido desarrollar tecnologías capaces de aprovechar la radiación solar de forma que ésta puede competir con los combustibles convencionales, para la obtención de energía térmica, sobre todo cuando se trata de producir agua caliente sanitaria con temperaturas de preparación entre 45 y 60 °C, en estos casos, la fiabilidad de las instalaciones (y de sus componentes), los ahorros conseguidos y en definitiva la amortización de éstas, han sido probadas en múltiples ocasiones.

A lo largo de los últimos tres años se ha iniciado el despertar del mercado solar térmico en España, con crecimientos que, sin llegar a las cifras de Alemania, (más de 900.000 m<sup>2</sup> de colectores solares térmicos instalados en el año 2001), empiezan a ser muy significativos al superarse en el año 2004 los 90.000 m<sup>2</sup> instalados.

Los principales mecanismos que explican este despertar solar están ligados tanto al crecimiento del interés social por la protección del medio ambiente, como a una actitud mucho más activa por parte de las Administraciones -tanto Ayuntamientos, como Comunidades Autónomas y Administración Central- que han abierto líneas de subvención mucho más generosas y que están introduciendo elementos de obligatoriedad solar dentro de las regulaciones de su competencia: las Ordenanzas Solares de los Ayuntamientos de Barcelona, Madrid, Sevilla, Burgos, etc., obligan a la instalación de sistemas de aprovechamiento solar para la producción del agua caliente en las nuevas edificaciones -y reformas integrales- de las ciudades en las que habitan más del 30 % de la población española (viviendas, hoteles, polideportivos, etc.).

Con todo ello, el impulso de los sistemas de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica, genera la necesidad de definir nuevas condiciones para el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones, principalmente en el actual escenario en el que no nos encontramos con una recomendación sino con una obligación, por medio de las Ordenanzas Solares.

Las Empresas Restauración en general, son uno de sus pilares en la utilización del Sol que realizan sus clientes para un desarrollo de actividades de ocio y de relajación. Estos clientes cada vez exigen unos niveles de calidad y de servicios superiores y entre las nuevas muestras de calidad que valoran -especialmente los provenientes del centro y norte de Europa- cada vez en mayor medida, destaca el compromiso del restaurante con la protección del medio ambiente. La utilización del Sol para reducir los consumos de combustible en las instalaciones de restauración representa, desde este punto de vista, no sólo una buena oportunidad de reducir la factura energética con rentabilidades atractivas, sino que además sirve de muestra del compromiso del restaurante con la protección del

medioambiente. Cuando se combinan las aplicaciones solares con otras medidas de ahorro energético (sustitución de generadores convencionales de calor, aislamiento, etc.), se consiguen unas rentabilidades especialmente interesantes.

## 7.2. Posibilidades de ahorro solar en empresas de restauración

Los gastos energéticos en las empresas de restauración son los gastos corrientes más significativos después de los de personal. Sin embargo, todavía hay un gran desconocimiento de las posibilidades de ahorro energético y económico ya que, normalmente, las partidas energéticas no se gestionan, ni se miden separadamente. El criterio usual de selección de los equipos e instalaciones suele ser el de minimizar la inversión inicial -eso sí, siempre garantizando la seguridad de suministro de frío y calor- sin tener muy en cuenta los consumos energéticos a posteriori.

En las Tablas 1 a 4 se muestran los valores más indicativos del informe que publicó el IDAE en 2001 sobre los consumos energéticos típicos y su distribución en los restaurantes, instalaciones deportivas, hoteles y restaurantes españoles.

**TABLA 1.** Demanda energética tipo en restaurantes con aire acondicionado y de más de 300 clientes en el interior peninsular.

Demanda	Eficiencia de los equipos			
	Excelente	Buena	Pobre	Deficiente
Electricidad kWh/m <sup>2</sup>	< 165	166 - 200	200 - 250	> 250
Combustible kWh/m <sup>2</sup>	< 200	200 - 240	240 - 300	> 300
TOTAL kWh/m <sup>2</sup>	< 365	365 - 440	440 - 550	> 550

**TABLA 2.** Distribución de la demanda de consumo eléctrico en restaurantes.

	Medio	Menos de 2000 m <sup>2</sup>	Entre 2000 y 4000 m <sup>2</sup>	Entre 4000 y 8000 m <sup>2</sup>	Más de 8000 m <sup>2</sup>	Interior peninsular	Costa
<b>Iluminación</b>	42,3 %	48,9 %	47,0 %	34,9 %	32,3 %	55,0 %	38,7 %
Climatización/Calefacción	32,5 %	35,0 %	30,8 %	31,6 %	28,9 %	26,8 %	32,6 %
Agua Caliente	8,5 %	7,3 %	6,4 %	11,2 %	8,5 %	7,4 %	8,5 %
Cocinas	8,9 %	4,6 %	8,5 %	11,0 %	10,7 %	3,4 %	9,6 %
Otros	7,6 %	4,2 %	7,2 %	11,4 %	8,0 %	7,5 %	7,8 %

**TABLA 3.** Distribución de los consumos energéticos en restaurantes por aplicaciones.

	Medio
<b>Iluminación</b>	15,0 %
Climatización/Calefacción	31,0 %
Agua Caliente	24,0 %
Cocinas	27,0 %
Otros	3,0 %

**TABLA 4.** Distribución geográfica de los restaurantes con bomba de calor.

Costa	34,5 %
Interior	19,0 %
Entre 200 – 300 h	43,0 %
Más de 300 h	23,0 %

El primer dato importante es que los restaurantes tienen unos consumos energéticos algo menores en electricidad y en combustibles, y que la climatización, la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS) representan algo más del 40 % de los consumos eléctricos y alrededor del 55 % de los consumos energéticos totales. Sólo el ACS representa el 24 % del total. Las bombas de calor se están utilizando tanto para el ACS, como la calefacción y la refrigeración y en los restaurantes e instalaciones deportivas de costa donde la demanda de refrigeración es la que domina en los consumos energéticos y las temperaturas invernales no suelen bajar de los 5 °C.

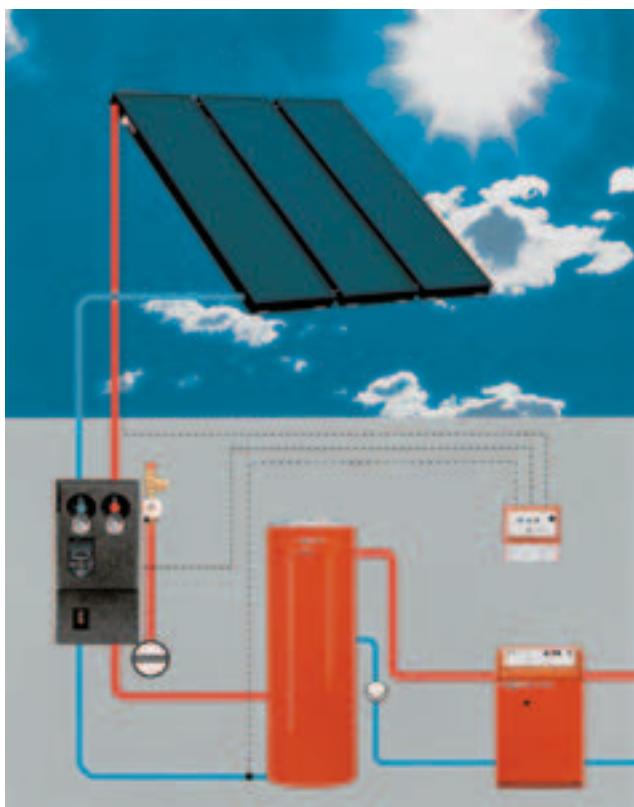
La tendencia que se está viendo en el tipo de equipos que se están utilizando en restaurantes es de un retroceso de la bomba de calor frente a las calderas. En la producción de ACS, la bomba de calor está retrocediendo frente a las calderas en parte motivada por la legislación anti-legionella que obliga que la temperatura de acumulación debe ser en todo momento superior a los 60 °C y con las bombas de calor usuales, esto no es posible. Una vez que para el ACS hay que instalar una caldera, la bomba de calor para frío y calor pierde sentido -especialmente considerando el bajo COP (Coeficiente de Eficiencia Energética) que tiene la bomba de calor a temperaturas ambientales bajas- y se están montando bombas de calor sólo frío (enfriadoras).

Con los datos y tendencias que mostramos, las opciones más claras -por orden de importancia- que se prevé para la utilización del Sol para reducir los consumos energéticos de los restaurantes son:

1. Producción solar de agua caliente sanitaria.
2. Calefacción y refrigeración solar.

### 7.3. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas. Componentes

Un sistema solar está constituido por el colector solar, el subsistema de almacenamiento, el de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y el de utilización o consumidor de la energía solar captada. En su diseño hay que tener en cuenta que, tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos en el sistema y la selección de las estrategias de regulación control y operación.



**Figura 1.** Componentes de una instalación solar.

Con todo ello el rendimiento anual del sistema, que será función de la tecnología empleada, dependerá principalmente de los siguientes factores:

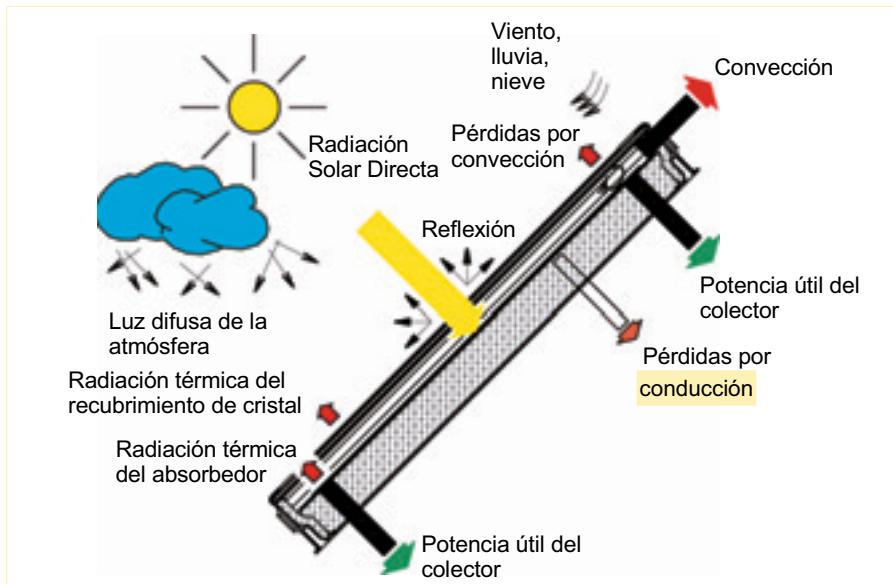
- Colector: parámetros de funcionamiento  $\eta_0$  (Eficiencia Óptica, ganancia de energía solar) y  $U_L$  (Pérdidas Térmicas).
- Caudal de diseño: bajo flujo y estratificación.
- Intercambiador: eficiencia.
- Tuberías: longitud, diámetro y aislamiento.
- Almacenamiento: volumen y estratificación.
- Control: diferencial de temperaturas, radiación, caudal variable, etc.
- Operación y seguridades: expansión, purgadores, válvula de seguridad, etc.
- Criterios de diseño.

### 7.3.1. Subsistema de Captación

El colector solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica, de manera que se calienta el fluido de trabajo que ellos contienen.

Toda la energía que incide sobre el colector solar no puede ser considerada como energía útil, de manera que al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado una potencia útil del colector solar.

Estas pérdidas de calor crecen con la temperatura del fluido de trabajo, hasta que llega un momento de equilibrio en el que se cumple que la energía captada es igual a las pérdidas, alcanzándose en ese momento la temperatura de estancamiento del colector. En la mayoría de los colectores esta temperatura de estancamiento o de equilibrio se alcanza a unos 150 - 200 °C.



**Figura 2.** Balance energético en un colector solar.

Con todo ello y teniendo en cuenta la ecuación de la curva que define el rendimiento de un colector solar, Fig. 3, se deduce que nos interesa hacer trabajar el colector a la temperatura más baja posible, siempre que ésta sea suficiente para la utilización específica en cada caso.

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

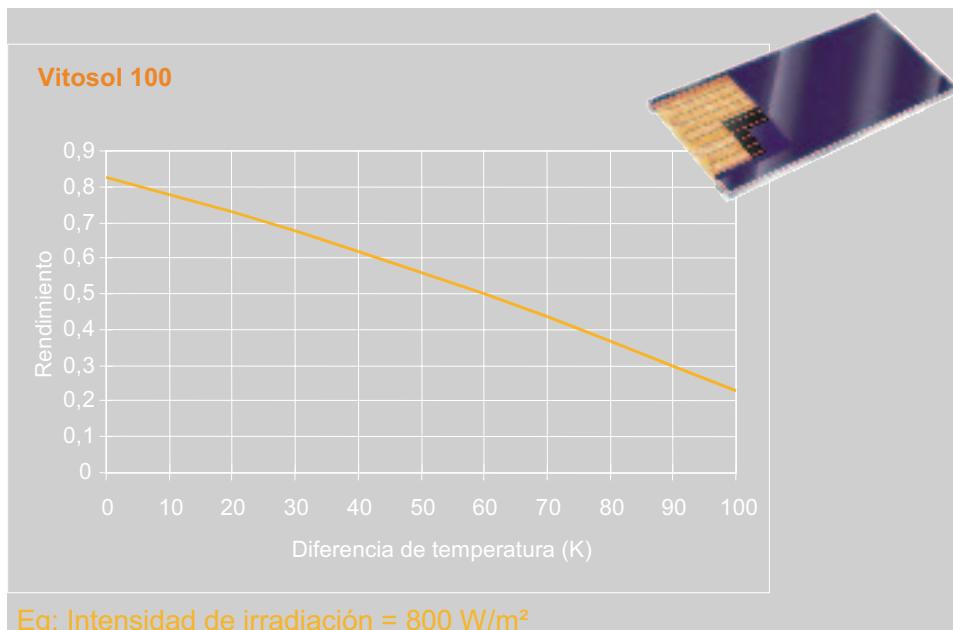
$\eta$  = Rendimiento (Eficiencia).  
 $\eta_o$  = Rendimiento Óptico (eficiencia óptica).  
 $k_1, k_2$  = Pérdidas Térmicas; engloba pérdidas por conducción, convección y radiación.  
 $\Delta T$  = Diferencial de Temperaturas (entre la temperatura media de trabajo del colector y la temperatura ambiente, °C)  
 $Eg$  = Radiación solar, W/m<sup>2</sup>.

**Figura 3.** Ecuación de la curva de rendimiento de un colector solar.

Los colectores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de la energía solar: absorbe la luz solar y la transforma en calor. Los criterios básicos para seleccionarlo son:

- Productividad energética a la temperatura de trabajo y coste.

- Durabilidad y calidad.
- Posibilidades de integración arquitectónica y
- Fabricación y reciclado no contaminante.

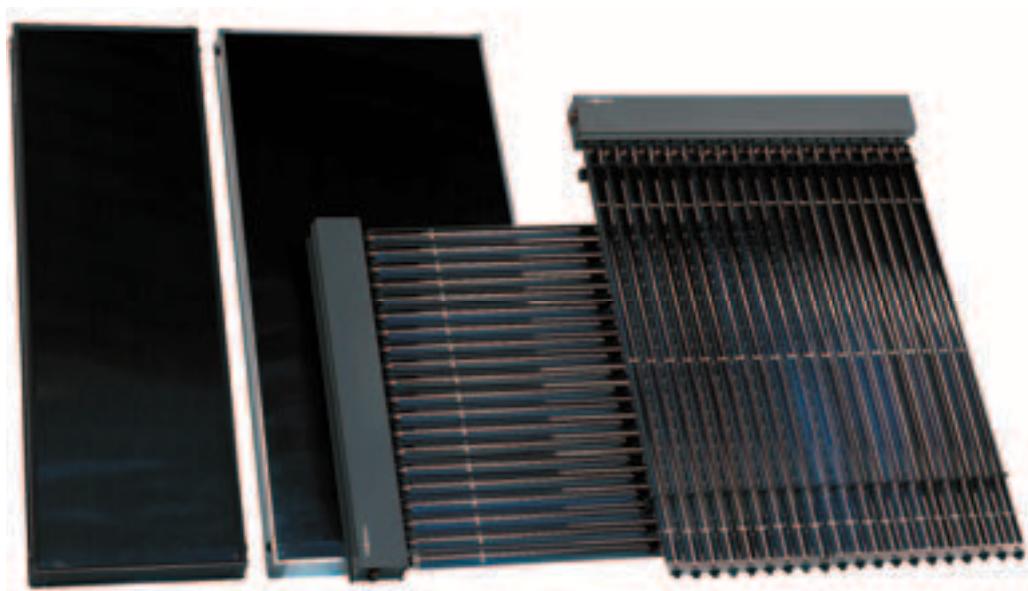


**Figura 4.** Curva de rendimiento de un colector solar de alta eficiencia.

Dependiendo de la aplicación, el tipo de colector solar que hay que utilizar varía. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura ( $<100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) los sistemas con colectores de placa plana son los más utilizados, seguidos por los tubos de vacío, Fig. 5. Los colectores de tubos de vacío se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas -mayor rendimiento- al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire y sus mayores posibilidades de integración arquitectónica. La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.

**Colectores planos Vitosol 100**

**Colectores de vacío Vitosol 200 y Vitosol 300**



**Figura 5.** Ejemplos de tecnología.

Al igual que ocurre con las calderas, la utilización de colectores más eficientes tiene una influencia mucho más significativa en la productividad anual que la que se puede deducir de la comparación directa de los rendimientos instantáneos (relación entre el calor extraído del colector en un momento dado y la radiación solar disponible en ese momento). Además, se pueden encontrar reducciones significativas en los costes del resto de los elementos del sistema solar ya que para un mismo aporte solar hacen falta instalar menos m<sup>2</sup> de colectores y se puede trabajar a temperaturas más altas sin repercusión en el rendimiento (bombas, tuberías, almacenamiento, intercambiadores, etc., más pequeños).

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

### 7.3.2. Subsistema de Acumulación

El Sol es una fuente de energía que no podemos controlar, su producción nos llega de forma continua durante una media de 12 horas al día, a razón de 1400-1800 kWh/m<sup>2</sup> año, lo que equivale a que por cada m<sup>2</sup> recibimos la energía obtenida de quemar unos 165-200 litros de gasóleo; esto es, con la energía solar que llega en 5 m<sup>2</sup> podríamos suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 m<sup>2</sup>.

Pero esta energía no nos llega en el preciso momento en que la necesitamos, sino repartida durante todas las horas de sol. Opuesta a esta producción nos encontramos con los perfiles de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso. Por ejemplo, en las instalaciones de ACS en viviendas tendremos dos-tres picos de consumo al día, en las instalaciones de calefacción el horario de funcionamiento normalmente comenzará después de las 12 del mediodía y sólo durante el invierno, etc.

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

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

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

El cálculo del volumen de acumulación solar adecuado para cada instalación tiene una gran importancia, porque de este volumen va a depender en gran medida el rendimiento de todo el sistema solar. Para calcular el volumen exacto de acumulación solar en una instalación habrá que hacer una análisis de sensibilidad, analizando el rendimiento del sistema solar con diferentes volúmenes

de acumulación y comparando el beneficio de su utilización con la inversión inicial necesaria.

Otro factor de gran influencia en el rendimiento del sistema solar será la estratificación térmica de la acumulación solar, a mayor estratificación mayor será el rendimiento de la instalación solar. La estratificación térmica de la acumulación hace posible que la temperatura de entrada al colector solar sea lo más baja posible, lo que mejora su rendimiento. Esta estratificación se puede conseguir en mayor o en menor grado en función de las medidas de diseño que se tomen. Como medidas básicas se deben adoptar las siguientes: utilización de depósitos verticales y conexión en serie de la batería de depósitos. Una estratificación mayor se puede conseguir mediante diseños más sofisticados, funcionamiento a bajo flujo del circuito primario solar con caudal variable o depósitos especialmente diseñados para favorecer la estratificación térmica.

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

### 7.3.3. Subsistema de Intercambio

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

Los circuitos indirectos, es decir, instalaciones con dos circuitos, uno primario (captadores solares, que funcionan como un generador de calor; el sistema de bombeo; el sistema de intercambio, que transmite la energía producida al almacenamiento; y el sistema de expansión y seguridad) y otro secundario (acumulador solar y sistema de bombeo), son de obligada utilización en zonas con

riesgo de heladas (el circuito primario se llena con un líquido anticongelante) o zonas en las que la calidad del agua sea baja, aguas duras, con riesgo de incrustaciones calcáreas.

#### 7.3.4. Subsistema de Regulación y Control

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



**Figura 6.** Regulación solar Vitosolic 100 y 200.

#### 7.3.5. Subsistema de Energía Auxiliar o Convencional

Todas las instalaciones solares térmicas han de incluir un sistema de apoyo convencional, para cubrir las necesidades de los usuarios durante los períodos en que el sistema solar no pueda cubrir toda la demanda, por los siguientes motivos:

por causas climáticas (menor radiación), o de aumento de consumo sobre el previsto inicialmente, es decir, que la demanda media anual calculada no coincide con la diaria.

Es muy importante que la instalación solar trabaje en sintonía con el resto de la instalación del edificio para garantizar el correcto funcionamiento y el máximo aprovechamiento -ahorro energético- del sistema en su conjunto.

El sistema de apoyo siempre tiene que estar dimensionado como si el sistema solar no existiese, ya que la función principal del sistema auxiliar será la de cubrir los picos de demanda, incluso en los momentos en los que la aportación del sistema solar sea insuficiente.

En la mayor parte de los casos el método más sencillo y eficiente para realizar la integración es conectar en serie la producción de dos generadores diferentes, por un lado, se tendrá el sistema solar y, por otro, el sistema de apoyo convencional.

Independientemente de la tipología de sistema convencional utilizado, es muy importante la posición relativa de éste; las distintas opciones que se pueden encontrar son:

- **Inmerso en el acumulador solar**, para esta configuración existen dos posibilidades en función del tipo de energía convencional utilizada, es decir, resistencia eléctrica (de menor eficiencia en tanques monovalentes) o gas natural, GLP, gasóleo, etc., mediante otro serpentín sumergido en la parte superior del acumulador (mayor eficiencia en tanques bivalentes esbeltos, en los que la estratificación se mantenga, de manera que la caldera sólo debe poder actuar sobre el 50 % del volumen del tanque).
- **En serie con el acumulador solar**: con esta configuración el sistema de energía convencional ha de ser modulante por temperatura y resistir entradas de agua precalentada entre 60-70 °C de temperatura. El rendimiento es el más alto ya que no afecta a la temperatura de entrada a los colectores, además de poder modular el consumo de energía

convencional en función de la temperatura de entrada a la caldera mural, mayor eficiencia.

- **En paralelo con el acumulador solar:** es la tipología más usual en sistemas domésticos termosifónicos, **conexionado menos eficiente** ya que no se aprovecha el agua precalentada solar, sería un todo-nada. Estas calderas no aceptan agua precalentada.
- **Inmerso en acumulador en serie con acumulador solar:** con esta configuración se puede aprovechar el precalentamiento del agua solar (aún no a la temperatura de consumo) con el consiguiente ahorro energético, **conexionado más eficiente**. El acondicionamiento del acumulador convencional se realizará con caldera de gas, gasóleo, GLP o incluso con resistencia eléctrica (menor eficiencia).

## 7.4. Principales aplicaciones de la energía solar térmica

El objetivo básico del diseño de un sistema de aprovechamiento solar ha de ser el de suministrar al usuario una instalación solar que, dentro de las restricciones de costes:

- Maximice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- Garantice un uso seguro de la instalación.

Para maximizar el ahorro energético y dado que los colectores solares tienen mejor rendimiento trabajando a bajas temperaturas, es recomendable la conexión entre el sistema solar y el sistema de apoyo convencional de tal manera que el sistema solar siempre trabaje a la temperatura más baja posible. Esto nos llevará a

conectar la instalación solar en serie con el sistema de apoyo y siempre por delante de éste.

### 7.4.1. Producción de ACS con energía solar térmica

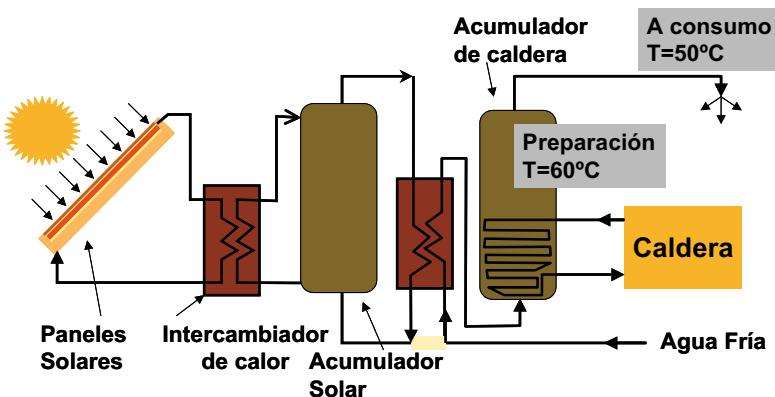
En instalaciones compartidas por varios usuarios, la producción de ACS solar será preferiblemente centralizada, es decir, un único sistema de captación, intercambio y acumulación solares.

En instalaciones de producción de ACS esto significará que la acumulación de agua calentada por el sistema solar se conectará a la entrada de agua fría de la instalación. El agua precalentada por el sistema solar pasará después, según se produzca el consumo, al sistema de calentamiento convencional (interacumulador calentado con caldera, calentador instantáneo modulante, termo eléctrico, etc.).

En este tipo de esquema existe un primer depósito en el que entra directamente el agua de red y que es calentado por el sistema solar, el depósito calentado por caldera es colocado en serie, siendo su entrada la salida del depósito solar. Para instalaciones con consumos de 1.000 a 3.000 l/día el esquema se suele resolver mediante interacumuladores, tanto para el sistema solar como para el convencional. En sistemas con consumos mayores de 5.000 l/día la acumulación solar se resuelve normalmente mediante acumuladores e intercambiador de placas externo. Para consumos mayores suele ser interesante realizar la acumulación solar en circuito cerrado mediante dos intercambiadores de placas, de este modo se economiza sensiblemente la inversión inicial en acumulación solar al poder utilizar tanques de acero al carbono sin recubrimiento.

En la Fig. 7, se muestra un esquema tipo de ACS solar, si bien en este caso se han separado los circuito de agua de consumo y de extracción de agua caliente solar mediante un intercambiador para evitar la necesidad del tratamiento anti-legionella en el acumulador solar.

A continuación se analizan algunas de las configuraciones básicas que se pueden aplicar para la conexión del sistema solar con la instalación convencional.



**Figura 7.** Sistemas de ACS con interacumuladores separados e intercambiador entre el acumulador solar y de caldera.

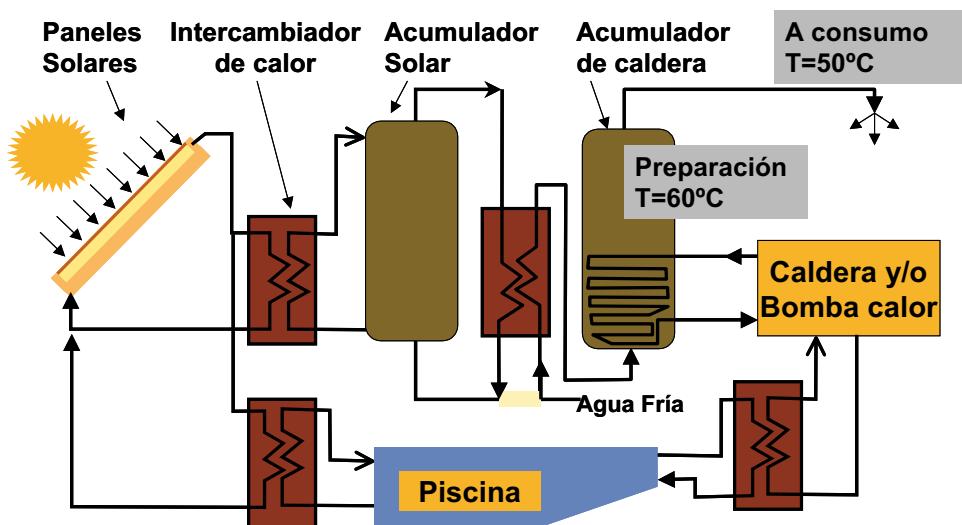
#### 7.4.2. Producción de ACS y climatización de piscinas con energía solar térmica

Una de las aplicaciones más interesantes y eficientes de utilización de la energía solar es el calentamiento de piscinas ya que las temperaturas requeridas son bajas y las demandas energéticas muy grandes. En el caso de piscinas cubiertas es usual instalar como sistema de calentamiento una combinación de bomba de calor y caldera. La bomba de calor sirve como mecanismo de control de la humedad del recinto, recuperando la entalpía del aire de renovación para aportar calor al ambiente y al vaso de la piscina. En este caso, la instalación solar siempre se ha de montar en serie con la caldera, pero en paralelo con la bomba de calor - para no empeorar su rendimiento ni pararla por sobretemperatura- dando prioridad al mantenimiento de las condiciones de confort -temperatura y humedad- en la piscina. En la Fig. 8 se muestra un esquema tipo para esta aplicación.

#### 7.4.3. Conexión al retorno de los sistemas de calefacción con energía solar térmica

En sistemas de calefacción, y en general en circuitos cerrados, la conexión del sistema solar ha de hacerse donde se encuentre la temperatura más baja del

círculo. Normalmente este punto es el retorno de la instalación. En la Fig. 9 se muestra el esquema tipo: el retorno de calefacción se hace pasar por los tanques solares cuando los acumuladores solares están más calientes que el retorno y de esta manera precalentamos el retorno y ahorraremos combustible en la caldera.



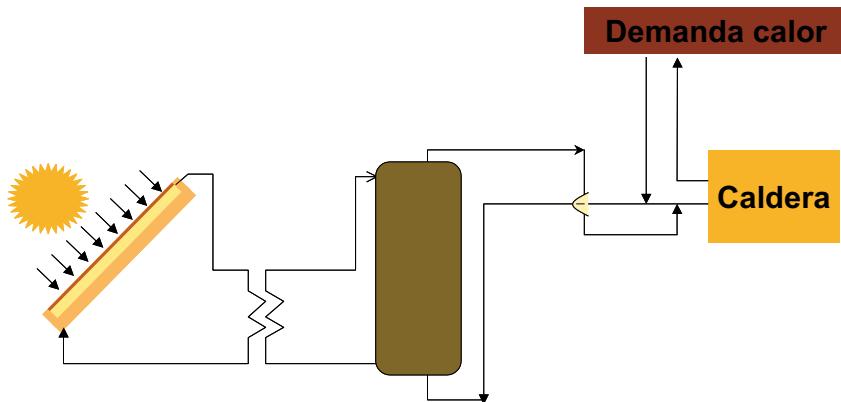
**Figura 8.** Esquema tipo de aplicación solar para ACS y Piscina.

Si bien está bastante claro que el punto de conexión del sistema solar debe ser siempre el punto más frío de la instalación de calefacción, en ocasiones hay que hacer un análisis cuidadoso de la instalación para poder determinar cuál es este punto. En instalaciones clásicas en las que existe un único colector de impulsión y otro de retorno, el punto de conexión del sistema solar será siempre entre el colector de retorno y la caldera. Para hacer la conexión, la solución más sencilla es colocar una válvula de tres vías diversora que obligue al agua de retorno de la calefacción -cuando el retorno esté más frío que los tanques solares- a circular por la acumulación solar, donde será precalentado con la energía acumulada, para volver a entrar en la caldera a continuación.

En instalaciones de calefacción más complejas decidir el punto exacto de conexión del sistema solar a calefacción puede ser menos inmediato. Por ejemplo, si existe un distribuidor menor formado por colector de impulsión y colector de

retorno conectados a un colector corrido, el lugar más indicado para conectar la instalación solar no sería entre el colector corrido y el retorno de caldera, ya que este punto del retorno puede llegar a estar a una temperatura elevada. En este caso habría que conectar el sistema solar entre el colector menor de retorno y el colector corrido.

Además del correcto conexionado de los dos sistemas de producción, otro elemento muy importante para un buen rendimiento de los sistemas de calefacción con energía solar es el elemento de distribución del calor. Los sistemas solares tendrán mejor rendimiento con aquellos sistemas que trabajan con temperaturas de retorno más bajas, suelo radiante, fan-coils, sistemas de radiadores dimensionados para temperatura de impulsión de 60 °C o inferior, etc.; en ese sentido el trabajar con calderas que puedan trabajar con temperaturas de retorno más bajas (calderas de baja temperatura o condensación) siempre simplifica el funcionamiento de la instalación en su conjunto, aparte de, por supuesto, conseguir un ahorro energético global mucho mayor.



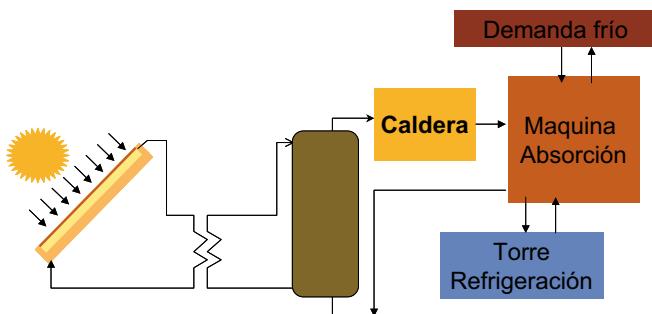
**Figura 9.** Esquema tipo de aplicación solar para Calefacción y ACS.

## 7.5. Conexión al retorno en sistemas de absorción con energía solar térmica

Para la aplicación del sistema solar a la producción de frío se utilizan máquinas de absorción con unas temperaturas de trabajo de 80-90 °C. Para

suministrar energía a estas temperaturas a la máquina de absorción se puede conectar el equipo al distribuidor de caldera como un consumidor más en la instalación. Conectando la máquina al distribuidor de calefacción el apoyo del sistema solar se podrá aplicar tanto a la producción de frío como al apoyo de calefacción de forma sencilla y natural, la única diferencia entre la temporada de calefacción y de refrigeración para el sistema solar será la temperatura de retorno en cada época.

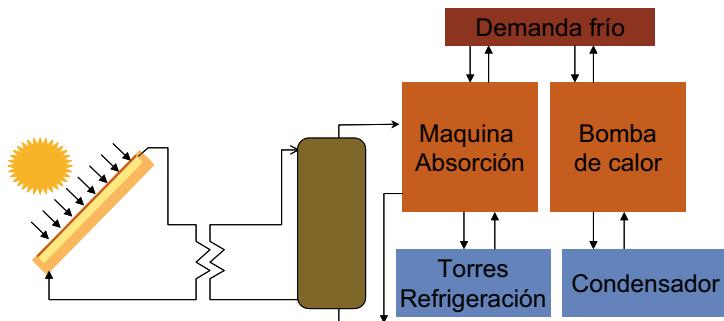
Este sistema de conexión de la máquina de absorción con el sistema solar es especialmente aconsejable en instalaciones en el que el único generador de frío es la máquina de absorción, Fig. 10.



**Figura 10.** Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con sólo máquina de absorción.

Teniendo en cuenta que las máquinas de absorción utilizables con energía solar presentan COP bajos, del orden de 0,65, a pesar de las diferencias de coste entre el kWh térmico producido por gas o gasóleo para alimentar la máquina de absorción y el kWh eléctrico (de 2 a 3 veces más caro) para alimentar la bomba de calor, como el COP en frío de las bombas de calor suele ser superior a 3 y las inversiones iniciales suelen ser bastante inferiores, la mayoría de los restaurantes suelen elegir bombas de calor para cubrir sus necesidades de frío. Desde ese punto de vista cuando se decide instalar una instalación solar para climatización mediante máquina de absorción, los consumos en los restaurantes suelen ser lo suficientemente altos para que además de la máquina de absorción se instalen bombas de calor (enfriadoras) para la producción de frío. En este caso la producción de frío mediante energía solar se realiza mediante la conexión directa del sistema solar a una máquina de absorción que solamente trabaja con energía

solar, Fig. 11, ya que no es interesante -ni desde un punto económico, ni medioambiental- el utilizar combustible en la máquina menos eficiente.



**Figura 11.** Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con máquina de absorción y apoyo de bomba de calor: modo frío.

## 7.6. Caso ejemplo: centro comercial con energía solar para la producción de ACS

### 7.6.1. Objetivo

El fin de este caso es mostrar el potencial que la instalación de ACS de un Centro Comercial tiene para mejorar el medio ambiente aprovechando la energía solar, de una manera económica y con garantía de mantener sus niveles de confort.

### 7.6.2. Selección de opciones

Siguiendo las indicaciones de la Propiedad se han analizado las opciones existentes para integrar la energía solar en el sistema de producción térmica del Centro Comercial con el claro objetivo de reducir en la medida de lo posible las emisiones contaminantes reduciendo su consumo energético.

Después de analizar las necesidades energéticas, el dimensionado de la instalación solar ha venido limitado por el espacio disponible y las demandas estimadas: la superficie calculada es de 200 m<sup>2</sup> de colector plano de alta tecnología Vitosol 100. La opción con colector plano:

- Maximiza el aporte solar global, con la consecuente reducción de emisiones contaminantes.
- Es la opción más eficiente desde un punto de vista energético.
- Es la opción más estética y, por tanto, con mayores posibilidades de impactar en la opinión pública, promoviendo así la implementación en Madrid de la energía solar.

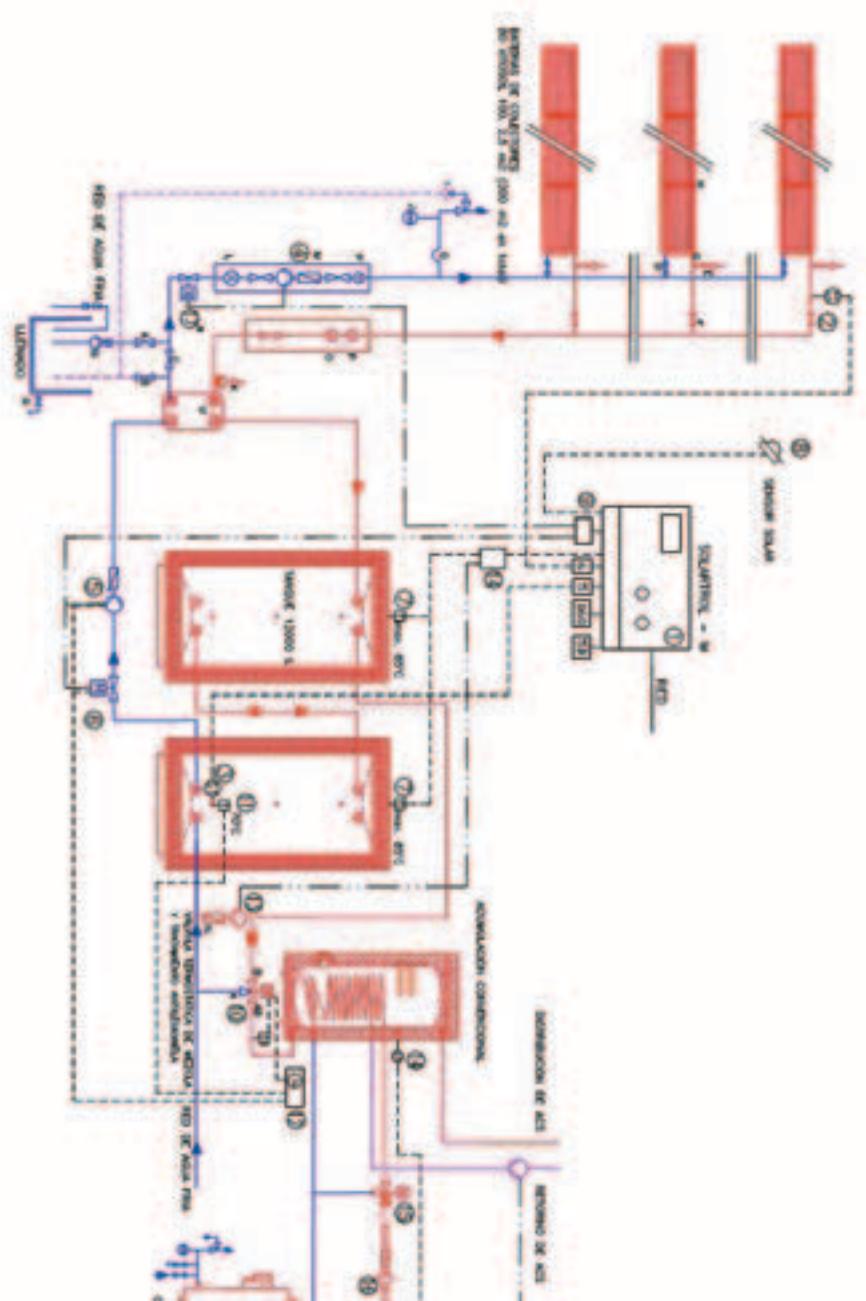
### 7.6.3. Características de la instalación

#### 7.6.3.1. Descripción general

Se propone una instalación con acumulación centralizada, 12000 litros en un tanque, que reciben el calor solar por medio de un intercambiador de placas externo. Estos tanques están conectados al circuito secundario.

A continuación se indican las ventajas que presenta el esquema con el almacenamiento centralizado que se propone:

- Ahorro en fluido caloportador. Con esta configuración el circuito primario tiene el menor volumen posible, con lo que se ahorra fluido caloportador (y anticongelante).
- Aprovechamiento óptimo de la acumulación. La configuración elegida, con un tanque conectado según el esquema de la Fig. 12, favorece la estratificación térmica del almacenamiento, lo que mejora considerablemente el rendimiento solar de la instalación.



**Figura 12.** Esquema de la instalación.

- La cesión de calor se realiza en un acumulador, de precalentamiento del agua que calientan los tanques de caldera, lo que reduce de manera importante la necesidad de aporte energético de la caldera. De hecho se recomienda que ésta permanezca completamente desconectada en verano.
- La menor necesidad de aporte energético de la caldera aumenta la capacidad de confort de la misma, ya que aumenta la capacidad de calentamiento instantáneo en los tanques convencionales.
- El tratamiento antilegionella de los tanques se realiza de forma 'gratuita' ya que es la energía solar quien lo realiza.
- El sistema de precalentamiento de los tanques da preferencia por naturaleza al ACS, con lo que se garantiza que la instalación tiene siempre su mayor rendimiento.

### 7.6.3.2. Funcionamiento del esquema hidráulico

#### Producción de ACS sin energía solar

La caldera calienta el interacumulador de ACS convencional. Por medio de la sonda de temperatura del interacumulador, la regulación de la caldera pone en marcha la bomba de circulación del circuito de caldera.

#### Producción de ACS

##### Calentamiento del ACS

Si la Solartron M (1) detecta un diferencial de temperatura entre la sonda del colector (2) y la de los acumuladores (3) mayor al ajustado en su programación, ponen en marcha las bombas de circulación del circuito primario (4) y secundario (5), abriendo también la válvula motorizada (6), y se

produce el calentamiento de los acumuladores solares. El ACS precalentada con la energía solar en los acumuladores pasará, a medida que se produzca el consumo, al interacumulador convencional, donde se termina de calentar mediante la caldera si es necesario.

El paro de la bomba de primario (5) se producirá cuando la diferencia de temperatura entre la sonda de colectores (2) y la de los acumuladores (3) sea menor al valor fijado en la Solartron M.

La temperatura de los acumuladores solares es limitada por el valor fijado en la Solartron M y, en caso necesario, por el termostato de seguridad (7).

Estratificación térmica, la temperatura en la parte superior del depósito supera la máxima admitida por el depósito se pondrá en marcha la bomba (19).

### 7.6.3.3. Cálculos energéticos y económicos

El planteamiento del diseño del sistema de producción de ACS ha sido garantizar el máximo confort y economía del usuario, compatible con el máximo ahorro energético y la protección del medio ambiente, cubriendo las necesidades de ACS mediante la combinación de una caldera con los colectores solares Viessmann.

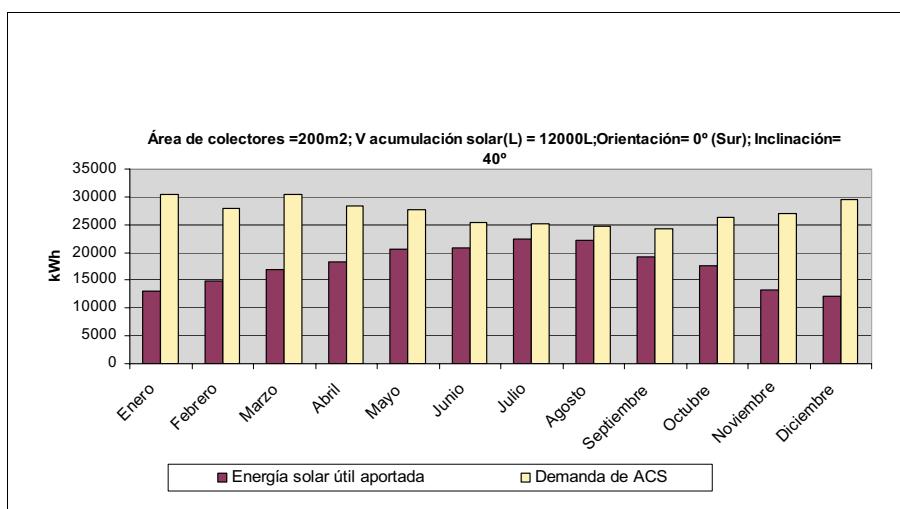
La superficie de colectores solares seleccionada como óptima para cumplir las restricciones de confort, economía y protección del medio ambiente ha sido de 200 m<sup>2</sup>, colocados en la azotea.

Con esta instalación solar se ahorrarán un total de 211.455 kWh/año, lo que representa un 64,7 % para ACS, evitando la emisión de 63.417 kg de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminante.

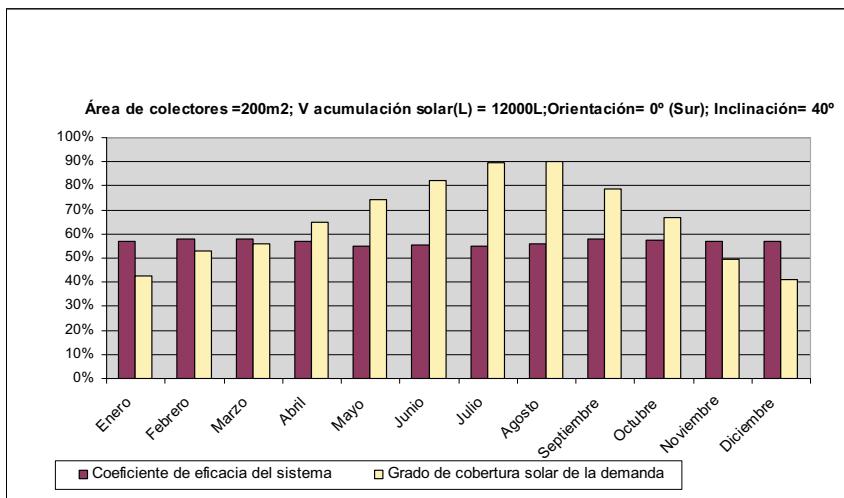
**TABLA 5.** Instalación de ACS. Aporte energético con energía Solar.

Mes	Radiación Disponible	Energía solar útil aportada	Demanda de ACS	Consumo de ACS a 45 °C	Grado de cobertura solar de la demanda
	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	%
<b>Enero</b>	22865	13063	30535	682	42.8%
<b>Febrero</b>	25577	14810	27920	616	53.0%
<b>Marzo</b>	29238	16998	30483	682	55.8%
<b>Abril</b>	32333	18374	28386	660	64.7%
<b>Mayo</b>	37573	20668	27760	682	74.5%
<b>Junio</b>	37687	20871	25346	660	82.3%
<b>Julio</b>	40988	22487	25053	682	89.8%
<b>Agosto</b>	39561	22194	24646	682	90.1%
<b>Septiembre</b>	32897	19135	24280	660	78.8%
<b>Octubre</b>	30478	17545	26262	682	66.8%
<b>Noviembre</b>	23266	13297	26942	660	49.4%
<b>Diciembre</b>	21152	12012	29401	682	40.9%
<b>Anual</b>	<b>373614</b>	<b>211455</b>	<b>327014</b>	<b>8030</b>	<b>64.7%</b>
Nº Paneles Vitosol 100=	80	<b>Consumo ACS (m<sup>3</sup>/día)</b>			22.0
m <sup>2</sup> totales=	200	V acumulación solar(L) =			12000
Orientación=	0° (Sur)	Potencia de Intercambio (kW)=			120
Inclinación=	40°				
<b>Captación solar por m<sup>2</sup> de colector</b>	<b>1057</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup> año</b>			
<b>CO<sub>2</sub> evitados</b>	<b>63437</b>	<b>kg/año</b>			

\*Fuente kg/año CO<sub>2</sub> evitados: EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (SNAP-97)



**Figura 13.** Balance energético de la instalación solar en un Centro Comercial.



**Figura 14.** Eficacia y cobertura de la instalación solar de la instalación solar en un Centro Comercial.

#### 7.6.3.4. Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>

La instalación del sistema solar en un Centro Comercial, además de ahorro energético, producirá una gran reducción de las emisiones producidas al entorno. En la siguiente tabla se presenta el cálculo de los kg de CO<sub>2</sub> que se dejarán de emitir gracias al sistema solar.

Combustible	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (*) (kg/GJ)	Energía Solar útil (kWh/año)	CO <sub>2</sub> evitados (kg/año)
Gasóleo	75	211455	63437

(\*)Fuente: EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (SNAP-97).

## 7.7. Resumen de los beneficios de solarizar una empresa de restauración

Los principales beneficios son:

- Reducir la factura energética.

- Pagar las inversiones con parte de los ahorros.
- Mejorar el medio ambiente urbano.
- Mejorar la imagen del Restaurante: el Restaurante como promotor del uso racional de la energía y de la innovación.

Los principales factores que están limitando su desarrollo son:

- Bajo coste de la energía convencional.
- Falta de contabilidad de costes energéticos.

y los que lo están favoreciendo:

- Preocupación medioambiental.
- Las demandas energéticas son grandes y en fase con la disponibilidad del Sol, lo que nos lleva a instalaciones solares eficientes y con rentabilidades muy interesantes especialmente al contabilizar los beneficios ambientales y de imagen pública.

## 8.1. Introducción

El desarrollo experimentado en nuestro país, unido al aumento de las demandas sociales de servicios cada vez de mayor calidad, obliga a las administraciones a dotar de un mayor presupuesto a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

Como consecuencia de esto, es indudable que cada año se incrementan los gastos relacionados con el consumo energético de instalaciones. Ante esta situación es necesaria una gestión perfectamente planificada, que mantenga los consumos energéticos en un entorno controlado.

Para alcanzar este objetivo es preciso llevar a cabo una optimización que proporcione en cada aplicación la máxima eficiencia energética a un coste razonable. De esta forma se consigue, por un lado, mejorar la gestión y, por otro, satisfacer los objetivos de reducción del consumo específico de la energía empleada y una disminución del impacto ambiental.

AMER (Asociación Madrileña de Empresas de Restauración), contando con la financiación desde la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid, ha promovido la realización de preauditorías energéticas encaminadas a detectar las posibilidades de ahorro en establecimientos del sector de la restauración. Estas preauditorías son un primer paso para determinar donde se encuentran los principales equipos consumidores y, por lo tanto, donde se encuentra la principal fuente de ahorro energético.

Del sector restaurador se conocían datos acerca de la distribución de consumos sectorizados, fundamentalmente en tres grandes bloques: iluminación,

climatización y cocinas. Con estas preauditorías se ha comprobado si estos datos de partida eran fiables y, además, se ha podido establecer una buena estimación de cómo se encuentra el sector en lo referente a consumos energéticos.

Este plan, desarrollado entre Junio de 2004 y Febrero de 2005, pretende servir como guión a seguir para las nuevas instalaciones que se vayan a ejecutar y poner en marcha. El programa incluyó 47 establecimientos, los cuales se citan en el listado que aparece en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Listado de establecimientos auditados.

CAFÉ DE CHINITAS	EL CAFÉ DE LA ÓPERA	TABERNA CHANA III
CASA ESCONDIDA	BUEY I	TABERNA CHANA IV
EL SÉPTIMO	BUEY II	HARD ROCK CAFÉ
REST. LA ÓPERA DE MADRID	PORTOSIN	SALONES DELICIAS
REST. VERGEL DE LA VILLA	MESÓN FUENCARRAL	FINCA EL VIVERO
LA BOLA	SANTA CRUZ	RANCHO TEXANO
CAFÉ OLIVIER	SANTANDER	MANILA VAGUADA
PLANET HOLLYWOOD	DON PEPÍN	MANILA DIEGO LEÓN
HOSTAL TORREJÓN	MICOTA	CUEVAS DEL VINO
CAFÉ LA TRAVIATA	HOTEL FLORIDA NORTE	NUEVO CHINCHÓN
HOTEL AIDA	LA ROZEÑA	INTERCAMBIADOR I
LA ALQUERÍA	MOAÑA	INTERCAMBIADOR II
LOS ALFARES	PONTEAREAS	INTERCAMBIADOR III
ASADOR DE PINTO	FINCA EL VALLE (P LARUMBE)	INTERCAMBIADOR IV
LA BALTASARA	TABERNA CHANA I	SALONES TORRES
CASA PEDRO	TABERNA CHANA II	

Cabe destacar que dentro de los asociados de AMER se encuentran establecimientos de muy diferentes actividades: hoteles, restaurantes, cafeterías, salones de celebraciones, etc., lo que obliga a hacer estimaciones, desechar datos, etc., de forma que los resultados finales sean lo más coherentes y fiables posible.

Los trabajos se han centrado casi al 100 % en los suministros eléctricos. El gas es el segundo suministro en las cocinas, pero dado que no todas disponen de este suministro y que supone un porcentaje bastante inferior en consumo que el eléctrico se ha descartado en principio indicar medidas de ahorro a no ser que se hayan visto muy claras (como los hornos o el caso de calderas para agua caliente sanitaria en hoteles).

## 8.2. Auditorías energéticas

### 8.2.1. Conceptos iniciales

Las auditorías energéticas son trabajos encaminados a detectar las posibilidades de ahorro energético así como a orientar respecto al coste necesario y el ahorro previsto. Dicho de otro modo, con una auditoría se pretende indicar qué no está energéticamente bien hecho desde el principio (fase de proyecto), qué no está bien ejecutado (fase de ejecución) o qué no está bien conservado (fase de mantenimiento). Evidentemente depende de la fase en la que nos encontramos para que las soluciones sean unas u otras. Así, la auditoría energética debe realizarse cuanto antes, es decir, en la fase de proyecto.

Cuando no ha sido posible intervenir en el proyecto ni en su implantación, queda la última solución, auditar la instalación en funcionamiento. Probablemente es cuando se encuentren argumentos más claros para demostrar la necesidad de optimizar los consumos, ya que se dispone de una información muy importante: las facturas de suministro. En la fase de proyecto se debe tener mucha confianza en el auditor o proyectista para que sus consejos, a pesar de producir un coste de instalación mayor se tengan en cuenta, esperando que durante el funcionamiento

de la actividad se esté ahorrando en consumo (en estos casos no podremos comparar con ninguna situación anterior). En cuanto a la auditoría de un establecimiento en funcionamiento, es cierto que es más fácil hacer ver a la propiedad la necesidad de reducir u optimizar consumos, pero también resulta más difícil y costoso implantar medidas de corrección. Por ello, en las actividades en funcionamiento es importante como paso previo a la auditoría energética la realización de una pre-auditoría o auditoría básica donde se detecten las posibilidades "reales" de reducción de consumo, entendiéndose por "reales" aquellas que de forma clara puedan resultar económica y técnicamente viables.

En definitiva, el procedimiento a seguir debe ser diferente según en la fase donde nos encontremos. Lógicamente las posibilidades técnicas, los resultados previsibles y los costes también serán diferentes. Igualmente, se considera necesaria la auditoría en cualquier caso de forma que se cumpla la máxima indicada en la introducción: confort y calidad de servicio con el menor coste posible.

Una auditoría debe seguir el siguiente procedimiento: inventario de las instalaciones, previsión de potencia, previsión de consumos, detección de posibilidades de ahorro, estimación de costes de implantación, formación a los usuarios y, por último, optimización del coste de la energía. Según la fase en que nos encontremos, la pre-auditoría será radicalmente distinta: por ejemplo no es lo mismo proponer un tipo de luminaria más eficiente en la fase de proyecto que proponer la sustitución de una lámpara ya en servicio por otra más rentable. Así, en las pre-auditorías se detectarán aquellas posibilidades que realmente se consideren interesantes a efectos de implantación, para posteriormente realizar auditorías concretas sobre aquellos aspectos que se consideren realmente viables técnica y económicamente.

En el caso de pre-auditorías de actividades en funcionamiento, junto con las facturas existentes y el inventario de las instalaciones y las condiciones de uso (horarios, actividad, capacidad, etc.) se puede hacer una previsión de potencia y consumo actual, determinando los consumos por bloques: iluminación, climatización, cocinas y otros, que como se ha indicado anteriormente son diferentes para cada establecimiento. A continuación se determinan aquellos

elementos sobre los que existen posibilidades viables de actuación y se proponen los cambios a realizar. Se propondrán una serie de consejos de utilización y recomendaciones acerca del mantenimiento y, además, se indicará si existen posibilidades de reducción del precio de la energía. Por último, si se consideran oportunidades importantes se propondrá la realización de una auditoría específica en la que se determinen las inversiones necesarias, las fases de implantación, el ahorro previsto, etc. En definitiva se pretende analizar por bloques los consumos actuales, compararlos con aquellos que teóricamente tendría la instalación ideal, reconocer las acciones concretas para pasar de una situación a otra, determinar en función de la instalación aquellas acciones que se consideren viables y auditárlas en profundidad. Por último, una vez que la instalación esté consumiendo lo menos posible se debe optimizar el coste del consumo vía tarifas o mercado liberalizado.

## 8.2.2. Consumos de energía

De la experiencia se puede deducir que los principales consumos que se producen en este sector son los siguientes: iluminación, climatización, cocina y otros como instalaciones frigoríficas, agua caliente sanitaria, etc. Haciendo una división por actividades y en relación al consumo eléctrico, se puede resumir que los consumos se producen en las proporciones que se indican a continuación:

**TABLA 2.**

Restaurantes y Cafeterías			
Iluminación	Climatización	Cocinas	Resto
10-15 %	20-30 %	50-65 %	10-15 %

Hoteles			
Iluminación	Climatización	Cocinas	Resto
20-25 %	25-30 %	45-55 %	10-15 %

Estos datos son muy generales y en cada caso particular hay que matizar varios aspectos.

De entre todos estos segmentos lo que sí se tiene claro es que hay tres grandes consumidores donde se produce el 85 ó 90 % del consumo: iluminación, climatización y cocinas.

De entre estos consumos importantes en los dos primeros se puede actuar con más contundencia que en el tercero, ya que éstos suelen ser más estables y dependen en menor medida de la demanda, mientras que el tercero dependerá en cada momento de las necesidades.

Con respecto al consumo de gas, normalmente está orientado al suministro a determinados equipos de cocina así como a la calefacción y producción de agua caliente sanitaria. En determinados sectores el consumo de agua caliente sanitaria es despreciable con respecto del resto, como es el caso de restaurantes, salones, etc., mientras que en otros casos es un consumo importantísimo como sucede en los hoteles.

En los apartados siguientes se describe con más grado de detalle cada uno de estos consumos, indicándose las diferentes posibilidades de ahorro así como las recomendaciones que estimamos oportunas tener en cuenta tanto en la fase de explotación del establecimiento como en las fases previas (diseño, proyecto, ejecución, etc.).

### 8.2.3. Metodología

La metodología seguida en la realización de las preauditorías consiste básicamente en:

- Obtención de una serie de datos *in situ* en el establecimiento en cuestión.
- Recopilación de la facturación energética de un año.
- Realización de un informe de estado actual y posibilidades de ahorro.

## 8.3. Resultados Generales

### 8.3.1. Introducción

En las preauditorías, el primer dato que se necesita tener es la potencia instalada. A partir de esta potencia y sabiendo los parámetros de consumo (horas al día, días a la semana, etc.) se puede estimar el consumo de una instalación.

Este dato no siempre es fácil de obtener, ya que no todos los equipos están accesibles, no todos disponen de placas identificativas, etc., si bien el conocimiento de los equipos y la experiencia ayuda mucho a la hora de determinar este dato.



**Foto 1.** Equipo de aire acondicionado.

Esta potencia instalada se compara con la potencia demandada por el máxímetro y resulta un coeficiente de simultaneidad que indica el porcentaje de los equipos instalados que normalmente funcionan al mismo tiempo.

Así, una primera conclusión que se puede obtener de las preauditorías es el **alto coeficiente de simultaneidad** existente. Este dato era previsible ya que en este sector lo habitual es que en un periodo de tiempo limitado (mediodía normalmente) se tenga que poner en marcha prácticamente todo el equipamiento para atender la demanda.

Este alto coeficiente de simultaneidad provoca un importante efecto en la facturación eléctrica ya que para poder disponer de esa potencia durante poco tiempo al día es necesario:

- 1º.- Disponer de una instalación que lo permita.
- 2º.- Tener contratada una potencia elevada.

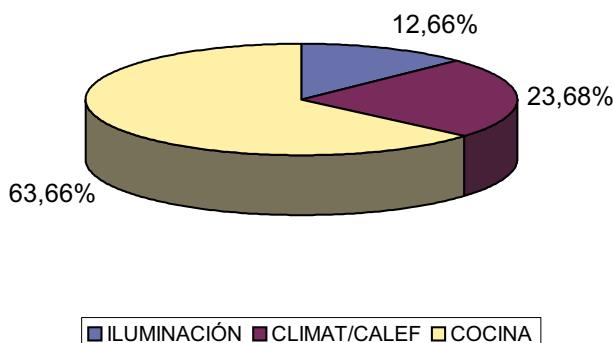
La instalación eléctrica se realiza una vez y sirve mientras no haya modificaciones de importancia, pero el exceso de potencia contratada es un lastre mientras dure la explotación.

La potencia instalada se ha tratado de dividir siempre en tres grandes bloques: iluminación, climatización y cocina y otros. Del resumen de los 47 informes de preauditorías realizados (excluyendo los hoteles por su característica diferencial) se extrae el siguiente desglose por bloques, Tabla 3.

**TABLA 3.** Potencia instalada en el equipamiento.

	ILUMINACIÓN	CLIMAT/CALEF	COCINA	TOTAL
W	490.118	916.553	2.464.205	3.870.876
%	12,66	23,68	63,66	100,00

Gráficamente se representa a continuación, Fig.1.



**Figura 1.** Distribución de potencia instalada por equipamientos.

De esta distribución es destacable el alto porcentaje que representan las cocinas en el total de la potencia instalada. Así, vamos teniendo ya una idea muy clara de cual es el principal foco consumidor de este sector.

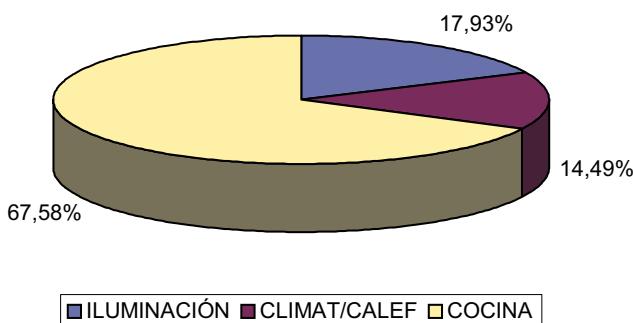
Una vez determinada la potencia instalada y basándose en los horarios de apertura y pautas de consumo indicadas por los usuarios, se determina el consumo en cada uno de estos tres bloques. Es necesario tener en cuenta en este cálculo que durante las horas en que permanece abierto un establecimiento no siempre se está al 100 % de la carga, por lo que las horas indicadas en los estudios realizados están basadas en la información facilitada por los usuarios, experiencia, etc.

Así, de los mismos informes de las preauditorías realizadas se extrae el siguiente resumen de energías consumidas, Tabla 4.

**TABLA 4.** Energía consumida por equipamientos.

	ILUMINACIÓN	CLIMAT/CALEF	COCINA	TOTAL
horas/año	1.956	845	1.466	1.381
kWh	958.564	774.776	3.612.412	5.345.752
%	17,93	14,49	67,58	100,00

Gráficamente se representa a continuación, Fig. 2.



**Figura 2.** Distribución del consumo por equipamientos.

Si se compara esta gráfica con la correspondiente a la potencia instalada, se comprueba algo lógico y que era previsible: aunque en climatización hay más

potencia instalada que en iluminación, resulta más consumo en iluminación que en climatización. Esto es debido a que el número de horas que funciona la iluminación es normalmente bastante superior a las horas de funcionamiento de la climatización.

De esta distribución de consumos se obtiene una segunda conclusión clara: la cocina es el principal consumidor en este sector, seguido por la iluminación y la climatización.

De la tabla anterior se obtiene un nuevo dato o conclusión que nos confirma completamente la primera conclusión acerca de la simultaneidad: para consumir el total de la energía es necesario estar funcionando a tope de potencia instalada durante sólo 1.381 horas al año, que representan algo menos de 4 horas diarias. Dicho de otro modo, se tienen unas instalaciones aprovechadas al 100 % sólo durante 4 horas al día.

### 8.3.2. Conclusiones finales

Como conclusiones finales únicamente destacar aquellas que se han venido dando a lo largo de este capítulo:

- Alto coeficiente de simultaneidad.
- Pocas horas de uso.
- Las cocinas consumen 2/3 del total.
- Posibilidades reales de reducción del consumo.
- Posibilidades reales de reducción del precio del kWh.

## 8.4. Cocinas

### 8.4.1. Conceptos generales

En el sector de la restauración merece un capítulo aparte el consumo eléctrico en cocinas. De las auditorías realizadas y la información de proyectos

disponible se deduce que más de un 50 % del consumo se produce en las cocinas. Cuando se habla de cocinas se incluyen los equipos frigoríficos, el equipamiento de las barras de bar, máquinas de hielo, máquinas de café, etc. Así, es muy importante analizar los consumidores habituales de las cocinas para tratar de optimizar su funcionamiento y reducir en la medida de lo posible el consumo. Reducciones que puedan parecer insignificantes en los consumidores de la cocina pueden tener bastante peso en el global.

Se ha comentado que estos consumos son los más difíciles de controlar, ya que dependen mucho de la ocupación en cada momento. Además provocan en la facturación eléctrica un importante efecto, que es la necesidad de contratar mucha potencia, debido a que en momentos punta se encuentran en funcionamiento prácticamente todos los equipos de la cocina así como la climatización e iluminación.

En la fase de proyecto es muy importante planificar la cocina. Determinar en primer lugar qué equipos se van a necesitar realmente y qué alimentación energética nos interesa más, electricidad o gas. En principio parece lógico disponer del máximo número de equipos alimentados a gas, pero durante el funcionamiento real de la instalación no parece tan claro que determinados equipos funcionen mejor a gas que con electricidad. Así, se deben seleccionar los equipos que energéticamente sean más rentables, haciendo una previsión de potencia lo más acertada posible teniendo en cuenta que el estar corto de potencia contratada provoca importantes recargos en la facturación.

## 8.4.2. Principales elementos de consumo

### 8.4.2.1. Placas de cocina

Actualmente, en el mercado, se puede encontrar toda una gama de este elemento fundamental en los restaurantes. La elección de un tipo u otro, cuyas diferencias principales, ahora se mostrarán, dependerá de las necesidades reales de cada establecimiento, que podrán variar según capacidad (más o menos

gente), servicio (cocina fría, caliente), horario de apertura (estrechamente relacionado con el de funcionamiento), etc.

El abanico de alternativas disponibles a la hora de elegir un tipo de cocina es bastante amplio, cada uno de ellos eso sí, con sus ventajas e inconvenientes, que, evidentemente, convendrá evaluar antes de decidirse por un tipo u otro.

### ● **Cocinas de gas**

Se trata de una placa de acero inoxidable con un número determinado de quemadores de llama, diferenciándose cada uno de los fogones en la potencia de la llama. Son las más económicas de todas, tanto por el precio de la placa como por el del gas, butano o propano, frente a la electricidad. La desventaja que tiene es que, por ejemplo, en las de butano (cocinas más pequeñas) hay que cambiar la bombona cada cierto tiempo. Además, la limpieza de las placas, al tener más elementos es más engorrosa y ardua, con la pérdida de tiempo que ello supone. Más cómodo y económico, sin duda, serían las cocinas de gas natural, que resulta un combustible más barato y elimina la preocupación del cambio de bombonas mencionado anteriormente.



**Foto 2.** Cocina con quemadores de gas.

### ● **Vitrocerámicas**

Transmiten el calor de forma vertical, de abajo hacia arriba, por lo que las pérdidas de calor son menores, y además los riesgos de quemaduras accidentales son menores.



**Foto 3.** Cocina de tipo vitrocerámico de inducción.

Existen varios tipos:

- **Inducción:** funciona con ondas magnéticas. El calor se genera de forma instantánea al encender el mando del foco que se desea utilizar, por lo que el tiempo de cocción es inferior al del resto de los aparatos. Son las de menor consumo de entre todas las placas. Si atendiésemos a criterios exclusivos de consumo energético en la cocción, ésta sería la opción ideal, no obstante la experiencia y las visitas realizadas muestran que no es el tipo más implantado entre todas ellas, sin duda debido a la opinión generalizada de que cocinar con gas, y los tiempo de cocción que esto conlleva, aumenta la calidad del plato cocinado.
- **Radiantes:** son las más económicas, aunque son las que más consumen, ya que la generación de calor es producida por el calentamiento de una serie de resistencias radiantes realizadas a partir de aleaciones metálicas, siendo por tanto este calor generado por efecto Joule, lo que eleva muchísimo el consumo eléctrico. Este tipo de cocinas están cayendo en desuso, y deberían eliminarse de cualquier establecimiento de restauración y ser sustituidas por otras más eficientes.

#### 8.4.2.2. Hornos

Los hornos eléctricos tienen una potencia de uso considerable, por lo que es fundamental en cuanto a su uso el aprovecharlos al máximo de capacidad, el utilizar las temperaturas exactas de cocción, no encendiendo el horno de antemano si no es necesario, y no abrirlo si no es imprescindible ya que cada vez que se abre la temperatura interior puede bajar unos 30º C. Se recomienda apagar el horno cinco minutos antes de terminar la cocción para aprovechar el calor residual, etc. Actualmente se comercializan hornos de convección que permiten la cocción de múltiples alimentos al mismo tiempo, con posibilidades de restaurar alimentos que previamente se han cocinado y que pueden resultar muy rentable energéticamente hablando.



**Foto 4.** Dos tipos de hornos encontrados en los establecimientos visitados.

#### 8.4.2.3. Frigoríficos y congeladores

La falta de planificación queda patente en la mayoría de los establecimientos al disponer de numerosos frigoríficos, vitrinas, arcones congeladores, etc., que son equipos para un uso esporádico o doméstico pero que para este tipo de establecimientos pueden llegar a suponer un coste considerable. Estos equipos pequeños se abren y cierran innumerables veces a lo largo del día, lo que supone que los motores que los accionan están funcionando muchas horas.



**Foto 5.** Dos tipos de congeladores encontrados en los establecimientos visitados.

Su uso es imprescindible en un establecimiento de restauración, aunque normalmente se realiza con equipos individuales repartidos por cualquier zona del establecimiento (almacenes, cocina, barra, etc.). Es muy importante en la fase de proyecto prever el almacenamiento necesario de forma que se instalen una o más cámaras centrales donde se almacenen grandes cantidades para dejar en los equipos pequeños a pie de trabajo lo imprescindible. Esto permitirá aprovechar mejor las condiciones que ofrece una cámara amplia con capacidad suficiente para almacenar las mercancías de varios días, así como el mejor rendimiento de los equipos frigoríficos de estas cámaras que se encuentran perfectamente aisladas. Se insiste en la conveniencia de reducir la cantidad de cámaras frigoríficas pequeñas y arcones congeladores distribuidos por todo el establecimiento. La ubicación de estas cámaras tiene su importancia, de forma que no se encuentren cerca de los focos de calor de la cocina. Además el equipo compresor debe estar situado en un lugar perfectamente ventilado donde su rendimiento sea óptimo, debiendo evitarse su instalación en interiores, en zonas calurosas, etc. Un buen dimensionado de las cámaras frigoríficas puede permitir, por ejemplo, la acumulación de hielo fabricado previamente en horas donde la actividad no es intensa, nos permite almacenar alimentos cocinados en horas previas para posteriormente sólo tener que calentar, puede permitir crear una zona de antecámara que evite las pérdidas de frío cuando se abren las puertas, etc. Con respecto a los congeladores pequeños o arcones deben estar libres de escarcha, por lo que es preceptiva su limpieza con la frecuencia adecuada.

#### **8.4.2.4. Lavavajillas y trenes de lavado**

Los trenes de lavado tienen una doble componente, en primer lugar necesitan un consumo elevado de electricidad para calentar el agua de lavado y para secar las vajillas y además exigen la contratación de bastante potencia ya que suelen coincidir funcionando con el resto de la cocina. Alternativa a este exceso de consumo puede ser la alimentación con agua previamente calentada por otros medios (gas) con lo que el consumo de calentamiento será menor.

Como se ha podido comprobar en las visitas realizadas es un elemento que se está utilizando cada vez más, ya que garantiza unos niveles de limpieza que no

se pueden conseguir de otro modo. En función de la capacidad de lavado, su potencia es más o menos importante. Su uso debe ser lo más programado posible, debiéndose utilizar a plena carga en la medida de lo posible y tratando de desplazar su uso de forma que no coincida con otros consumidores eléctricos importantes. Por ejemplo, durante la mañana se debe disponer de toda la vajilla limpia antes de iniciar el consumo en la cocina, durante las horas punta de consumo en la cocina se debe evitar por todos los medios su uso. Al acabar la hora punta de la cocina se puede proceder al lavado de la vajilla para iniciar un nuevo ciclo por la noche. A efectos prácticos, estaremos consumiendo probablemente la misma cantidad de energía, pero nos puede evitar tener que contratar una potencia que podemos perfectamente desplazar a otras horas. Tal vez una vajilla más numerosa nos pueda evitar el uso del tren de lavado en horas punta.

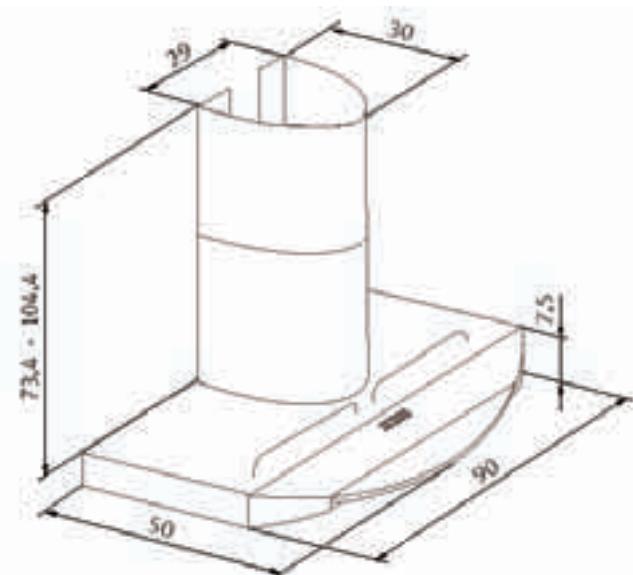
#### **8.4.2.5. Campanas extractoras**

Se ha comprobado como las campanas extractoras funcionan muchas horas al día, independientemente de que se esté cocinando. Suele ser un elemento que se conecta cuando comienza el trabajo en la cocina y se apaga cuando se cierra la cocina. Es más que previsible que durante algunas horas al día las campanas puedan estar desconectadas o que puedan disponer de dos escalones en función de las necesidades. Así, por ejemplo, una campana que tenga una potencia de 1.500 W puede llegar a reducir la factura final en 150 € al año si se consigue no hacerla funcionar durante dos horas al día.

Otro efecto negativo de las campanas es que normalmente están aspirando y mandando al exterior parte del aire climatizado del establecimiento, lo que supone esfuerzos posteriores de climatización del aire nuevo que entra.

En resumen, se trata de un elemento fundamental en la cocina que suele estar muchas horas funcionando siendo, por lo tanto, un importante consumidor. En el diseño de la cocina se debe tratar de ubicar la campana de forma que la salida del aire sea lo más limpia posible, evitando codos, tramos horizontales, etc. Además, es recomendable instalar campanas de doble circuito con motores de doble velocidad: impulsión de aire en el entorno de la campana y su extracción

correspondiente. Con este tipo de campanas conseguiremos varios efectos: en primer lugar no nos estaremos llevando el aire normalmente climatizado de otras zonas del establecimiento por la campana, en segundo lugar estaremos renovando el aire interior de la cocina permanentemente y no se crearán corrientes de aire en la cocina al producirse el movimiento de aire en la zona de cocción únicamente. Por contra, estaremos introduciendo un nuevo motor con su consumo correspondiente. Con los motores de doble velocidad conseguiremos usar la campana en función de las necesidades a plena potencia o media. Se deben usar exclusivamente cuando sea necesario y debe tener un mantenimiento muy cuidado, ya que los filtros sucios producen que sea más difícil la extracción, la acumulación de grasas puede producir incendios, los conductos se van obstruyendo y en definitiva el rendimiento de los extractores va disminuyendo.



**Figura 3.** Esquema aproximado de una campana extractora.

Así, durante el proyecto y equipamiento de una cocina se debe prever la forma de trabajar en la cocina, dimensionando los fuegos, cámaras frigoríficas, campanas extractoras, hornos necesarios, vajilla, etc., de forma que durante el uso de la cocina se puedan organizar los trabajos de manera que el coeficiente de simultaneidad de uso de los equipos instalados sea el menor posible en cada momento. Se estima que aplicando estas medidas se podría reducir el consumo

global de una cocina en torno al 10 % y en cuanto a la potencia se podrían conseguir reducciones de hasta el 25 %, porcentajes muy importantes en la facturación final.

## 8.5. Climatización

### 8.5.1. Conceptos generales

La climatización de los locales consiste en conseguir unos niveles de temperatura y humedad que proporcionen fundamentalmente confort a los ocupantes, pero también se deben controlar la ventilación, olores y ruidos. En este campo sí que existe una reglamentación específica donde se indican los niveles a adoptar en la fase de proyecto, así como aquellas medidas a adoptar por ley para tratar de ahorrar en lo posible en el consumo energético destinado a climatización. Igualmente importante en la fase de proyecto es la selección de los equipos adecuados, su ubicación de forma que permita un mantenimiento correcto, su sectorización de forma que se permita la climatización por zonas en función de usos y ocupación y, por supuesto, la selección de la fuente de energía a utilizar.

### 8.5.2. Posibilidades de reducción de la demanda

La epidermis edificatoria del local juega un papel crucial en el consumo energético del mismo, fundamentalmente por los consumos asociados a su acondicionamiento térmico.

Instalar elementos aislantes o aislar consiste en colocar materiales que, por la dificultad que oponen al paso del calor a través de ellos, constituyen una auténtica barrera térmica.

Con la instalación de materiales aislantes, casi todo el calor o frío que transmite un equipo de climatización, sirve para mantener la temperatura en el interior de la vivienda.

En teoría podría servir cualquier material, pero si la resistencia que presenta al paso del calor es pequeña, el espesor del elemento aislante tendría que ser excesivamente grande y, por tanto, resultaría antieconómico.

Desde el punto de vista de un estudio de ahorro y eficiencia energética, es vital, por tanto, estudiar de cerca este consumo y las variables que lo afectan.

Así, los procedimientos que se tienen para reducir el consumo de energía, son los que se muestran esquemáticamente en la Tabla 5.

**TABLA 5.**

D (↓↓)	Reducción de la demanda
η (↑↑)	Elevación del Rendimiento
D (↓↓), η (↑↑)	Combinación de ambas

La demanda energética de un edificio, depende, a su vez de tres únicos factores, que es necesario conocer:

$$D = f (\text{COF, epidermis, clima})$$

- **COF** (Características Ocupacionales y Funcionales): término que engloba el horario de funcionamiento de las instalaciones del edificio y la fluctuación en la ocupación del mismo.

**Actuaciones:** son factores que no se pueden modificar, sino que vienen impuestos por la funcionalidad para la que el local presta sus servicios, es decir el horario de apertura/cierre del Bar/Restaurante considerado.

- **Epidermis:** calidad térmica de la envolvente de un edificio. Hay que conjugar la orientación del edificio, con la calidad de los materiales que configuran su envolvente para intentar que la energía que necesita el edificio para su acondicionamiento sea mínima.

**Actuaciones:** sobre la epidermis se debe actuar en el momento de la concepción y construcción del edificio. Una vez éste se ha construido, será difícil acometer medidas de fácil aplicación.

- **Clima:** el clima local, lógicamente, influye en el consumo del sistema de climatización, incrementándose este consumo cuanto menos suave sea el clima.

**Actuaciones:** no es posible modificar a voluntad el clima.

Por tanto, para reducir la demanda energética, únicamente se puede actuar sobre la epidermis. A posteriori, es decir, una vez el local está ya en funcionamiento, se pueden acometer las siguientes medidas, que serán más o menos sencillas dependiendo del local en cuestión:

- Se debe evitar la radiación directa sobre los cristales instalándose protecciones exteriores como toldos, lamas orientables, etc.
- Es vital evitar fugas innecesarias por los huecos en fachada, instalándose puertas con dispositivo de cierre automático, dobles puertas, cortinas de aire, etc. Evitar aperturas innecesarias de huecos en cerramientos mientras está en funcionamiento la climatización del local puede suponer un ahorro considerable en consumo de climatización, sobre todo en horas extremas (primeras horas de la mañana en Invierno y horas del mediodía en Verano).

En la fase de proyecto, o de ampliación del local existente, además de las dos consideraciones anteriores, deberían tenerse en cuenta igualmente las siguientes:

- Los cristales y carpinterías deben ser lo más aislantes posible de forma que las condiciones artificiales que se creen en el interior escapen lo menos posible y se evite la afección de las condiciones exteriores sobre las interiores.
- Se deben aislar perfectamente los cerramientos exteriores y cubiertas para conseguir que las necesidades interiores sean mínimas.

### 8.5.3. Elección de equipos adecuados de climatización

Una vez preparado térmicamente el local a efectos de pérdidas y ganancias, se debe considerar el uso a que se destina, las condiciones de diseño

interiores, los ocupantes previstos y los equipos e instalaciones interiores que puedan producir calor, además de considerar la ventilación natural obligatoria por norma y la eliminación de olores y aire viciado.



**Foto 6.** Dos tipos distintos de elementos de climatización.

Una vez considerados los aspectos anteriores, se debe proceder al cálculo de cargas térmicas y posteriormente a la selección de los equipos. Éste es un paso vital, los equipos a seleccionar deben permitir regulaciones efectivas en función de las necesidades, deben permitir limitaciones en cuanto a temperatura y humedad y fundamentalmente deben permitir la sectorización de la instalación, de forma que se climatice cada zona en función de la ocupación, ventilación necesaria, condiciones exteriores, etc. Cobra vital importancia el uso de climatizadores con *free-cooling* que permita disponer del aire exterior en función de sus condiciones en cada momento, de forma que a veces se podrá refrigerar un edificio utilizando una buena parte de aire exterior que se pueda encontrar en condiciones térmicas favorables (enfriamiento gratuito). El aporte de aire exterior para ventilación es imprescindible por normativa, si bien se debería regular en función de los ocupantes (esto se consigue con sondas de calidad del aire) de forma que en ausencia de ocupantes se puedan mantener las condiciones interiores sin necesidad de aportar más aire exterior que el mínimo exigido por la norma. La instalación de climatizadores con *free-cooling* permitirá ventilar y refrigerar el local en horas previas y posteriores a la presencia de público de una forma casi gratuita, ya que se estará introduciendo aire fresco del exterior y expulsando aire caliente del interior. Este tipo de instalaciones no siempre es posible por imposibilidades técnicas o constructivas

del edificio, sobre todo en restaurantes y cafeterías ubicadas en plantas bajas de edificios de viviendas donde se dispone de poco acceso al exterior, se dispone de poco espacio donde ubicar equipos, se dispone de poco espacio en falsos techos para conducciones de aire, etc.

Para el transporte del fluido de la climatización a las estancias se utilizan dos métodos, unos por aire y otros por líquido (generalmente agua). En el primer caso los conductos son más voluminosos, por lo que se necesita mucho más espacio, normalmente empotrado en el techo, pero una sola máquina de impulsión (dependiendo del tamaño del local) y equipos más baratos para su difusión, rejillas y compuertas. Para el segundo caso, por líquido, el transporte es más sencillo y muchísimo menos voluminoso, se hace a través de tubos también empotrados, pero a diferencia, el coste de los equipos de difusión (*fancoils*) es más caro, uno por fin de conducto, pudiendo existir algunos más en medio. Para la elección de un tipo u otro depende mucho del estado en que nos encontremos del proyecto (obra nueva o reforma) y de las características del local y uso del mismo.

Una vez hecha la selección de los equipos en función del cálculo de cargas se debe optimizar la red de conductos y rejillas así como las líneas frigoríficas tanto si son de agua como de refrigerante. Del aislamiento de conductos y tuberías dependerá en buena medida la potencia necesaria en bombas para recirculación, reducirá igualmente las pérdidas térmicas y en definitiva reducirá el consumo global de la instalación.

Por último, para permitirse el control de todas las variables que intervienen en el proceso de climatización es muy importante disponer de un control que realice estas tareas automáticamente, tomando medidas donde sea necesario (temperaturas, humedad, caudales, etc.) para actuar sobre los equipos racionalmente y conseguir los objetivos propuestos.

Con respecto de las instalaciones de climatización, difícilmente se puede actuar sobre una instalación ya ejecutada en la que no se hayan tenido en cuenta los aspectos citados anteriormente, por lo que cobra una especial importancia el hecho de planificar desde la fase de proyecto la instalación. Invertir mejor en la instalación inicial provoca reducciones de consumo posteriores con toda seguridad.

#### **8.5.4. Concienciación de ahorro**

Utilizando adecuadamente los termostatos de ambiente que controlan la temperatura de cada una de las salas donde haya instalado un aparato de aire acondicionado se consigue, mediante programación previa, unas temperaturas umbrales (rango de funcionamiento deseado) para las cuales se mantendría o no en funcionamiento el aparato de aire acondicionado evitándose así excesos de consumo por descuidos a la hora de la desconexión.

Otra medida importante a sugerir, relacionada igualmente con los termostatos, es el hecho de que en la mayoría de los casos la temperatura de consigna a la que se hace funcionar estos equipos de climatización suele estar desviada con respecto a los valores recomendados. Es decir, la temperatura de consigna en invierno suele ser demasiado elevada (sensación innecesaria de calor en el interior de los locales) y demasiado reducida en verano (sensación de frío). Téngase en cuenta que una circunstancia como ésta en la que se está forzando al equipo de climatización a entrar en funcionamiento cuando no debe, supone un exceso importante, a lo largo del año, de consumo de climatización, tanto para alcanzar el valor de régimen permanente, como para mantenerlo.

### **8.6. Iluminación**

#### **8.6.1. Introducción**

Los niveles de iluminación de un establecimiento destinado al sector restaurador no están regulados por ningún organismo, no depende siempre de la exigencia de los usuarios, no siempre es escogida por los responsables de los establecimientos y en definitiva nunca es del gusto de todos. Así, resulta complicado decidir como debe ser la iluminación perfecta de un establecimiento a efectos de confort para los usuarios y a efectos energéticos. Teniendo en cuenta que aproximadamente el 20 % del consumo eléctrico de un establecimiento se

produce en iluminación, se tendrá mucho ganado si actuamos contundentemente, pudiendo obtener reducciones de hasta el 50 % en iluminación que supondría un 10 % de la factura final de electricidad.

Normalmente, los decoradores, arquitectos y proyectistas en general disponen de una amplia gama de luminarias para la iluminación de un local determinado. Por ello, ya en la fase de diseño es difícil normalmente decantarse por una u otra luminaria, resultando normalmente que la luminaria seleccionada lo es no por su rendimiento lumínico, ni siquiera por su coste de instalación y reposición, si no por cuestiones puramente estéticas. Esta selección puede llegar a ser tan equivocada energéticamente hablando que puede llegarse a consumir incluso el doble que seleccionando otro tipo de luminaria. Además puede haberse seleccionado una luminaria que tenga una vida útil corta teniéndose en cuenta que en estos establecimientos las horas de utilización suelen ser prolongadas a lo largo del día. Incluso no se tiene en cuenta la facilidad del mantenimiento de la luminaria, un factor importantísimo en el rendimiento de la luminaria: una luminaria sucia puede perder hasta un 20 % de su rendimiento en buenas condiciones de limpieza y mantenimiento. En resumen, resulta vital para la reducción del consumo en iluminación la selección de las luminarias a instalar así como su ubicación además de la aportación máxima de luz natural en las fases previas al proyecto de iluminación.

La actual tecnología pone a nuestro servicio luminarias de todo tipo, de entre las que cabe destacar las que están equipadas con fluorescentes y reactancias electrónicas, las lámparas de bajo consumo en sustitución de las lámparas incandescentes con ahorros importantísimos, luminarias que aún disponiendo de lámparas incandescentes, halógenas, etc., disponen de reflectores de alta eficacia, etc. El uso de luminarias de bajo rendimiento lumínico produce un doble efecto: aumento del consumo eléctrico de la luminaria y aumento del calor aportado al ambiente que posteriormente habrá que evitar con el uso del aire acondicionado.

Una vez seleccionada la luminaria se deben prever las necesidades lumínicas de cada zona, teniéndose en cuenta factores tan importantes como la posibilidad de disponer de luz natural, la actividad a realizar en cada zona del establecimiento,

el conocimiento de la presencia de personas y, por tanto, necesidad de iluminación en cada zona del establecimiento. Conociendo estas cuestiones es importante la planificación de la instalación y el control de los encendidos, para lo que la técnica actual pone a nuestra disposición equipos como detectores de movimiento, reguladores de flujo luminoso, sensores de nivel de iluminación, etc. Así, e igualmente en la fase de proyecto, se debe decidir pensando en las posibilidades de ahorro energético, procurando automatizar en la medida de lo posible los encendidos de las diferentes luminarias.

## **8.6.2. Posibles medidas de ahorro en el campo de la iluminación**

### **8.6.2.1. Instalación de balastos electrónicos en lámparas fluorescentes**

Esta medida de ahorro energético consiste en la sustitución de los equipos actuales convencionales de encendido y estabilizadores de lámparas fluorescentes, por balastos electrónicos.

Las lámparas fluorescentes son lámparas de descarga de Vapor de Mercurio a Baja Presión. Están formadas por un bulbo de diferentes formas, en cuyo interior se encuentra vapor de mercurio y una pequeña cantidad de gas inerte. El bulbo lleva sellado en cada extremo un electrodo. Sus paredes interiores están revestidas de una sustancia fluorescente.

Para lograr el arco eléctrico de encendido de las lámparas es necesario aplicar una sobretensión a los cátodos. Por otro lado, debe existir una bobina de choque para limitar la intensidad eléctrica que circula por ellas. Ambas funciones las ha venido realizando tradicionalmente una reactancia situada en serie con la lámpara, conjuntamente con un cebador paralelo a ella. El bajo factor de potencia que se obtiene recomienda la inclusión de un condensador, bien en serie o en paralelo, que corrija el factor de potencia.

El consumo de las actuales lámparas fluorescentes se ve incrementado por la existencia de la reactancia, que puede evaluarse en un 30 % del total de la potencia de la lámpara.

Está claro, entonces, que la conveniencia de aplicar esta medida de ahorro, una vez que el local ya está en funcionamiento, dependerá exclusivamente de las horas de utilización de este tipo de alumbrado, ya que estas horas serán directamente proporcionales al consumo y, por tanto, al ahorro económico.

### 8.6.2.2. Cambio de fluorescentes actuales por otros de mayor eficiencia

#### ● CASO 1: sustitución de fluorescentes de $\phi$ 38 mm por sus equivalentes de $\phi$ 26 mm

Aunque ya no son habituales, aún existen algunos locales que como iluminación cuentan con tubos fluorescentes de los antiguos, de 38 mm de diámetro, con potencias que varían entre 20 W y 65 W.

El cambio se justifica porque la luminosidad proporcionada por los fluorescentes de  $\phi$  26 mm es del mismo orden (incluso mayor) que la luminosidad dada por los fluorescentes de  $\phi$  38 mm. Esto se debe a que tienen una mayor eficacia (lúmenes/Watio). Además, las luminarias en las que se instalan los tubos antiguos son perfectamente compatibles con las de los tubos más eficientes, ya que las longitudes son las mismas para potencias equivalentes. Así, se puede establecer una relación entre las siguientes potencias, que poseen iluminaciones (lúmenes) equivalentes, Tabla 6:

TABLA 6.

$\phi$ 38 mm	$\phi$ 26 mm	AHORRO (%)
20 W	18 W	10 %
40 W	36 W	10 %
65 W	58 W	10,8 %

Al igual que en el caso de sustitución de balastos del apartado anterior, el ahorro se hará más patente, cuanto mayor sea el horario de utilización de la

lámpara en concreto que se vaya a sustituir. No obstante, en el caso particular de sustitución de lámparas, se puede plantear la aplicación de esta medida desde el punto de vista del mantenimiento, es decir, en lugar de sustituir la lámpara antigua inmediatamente, en los casos en que el ahorro no esté tan claro, se podría esperar a que se llegara al final de la vida útil de la misma, y entonces, puesto que como ya se ha apuntado anteriormente, las longitudes y luminarias son compatibles, se realizaría el cambio de lámparas. En este punto, o más bien justo antes de realizarse el cambio, se pasaría a la situación descrita en el apartado anterior, ya que podría ser interesante no sólo cambiar la lámpara, sino cambiar ésta y además el balasto actual, por otro electrónico.



**Foto 7.** Tubo fluorescente de  $\phi$  26 mm de 18 W de potencia.



#### **CASO 2: sustitución de fluorescentes de $\phi$ 26 mm por sus equivalentes de $\phi$ 16 mm**

El concepto de ahorro que presenta esta sustitución es análogo al del caso anterior, pero, sin embargo, existe una diferencia fundamental. Las longitudes de las lámparas equivalentes no son las mismas entre los dos tipos de fluorescentes, por lo que cambiar un elemento requeriría el cambio completo de todo el equipo (luminaria, lámpara, balasto, etc.).

Es por ello que esta medida no se suele aplicar en locales ya construidos, a no ser que el horario de utilización sea muy amplio (más de 5.000 horas

anuales de encendido), sino en proyectos, antes de que se haya realizado la inversión.

### 8.6.2.3. Sustitución de lámparas incandescentes por sus equivalentes de bajo consumo

Las lámparas fluorescentes compactas, también denominadas de bajo consumo, 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 vida de la lámpara de entre 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia, proporcionando niveles similares de iluminación.



Foto 8. Lámpara de tipo incandescente y su equivalente de bajo consumo.

En la Tabla 7 se muestra la equivalencia entre las lámparas fluorescentes compactas y las lámparas incandescentes a las que podrían sustituir a igualdad de flujo luminoso.

Debido a estos elevados valores de ahorro, no es necesario un horario de utilización excesivo para que se produjera una rápida recuperación del dinero invertido en la sustitución de lámparas. No obstante, suele ser habitual que este tipo de iluminación esté precisamente en zonas de utilización elevada (cuartos de baño, pasillos, etc.), por lo que esta amortización no sería un problema.

**TABLA 7.**

EQUIVALENCIA ENTRE FLUORESCENTES COMPACTAS E INCANDESCENTES		
Lámpara Fluorescentes Compacta (W)	Lámpara Incandescencia (W)	Ahorro Energético (%)
3	15	80
5	25	80
7	40	82
11	60	82
15	75	80
20	100	80
23	150	84

Evidentemente, para poder realizar el cambio de lámparas, el casquillo debe ser el mismo, no importando el soporte. Eso sí, hay que tener en cuenta también el valor de la estética en este tipo de locales, ya que el tipo de iluminación que dan las lámparas de bajo consumo (blanca, fría) es totalmente distinto que el de las de incandescencia (anaranjada, cálida), por lo que el cambio de éstas, al final dependerá también en gran medida de la ubicación de las mismas.

#### 8.6.2.4. Incorporación de sistemas de control de consumo

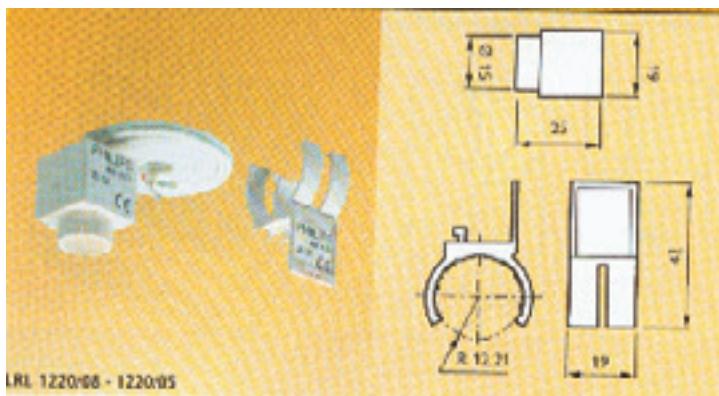
- **Aprovechamiento de luz natural**

El empleo de la luz natural en los lugares de trabajo y de ocio tiene varias ventajas; al ahorro energético que pueda suponer el aporte de luz solar, se une la calidad de la luz natural: capacidad de reproducción cromática, estabilidad del flujo luminoso, tonalidad de la luz, etc. Por otra parte, el aporte de luz natural mediante la utilización de ventanas puede satisfacer la necesidad psicológica de contacto visual con el mundo exterior. Las referidas ventajas justifican el interés de aprovechar todo lo posible la iluminación natural en los lugares de trabajo y de ocio.

Téngase en cuenta que no se está hablando aquí de un aprovechamiento total de la iluminación natural en la que se tendrían apagados o encendidos totales del sistema de iluminación según una política de gestión de

alumbrado de tipo todo o nada. Lo que se trata es de incorporar un tipo de control continuo frente al discreto. Esto implica un aprovechamiento total de hasta la mínima cantidad de luz natural, mediante una compensación con la iluminación artificial. Así por ejemplo, supóngase una sala o local que necesitase 400 luxes. En el caso de una iluminación sin sensor, los fluorescentes que iluminan la habitación estarán funcionando a pleno consumo y probablemente en días que permitieran una entrada de luz natural (directa o indirecta) aprovechable. Si entraran 150 luxes de iluminación natural (simplificando los cálculos a la mera exposición de conceptos) los fluorescentes seguirían proporcionando la misma iluminación y consumiendo lo mismo. Sin embargo, con la incorporación de una fotocélula y balasto electrónico con capacidad reguladora, los fluorescentes sólo tendrían que proporcionar los 250 luxes restantes que le faltan a la iluminación natural para llegar a los 400 deseados (este valor se puede regular en el propio sensor de iluminación).

En la Foto 9, se muestra un equipo detector de los descritos, cuya incorporación a la luminaria es muy sencillo (un sistema de clips de sujeción automática). Este tipo de sensores se conectarían directamente a los terminales +/- de las reactancias electrónicas no necesitando fuente de alimentación externa.



**Foto 9.** Fotocélula para colocar en luminarias para el control directo de reactancias electrónicas HF regulables.

No obstante, la aplicación de esta medida está limitada al aprovechamiento real de la luz natural. Se tienen que dar para esto una serie de circunstancias, todas ellas de fácil comprensión:

- La superficie acristalada de la zona en la que se pretende incorporar esta medida, en comparación con la superficie de paredes debe ser lo más elevada posible, ya que de esta manera la cantidad de luz natural disponible es mayor.
- El horario de utilización de la sala en cuestión debe ser elevado, para disminuir el tiempo de amortización de la incorporación de esta medida.
- El tipo de iluminación de la sala debe ser compatible con este tipo de aprovechamiento. Si la iluminación es de tipo fluorescente o dicroica, no se podrá implantar esta medida ya que no existen aparatos de compensación de iluminación para este tipo de instalaciones. Tendría que ser iluminación de tipo fluorescente, a la que habría que incorporar un balasto electrónico de tipo regulador.

Obsérvese, que el último punto de los anteriores es quizá el más limitador para la aplicación de esta medida, ya que no es muy común ver locales de restauración con iluminación de tipo fluorescente que permita incorporar balastos de las características mencionadas, salvo quizá en la zona de cocinas, que por otra parte tienen un horario de utilización amplio.

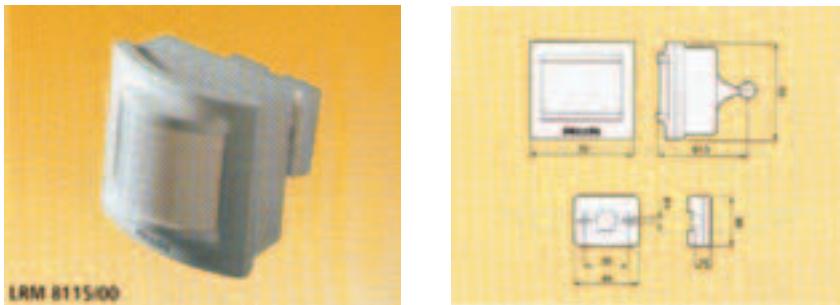


### Detectores de presencia

Se propone la instalación de este tipo de equipos en zonas comunes de utilización escasa que permita un ahorro de consumo de iluminación considerable (como, por ejemplo, cuartos de baño, descansillos y acceso de los mismos).

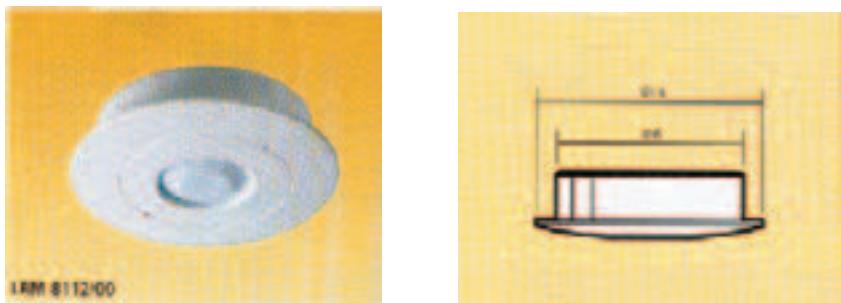
Un detector típico de movimiento se muestra en la Foto 10. Se trata de un detector de movimiento pasivo para aplicaciones de ahorro energético en

interior. Detecta movimiento en un ángulo de 90 ° (con un alcance máximo de 15 metros por 15 metros montado a una altura de 2,1 metros). Se puede ajustar también el tiempo de mantenimiento del encendido una vez realizada la detección, variando entre 0 y 35 minutos.



**Foto 10.** Detector de presencia sugerido.

Para algunas salas de utilización mínima y encendido desaprovechado se sugiere la utilización de detectores de presencia de tipo cónicos, como el que se muestra en la Foto 11.



**Foto 11.** Detector de presencia sugerido para zonas de poca utilización.

Se trata de un detector de movimientos pasivo para montaje en superficie o empotrado que cuenta además con un retardo ajustable para el apagado. La huella de sensibilidad es circular y cubre un diámetro de 8 m para movimientos tangenciales y de 6 m para movimientos radiales (hacia el detector).



## Pulsadores temporizados

Está demostrado que tras el uso de un aseo público, un porcentaje superior al 43 % de los usuarios se dejan las luces encendidas, con lo que el consumo de este tipo de recintos es elevadísimo, aunque se tengan lámparas con consumos muy bajos, debido a la cantidad de horas que se quedan las luces encendidas entre los distintos usos.

La forma de reducir el consumo, es ajustar su apagado mediante una temporización de uso. Si estadísticamente está demostrado que la visita al baño dura entre 2 y 3 minutos, se podrían apagar las luces una vez que transcurra dicho tiempo y se evitaría ese 43 % de veces que los usuarios se dejan las luces encendidas.

La parte no visible del equipo que proporciona este efecto es el relé, que se muestra en la Foto 12.



**Foto 12.** Relé temporizado típico.

Por norma general, un interruptor de este tipo puede controlar hasta 200 ó 300 VA de potencia de iluminación.

El ahorro producido por la instalación de temporizadores, se estima en una media del 55 % sobre el consumo previo a su instalación, siendo más rentable, cuanto menos se usen los baños, pues los periodos entre visitas se hacen más largos.

Por otro lado, para que realmente sea interesante la incorporación de una medida de estas características, la potencia de iluminación a controlar por el dispositivo mencionado debe ser también lo más elevada posible. Así, por ejemplo, no tendría mucho sentido colocar un dispositivo temporizador que controlase una sola lámpara de 60 W (máxime teniendo en cuenta que se podría aplicar la medida de sustitución anterior de cambiarla por una de bajo consumo de 11 W), ya que el ahorro en consumo sería mínimo (a no ser que las horas de encendido fueran anormalmente elevadas). Sí que podría interesar, sin embargo, la colocación de un temporizador que controlase la iluminación común de dicho cuarto de baño (zona de lavabos, secamanos, etc.).

#### **8.6.2.5. Aplicación de distintas medidas de ahorro a suministros asemejables a alumbrado público**

Algunos locales de restauración, por su tamaño, pueden tener zonas exteriores de gran superficie, así como iluminación de fachadas con un tipo de iluminación idéntico al utilizado en los casos de alumbrado viario. Por ello, en estos casos, es perfectamente posible aplicar medidas de ahorro relacionadas con este tipo de iluminación.



**Foto 13.** Alumbrado asemejable al alumbrado público en uno de los locales estudiados.



## Cambio de lámparas de vapor de mercurio por equivalentes de vapor de sodio

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión consiguen la más alta eficacia luminosa entre las lámparas de descarga a alta presión (hasta 150 lúmenes por vatio). Las ventajas más importantes son:

- Extremadamente alta eficacia luminosa.
- Extremadamente larga duración.
- Máxima economía. Son las fuentes de luz más económicas que permiten al ser humano distinguir los colores.

En la Tabla 8 se muestra una equivalencia entre la iluminación por lámparas de vapor de mercurio y sus equivalentes, en cuanto a nivel de utilización de vapor de sodio.

**TABLA 8.**

Potencia Vapor de Mercurio (W)	Potencia Vapor de Sodio (W)	Ahorro de Potencia Instalada (%)
80	50	37,5
125	70	44,0
250	150	40,0
400	250	37,5

Este tipo de alumbrado, de existir en alguno de estos locales, tendrá además un horario de utilización prolongado, por lo que el dinero invertido en el cambio se recuperaría con relativa rapidez.



## Incorporación de reactancias de doble nivel

Igualmente, se puede dar el caso de un local que teniendo alumbrado de este tipo, encendido toda la noche por motivos estéticos, tenga un horario de cierre del mismo más limitado. Sin embargo, y tal como ocurre en la gran mayoría de instalaciones de este tipo, el nivel de iluminación es el mismo

durante este horario de apertura que cuando ya se ha cerrado al público el establecimiento.

Mediante la incorporación de estos dispositivos de doble nivel, se puede conseguir que a partir de cierta hora (pre-programada por el usuario) el nivel de iluminación descienda (y con ello el consumo eléctrico) en las zonas deseadas.

La conmutación se lleva a cabo mediante un relé que puede ir comandado a través de una línea de mando por un reloj horario o astronómico. También existe la opción de comandar dicho relé a través de un temporizador con retardo a la conexión, conmutando automáticamente a nivel reducido transcurrido un tiempo predeterminado de la puesta en servicio del alumbrado. Para los casos en los que la instalación de alumbrado ya es existente, la mejor opción es evidentemente el relé temporizado, ya que la única obra que requeriría sería el cambio de una reactancia por otra.

El porcentaje de ahorro que se ha considerado alcanzable con estos dispositivos asciende a un 30 % para las lámparas de vapor de mercurio y un 40 % para las de sodio de alta presión, por lo que es obvio que la medida resulta interesante.

#### ● **Incorporación de elementos automáticos de encendido/apagado**

Uno de los puntos en los que más hincapié se debe efectuar tratándose de alumbrados de este tipo es el del encendido/apagado de estas instalaciones. Actualmente, en la mayoría de los casos, esto se viene realizando de forma manual con el consiguiente despilfarro energético que conlleva, ya que las maniobras se suelen realizar a deshora.

La corrección de esta situación de maniobra manual mediante la incorporación de elementos de maniobra automático como los que se van a describir a continuación, pueden ahorrar entre  $\frac{1}{2}$  y 1 hora de encendido innecesario al día. Teniendo en cuenta que estas instalaciones funcionarán

seguramente todo el año, el ahorro que se puede conseguir en consumo es importante, más cuanto mayor sea la potencia instalada en este concepto.

En la actualidad los sistemas de mando y control más utilizados son:

- **Interruptor Crepuscular:** en este caso, una célula fotoeléctrica manda un impulso de maniobra en función de la iluminación ambiente accionando el interruptor de fuerza para poner la instalación en servicio. Las mayores dificultades son:
  - Depreciación propia.
  - Condiciones ambientales de suciedad y contaminación.
  - Variaciones climatológicas que pueden producir encendidos o apagados de una instalación, aún existiendo suficiente luz natural.
- **Interruptor Horario:** para evitar las dificultades mencionadas anteriormente se suele emplear en serie con el anterior un interruptor horario, el cual provoca, según una programación preestablecida, la apertura o cierre de uno o varios circuitos. Se trata, generalmente, de una programación diaria que se establece habitualmente dos veces al año. Debido a esto último, a que el horario de encendido/apagado sólo cambia dos veces al año (el cambio lo realiza el personal de mantenimiento) no se aprovecha todo lo que sería posible. Para aprovechar al máximo la circunstancia del encendido automático, este cambio de horario se tendría que realizar todos los días.
- **Interruptor Astronómico:** se trata de un interruptor horario basado en el cálculo de los Ortos y Ocasos en la zona geográfica programada. De este modo se ajusta perfectamente el arranque y desconexión de la instalación a la puesta y salida del Sol. Adicionalmente, estos elementos tienen la posibilidad de comandar un doble circuito permitiendo programar independientemente la desconexión parcial de la instalación a partir de ciertas horas.

Al final, como en todas las medidas propuestas, la elección de una medida u otra dependerá del ahorro potencial que pueda suponer a partir de la

situación actual de cada caso. Este ahorro, vendrá a su vez dado por la potencia instalada y por el horario real de utilización.

### 8.6.3. Aplicación de casos concretos

Tras las visitas realizadas a diversos establecimientos en los que se realizaron las auditorías básicas, se han llegado a las siguientes conclusiones, que corroboran las medidas explicadas en los apartados anteriores y que se han sugerido en algunos de los mismos.

- **Iluminación exterior:** se debe realizar con sensores el encendido y con reloj programable el apagado. Esta iluminación además debe estar bien seleccionada y ubicada de forma que no estemos iluminando el cielo, ni la fachada de enfrente, etc. No por instalar más potencia se tendrá una mejor decoración exterior.
- **Iluminación de aseos:** se debe realizar bien con detectores de presencia o con interruptores temporizados, de forma que evitemos largos periodos de encendidos de luminarias sin necesidad. La selección de estas luminarias debería ser con lámparas de bajo consumo o fluorescentes compactos. En el caso de disponer de aseos con importante aporte de luz natural, se pueden combinar los dispositivos anteriores con dispositivos medidores de nivel luminoso, de forma que aún en presencia de usuarios, las luminarias encenderán si no es suficiente el aporte de luz natural que previamente se habrá fijado.
- **Iluminación de cocinas:** ésta es una zona de trabajo donde no se debe escatimar en nivel de iluminación, pero tampoco se debe iluminar en exceso. Las recomendaciones para estas zonas indican la instalación de fluorescentes que normalmente son estancos. Los encendidos se deben prever en varias fases de forma que no se deba encender totalmente la cocina por ejemplo a la hora de la limpieza o cuando se disponga de cierta iluminación natural. Cobra poco sentido el instalar detectores de presencia en estas zonas donde normalmente cuando se ponen en funcionamiento siempre hay alguien.

- **Iluminación de comedores y salones:** éste es un caso espinoso, ya que normalmente se huye del uso de fluorescentes por la luz fría que proporcionan. Influuye mucho el aspecto decorativo por lo que es muy frecuente el uso de lámparas incandescentes y halógenas. Con frecuencia también se recurre mucho a la iluminación indirecta, que requiere de mucha potencia de funcionamiento para conseguir niveles normales de iluminación. En estos casos se pueden tomar medidas en cuanto a la distribución de circuitos, de forma que nos permita conseguir diferentes ambientes en función por ejemplo de la ocupación, que nos permita el apagado parcial de zonas donde se disponga de una buena iluminación natural, que nos permita una iluminación suficiente para los horarios de limpieza, podrían instalarse reguladores de forma que se pudiese controlar el nivel global, podría establecerse una iluminación individualizada a cada mesa controlada por la presencia o no de comensales junto con una iluminación general, etc. En cuanto a las luminarias, se debe seleccionar siempre que sea posible lámparas de bajo consumo que producen un ahorro importante y fácilmente amortizable.
- **Iluminación en habitaciones de hotel:** como en el caso anterior, el uso de fluorescentes no es frecuente, si bien en los aseos se pueden instalar mientras que en las habitaciones se deben instalar lámparas de bajo consumo. En cuanto al encendido se deben disponer de varios encendidos para crear diferentes ambientes y se debe instalar sin lugar a dudas un control mediante tarjetas por ejemplo que evite el dejar las luces encendidas en ausencia de ocupantes.
- **Iluminación en pasillos, almacenes, etc.:** en estas zonas se deben seleccionar luminarias de bajo consumo o fluorescentes y los encendidos deben tratarse de realizar mediante detectores de presencia con detección del nivel luminoso para evitar el encendido si se dispone de luz natural.
- **Iluminación en supermercados:** los supermercados requieren de un nivel visual muy exigente, debiéndose optar en función de la altura de colocación de las luminarias por fluorescentes o lámparas de descarga de halógenos

metálicos. Es muy importante disponer de diferentes encendidos para sectorizar zonas con luz natural de otras y sobre todo para poder disponer de un encendido mínimo para labores de reposición y limpieza.

Como ya se ha comentado anteriormente, el seguir estas recomendaciones en la fase de proyecto resulta poco costoso comparado con la adopción de estas medidas en instalaciones ya ejecutadas.

## 8.7. Otros consumos: secadores de manos

Es frecuente en este tipo de instalaciones la existencia de secadores de mano eléctricos instalados, con potencia eléctrica variando desde 1800 W hasta 2500 W y caudales entre 160 y 260 m<sup>3</sup>/h. Ahora bien, en muchos de los cuartos de baño el tipo de secador instalado era de los de operación por pulsador. En estos casos, el aparato ofrece 45 segundos aproximadamente de funcionamiento con desconexión automática. Esto puede llevar a casos en que el usuario del aparato dé por finalizado el uso del mismo antes de la desconexión del mismo, con el consiguiente derroche de energía que ello conlleva.

La otra opción es la de secadores con conexión automática por aproximación: el aparato funciona mientras las manos permanezcan debajo de la salida del aire caliente.

A partir de los datos obtenidos de una empresa distribuidora de este tipo de aparatos, para distintas gamas, que se ofrece en la Tabla 9, se concluye:

- El cambio de un aparato de tipo pulsador en perfecto funcionamiento existente en alguna de las instalaciones por otro de tipo automático, requiere una inversión que, a priori, y sin conocer con más detalle la cantidad de utilizaciones diaria del aparato, no puede ser recuperada a corto plazo.
- A tenor de la poca diferencia de precio que hay sin embargo entre un mismo modelo con activación por pulsador y automática es evidente que lo que sí

interesa es la elección de este segundo tipo frente al primero cuando haya que hacer algún cambio o nueva instalación.

**TABLA 9.**

TIPO DE PUESTA EN MARCHA	POTENCIA ABSORBIDA (kW)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	PRECIO (Euros)
PULSADOR	1.8	160	114
AUTOMÁTICO	1.8	160	120
PULSADOR	2.1	165	142
AUTOMÁTICO	2.1	165	168
PULSADOR	2.4	165	201
AUTOMÁTICO	2.4	165	203
PULSADOR	2.4	260	433
AUTOMÁTICO	2.4	260	445

Se recomienda entonces que cuando hubiera que realizar algún cambio se debe poner un secador de tipo automático, ya que, al cabo del tiempo, se asegura un ahorro de energía que compensará sobradamente el pequeño sobreprecio sobre los secadores de pulsador.

## 8.8. Ejemplo real de aplicación

### 8.8.1. Características del local

Se trata de un restaurante con espectáculo ubicado en una primera planta de un edificio de viviendas. Interiormente tiene una zona destinada a restaurante con un escenario, camerinos, aseos, zona de administración y office en planta primera mientras que la cocina, cámaras frigoríficas y otros servicios se ubican en el sótano. El acceso se realiza directamente desde el exterior. Dispone de ventanas al exterior y a patios interiores, por lo que puede disponer de luz y ventilación natural si bien el horario de apertura que es nocturno hace inviable el aprovechamiento de luz natural excepto para las horas de limpieza durante el día.

El establecimiento tiene una superficie aproximada destinada a la restauración de 260 m<sup>2</sup> incluyendo la cocina y excluyendo las zonas de servicios sin

utilización en planta sótano. La capacidad en comensales es de aproximadamente 130 mientras que la media de comidas servidas diariamente es un dato que aportará poco acerca del consumo medio ya que buena parte de los asistentes no cenan, permaneciendo en el local sólo para el espectáculo.

### 8.8.2. Horarios apertura

Este establecimiento permanece abierto todos los meses del año de lunes a sábado en horario aproximado de 21:00 a 1:30 h para el público y de 17:00 a 00:00 h en la cocina.

### 8.8.3. Suministros energéticos

Se dispone de dos suministros: electricidad y gas. La electricidad la suministra la compañía eléctrica en baja tensión, estando los contadores ubicados en el sótano del edificio dentro del propio establecimiento. Esta electricidad se factura según las indicaciones del apartado en el que se indican las características del contrato, así como los consumos mensuales y otros datos de interés. Básicamente se tienen contratados 69,3 kW con un máxímetro, con la Tarifa 3.0 y con una discriminación horaria del Tipo 3 (se comprueba la existencia de error en el reloj discriminador). Con esta electricidad funcionan prácticamente todos los equipos instalados excepto el termo de agua caliente, los fuegos y los hornos de la cocina. De la factura de gas se conoce como dato extraído de una factura que es de aproximadamente 275 € por mes.

### 8.8.4. Potencia instalada

La potencia instalada se divide en tres grandes bloques: iluminación, climatización y cocina y otros.

- **Iluminación:** se dispone de aproximadamente 85 puntos de luz del tipo dicroico e incandescente en el comedor con el escenario y aseos y 25 fluorescentes en cocina. En los aseos no se dispone de sensores de presencia

ni temporizadores. Como alumbrado exterior se dispone de 16 puntos de luz de 415 W. Si suponemos una potencia media por punto de luz de 50 W, estimamos que en iluminación hay instalados 12.140 W.

- **Climatización:** se dispone de cinco split de pared en el comedor con bomba de calor con las unidades exteriores en un patio interior; el consumo eléctrico de estas unidades es de 3,17 kW cada uno. Además, se dispone de una unidad interior de conductos para la oficina y aseos con un consumo eléctrico de 2,41 kW. Así, la potencia instalada en climatización es de 18.260 W.
- **Cocina:** en la cocina se dispone del equipamiento reflejado en la Tabla 10 con indicación de su potencia aproximada.

**TABLA 10.**

ELEMENTO	POTENCIA UNITARIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)
Cafetera 2 tazas	2.500	1	2.500
Horno calientaplatos eléctrico	1.200	1	1.200
Lavavajillas	3.400	1	3.400
Tren lavado	10.000	1	10.000
Nevera vertical 2 P	1.200	3	3.600
Campana ext. 12 filt.	1.500	1	1.500
Cámara frigorífica	1.500	2	3.000
Arcón congelador	900	2	1.800
Máquina hielo	1.130	1	1.130
Cámara fr. Baja 3 P	800	2	1.600
Arcón congelador	1.000	3	3.000
Vitrina baja 2 P	1.000	1	1.000
Secamanos temporizado	1.000	2	2.000
<b>TOTAL</b>			<b>34.730</b>

(Nota: las potencias de los equipos son estimadas a partir de otros equipos equivalentes al no disponerse de datos más exactos).

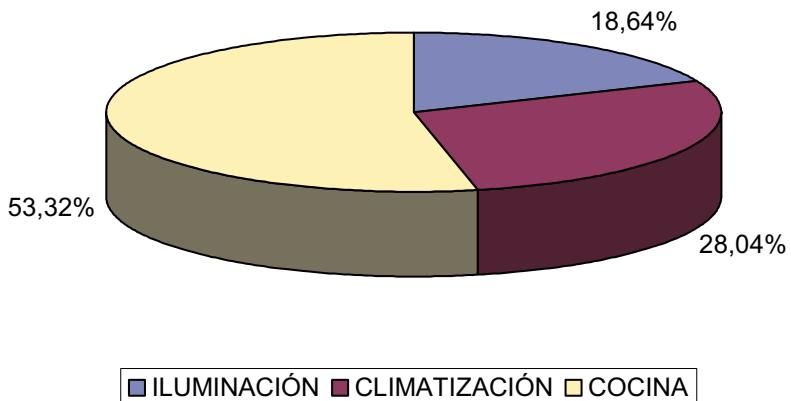
Además, en la cocina se encuentran funcionando a gas, 1 freidora de 30 litros, 8 fuegos, 1 baño maría, 4 hornos y un termo para calentamiento de agua.

- **Total.** Sumando los tres conceptos anteriores resulta una potencia instalada de 65.130 W en la proporción siguiente:

**TABLA 11.** Potencia instalada.

	ILUMINACIÓN	CLIMATIZACIÓN	COCINA	TOTAL
W	12.140	18.260	34.730	65.130
%	18,64	28,04	53,32	100,00

A continuación se indica gráficamente la distribución de potencia por cada concepto.



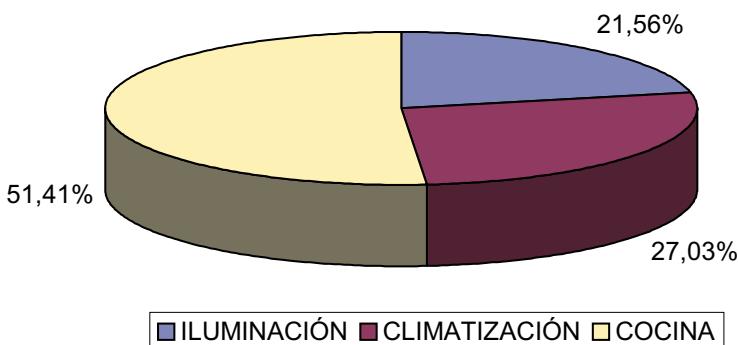
**Figura 4.** Distribución de potencias.

## 8.8.5. Consumos

Estimándose las horas de funcionamiento de los diferentes consumidores se obtienen los consumos eléctricos aproximados. Así, se han estimado un total de 1.872 horas de funcionamiento anual de la iluminación (12 meses al año por 26 días y por 6 horas diarias), para la climatización se han estimado 1.560 horas (12 meses por 26 días y por 5 horas diarias), mientras que para la cocina se han estimado 1.560 horas (12 meses por 26 días y por 5 horas diarias). Como resultado de estas estimaciones se obtiene el siguiente desglose de consumos:

**TABLA 12.** Energía consumida.

	ILUMINACIÓN	CLIMATIZACIÓN	COCINA	TOTAL
horas/año	1.872	1.560	1.560	
kWh	22.726	28.486	54.179	105.390
%	21,56	27,03	51,41	100,00



**Figura 5.** Distribución de consumos.

Este consumo anual estimado está en consonancia con el consumo medido durante el periodo dic-2002 a nov-2003 (99.450 kWh) según las facturas de la compañía suministradora. Asimismo, la potencia contratada está en consonancia con la potencia instalada, si bien la potencia demandada es inferior, por lo que se deduce que el coeficiente de simultaneidad es aproximadamente 0,75.

## FACTURACIÓN ELÉCTRICA

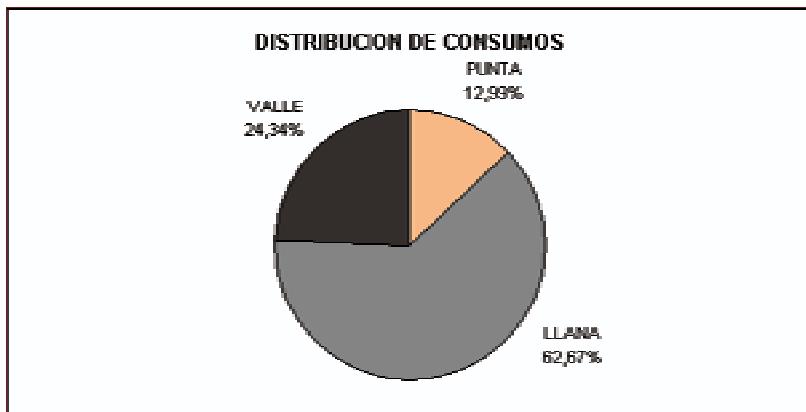
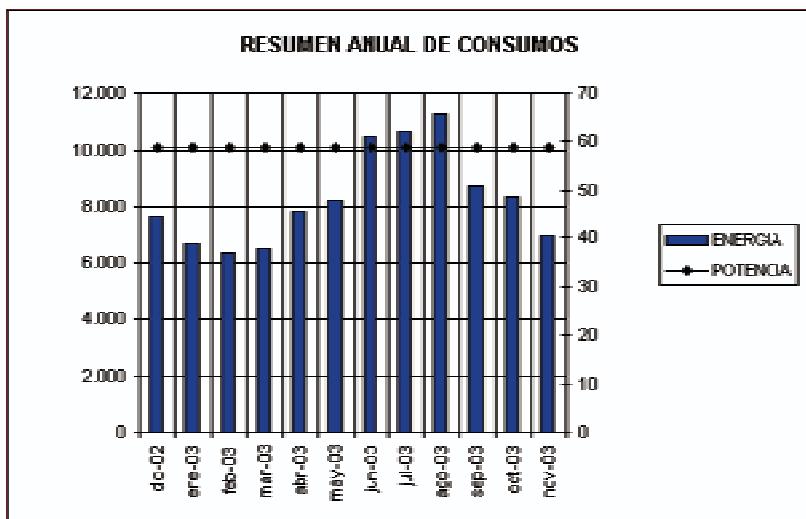
DATOS GENERALES
CÓDIGO ESTUDIO: 135/96 ENRG. TIPO ESTUDIO: ESPECÍFICO PERIODO ANALIZADO: dic-02 a nov-03
CONDICIONES ACTUALES DE FACTURACIÓN
Nº SUMINISTRO: TARIFA: 3.0 POTENCIA CONTRATADA (kW): 69,30 MAXIMETRO: SÍ CONTADOR REACTIVA: SÍ DISCRIMINACIÓN HORARIA: TTA
FACTURACIÓN ANUAL ACTUALIZADA
CONSUMO ANUAL
POTENCIA FACTURADA: 707 kW ENERGÍA HORAS PUNTA: 12.920 kWh ENERGÍA HORAS LLANA: 62.320 kWh ENERGÍA HORAS VALLE: 24.210 kWh ENERGÍA TOTAL ACTIVA: 99.450 kWh ENERGÍA TOTAL REACTIVA: 68.280 kVARh FACTOR DE POTENCIA: 0,82 RECARGO REACTIVA: 7,4 % RECARGO DE PUNTA: -1,3739 %
FACTURACIÓN ANUAL
TÉRMINO DE POTENCIA: 1.056 € TÉRMINO DE ENERGÍA: 8.700 € COMPLEMENTO REACTIVA: 690 € COMP. DISCRIMINACIÓN HORARIA: -120 € IMPUESTO SOBRE ELECTRICIDAD: 528 € <b>BASE FACTURACIÓN: 10.854 €</b> IVA FACTURACIÓN: 1.737 € <b>TOTAL FACTURACIÓN: 12.591 €</b>

**RESUMEN ANUAL DE CONSUMOS**

MES	MAXÍMETRO (kW)	PUNTA (kWh)	LLANA (kWh)	VALLE (kWh)	REACTIVA (kVARh)
dic-02	36,00	870	4.230	2.510	5.280
ene-03	31,00	740	3.910	1.970	4.080
feb-03	36,00	730	3.700	1.890	4.040
mar-03	31,00	740	3.860	1.880	4.640
abr-03	40,00	1.060	4.990	1.790	5.800
may-03	34,00	970	5.500	1.730	5.840
jun-03	50,00	1.330	7.010	2.140	7.200
jul-03	50,00	1.390	7.090	2.170	7.160
ago-03	44,00	1.440	7.540	2.260	7.600
sep-03	42,00	1.040	5.780	1.920	6.200
oct-03	40,00	1.090	5.080	2.160	5.800
nov-03	40,00	1.520	3.630	1.790	4.640
<b>TOTALES</b>		12.920	62.320	24.210	68.280
<b>%</b>		12,99	62,66	24,34	

**RESUMEN ANUAL DE FACTURACIÓN**

MES	POTENCIA (kW)	ENERGÍA (kWh)	DISC. HOR. (%)	R. REACT. (%)	FACTURA (€)
dic-02	58,905	7.610	-6,18	4,4	937
ene-03	58,905	6.620	-4,97	5,3	814
feb-03	58,905	6.320	-4,77	8,4	791
mar-03	58,905	6.480	-4,48	9,6	835
abr-03	58,905	7.840	-0,35	8,4	1.031
may-03	58,905	8.200	-0,79	7,4	1.058
jun-03	58,905	10.480	0,10	6,3	1.317
jul-03	58,905	10.650	0,37	6,3	1.326
ago-03	58,905	11.240	0,32	7,4	1.392
sep-03	58,905	8.740	-1,12	7,4	1.106
oct-03	58,905	8.330	-1,99	6,3	1.052
nov-03	58,905	6.940	4,24	7,4	932
<b>TOTALES</b>	706,86	99.450	-1,37	7,4	12.591



### 8.8.6. Medidas de ahorro

De la toma de datos se concluye que la cocina es el principal consumidor del establecimiento seguido de la climatización. La iluminación es el tercer bloque consumidor con un consumo parecido al de climatización (cabe destacar el consumo del alumbrado exterior bastante elevado que supone aproximadamente la mitad del total de consumo en alumbrado).

### 8.8.6.1. Iluminación



#### Cocina

Según el horario de funcionamiento de la cocina que se adelantó anteriormente, a lo largo de un año se tendrían 1.872 horas.

Asimismo, como también se anticipó, la iluminación de la cocina es de tipo fluorescente, por lo que serán de aplicación las dos medidas siguientes:

- **ILUM-1:** sustitución de tubos fluorescentes antiguos (38 mm) por los equivalentes (en nivel de iluminación) nuevos de mejor eficiencia. El ahorro por la aplicación de esta medida supone un 10 % en potencia. El ahorro en consumo se puede estimar a partir de las horas de funcionamiento. A partir del valor dado anteriormente, se tendría un ahorro de 187,2 kWh/kW. Suponiendo un precio medio de la electricidad de 0,08 €/kWh, esto se traduce en 15 €/ kW instalado.

Como puede verse, este ahorro es mínimo si se parte de una sustitución sin más. Lo que se aconseja es, al final de la vida útil de cada lámpara, instalar ya el modelo más eficiente que exista.

- **ILUM-2:** incorporación de balastos electrónicos. Esta medida requiere que exista una puesta a tierra del circuito de iluminación para un funcionamiento óptimo. Aplicando esta medida, se pueden conseguir unos ahorros del 30 % en potencia instalada, ya que este tipo de equipo tiene menos pérdidas que sus contrapartidas electromagnéticas.

Así, supuesta aplicada la medida anterior, estando formada la instalación de iluminación por 25 tubos fluorescentes de 36 W, el ahorro en consumo sería de 505,44 kWh (40 € anuales). El ratio inversión /ahorro no es tan alto como parece ya que se pueden incorporar balastos electrónicos para distintos tubos fluorescentes.

## Comedor

En el comedor, el tipo de iluminación instalado es dicroico por un lado (halógenos downlight) e incandescente. Sobre el tipo de iluminación dicroico no se van a aplicar medidas ya que serán principalmente de ambiente y detrás de este tipo de equipos haya probablemente una justificación estética. En esta zona, se puede aplicar entonces la siguiente medida:

- **ILUM-3:** sustitución de lámparas incandescentes por sus equivalentes de Bajo Consumo. El coste de este tipo de iluminación nuevo a incorporar es relativamente bajo y se pueden conseguir unos ahorros de hasta el 80 % (una típica lámpara de 60 W puede sustituirse por una de 11 W). El horario de funcionamiento de la iluminación en el comedor es menor (6 días a la semana durante aproximadamente 3,5 horas supondrían 1.092 horas al año). El ahorro conseguido por cada lámpara que se sustituya es entonces de 53,508 kWh (4,28 €, un valor superior al precio de una de estas lámparas).

## Exterior

Podría reducirse el consumo en alumbrado exterior instalándose proyectores menos potentes. Por ejemplo, si se instalasen proyectores de 150 W, se estarían ahorrando 4,24 kW de potencia y 7.937,28 kWh anuales, que supondrían aproximadamente 915 € anuales (7,95 %).

### 8.8.6.2. Climatización

La primera medida para la reducción de la demanda es la instalación de termostatos. Con esta medida se estima un ahorro del 10 %.

Una segunda medida es la incorporación de equipos más eficientes. Se sustituyen dos de los equipos de la cocina, ya antiguos, por equipos nuevos de rendimiento superior, obteniendo de esta manera una mejora en el rendimiento apreciable, lo que se traduce en una reducción del consumo eléctrico para unas mayores capacidades térmicas, esto supone a lo largo del año, un ahorro en

consumo de aproximadamente 800 kWh. El ahorro en facturación que esto supone, recupera la inversión en un plazo inferior a 4 años.

### 8.8.6.3. Cocinas

No es habitual realizar cambios en los elementos integrantes de una cocina, a no ser que ya estén viejos y se vayan a sustituir igualmente, momento en que se debe aprovechar para incorporar los elementos más eficientes que el mercado pueda ofrecer.

### 8.8.7. Ahorro en facturación

En lo que respecta a la contratación de suministros energéticos se podría reducir el coste energético contratando tarifas diferentes, compensando el consumo de energía reactiva, contratando en el mercado liberalizado con el mismo comercializador la electricidad y el gas, etc. Además, se ha detectado que el reloj discriminador horario del equipo de medida está mal programado, por lo que se está produciendo una medida errónea que produce excesos en el recargo de discriminación horaria.

DATOS GENERALES
CÓDIGO ESTUDIO: 135/96 ENERG.
TIPO ESTUDIO: ESPECÍFICO
PERIODO ANALIZADO: dic-02 a nov-03
CONDICIONES FUTURAS DE FACTURACIÓN
Nº SUMINISTRO:
TARIFA: 4.0
POTENCIA CONTRATADA (kW): 47,00
MAXIMETRO: SÍ
CONTADOR REACTIVA: SÍ
DISCRIMINACIÓN HORARIA: TTB

A estas nuevas condiciones de facturación y para que se produzca la bonificación de reactiva habrá que instalar una batería de condensadores con una potencia aproximada de 35 kVAr.

FACTURACIÓN ANUAL FUTURA	
CONSUMO ANUAL	
POTENCIA FACTURADA:	
ENERGÍA HORAS PUNTA:	12.920 kWh
ENERGÍA HORAS LLANA:	62.320 kWh
ENERGÍA HORAS VALLE:	24.210 kWh
ENERGÍA TOTAL ACTIVA:	99.450 kWh
ENERGÍA TOTAL REACTIVA:	0 kVARh
FACTOR DE POTENCIA:	1
BONIFICACIÓN REACTIVA:	4 %
RECARGO DE PUNTA:	-1,3739 %

FACTURACIÓN ANUAL	
TÉRMINO DE POTENCIA:	1.213 €
TÉRMINO DE ENERGÍA:	7.950 €
COMPLEMENTO REACTIVA:	-367 €
COMP. DISCRIMINACIÓN HORARIA:	-120 €
IMPUESTO SOBRE ELECTRICIDAD:	444 €
<b>BASE FACTURACIÓN:</b>	<b>9.122 €</b>
IVA FACTURACIÓN:	1.459 €
<b>TOTAL FACTURACIÓN:</b>	<b>10.581 €</b>

AHORRO ANUAL FUTURO	
DATOS GENERALES	
CÓDIGO ESTUDIO:	135/96 ENERG.
TIPO ESTUDIO:	ESPECÍFICO
PERIODO ANALIZADO:	dic-02 a nov-03

AHORRO ANUAL	
TÉRMINO DE POTENCIA:	-157 €
TÉRMINO DE ENERGÍA:	750 €
COMPLEMENTO REACTIVA:	1.056 €
COMP. DISCRIMINACIÓN HORARIA:	0 €
IMPUESTO SOBRE ELECTRICIDAD:	84 €
<b>BASE FACTURACIÓN:</b>	<b>1.733 €</b>
IVA FACTURACIÓN:	277 €
<b>TOTAL FACTURACIÓN:</b>	<b>2.010 €</b>

El ahorro en facturación que suponen estas medidas, recuperan la inversión de la batería de condensadores en un plazo inferior a 1,5 años.

### 8.8.8. Otras medidas

Además siempre se puede hacer un uso más racional de la energía:

- Apagando luces innecesarias.
- Optimizando el funcionamiento de los equipos de climatización.
- Ventilando el local en horas previas y posteriores a la presencia de público.
- Utilizando las campanas extractoras cuando sean necesarias únicamente.
- Aprovechando al máximo los usos de lavavajillas, hornos, etc.

(medidas que por otro lado son racionales y se supone se están llevando a cabo).

### 8.8.9. Economías de carácter inmediato

A continuación se hace el resumen económico de las medidas propuestas, con una recuperación a corto plazo:

#### ILUMINACIÓN:

Alumbrado Exterior: 150 W, 4,24 kW de potencia y 7.937,28 kWh/año, 915 €.

#### CLIMATIZACIÓN:

Inclusión de Termostatos: 10 % de 28.486 kWh/año; 2.848,6 kWh; 227,88 €.

#### FACTURACIÓN:

Condiciones de facturación: 593 € / año

Compensación reactiva: 1.056 € / año

Total, incluido impuesto eléctrico: 1.733 € / año

**TOTAL** de ECONOMÍAS: 2.876 €, que representan aproximadamente un 25 %.

## Bibliografía

1. DOCUMENTOS VARIOS. Agencia Andaluza de la Energía.
2. "GUIA PRÁCTICA DE LA ENERGÍA" Pública IDAE.
3. "LA INGENIERÍA EN EDIFICIOS DE ALTA TECNOLOGÍA"; Autor: José Carlos Díaz Olivares; Edita: McGraw Hill.
4. "ANÁLISIS Y GESTIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS"; Autor: Willian H. Clark II; Edita: McGraw Hill.

5. "MANUAL DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS"; Publica: AEDIE.
6. "TÉCNICAS DE LA REGULACIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA EN EDIFICIOS"; Publica: AFISAE.
7. "CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN" Artículo 15; R.D. 314/2006 de 17 de marzo. Publicado martes 28 de marzo de 2006.

### **Referencias Web**

1. [www.agenciaandaluzadelaenergia.es](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es)
2. [www.unionfenosa.es](http://www.unionfenosa.es)
3. <http://revista.consumer.es>
4. [www.idae.es](http://www.idae.es)

## 9.1. Introducción

En la actualidad, aunque tengamos presente que la Energía es un bien escaso y costoso, especialmente la procedente de fuentes limpias y renovables, se experimenta un continuo crecimiento de los consumos energéticos de todos los países desarrollados y/o en vías de crecimiento.

Entre los cuatro mayores sectores de su utilización final, Residencial, Servicios, Transporte e Industria, los sectores Transporte y Servicios son los que están adquiriendo un mayor protagonismo. En nuestro país, en lo referente al consumo de energía eléctrica, es este último sector el protagonista, ya que en las dos últimas décadas, es el que está aportando los mayores índices de crecimiento.

Este rápido crecimiento, viene favorecido por la terciarización de la economía e impulsado por el desarrollo y evolución de los de servicios a las empresas y a los sub-sectores socio-turísticos. Es por ello, que nuestra actual estructura, está experimentando una relativa expansión hacia el Sector Servicios, motivada por las exigencias de este escenario, que probablemente deberá de continuar potenciándose en nuestro futuro inmediato.

Dentro de esta evolución, destaca especialmente el subsector de la Restauración, ya que su alto crecimiento y expansión rápida, originan particularmente un elevado consumo de gas y electricidad, que por su porcentaje de contribución, aportan un valor representativo del incremento de consumo de energía del Sector Servicios.

Estratégicamente, sobre estos consumos y sus futuros crecimientos, es importante que desarrollemos los estudios de viabilidad, proyectos, diseños e implantaciones de adecuados Sistemas de Gestión Energética (GEN), adaptados a

un periodo de tiempo como el actual, en el que se está viviendo un escenario de alarma de crisis energética y económica.

Escenario, que convive en medio de una crisis diplomática, motivada por tensiones geopolíticas entre USA - Europa / Irán (Irán con una extracción de 3,8 millones de barriles diarios, es el segundo productor de la OPEP), y de los brotes de violencia aparecidos en Nigeria (octavo productor mundial y primer Africano).

Con estos antecedentes descritos y con la consiguiente presión /acción inversora, el jueves 13/04/06, el precio del Barril Brent (crudo de referencia en Europa) superó por primera vez los 70 dólares por barril, llegando a cotizar a 70,99 \$ / Barril.

Aumenta la probabilidad de que alcancemos un nuevo escenario de crisis de energías primarias, esta vez impulsado por causa de una demanda creciente, con su inevitable gran coste económico asociado, para los países de la UE (como ya sucedió por causa de una oferta descendente, en los años 73, con el embargo del petróleo de los países árabes y en la segunda crisis que se inició en el año 79, con el comienzo de la revolución iraní). Se puede apreciar una tendencia claramente alcista en los mercados energéticos:

- Mercado Industrial Gas: al ser la demanda mayor que la oferta ha habido un incremento del 18 % del precio en el año 2005.
- Subida del petróleo (de 30 a 65 \$/barril en 2 años).
- Subida espectacular del carbón: se ha pasado de 33 €/t 2003 a 58 €/t en el años 2004 (55 %).
- Subida del Pool Eléctrico Español: incremento del 50 % respecto al 2004.

A nivel Macroeconómico, las distintos Empresas y Usuarios, necesitan sensibilizarse lo antes posible con el problema, y deberán prepararse para ser más competitivas y rentables, mejorando la Eficiencia de sus equipamientos y/o

consiguiendo Ahorros de Energía. La Solución Técnica, que deberán adoptar para conseguir mejorar sus procesos y costes, implicará una adecuada acción de gestión, mejora de procesos, adecuación de tecnologías, mejora de aislamientos y la determinación del tipo y cantidad de energía.

## Evolución de precios índice Brent de petróleo

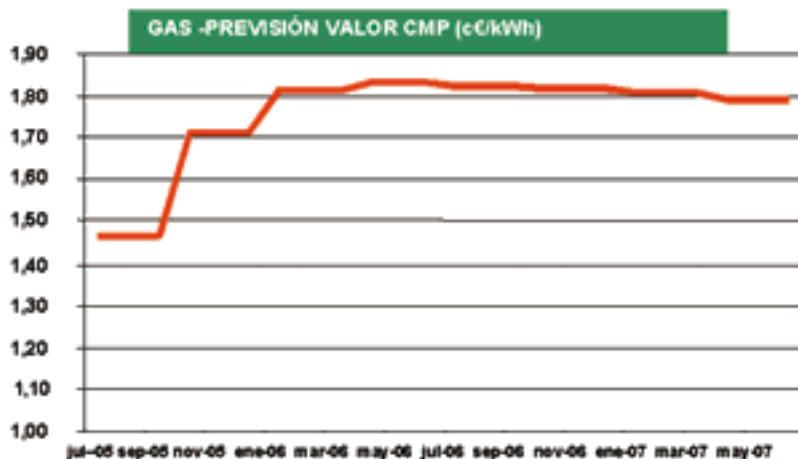
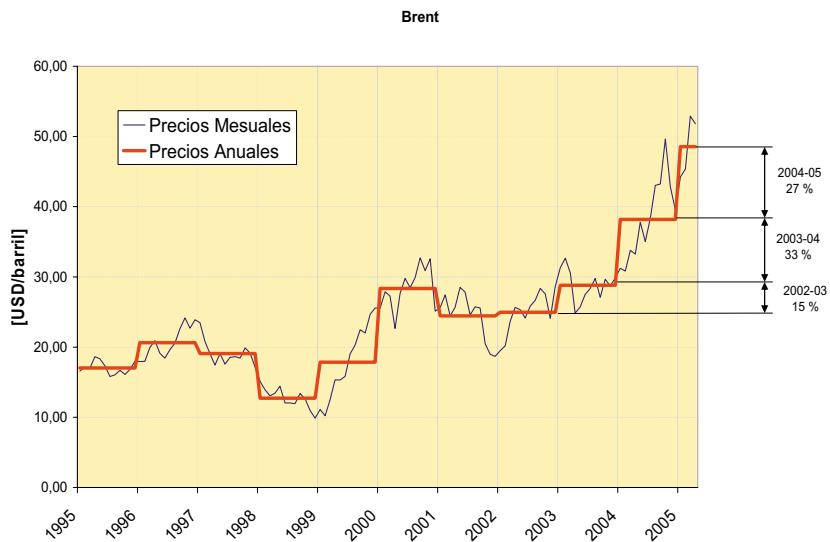


Figura 1.

## 9.2. Objetivos

Esta guía pretende ofrecer una asesoría técnica actualizada, breve y sencilla, relacionada con los Sistemas de Gestión Energética, mejora de la Eficiencia y obtención de Ahorros energéticos, en los locales e instalaciones destinados al servicio de Restauración. Así como informar sobre las posibles ventajas y beneficios que se pueden conseguir, tanto para el Usuario, como para las empresas de servicios, las empresa suministradoras de energía, el sistema de regulación y en general para la comunidad.

Como objetivos directos podemos destacar:

- Mejora del confort.
- Aumento de eficiencia en sistemas y equipos.
- Control de puntas de potencia demandada.
- Reducción de potencia eléctrica contratada.
- Ahorros energéticos (alumbrado, aire acondicionado, cos φ, etc.).
- Menor impacto ambiental (función de la reducción de energía primaria).
- Mayor seguridad de personas y bienes (alarmas de intrusión, contra incendios, inundación y médica).
- Control y medida de consumos energéticos totales, por procesos y por zonas y por servicios (agua, gas, electricidad).
- Mejora de la información disponible.
- Reducción de costes económicos.

## 9.3. Clasificación del sector restauración en la Comunidad Autónoma de Madrid por tamaño y potencias eléctricas contratadas

Con los datos obtenidos en un estudio de afinidad y características realizado sobre un colectivo de 4.674 de las instalaciones de Restauración, con un consumo

anual total de 296,2 GWh, todos ellos ubicados en territorio de la Comunidad Autónoma de Madrid, e inscritos con el código de actividades CNAE número H 55.300, se ha procedido a clasificar este subsector en tres grupos de características afines.

### 9.3.1. Pequeños restaurantes

Se agrupan aquí 1.465 instalaciones con potencias eléctricas de contrato menores o iguales a 15 kW.

En este colectivo están el 31 % de los restaurantes considerados. El tamaño tipificado de estas instalaciones, corresponde a locales con áreas totales de 50 ÷ 100 m<sup>2</sup>, de los cuales para nuestro modelo de cálculo, consideraremos un local de 100 m<sup>2</sup>, en el cual estimamos el siguiente reparto superficial: el 20 % destinado para cocina, el 8 % para almacén y cámaras, el 12 % para Aseos y Servicios, el 15% para servicio de mini-bar, y el 45 % restante para el servicio de comedor. Con un número de empleados por local hasta un máximo de 4 personas, y con un máximo de seis mesas para restauración, con capacidad de ocupación simultánea máxima de hasta 20 comensales.

Suponemos una carga de trabajo de 50 ÷ 80 comensales diarios.

El equipamiento típico eléctrico (por mayor eficiencia), que suponemos al modelo es:

- En la **Cocina** con:

Horno de vapor (sustituto eficaz de marmitas), Pmax. = 2 kW

Freidoras, Pmax. = 1,5 kW

Lavavajillas para 225/plat./ h, Pmax. = 1,8 kW

Horno Microondas, Pmax. = 0,6 kW

Batidora, cortadora fiambres, picadora de carne, etc., Pmax. = 1,6 kW



## Cámaras

2 Armarios frigoríficos de 800 l, Pmax. = 0,6 kW

1 Armario congelador de 400 l , Pmax. = 0,2 kW



## Servicio Bar

Enfriadora de botellas de 2 m, Pmax. = 0,2 kW

Fabricador de hielo de 30 kg/día, Pmax. = 0,35 kW

Molinillo café, Pmax. = 0,25 kW

Cafetera, Pmax. = 1,25 kW

Calienta leches, Pmax. =0,75 kW

Todas estas instalaciones tienen contrato eléctrico con tarifas de baja tensión (B.T.).

El consumo total de energía eléctrica registrado en este grupo durante el año 2005 fue de 36.567 MWh, con una Potencia contratada media de 11,1 kW y un consumo medio de 24.965 MWh/año, equivalente a una utilización de 2.250 h, registrándose una facturación media por local, en energía eléctrica de 2.410 €/año (IVA no incluido), lo que supone un precio medio de 9,6 c€/kWh (IVA no incluido). El término de potencia representa el 9 % respecto a la facturación total sin IVA.

Por su modo de utilización, curvas de carga, equipamientos y consumo, este grupo se pueden dividir en dos segmentos:



Instalaciones con horario de funcionamiento de 8 horas hasta las 24 horas, de lunes a sábado, que suponen 1.251 locales, el 86 % del total de usuarios de este segmento, de los cuales, el 89 % se acogen a la tarifa de mercado regulado, en baja tensión ( $1 \times 230\text{ V}$  ó  $3 \times 400\text{ V}$ ) tipo 2.0 y el 11 %, contratan la tarifa de mercado libre tipo 2.0A. Con estas premisas y suponiendo en el diseño un coeficiente 0,6 de utilización simultánea de consumos, únicamente se dispone de capacidad de potencia eléctrica para alimentar los sistemas de iluminación, ventilación, refrigeración, neveras, congeladores, lavaplatos,

hornos, cocinas y pequeños equipos (cafetera, molinillos, microondas, secadores de manos, registradoras, etc.).

Se supone que los servicios de lavandería y planchado se subcontratan al exterior, que los fuegos de cocina y la plancha utilizarán gas natural, propano o butano. Los sistemas de agua caliente y de calefacción, deberán de utilizar prioritariamente caldera de gas y en su defecto de gasóleo, y que todas las nuevas instalaciones se deberán de diseñar con apoyo de paneles solares térmicos, para la calefacción y agua caliente sanitaria.

- Las restantes 214 instalaciones, que suponen el 14 % restante, con horario estimado de funcionamiento de 0 h a 2 h y de 6 h hasta 24 horas, de lunes a domingo, están equipadas con sistemas de acumulación y diseñadas con modo de utilización orientado a desplazar el consumo eléctrico a las horas nocturnas (su potencia de contrato es la correspondiente a las horas diurnas). Estos locales, contratan la tarifa mercado regulado, en baja tensión ( $1\times 230\text{ V}$  ó  $3\times 400\text{ V}$ ) con discriminación nocturna tipo 2.0N. (periodo nocturno de 0 a 8 h en verano y de 23 a 7 h en invierno). En esta variante, durante las horas diurnas, solamente se dispone de capacidad de potencia eléctrica para alimentar los sistemas de iluminación, ventilación, refrigeración, neveras, congeladores, lavaplatos, hornos, cocinas y pequeños equipos (cafetera, molinillos, microondas, registradoras, secadores de manos, etc.), pero durante el periodo nocturno se dispone de suficiente potencia, como para colocar instalaciones de acumulación para el agua caliente, la calefacción, lavado, etc.

Los fuegos de cocina y la plancha utilizarán gas natural, propano o butano. Se supone que los servicios de lavandería y planchado se subcontratan al exterior.

No se ha considerado, la mejora de eficiencia que se puede conseguir, aprovechando el calor de condensación del grupo de frío, para apoyo al agua caliente y/o calefacción.

Todas las nuevas instalaciones se deberán de diseñar con apoyo de paneles solares térmicos, al sistema de agua caliente y calefacción.

### 9.3.2. Restaurantes medianos

En este grupo se encuentran clasificadas todas las instalaciones de Restauración, en el que sus Potencias de Contrato Eléctrico son mayores de 15 kW y menores o iguales a 75 kW.

En este colectivo se encuentran agrupados 2.884 locales, cifra que abarca el 61 % del colectivo de restaurantes considerados.

El tamaño tipificado de estas instalaciones, corresponde a recintos con áreas totales de medidas comprendidas entre 101 ÷ 250 m<sup>2</sup>. En el modelo de cálculo utilizado, suponemos un local con un área de 200 m<sup>2</sup>, con el reparto superficial siguiente: el 20 % destinado para instalaciones de cocina, el 4 % para almacén, el 5 % para cámaras frigoríficas y congeladores, el 10 % para Aseos/Servicios, el 15% para Servicio Bar, y el 45 % restante para el comedor. Con un número de personas empleadas entre 5 ÷ 10, y con una capacidad de ocupación simultánea máxima de 12 mesas para 4 personas, lo que resulta hasta 48 comensales.

Se supone una carga de trabajo de 120 ÷ 250 comensales diarios.

El equipamiento típico eléctrico (seleccionado por su mayor eficiencia), que se supone para el modelo es:

● **Cocina:**

Encimera de cocción de placas blindadas, Pmax. = 5 kW

Horno clásico para 300 °C, Pmax. = 5 kW

Horno de vapor (sustituto eficaz de marmitas), Pmax. = 4 kW

2 Freidoras, Pmax. = 6 kW

2 Armarios calientes, Pmax. = 4 kW

Baño María, Pmax. = 1,5 kW

Lavavajillas para 360/plat./ h, Pmax. = 3 kW

Horno Microondas, Pmax. = 1 kW

Batidora, cortadora de fiambres, picadora de carne, etc., Pmax. = 3 kW

### ● **Cámaras**

2 Armarios frigoríficos de 1.500 l, Pmax. = 1 kW

1 Armario congelador de 800 l , Pmax. = 0,4 kW

### ● **Servicio Bar**

Enfriadora de botellas de 2 m, Pmax. = 0,2 kW

Fabricador de hielo de 40 kg/día, Pmax. = 0,5 kW

Vitrina enfriadora mural 600 l, Pmax. = 0,4 kW

Molinillo café, Pmax. = 0,4 kW

Cafetera, Pmax. = 1,5 kW

Calienta leches, Pmax. = 1 kW

Tostadora de pan, Pmax. = 0,5 kW

Horno Microondas, Pmax. = 1 kW

Suponemos que el horario de funcionamiento de la instalación modelo es de lunes a sábado, desde las 8 hasta las 24 horas. Todas estas instalaciones tienen contrato con tarifas de baja tensión ( $3 \times 400$  V), el 66 % corresponde a tarifas del mercado regulado, repartiéndose un 57 % para tipo 3.0, y un 9 % para tipo 4.0 y el 34 % restante está contratado en mercado libre, con contratos en la tarifa de acceso tipo 3.0A.

Con estas premisas y suponiendo en el diseño un coeficiente de utilización simultánea de consumos de 0,7, únicamente se contratará la potencia eléctrica necesaria para alimentar los sistemas de iluminación, ventilación, refrigeración, neveras, congeladores, lavaplatos, hornos, cocinas y pequeños equipos (cafetera, molinillos, microondas, etc.).

Se supone que los servicios de lavandería y planchado se subcontratan al exterior, que los fuegos de cocina y la plancha son de gas y que los sistemas de agua caliente y de calefacción, deberán de utilizar prioritariamente caldera de gas y en su defecto de gasóleo, y todos los nuevos proyectos, contarán con instalaciones de apoyo para el agua caliente sanitaria y calefacción, diseñadas con paneles solares térmicos.

El consumo total de energía eléctrica registrado en este grupo, el año 2005 fue de 170.896 MWh/año de energía activa y de 52.978 MVAr/año de energía reactiva, cifras que representa el 57 % del consumo total alcanzado por el sector, con una Potencia de contrato media de 45 kW, y un consumo medio por local de energía activa de 59.312 kWh/año y de 18.756 kVAr/año de energía reactiva, equivalentes a una utilización de 1.317 h. El término de potencia representa el 11% respecto a la facturación total sin IVA.

La facturación media en energía eléctrica por local, fue para el año 2005 de 6.370 €/año (IVA no incluido), lo que supone un precio medio de 10,6 c€/kWh (IVA no incluido).

### 9.3.3. Grandes instalaciones

En este grupo se encuentran el resto de instalaciones de Restauración, correspondientes a locales que disponen de contratos eléctricos con potencias superiores a los 75 kW. El grupo abarca un colectivo con un total de 325 locales, que suponen únicamente el 8 % del total.

El tamaño tipificado de estas instalaciones, corresponde a recintos con superficies totales superiores a 250 m<sup>2</sup>, con un número de mesas en el comedor mayor de 15, cada una de ellas, con capacidad para 4 personas, y con un número de empleados por encima de 10 personas.

En el modelo de cálculo, consideraremos que la instalación tipo tiene un área total de 500 m<sup>2</sup>. El reparto superficial del local se estima que es de: el 15 % destinado

para instalaciones de cocina, el 5 % para almacén, el 5 % para chamarras frigoríficas y congeladores, el 12 % para Aseos, Vestuarios y Servicios, el 10% para servicio Bar, 3% para oficina de administración y el 50 % restante para el comedor. La capacidad de ocupación simultánea máxima es de 35 mesas de 4 personas, lo que resulta hasta 140 comensales máximo.

Se supone una carga de trabajo de 280 ÷700 comidas diarias.

El equipamiento típico eléctrico (elegido por su mayor eficiencia), que se supone para el modelo es:

#### **Cocina:**

3 Encimeras de cocción de placas blindadas, Pmax. = 12 kW  
2 Hornos clásico para 300 °C, Pmax. = 10 kW  
Horno de convección forzada con humidificador, Pmax. = 18 kW  
2 Hornos de vapor (sustituto eficaz de marmitas), Pmax. = 8 kW  
4 Freidoras, Pmax. = 12 kW  
4 Armarios calientes, Pmax. = 8 kW  
Baño María, Pmax. = 4,2 kW  
Salamandra, Pmax. = 15 kW  
2 Lavavajillas para 540 /plat./ h, Pmax. = 6,8 kW  
2 Hornos Microondas, Pmax. = 2 kW  
Batidora, cortadora de fiambres, picadora de carne, etc., Pmax. = 4 kW

#### **Cámaras**

2 Cámaras de 15 m<sup>3</sup>, Pmax. = 1,6 kW  
2 Armarios congelador de 800 l , Pmax. = 0,8 kW

#### **Servicio Bar**

Enfriadora de botellas de 4 m, Pmax. = 0,4 kW  
Fabricador de hielo de 60 kg/día, Pmax. = 0,6 kW  
Vitrina enfriadora mural 600 l, Pmax. = 0,4 kW

Molinillo café, Pmax. = 0,4 kW

Cafetera, Pmax. = 2,5 kW

Calienta leches, Pmax. = 1 kW

Tostadora de pan, Pmax. = 0,5 kW

Horno Microondas, Pmax. = 1 kW

Estas instalaciones disponen de 30 contratos de alta tensión (A.T., con tensiones de suministro de 20 kV o 15 kV), que suponen un 9 % del total del grupo, contratados en las tarifas de acceso 3.1A del mercado liberalizado y en las tarifas tipo: 1.1.; 2.1. y 6.1 del mercado regulado, y 295 instalaciones en B.T., que suponen el 91 % de los contratos correspondientes al grupo, con 198 contratos en tarifas mercado regulado tipo 3.0 de utilización normal y 4.0. de larga utilización, ambas con aplicación de complementos por energía reactiva y discriminación horaria, y 97 contratos en mercado liberalizado, con tarifa de acceso 3.0A.

La energía eléctrica se utiliza para alimentar los sistemas de iluminación, ventilación, refrigeración, neveras, congeladores, lavaplatos, hornos, cocinas, equipamiento del bar y pequeños equipos auxiliares (secadores de manos, equipos de oficina, molinillos, cafeteras, etc.).

Se supone que:

- 1) los servicios de lavandería y planchado se subcontratan al exterior,
- 2) que los fuegos de cocina y la plancha son de gas,
- 3) que los sistemas de agua caliente y de calefacción, deberán de utilizar caldera de gas o en su defecto de gasóleo, y
- 4) que todos los nuevos proyectos, deberán de contar con instalaciones de apoyo para el agua caliente sanitaria y calefacción, diseñadas con paneles solares térmicos.

El consumo total de energía eléctrica registrado en este grupo, en el año 2005 fue: 88.780 MWh en energía activa y 14.140 MVAr de reactiva. El consumo medio por local fue de 273.169 kWh en energía activa y 43.507 kVAr de reactiva.

equivalentes a una utilización de 1.560 h/año, con una potencia contratada media de 175 kW.

## 9.4. Criterios de diseño utilizados

Para efectuar los diferentes cálculos de los sistemas eléctricos de las diferentes instalaciones modelo, es necesario establecer unos criterios de diseño para el equipamiento energético básico. Para la realización del diseño, se utilizarán los datos de dimensiones, equipamiento y ocupación ya definidos en los apartados 9.3.1, 9.3.2 y 9.3.3 para cada tipo de instalación.

El lugar de implantación del local de restauración modelo, consideramos que está situado en un bajo de un edificio, con sus fachadas exteriores cerradas y aisladas (no consideraremos en los balances térmicos las cargas solares, infiltraciones y las debidas a los procesos).

### 9.4.1. En iluminación

El objetivo de diseño que se persigue, es proporcionar un ambiente luminoso apropiado para la adecuada visión en cada una de las diferentes zonas o ambientes de cada local. Los criterios de diseño básico, los equipamientos adecuados y los sistemas de ahorro energético, se definen y explican en el Capítulo 3 de esta Guía, dedicado al ahorro en Alumbrado.

#### Nivel de iluminación

Por motivos prácticos, vamos a referirnos únicamente a la iluminación vertical, el valor usual del nivel de iluminación recomendado es 200÷300 lx. En estas instalaciones, es importante, controlar el deslumbramiento, mediante el adecuado apantallamiento y mantener uniformidad de la iluminación.

Utilizaremos como ratio de cálculo para la potencia eléctrica prevista en iluminación  $P = 25 \text{ W/ m}^2$ .

### **Modelado**

Este factor sirve para orientarnos sobre la distribución espacial de la iluminación alrededor de un punto.

Los efectos direccionales de la luz, además de condicionar el deslumbramiento directo y reflejado, son decisivos para la definición de la forma y textura de las personas y objetos. Es importante en los expositores de pescado, carne, postres y de alimentos preparados.

Los mejores resultados se consiguen mediante diseños con disposiciones lineales.

### **Lámparas**

Se debe de considerar prioritariamente entre todas las posibles fuentes de luz aplicable a cada caso, las de mayor eficacia luminosa, con el objetivo primario de obtener una instalación energéticamente eficiente. Las más utilizadas son: las fluorescentes, fluorescentes de bajo consumo, incandescentes, o mixto incandescente y fluorescente.

### **Luminarias**

Se seleccionarán de modo que su distribución fotométrica y uniformidad sean adecuadas, para lograr el nivel de iluminación requerido. Se elegirán preferentemente luminarias de alto rendimiento. En el caso de lámparas fluorescentes, se utilizan luminarias con tubos múltiples, para reducir el número de puntos de luz, con reflectores incorporados y difusores de apantallamiento.

### **Sistemas de control**

La adecuación de los niveles de iluminación a las exigencias de la actividad que se desarrollan (preparación de alimentos, cocinado o comedor) o al grado de ocupación del local, se puede gestionar, mediante actuación sobre un sistema de regulación del flujo luminoso o a través del control de

encendido de un sistema de circuitos separados, para las distintas situaciones previstas. La regulación del flujo luminoso para compensar la aportación de luz natural que penetra por las ventanas acristalamientos y la flexibilidad del uso de los sistemas existentes, permitirá conseguir importantes ahorros en el consumo de energía eléctrica. En todos los casos el control es manual o por gestor, apoyado por células detectoras de presencia (especialmente en aseos y vestuarios), no utilizándose los interruptores horarios, debido a la polivalencia de este tipo de instalaciones.

#### 9.4.2. En los cálculos térmicos

Se utiliza la normativa UNE-100-001 para la determinación de las condiciones exteriores de temperatura y humedad, y la norma UNE-100-013 para la determinación de las condiciones interiores:

- En Madrid, las condiciones de diseño exteriores utilizadas son: en verano, la temperatura seca exterior de proyecto 36 °C con Hr = 41 % y la temperatura húmeda 26 °C.

Se van a efectuar los cálculos considerando para el verano una temperatura de confort de 26 °C y Hr = 50 %; para el invierno de 15 °C y 75 % Hr en el comedor, 23 °C y Hr = 80 %, en cocinas y aseos.

- Los grados/día en base 15/15, correspondientes a Madrid son 1.555 GD anuales, según UNE-100-001.
- Los cálculos de consumos se efectúan con base en:
  - Carga térmica (sin ventilación): oscilará entre 35 y 70 W/m<sup>2</sup>, en función de la orientación, superficie de paredes exteriores y ventanas. Tomaremos un valor de 49,7 W/m<sup>2</sup> ≈ 50 W/m<sup>2</sup>.
  - Carga biológica en comedor y bar = 185 W calor sensible/persona + 340 W/persona calor latente = 525 W/persona.

- Volumen aire de renovación por m<sup>3</sup> de cocina = Vcom. × (15 ÷ 30) renovaciones.
- Volumen aire renovación por m<sup>2</sup> de Comedor = 15 m<sup>3</sup>/h por persona.
- Potencia frigorífica por renovación de aire = 9,9 W/m<sup>3</sup>/h.
- Potencia esp. agua caliente = 1,087 W × °C/litro.

### 9.4.3. Calendario/horario de funcionamiento de las instalaciones

El horario de diseño previsto para el funcionamiento de las instalaciones es de 8 a 24 horas, 310 días/año.

En la Tabla 1, se define una programación de funcionamiento básico para el sistema de climatización, regulada por señales de temperatura y limitada por detectores de presencia.

**TABLA 1.** Estado/Modo de funcionamiento del sistema de Climatización.

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	24 h
Ener	P	P	P	P	P	P	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	P	
Febr	P	P	P	P	P	P	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	P	
Marz	P	P	P	P	P	P	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	P	
Abril	P	P	P	P	P	P	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	P	
May	P	P	P	P	P	F	F	F	F	R	R	R	R	R	R	F	F	F	F	V	V	P			
Juni	P	P	P	P	P	P	F	F	F	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	F	F	V	V	P	
Julio	P	P	P	P	P	P	F	F	F	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	F	F	V	V	P	
Agos	P	P	P	P	P	P	F	F	F	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	F	F	V	V	P	
Septi	P	P	P	P	P	P	V	V	F	F	R	R	R	R	R	R	F	F	F	V	V	P			
Octu	P	P	P	P	P	P	F	F	F	F	R	R	R	R	F	F	F	F	F	V	V	V	V	P	
Novi	P	P	P	P	P	P	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	P	
Dici	P	P	P	P	P	P	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	P	

P = Sistemas y Equipos parados.

V = Ventilación (máximo 2.945 h/año).

F = Free-cooling (máximo 1.085 h/año).

R = Refrigeración (máximo 930 h/año).

## 9.5. Cálculo de potencias eléctricas de las instalaciones modelo

### 9.5.1. Cargas eléctricas en el modelo de Pequeños Restaurantes

#### ● Iluminación

$$P_I = 100 \text{ m}^2 \times 25 \text{ W/m}^2 = 2.500 \text{ W}$$

#### ● Equipamiento Eléctrico Cocina (freidoras, hornos, lavavajillas, etc.)

$$P_{Coc} = 7.500 \text{ W}$$

#### ● Cámaras Frigoríficas y Congelador Restaurante

$$P_{CF} = 800 \text{ W}$$

#### ● Equip. minibar (fabric. hielo, enfri. botellas, cámara 1500 l, molin., cafet.)

$$P_{mB} = 2.800 \text{ W}$$

#### ● Equipamiento Limpieza y varios

$$P_L = 1.100 \text{ W}$$

#### ● Carga térmica Climatización

- Iluminación → 2.500 W
- Transmisión →  $(15 \text{ m}^2 + 45 \text{ m}^2) \times 50 \text{ W/m}^2 = 3.000 \text{ W}$
- Biológica (sensible y latente) → 18 personas × 525 W/persona = 9.450 W
- Equipamientos y máquinas (bar, etc.) → 2.800 W
- Renovación de aire

$$\begin{aligned} \text{Caudal renovación} &= 18 \text{ personas} \times 15 \text{ m}^3/\text{h} + 15 \text{ m}^2 \times 20 \text{ m}^3/\text{h} / \text{m}^2 \text{ cocina} \\ &= 570 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\text{Potencia necesaria renovación} = 570 \text{ m}^3/\text{h} \times 9,9 \text{ W/m}^2 = 5.643 \text{ W}$$

$$- \quad \text{Carga total Climatización} = 2.500 + 3.000 + 9.450 + 2.800 + 5.643 = 23.393 \text{ W}$$

Ahora en el catálogo de un fabricante se seleccionará una opción determinada, para esta potencia calculada y tamaño del local. Elegiremos una instalación con sistema unizona de simple conducto, con una máquina de 24 kW.

Si su COP frigorífico es 2,4, entonces

$$P_{\text{Clima}} = 24/2,4 = 10 \text{ kW}$$

#### ● **Potencia Eléctrica total instalada**

$P_{\text{EI}} = P_I + P_{\text{Coc}} + P_{\text{CF}} + P_{\text{mB}} + P_L + P_{\text{Clima}} = 2,5 + 7,5 + 0,8 + 2,8 + 1,1 + 10 = 24,7 \text{ kW}$ ;  
Coeficiente de Utilización = 0,6; luego la **Potencia Eléctrica a contratar** (sin sistema Gestiónador) será:  $P_{\text{EC}} = 24,7 \text{ kW} \times 0,6 = 14,82 \text{ kW} \approx 15 \text{ kW}$ .

### 9.5.2. Cargas eléctricas en modelo Restaurantes Medianos

#### ● **Iluminación**

$$P_I = 200 \text{ m}^2 \times 25 \text{ W/m}^2 = 5.000 \text{ W}$$

#### ● **Equipamiento Eléct. Cocina (Encimeras, hornos, freidoras, lavavajillas, etc.)**

$$P_{\text{Coc}} = 32.500 \text{ W}$$

#### ● **Cámaras Frigoríficas y Congelador Restaurante**

$$P_{\text{CF}} = 1.400 \text{ W}$$

#### ● **Equipamiento Bar**

$$P_B = 5.500 \text{ W}$$

#### ● **Equipamiento Limpieza y varios**

$$P_L = 2.400 \text{ W}$$

#### ● **Carga térmica Climatización**

- Iluminación → 5.000 W
- Transmisión →  $(90 \text{ m}^2 + 30 \text{ m}^2 + 40 \text{ m}^2) \times 50 \text{ W/m}^2 = 8.000 \text{ W}$

- Biológica (sensible y latente) →  $(8 + 48) p \times 525 \text{ W/p} = 29.400 \text{ W}$
- Equipamientos y máquinas (bar, etc.) →  $5.500 \text{ W}$
- Renovación de aire  
Caudal renovación máx. =  $56 p \times 15 \text{ m}^3/\text{h} + 30 \text{ m}^2 \times 25 \text{ m}^3/\text{h/m}^2 \text{ coc.} = 1.590 \text{ m}^3/\text{h}$   
Potencia necesaria renovación =  $1.590 \text{ m}^3/\text{h} \times 9,9 \text{ W/m}^2 = 15.741 \text{ W}$

En este tamaño de unidad, para ahorrar energía se coloca de proyecto un sistema recuperador de calor para el caudal de renovación de  $1.590 \text{ m}^3/\text{h}$ ; por catálogo de fabricante se ve que la potencia recuperada es del 40 %. Luego la potencia frigorífica necesaria para el aire de renovación, con recuperador de calor es  $15.741 \times 0,6 = 9.445 \text{ W}$ . Se incrementarán las pérdidas de carga.

#### - **Carga total Climatización**

$$5.000 + 8.000 + 29.400 + 5.500 + 9.445 = 57.345 \text{ W.}$$

Ahora en catálogo de un fabricante seleccionaremos una opción determinada; para esta potencia calculada y tamaño del local, elegiremos una instalación con sistema unizona de simple conducto, con una máquina de  $60 \text{ kW}$  de potencia frigorífica.

Si el COP frigorífico es 2,4, entonces:  $P_{\text{Clima}} = 60/2,4 = 25 \text{ kW}$

#### ● **Potencia Eléctrica total instalada**

$$P_{\text{EI}} = P_I + P_{\text{Coc}} + P_{\text{CF}} + P_B + P_L + P_{\text{Clima}} = 5 + 32,5 + 1,4 + 5,5 + 2,4 + 25 = 71,8 \text{ kW}$$

Coeficiente de utilización = 0,7; luego la **Potencia Eléctrica a contratar** (sin sistema Gestiónador) será:  $P_{\text{EC}} = 71,8 \times 0,7 = 50,26 \text{ kW} \approx \mathbf{52 \text{ kW}}$ .

### 9.5.3. Cargas eléctricas en modelo Restaurantes Grandes

#### ● **Iluminación**

$$P_I = 500 \text{ m}^2 \times 25 \text{ W/m}^2 = 12.500 \text{ W}$$

● **Equipamiento Eléct. Cocina (Encimeras, hornos, freidoras, lavavajillas, etc.)**

$$P_{Coc} = 110.000 \text{ W}$$

● **Cámaras Frigoríficas y Congelador Restaurante**

$$P_{CF} = 2.400 \text{ W}$$

● **Equipamiento Bar**

$$P_B = 6.800 \text{ W}$$

● **Equipamiento auxiliar, limpieza y varios**

$$P_L = 4.000 \text{ W}$$

● **Carga térmica Climatización**

- Iluminación → 12.500 W
- Transmisión →  $(250 \text{ m}^2 + 75 \text{ m}^2 + 50 \text{ m}^2) \times 50 \text{ W/m}^2 = 18.750 \text{ W}$
- Biológica (sensible y latente) →  $(12 + 140) \text{ p} \times 525 \text{ W/p} = 79.800 \text{ W}$
- Equipamientos y máquinas (bar, etc.) → 6.800 W
- Renovación de aire  
Caudal renovación máx. =  $152 \text{ p} \times 15 \text{ m}^3/\text{h} + 75 \text{ m}^2 \times 25 \text{ m}^3/\text{h/m}^2 \text{ coc.} = 4.155 \text{ m}^3/\text{h}$   
Potencia necesaria renovación =  $4.155 \text{ m}^3/\text{h} \times 9,9 \text{ W/m}^2 = 41.135 \text{ W}$

En este tamaño de unidad, para ahorrar energía se coloca de proyecto un sistema recuperador de calor para el caudal de renovación de  $41.135 \text{ m}^3/\text{h}$ ; por catálogo de fabricante se ve que la potencia recuperada es del 40 %. Luego la potencia frigorífica necesaria para el aire de renovación, con recuperador de calor es  $41.135 \times 0,6 = 24.680 \text{ W}$ .

- **Carga total Climatización**

$$12.500 + 18.750 + 79.800 + 6.800 + 24.680 = 142.530 \text{ W.}$$

Ahora en catálogo de un fabricante seleccionaremos una opción determinada; para esta potencia calculada y tamaño del local, elegiremos

una instalación con sistema multizona con compuertas selectoras y volumen de aire variable, con una máquina de 145 kW de potencia frigorífica.

Si el COP frigorífico es 2,3, entonces:  $P_{\text{Clima}} = 145/2,3 = 63,04 \text{ kW} \rightarrow 65 \text{ kW}$

#### ● **Potencia Eléctrica total instalada**

$$P_{\text{EI}} = P_I + P_{\text{Coc}} + P_{\text{CF}} + P_B + P_L + P_{\text{Clima}} = 12,5 + 110 + 2,4 + 6,8 + 4 + 65 = 200,7 \text{ kW}$$

Coeficiente de utilización = 0,75; luego la **Potencia Eléctrica a contratar** (sin sistema Gestiónador) será:  $P_{\text{EC}} = 200,7 \times 0,75 = 150,5 \text{ kW} \approx 150 \text{ kW}$ .

## 9.6. Sistema de gestión energética

Las diferentes opciones existentes en el mercado de sistemas de Gestión Energética, aplicables al sector Restauración, se han diseñado para ordenar, planificar, regular y controlar el modo de operación de los distintos sistemas, procesos y equipos, con el objeto de conseguir aumentar su eficiencia, lograr una utilización más racional de la energía consumida y disminuir su coste energético. Todo ello, mediante la gestión planificada y optimizada del uso de equipos, procesos y sistemas, así como una programación personalizada a cada instalación, que consiga una adaptación idónea y racionalizada del modo de trabajo del usuario y de su curva de carga, a la tarifa eléctrica contratada. De este modo, podremos reducir las puntas de potencia, permitiéndonos contratar un término de potencia más bajo, minimizando los costes de los consumos finales de energía eléctrica, mejorando la rentabilidad de sus instalaciones y reduciendo su impacto ambiental.

Los sistemas de Gestión Energética están especialmente diseñados para gobernar sistemas periféricos auxiliares, gestionar los sistemas de regulación y de ahorro implantados (reguladores de flujo luminoso, balastos electrónicos, control de aire acondicionado y calefacción, reguladores de factor de potencia, etc.), que nos permiten optimizar el funcionamiento y consumo de los diferentes equipos de las instalaciones del usuario, manteniendo el mismo nivel de servicio.

## 9.6.1. Diseño del sistema de gestión energética (GEN)

Para diseñar correctamente un sistema de gestión energética de una instalación, es necesario efectuar un estudio previo, para conocer el lugar de implantación, el tipo y tamaño de instalaciones, estudiar sus procesos, equipamientos adoptados, el modo de operación, consumos realizados, tarifas contratadas, facturas energéticas, sistemas de regulación y/o ahorros ya existentes, etc.

Tras recoger y analizar todos estos datos y valorar la viabilidad de introducir un sistema de gestión, será preciso, definir y elegir:

- a) Tipo de control a diseñar: centralizado o distribuido.
- b) Nivel jerárquico de actuación: Planta, Sistema, Proceso o Control Directo del subproceso (ej. regulación de la temperatura del agua caliente).
- c) Por su función e interacción con el proceso: toma de datos, vigilancia del valor de un parámetro, mando o regulación.

El número de funciones e interacciones con el proceso/sistema, determinará la comunicación y relación con el proceso, que a través del número de señales entradas, nos permitirá conocer el estado del proceso y con las señales de salida podremos actuar sobre él o sobre otros. El número y tipo de actuaciones, nos permitirá conocer las entradas y salidas necesarias, dimensionar el tamaño del control, sus componentes y características del hardware especializado a utilizar y definir los sistemas de conexión, periféricos y resto de accesorios necesarios.

Seguidamente, como parte principal del diseño, se debe realizar un proyecto personalizado a cada instalación de la programación del sistema. El sistema de mando y regulación, se apoya en un controlador lógico programable (PLC), constituido fundamentalmente por una unidad de procesos central, una unidad de memorias, bus de conexiones, tarjetas de entrada y salida, consola de programación y fuente de alimentación. La definición de la estrategia de control y gestión de una instalación en particular, se realiza mediante la creación de un

fichero de unidades de control; este fichero es un almacén de registros, que contiene la información relativa a su unidad. Cada unidad de control programable cumplirá una misión determinada, específica y diferenciada, pudiéndose interconectar con otras, para formar lazos de control o de información globales.

Entradas señales interconexión →	Nº Unidad de control	→ salidas a otras unidades
Entrada de medidas de sensores →	Tipo de unidad seleccionado	→ salidas a actuadores

El software de gestión energética necesario para ejecutar las funciones de planificación, racionalización, control y regulación de los distintos procesos de la instalación, obligatoriamente debe ajustarse a la instalación estudiada y al sistema tarifario vigente, teniendo en cuenta especialmente los condicionantes y particularidades de las tarifas de energía eléctrica.

Debemos recordar, que en el Sistema Integrado de Facturación de Energía Eléctricas Español (SIFE), las tarifas son de estructura binomial y están compuestas por un término de facturación de potencia, un término de facturación de energía, el impuesto sobre la electricidad y, además, en función de la tarifa contratada, se aplicarán los complementos tarifarios. En función de las características del equipamiento del usuario y las condiciones/modo de operación, se procederá a efectuar recargos o descuentos como consecuencia de la discriminación horaria, del factor de potencia, estacionalidad y/o de los incumplimientos cometidos (excesos de potencia).

Una vez que se han definido los objetivos de gestión de cada proyecto particularizado de una instalación determinada, y cuando sepamos cuáles son las variables que podemos medir y aquellas que son susceptibles de manipular, podemos diseñar la estructura de regulación y definir cuáles serán los lazos de regulación que deberemos utilizar.

En función del proceso, de la variable controlada, del tipo de señal de consigna, de la señal de error y de las posibles perturbaciones que actúan sobre el

proceso, hay que establecer el tipo más conveniente de lazo de control, que normalmente suelen ser control de cascada, control selectivo, control de realimentación o control override.

## 9.7. Metodología de trabajo

- Selección del restaurante por tamaño y tipo de instalación.
- Realización de una asesoría energética eléctrica.
- Propuesta de recomendación de mejoras aplicables.
- Sistema de gestión de instalaciones y ahorros previsto.
- Implantación de medidas de mejora propuestas.
- Medidas de resultados de ahorros obtenidos.
- Determinación de la reducción del impacto medioambiental.

## 9.8. Características generales de un sistema de gestión

- Sencillez de uso, facilitada por un programa informático adaptado a cada usuario, que permite la gestión coordinada y conjunta de las diversas tecnologías de regulación y control.
- Flexible, permitiendo al usuario modificar los parámetros en función de las necesidades que surjan en el tiempo.
- Modular, de forma que si se desea modifica o incorpora una nueva aplicación que permite reestructurar el sistema.
- Posibilita la interconexión de los equipos y sistemas que realizan las diferentes funciones de los procesos a gestionar.
- Visualiza el estado de los consumidores en tiempo real ( $I$ ,  $V$ ,  $P$ ,  $Q$ , etc.), ofreciendo información clara, sencilla y sistematizada.
- Facilidad y rapidez de instalación (75 días, llave en mano).

## 9.9. Elementos que constituyen el sistema de gestión

Un sistema de gestión energética de instalaciones consta de los elementos siguientes:

- Unidad de control y gestión de datos.
- Red de conexión de componentes actuados.
- Receptores, transmisores y captadores.



Foto 1. Sistema de gestión.

- Accionadores/actuadores.
- Periféricos de comunicación.
- Ordenador visualizador.
- Software de gestión personalizado a cada instalación.
- Control de los sistemas de ahorro implantados.

## 9.10. Ahorros energéticos posibles por tipo de instalación

Vamos a analizar las recomendaciones de ahorro y eficiencia viables y cuantificar el resultado de las posibles acciones en cada tipo de instalación.

(Las tarifas eléctricas empleadas en este estudio, son las oficiales de acuerdo a la Orden de 12 de enero de 1995 y los precios utilizados según B.O.E. 31-12-04).

### 9.10.1. Pequeños restaurantes

En función del modo de trabajo, del calendario de funcionamiento, del horario y del equipamiento instalado, en este tipo de instalaciones, podremos colocar un equipo Gestionador de Energía (GEN), con una central de gestión, de modelo de pequeño tamaño, que incorpore 6 entradas y 6 salidas. Su función será realizar una mejora de la eficiencia de las instalaciones, control de puntas de carga y ahorro energético.

Recordamos que la totalidad de las instalaciones de este grupo, están contratadas en la tarifas de baja tensión 2.0, 2.0A y 2.0N, con términos de potencia  $\leq 15 \text{ kW}$ , y que para el Modelo de Pequeños Restaurantes elegido, se ha calculado que su Potencia Eléctrica Instalada es  $P_{EI} = 24,7 \text{ kW}$  y que su Potencia Eléctrica de contrato es  $P_{EC} = 15 \text{ kW}$ .

Si aplicamos el número medio resultante para este Grupo de horas de utilización, su consumo previsto será  $15 \times 2.250 = 33.750 \text{ kWh/año}$ .

Suponiendo que para el modelo elegido de Pequeño Restaurante, durante el año 2005, se ha contratado en el mercado regulado, la tarifa de baja tensión (3x 400 V), **tipo 2.0**, entonces de acuerdo con las Tarifas Eléctricas, durante el año 2005, le corresponden en función del contrato realizando los siguientes valores:

- Término de potencia →  $t_p = 1,461129 \text{ €/kW mes}$ .
- Término de energía →  $t_E = 0,083007 \text{ €/kW}$ .
- Un impuesto sobre la electricidad de  $4,864 \% / \Sigma (Pc + EW) \times 1,05113$ , y
- El 16 % de IVA, aplicado al total bruto.

Con estos datos su facturación anual será :

- **Pot. contratada** →  $P_{EC} = 15 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,461129 \text{ €/kW mes} = 263,00 \text{ €}$
- Energía cons. →  $E_w = W_a \times t_E = 33.750 \text{ kWh/año} \times 0,083007 \text{ €/kW} = 2.801,48 \text{ €}$

- Impuesto electricidad  $I_E = (263 + 2.801,48) \times 4.864/100 \times 1.05113 = 156,67 \text{ €}$
- **Total factura sin gestor =  $\Sigma (P_c + E_w + I_E) = 263 + 2.801,48 + 156,67 = 3.221,15 \text{ €/año (sin IVA)}$**

Para este modelo el objetivo del Sistema de Gestión Energético será:

- A) *Minimizar el valor de la potencia de contrato eléctrico necesaria y evitar puntas de cargas que produzcan excesos de potencia; para ello, mediante una programación personalizada a cada instalación, se efectuará una planificación controlada de la puesta en marcha de los equipos eléctricos y la utilización secuencial de los diferentes sistemas del conjunto de las instalaciones, y conseguiremos racionalizar y optimizar, para cada modo de operación, los valores máximos necesarios de las puntas de potencia registradas en los distintos procesos que actúan en el restaurante. Se estima, que con la aplicación del gestor energético al control y racionalización de las secuencias de entrada de cargas, y con la mejora de eficiencia de los sistemas, se pueda conseguir trabajar en margen de regulación del 25 % de la potencia total, y conseguir una reducción del valor de la potencia contratada del orden del 11 %. De los estudios estadísticos realizados para este segmento, la facturación del término de potencia, representa un 9 % sobre el total de la factura, luego el ahorro previsto por esta acción puede alcanzar el 1 % de la factura final y, además, su correcto funcionamiento, especialmente, nos asegurará de no tener aperturas del pequeño interruptor automático limitador de sobrecargas (PIAS), que dejará la instalación sin alimentación hasta su reposición.*
- B) *Ahorrar energía y alargar la vida de las lámparas, mediante la gestión y optimización del sistema de alumbrado, regulando el nivel de flujo luminoso en cada zona y controlando los períodos de encendido en función del horario de funcionamiento y de la detección de presencia. De acuerdo con el modelo considerado se dispone de una potencia instalada en alumbrado de 2,5 kW, lo cual representa el 10,12 % de la potencia total instalada; ahora bien, su repercusión sobre el consumo es mayor, ya que su tiempo de funcionamiento relativo es más elevado (máximo 310 d × 16 h/d = 4.960*

h/año), por lo que su contribución al consumo total es del orden del 22,5 %. Se estima que, con la aplicación del gestionador energético y la optimización del sistema de iluminación (de acuerdo a las medidas indicadas en el capítulo 3 de esta Guía), se puedan conseguir reducciones del consumo en alumbrado del orden del 20 %, lo cual representa un 4,45 % sobre el consumo total.

- C) Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de climatización, obtenido principalmente: a) operando en modo ventilación y b) cuando la unidad trabaje en modo free-cooling. Se deberán programar los sistemas de gestión y regulación de acuerdo con el modelo de sistema unizona de simple conducto, de 24 kW de potencia frigorífica y con el calendario de funcionamiento indicado en la Tabla 1. Además, se dispondrá de un lazo de regulación cerrado de caudal, para funcionamiento del sistema en modo ventilación y de un lazo de regulación abierto de temperatura y Hr, normalmente con controlador proporcional e integral (PI), detectores de presencia, del grado de ocupación, de la temperatura y humedad exteriores y de las condiciones de confort, para control del sistema de refrigeración en los modos free-cooling y aire acondicionado.

La operativa a seguir será:

- a) En el modo ventilación, el equipo se programará para que trabaje solamente como un sistema de ventilación por suministro y extracción, de forma que de todos los componentes de la unidad, únicamente estarán en servicio: el equipo ventilador de impulsión de aire (1,4 CV ≈ 1 kW), su compuerta de impulsión y su actuador, el filtro de aire de suministro, la batería de calefacción del aire controlada por el gestionador (en otoño-invierno) y el ventilador de extracción (1 kW), con su compuerta y actuador. Sus períodos de funcionamiento están fijados de acuerdo con el horario de la Tabla 1 (máximo de 2.945 h/año), y además su operación estará limitada por la condición de presencia, para lo cual incorporará un detector con sonda de entrada, que proporcionará señal al gestionador.

b) En modo *free-cooling* (FC), conseguiremos obtener un gran ahorro energético, ya que podremos realizar un enfriamiento gratuito del local, aprovechando la entalpía del aire de la calle (**i** Aire exterior). Para ello, es necesario, programar el sistema gestionador, de forma, que en primavera o verano, cuando existan condiciones y orden de funcionamiento de la unidad climatizadora y la sonda de temperatura exterior, da señal de que la temperatura exterior es menor que la temperatura de confort (26 °C y Hr = 50 %), el gestionador detecta condiciones de FC, dando órdenes de parada al compresor del A.C. (en la unidad exterior o en la climatizadora) y de funcionamiento a los ventiladores de extracción y de climatización. Los actuadores de las compuertas motorizadas de FC, recibirán orden de cambio, cerrando totalmente la compuerta de retorno y abriendo al 100 % las compuertas de extracción y de renovación de aire. De esta forma el aire exterior, entrará en el local, con el caudal de diseño y saldrá extraído con el mismo valor. Su programación de funcionamiento, ver Tabla 1, indica una previsión máximo de 1.085 h/año, supeditada a los detectores de presencia y al grado de ocupación del local.

El sistema de climatización representa el 40 % de la potencia instalada en el modelo, siendo su repercusión sobre el consumo del 30 %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones del consumo en climatización, del orden del 25 %, lo cual representa un 7,5 % del consumo total.

D) *Resultados y Viabilidad de la implantación del sistema gestionador.* De acuerdo con los cálculos y suposiciones realizadas para el modelo, las previsiones de ahorro total para los pequeños restaurantes son:

a) *Reducir la potencia del contrato eléctrico un 11 % → 11/100 × 15 = 1,6 kW.*  
Luego, bajaremos la potencia contratada a 13,4 kW, consiguiendo un ahorro económico en la potencia contratada de 1,6 kW × 12 mes × 1,461129 €/kW mes = 28,05 €/año; aplicándole el Impuesto eléctrico **I<sub>E</sub>** = 28,05 × 4,864/100 × 1,05113 = 1,43 €/año; luego el Ahorro resultante por reducción de la potencia contratada será de: 28,05 + 1,43 = 29,48 €/año.

- b) Reducir el consumo total de energía eléctrica en un  $4,5 + 7,5 = 12\% \rightarrow$   
 $12/100 \times 33.750 = 3.360,94 \text{ kWh}$ . Luego, bajaremos el consumo del restaurante a  $33.750 - 3.361 = 30.389 \text{ kWh/año}$ , consiguiendo un ahorro económico en término de energía =  $3.361 \times 0,083007 \text{ €/kW} = 278,91 \text{ €/año}$ ; aplicándole el Ie  $278,91 \times 4,864/100 \times 1.05113 = 14,25 \text{ €/año}$ ; luego el Ahorro total en energía será =  $278,91 + 14,25 = 293,16 \text{ €/año}$ .

Con estos datos su nueva facturación eléctrica anual será:

- **Pot. Contratada  $P_c = 13,4 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,461129 \text{ €/kW mes} = 234,92 \text{ €/año}$**
- **$E_w = W_a \times t_E = 30.389 \text{ kWh/año} \times 0,083007 \text{ €/kW} = 2.522,50 \text{ €/año}$**
- Impuesto electricidad  $I_E = (234,92 + 2.522,50) \times 4,864/100 \times 1.05113 = 140,98 \text{ €/año}$
- **Total factura con gestor =  $\Sigma (P_c + E_w + I_E) = 234,92 + 2.552,50 + 140,98 = 2.894,40 \text{ €/año (sin IVA)}$** .

Luego el ahorro total conseguido será de  $3.221,15 - 2.894,40 = \textbf{Ahorro total con gestor} = 322,75 \text{ €/año (sin IVA)}$ , lo que supone un **11,13 %**.

Ahora bien, la instalación de un sistema gestor requiere efectuar una inversión, realizar una auditoría previa, obtener un listado de recomendaciones con posibles cambios, realizar el proyecto y ejecutar el cambio, que dará lugar a la instalación del equipamiento de gestión, programación, instalación, cableado, puesta en marcha y pruebas. Para el caso del modelo estudiado para los pequeños restaurantes, podemos estimar que se precisa de una inversión total de 2.700 € (IVA no incluido).

#### E) Conclusión para pequeños restaurantes

- Resumen técnico-económico de la operación:

Optimización Prevista	Ahorro anual	Inversión
11,13 %	322,75 € (IVA no incluido)	2.700 € (IVA no incluido)

Luego el Tiempo estimado de amortización será de 100 meses (8,3 años).

- **En instalaciones de los pequeños restaurantes existentes, el proyecto no es viable, desde el punto de vista de rentabilidad** (se rechazan inversiones con periodos de retorno superiores a 5 años), aunque es importante resaltar que la introducción de un sistema gestionador es atractiva respecto a los ahorros conseguidos, y además mejora y facilita notablemente la operación y control de las instalaciones.
- Ahora bien, **en nuevas instalaciones o en proyectos de remodelación, será muy importante tener en cuenta estas medidas de ahorro energético, mejora de la eficiencia y ahorro económico.**

### 9.10.2. Restaurantes medianos

Para este tipo y tamaño de instalaciones, podremos colocar un equipo Gestor de Energía (GEN), con una central de gestión tamaño mediano, dotada con 12 entradas y 12 salidas. Su función será realizar una mejora de la eficiencia de las instalaciones, control de puntas de carga, control del factor de potencia y ahorro energético.

Actuará únicamente los sistemas eléctricos de: iluminación, equipamiento de cocina y climatización (ventilación y refrigeración), y controlará el factor de potencia de la instalación y, si se desea, se puede gestionar la curva de carga en función de la discriminación horaria (DH) contratada. El sistema estará capacitado para interconectarse y gestionar o recibir información para control de los distintos sistemas de regulación empleados, en los restantes sistemas energéticos: calefacción, agua caliente y consumo de agua.

Recordamos que todas las instalaciones de este grupo, están contratadas con tarifas de baja tensión ( $3 \times 400\text{ V}$ ), 3.0 y 3.0A N, y que sus términos de potencia, deberán ser  $15\text{ kW} < t_p \leq 50\text{ kW}$ , y que el restaurante modelo tiene de potencia instalada 71,8 kW y una potencia de contrato de 52 kW. Si aplicamos el número

medio de horas de utilización resultante para este segmento, su consumo previsto será  $52 \text{ kW} \times 1.317 \text{ h/año} = 68.484 \text{ kWh/año}$ .

Suponiendo que se contrata la tarifa de baja tensión ( $3 \times 400 \text{ V}$ ), de aplicación General 3.0, con DH tipo 1, le corresponderá durante el año 2005, un término de potencia  $t_P = 1.430269 \text{ €/kW}$ , un término de energía  $t_E = 0,083728 \text{ €/kW}$ , un complemento de energía reactiva  $c Wr$  en %, función del factor de corrección  $kr = 17/\cos^2\phi - 21$ , de acuerdo con el  $\cos\phi$  de la instalación, un complemento por discriminación horaria ( $c DH$ ), el impuesto sobre la electricidad de  $I_E$  y el 16 % de IVA sobre la facturación bruta.

Con estos datos su facturación anual será:

- **Pot. contratada** =  $52 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1.430269 \text{ €/kW mes} = 892,48 \text{ €/año}$
- $E_w = W_d \times t_E = 68.484 \text{ kWh/año} \times 0,083728 \text{ €/kW} = 5.734,022 \text{ €/año}$
- $c Eq = \text{Fact. Básica} \times kr \rightarrow \text{para } \cos\phi = 0,85 \rightarrow kr = 17/0,72 - 21 \approx + 2,5 \%$ ; luego  $c Eq = (892,48 + 5734,02) \times 2,5/100 = 165,66 \text{ €/año}$
- $c DH_{\text{tipo 1}} \rightarrow \text{ubicado en Zona 3 (Madrid), para clientes con } P_c \leq 50 \text{ kW, siendo } c DH = Tej \sum E_i \times Ci / 100$ , donde  $E_i = \text{Energía consumida total} = W_{tc} = 68.484 \text{ kWh/año}$ , el coeficiente  $Ci = 20$ ; y  $T_{3,0} = 0,083728 \text{ €/kW}$ ; luego  $c DH_{\text{tipo1}} = 0,083728 \times 68.484 \times 20/100 = 1.146,80 \text{ €/año}$
- El Impuesto Eléctrico  $I_E = 4,864 \% s/ \sum (P_c + E_w + c Eq + c DH) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (892,48 + 5.734,02 + 165,66 + 1.146,80) \times 1,05113 = 405,89 \text{ €/año}$
- **Total Factura sin gestor** =  $\sum (P_c + E_w + c Eq + c DH_{\text{tipo 1}} + I_E) = 892,48 + 5.734,02 + 165,66 + 1.146,80 + 405,89 = \mathbf{8.344,50 \text{ €/año (sin IVA)}}$

Para este modelo mediano, el objetivo del sistema de gestión energético será:

- A) Minimizar el valor de la potencia de contrato eléctrico necesaria y evitar puntas de cargas que produzcan excesos de potencia; para ello, se hará una programación personalizada a cada instalación, se efectuará una planificación controlada del arranque de los equipos eléctricos y la utilización secuencial de los diferentes sistemas del conjunto de las instalaciones,

consiguiendo racionalizar y optimizar, para cada modo de operación, los valores máximos necesarios de las puntas de potencia registradas en los distintos procesos que actúan en el restaurante. Se estima, que con la aplicación del gestionador energético al control y racionalización de las secuencias de entrada de cargas, y con la mejora de eficiencia de los sistemas, se pueda conseguir trabajar en margen de regulación del 30 % de la potencia total, y conseguir una reducción del valor de la potencia contratada del orden del 9,5 %. En el estudio realizado para el modelo de este segmento, la facturación del término de potencia, representa un 11,23 % sobre el total de la factura, luego el ahorro previsto por esta acción puede alcanzar el 1 % de la factura final y, además, su correcto funcionamiento, nos permitirá no tener excesos de potencia.

- B) Ahorrar energía y alargar la vida de las lámparas, mediante la gestión y optimización del sistema de alumbrado, regulando el nivel de flujo luminoso en cada zona y controlando los períodos de encendido en función del horario de funcionamiento y de la detección de presencia. De acuerdo con el modelo considerado se dispone de una potencia instalada en alumbrado de 5 kW, lo cual representa el 7 % del total instalado. Ahora bien, recordemos que para este grupo, el coeficiente de utilización simultánea utilizado es de 0,7 y que el nº de horas de utilización es 1.317 h; su repercusión sobre el consumo es mayor, ya que su tiempo de funcionamiento relativo es más elevado (máximo  $310\text{ d} \times 16\text{ h/d} = 4.960\text{ h/año}$ ), por lo que su contribución al consumo total es del orden del 18,5 %. Se estima, que con la aplicación del gestionador energético y la optimización del sistema de iluminación (ver capítulo 3 de esta Guía), se pueden conseguir reducciones del consumo en alumbrado del orden del 16 %, lo cual representa un 3 % sobre el consumo total.
- C) Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de hornos, encimeras, freidoras, etc.

Los sistemas de control de hornos, están normalmente dotados de un regulador de lazo cerrado, donde la variable controlada (temperatura

interior) está siendo continuamente registrada y comparada con la temperatura de consigna (variable manualmente por el usuario del horno); la señal resultante, se empleará para modificar la variable controlada, hasta que se consiga igualar con el valor de consigna. El sistema debe de limitarse para conseguir ahorros energéticos, mediante un sistema de control de tiempos y temperatura, que se adapte al programa de control, que coloque el equipo en posición de funcionamiento, espera caliente, precalentamiento o proceda a su desconexión.

El gestionador energético, se puede programar para llevar este control /regulación o para realizar funciones de lectura, medida e informativas en el caso de que el control sea local/autónomo.

Estos equipamientos representan el 35,5 % de la potencia instalada en el modelo, su repercusión sobre el consumo es del 30 %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones de su consumo, del orden del 10 %, lo cual representa un 3 % del consumo total.

- D) Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de climatización, obtenido principalmente: a) operando en modo ventilación y b) cuando la unidad trabaje en modo free-cooling. En los cálculos del modelo hemos supuesto incorporado a la unidad de climatización, un recuperador de calor para el Aire de Renovación, lo cual ya nos ha permitido ahorrar un 40 % de la potencia frigorífica necesaria para enfriar este aire.

Se deberán programar el sistema de gestión y regulación de acuerdo con el modelo sistema unizona de simple conducto, de 60 kW de potencia frigorífica, y con el calendario de funcionamiento indicado en la Tabla 1. Además, se dispondrá de un lazo de regulación cerrado de caudal, para cuando el sistema funcione en modo ventilación y de un lazo de regulación abierto de temperatura y Hr, normalmente con controlador proporcional e integral (PI), detectores de presencia, de grado de ocupación, de

temperatura y humedad exteriores y de las condiciones de confort, para control del sistema de refrigeración en los modos *free-cooling* y aire acondicionado.

La operativa a seguir será:

- a) En el modo ventilación, se programará para que trabaje solamente como un sistema de ventilación por suministro y extracción, de forma que de todos los componentes de la unidad, únicamente estarán en servicio: el equipo ventilador de impulsión de aire (2,8 CV  $\approx$  2 kW), su compuerta de impulsión y su actuador, el filtro de aire de suministro, la batería de calefacción del aire (en otoño-invierno-primavera) y el ventilador de extracción (2 kW), con su compuerta y actuador. Sus periodos de funcionamiento están fijados de acuerdo con el horario de la Tabla 1 (máximo de 2.945 h/año), y además su operación estará limitada por la condición de presencia, para lo cual incorporará un detector con sonda de temperatura de entrada, que proporcionará señal al gestionador.
- b) En modo *free-cooling* (FC), conseguiremos obtener un gran ahorro energético, ya que podremos realizar un enfriamiento gratuito del local, aprovechando la entalpía del aire de la calle ( $i_{\text{Aire ext.}}$ ). Para ello, es necesario, programar el sistema, de forma, que en primavera, verano u otoño, cuando existan condiciones y orden de funcionamiento de la unidad climatizadora y la sonda de temperatura exterior, da señal de que la temperatura exterior es menor que la temperatura de confort (26 °C y Hr 35÷50 %). El gestionador detecta condiciones de FC, dando órdenes de parada al compresor del A.C. (en la unidad exterior o en la climatizadora) y de funcionamiento a los ventiladores de extracción y de climatización. Los actuadores de las compuertas motorizadas de FC, recibirán orden de cambio cerrando totalmente la compuerta de retorno y abriendo al 100 % las compuertas de extracción y de renovación de aire. De esta forma el aire exterior, entrará en el local, con el caudal de diseño y saldrá

extraído con el mismo valor. Su programación de funcionamiento, Tabla 1, indica una previsión máximo de 1.085 h/año, supeditada a los detectores de presencia.

El sistema de climatización representa el 34,8 % de la potencia instalada en el modelo, siendo su repercusión estimada sobre el consumo del 25 %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones del consumo en climatización, del orden del 16 %, lo cual representa un 4 % del consumo total.

#### E) Control y mejora del factor de potencia

Para minimizar la factura eléctrica, es importante medir, registrar y controlar el valor del factor de potencia. En el caso del modelo, estudiado el factor de potencia de la instalación es  $\cos \eta = W_a / (W_a^2 + W_r^2)^{1/2} = 0,85$ , siendo  $W_a$  la cantidad registrada por el contador de energía activa, expresada en kWh y  $W_r$  la cantidad registrada por el contador de energía reactiva, expresada en kVAh, valor que como hemos calculado representa un factor  $k_r \approx 2,5$ , que implica un recargo en la factura eléctrica del 2,5 %, a aplicar sobre la facturación básica (energía + término de potencia).

En el caso del modelo estudiado, el complemento de energía reactiva será  $c_{EQ} = (892,48 + 5.734,02) \times 2,5/100 = 165,66 \text{ €/año}$ , siendo su correspondiente impuesto eléctrico  $I_E = 165,66 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 8,46 \text{ €}$ , luego el recargo total por factor de potencia será  $= 165,66 + 8,46 = 174,12 \text{ €}$ . Ahora bien, para corregir este bajo valor del  $\cos \eta$ , es necesario colocar una batería de condensadores (normalmente con control automático), que compense en cada momento la energía reactiva del sistema, pudiendo dimensionarla para que se mejore el valor del  $\cos \eta$ , hasta alcanzar la zona de bonificación en la tarifa.

En el caso del modelo  $\cos \eta = 0,85$  y  $W_a = 68.484 \text{ kWh/año}$ , luego  $\sin \eta = 0,52$  y  $W_s = W_a / \cos \eta = 68.484 / 0,85 = 80.569,45 \text{ kVAh}$ , luego  $W_r = W_s \times \sin \eta = 80.569,4 \times 0,52 = 41.896 \text{ kVAh/año}$ .

Esta energía reactiva, se consume a lo largo de las h/año de funcionamiento en servicio de la instalación (pero con la actuación de los detectores de presencia/ocupación las horas reales de servicio se minimizan). Especialmente aparecerán altas cargas reactivas durante los periodos de funcionamiento del alumbrado, motores ventiladores y de la unidad climatizadora operando en modo Aire Acondicionado. Se va a dimensionar la potencia reactiva (Q) de la batería de condensadores, en función de este periodo; luego  $Q = 41.896 / 1.317 = 31,8 \text{ kVAr}$ .

Será suficiente con colocar una batería de condensadores en B.T. dotada de 36 botes de 1 kVAr, montando una batería de condensadores trifásica, con potencia máxima de 36 kVAr, repartidas en tres ramas 12 kVAr, con 12 botes en serie por fase, dotada de un automatismo para entrada de botes, en seis escalones.

El equipo se conectará con el gestionador GEN para registro de medidas, control y alarma. Con la mejora del factor de potencia de la instalación, además, de optimizar la capacidad de la instalación, se reducen la intensidad máxima y las pérdidas por efecto Joule.

Se estima que con la mejora del factor de potencia, podemos obtener ahorros energéticos del 1 % por reducción de pérdidas, eliminar el 2,5 % de recargo en facturación y además, alcanzar fácilmente una bonificación del 2,2 %, lo cual representa un ahorro económico directo del 4,7 %.

#### F) Gestión de la discriminación horaria (DH)

El gestionador energético GEN, en Tarifa 3.0. se puede programar para hacerse cargo del control del complemento tarifario por DH, si se contrata tipo 2, 3 ó 4, ya que el GEN es un sistema especializado en racionalización de cargas, control de curvas de carga y gestión de la demanda.

El complemento por DH constituirá un recargo o un descuento, que se calculará de acuerdo con la fórmula:  $c_{DH} = Tej \sum E_i \times C_i / 100$ .

Mediante un estudio previo y una programación apropiada a cada cliente, a sus necesidades, forma de operar y a los periodos de la tarifa, se estudiará si es posible desplazar la curva de carga, desde el periodo punta (con recargo) a los periodos llano (sin recargo) o valle (con descuento), logrando mejorar la curva de demanda de carga y obteniendo notables ahorros económicos.

En el caso del modelo, al estar contratado en 3.0 DH tipo1, no hay posibilidad de ahorros, ya que en este tipo, el recargo por DH es fijo, pero como con el gestionador GEN hemos reducido el consumo de energía un 11%, el recargo final se reducirá en este porcentaje resultando un complemento según cálculo de  $c_{DH_{tipo1}} 0,083728 \times (68.484 \times 0,89) \times 20/100 = 1.020,65 \text{ €}$ .

El ahorro económico obtenido en DH es  $= 1.146,80 - 1.020,65 = 126,15 \text{ €/año}$

Ahora bien, además, en cada caso particular habrá que realizar un estudio personalizado a cada instalación y modo de operación.

G) *Resultados y Viabilidad de la implantación del sistema gestionador (GEN)*

De acuerdo con los cálculos y suposiciones realizadas para el modelo, las previsiones de ahorro total para los restaurantes medianos son:

- a) Reducir la potencia del contrato eléctrico en un 9,5 %  $\rightarrow 9,5/100 \times 52 = 4,94 \text{ kW}$ . Luego, bajaremos la potencia contratada a  $P_c = 47 \text{ kW}$ , consiguiendo un ahorro de  $5 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,430269 \text{ €/kW mes} = 85,81 \text{ €/año}$ . Aplicándole el Impuesto eléctrico,  $I_E = 85,81 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 4,38 \text{ €/año}$ . Luego, el Ahorro resultante en término de potencia será de  $85,81 + 4,38 = 90,19 \text{ €/año}$ .
- b) Reducir el consumo total anual de energía eléctrico en  $3 + 3 + 4 + 1 = 11 \%$   $\rightarrow 11/100 \times 68.484 \text{ kWh/año} = 7.533 \text{ kWh/año}$ . Luego, bajaremos el consumo del restaurante hasta  $W_a(G) = 68.484 - 7.533 = 60.951 \text{ kWh/año}$ , y el ahorro económico en término de energía  $= 7.533 \times 0,083728 = 630,72$

€/año, aplicándole el impuesto eléctrico se tendrá  $I_E = 630,72 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 32,24$  €/año, y el Ahorro económico total en energía será =  $630,72 + 32,34 = 662,96$  €/año.

c) Ahorro económico por mejora del factor de potencia

Con la instalación y gestión de la batería automática de condensadores, conseguiremos fácilmente mejorar el  $\cos \eta = 0,85$  hasta un valor de 0,95. Esta acción nos permitirá eliminar el recargo económico del 2,5 %, sobre la facturación básica que teníamos ( $c_{EQ} = (892,4 + 5.734) \times 2,5/100 = 165,66$  €/año), y además lograremos conseguir una bonificación del 2,2 %, sobre dicha facturación (mejorable hasta el 4 %). El nuevo cálculo será con un  $\cos \phi = 0,95 \rightarrow kr = 17/0,90 - 21 \approx -2,2\%$ ; luego  $c_{EQ} = \text{Facturación Básica} \times kr = (808,03 + 5.103,30) \times 2,2 / 100 = -130,04$  €/año.

Se ha pasado de un recargo de 165,66 a un descuento de 130,04 €/año, luego hemos ahorrado  $165,66 + 130,04 = 295,70$  €/año. Aplicando el  $I_E = 295,70 \times 4,864 / 100 \times 1,05113 = 15,10$  €/año; luego, el ahorro total conseguido por mejorar el  $\cos \eta$  será de  $295,7 + 15,1 = 310,8$  €/año.

d) Ahorro en el complemento de DH

Con el descenso de consumo el valor del nuevo complemento, ha bajado el 11 % hasta  $c_{DH \text{ tipo1}} = 0,083728 \times 60.951 \times 20/100 = 1.020,66$  €/año, luego se ha obtenido un ahorro =  $1.146,80 - 1.020,66 = 126,14$  €/año.

Aplicando el  $I_E = 126,14 \times 4,864 / 100 \times 1,05113 = 6,44$  €/año; luego, el Ahorro total conseguido por mejora del  $c_{DH \text{ tipo1}} = 126,14 + 6,44 = 132,58$  €/año.

Con estos datos su nueva facturación eléctrica anual será:

● **Pot. contratada** =  $47 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,430269 \text{ €/kW mes} = 806,67 \text{ €}$

- **Cuota término de energía** =  $60.951 \text{ kW/año} \times 0,083728 \text{ €/kW} = 5.103,30 \text{ €}$
- **c Eq** = Fact. Básica  $\times kr$ ; para  $\cos \varphi = 0,95 \rightarrow kr = 17/0,90 - 21 \approx -2,2\%$ , luego  $c_{Eq} = (808,03 + 5.103,3) \times 2,2 / 100 = -130,04 \text{ €/año (descuento)}$
- **c DH<sub>tipo 1</sub>**, para clientes con  $P_c \leq 50 \text{ kW}$ , tiene el recargo fijo, siendo  $c_{DH} = 0,083728 \times 60.951 \times 20/100 = 1.020,66 \text{ €/año}$
- El Impuesto Eléctrico  $I_E = 4,864 \% s/ \Sigma(P_c + E_w + c_{Eq} + c_{DH}) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (806,67 + 5.103,3 - 130,04 + 1.020,66) \times 1,05113 = 348,00 \text{ €/año}$
- **Total Factura con gestionador** =  $\Sigma (P_c + E_w + c_{Eq} + c_{DH} \text{ tipo 1} + I_E) = 806,67 + 5.103,3 - 130,04 + 1.020,66 + 348 = 7.154,59 \text{ €/año (sin IVA)}$ ; luego el ahorro total conseguido será de  $8.344,50 - 7.154,59 = \text{Ahorro total con gestionador} = 1.189,91 \text{ €/año (sin IVA)}$ , lo que supone un **14,25 %**.

Ahora bien, la instalación de un sistema gestionador requiere efectuar una inversión, realizar una auditoría previa, obtener un listado de recomendaciones con posibles cambios, realizar el proyecto y ejecutar el cambio, que dará lugar a la instalación del equipamiento de gestión, programación, instalación, cableado, puesta en marcha y pruebas. Para el caso del modelo estudiado para los restaurantes medianos, podemos estimar que se precisa de una inversión de 875 € (IVA no incluido) para la batería de condensadores y de 5.000 € (IVA no incluido) para el sistema gestionador.

#### H) Conclusión para restaurantes medianos

- Resumen técnico-económico de la operación:

Optimización Prevista	Ahorro anual	Inversión
14,25 %	1.189,91 € (IVA no incluido)	5.875 € (IVA no incluido)

Luego el tiempo estimado de amortización es de 59,25 meses (< 5 años).

- **La operación es viable, desde el punto de vista de rentabilidad** (se rechazan inversiones con períodos de retorno superiores a 5 años), además es importante resaltar que la introducción de un sistema

gestionador es atractiva respecto a los ahorros energéticos conseguidos, la reducción del impacto ambiental y la mejora notable de la operación y control de las instalaciones.

### 9.10.3. Restaurantes grandes

Para este tipo y tamaño de instalaciones, podremos colocar un equipo Gestiónador de Energía (GEN), con una central de gestión grande, con 36 grados de carga (modularmente ampliable), dotada con 24 entradas y 24 salidas (analógicas y digitales). Su función será realizar una mejora de la eficiencia de las instalaciones, control de puntas de carga, control del factor de potencia y ahorro energético. Actuarán únicamente los sistemas eléctricos de iluminación, climatización (ventilación y refrigeración), control grupos de frío, control de hornos, y gestionará *la curva de carga en función de la discriminación horaria (DH)* contratada, buscando el tipo de DH más rentable, y si se desea controlará el complemento de factor de potencia de la instalación. El sistema estará capacitado para interconectarse y gestionar o recibir información para control de los distintos sistemas de regulación empleados, en los restantes sistemas energéticos: calefacción, agua caliente y consumo de agua.

Recordamos que todas las instalaciones de este grupo, están contratadas con términos de potencia superiores a 75 kW, en alta tensión un 9 % (15 kV o 20 kV), en las tarifas reguladas 1.1, 1.2 y 6.1 y en el mercado liberalizado en tarifa de acceso 3.1A, y el 91 % corresponden a B.T. ( $3 \times 400$  V), con tarifas de mercado regulado general 3.0 de utilización normal y 4.0. de larga utilización. Y tarifas de acceso en el mercado libre 3.0A. En todos los contratos con tarifas reguladas, se aplicarán los complementos por energía reactiva y discriminación horaria. El modelo de instalaciones grandes, tiene una Potencia Eléctrica instalada de  $P_{EI} = 200,7$  kW, con un contrato de  $P_{EC} = 150$  kW. Si aplicamos el número medio de horas de utilización resultante para este grupo, su consumo previsto será de  $150 \text{ kWh} \times 1.560 \text{ h/año} = 234.000. \text{ kWh/año}$ .

Suponiendo que se contrata para el restaurante modelo, la tarifa de alta tensión ( $3 \times 15$  kV), de aplicación General 1.1, con DH tipo 2, zona 3 (Madrid) y un

factor de potencia de 0,85, le corresponderá durante el año 2005, un término de potencia  $t_p = 1,980859 \text{ €/kW}$ , un término de energía  $t_E = 0,066324 \text{ €/kW}$ , un complemento de energía reactiva  $c_{Wr}$  en %, función del factor de corrección  $kr = 17/\cos^2\phi - 21$ , un complemento por discriminación horaria ( $c_{DH}$ ), el impuesto sobre la electricidad  $I_E$  y el 16 % de IVA sobre el total bruto.

Con estos datos su facturación anual será:

- **Pot. Contratada  $P_c$**  =  $150 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} = 3.565,54 \text{ €/año}$
- **$E_w$**  =  $W_a \times t_E = 234.000 \text{ kW/año} \times 0,066324 \text{ €/kW} = 15.519,81 \text{ €/año}$
- **$c_{EQ}$**  = Fact. Básica  $\times kr \rightarrow$  para  $\cos \phi = 0,85 \rightarrow kr = 17/0,72 - 21 \approx + 2,5 \%$ ; luego  $c_{EQ} = (3.565,54 + 15.519,81) \times 2,5/100 = 477,10 \text{ €/año}$
- **$c_{DH}$** , tipo 2, las instalaciones están en Madrid, luego corresponde zona de aplicación 3; el complemento se determina por  $c_{DH} = Tej \sum E_i \times Ci / 100$ , donde  $Tej_{2.1.} = 0,060502 \text{ €/kW}$ ;  $E_i$  = Energía total consumida en cada periodo, en función del área de la curva de carga modelo, calcularemos los porcentajes correspondientes por periodo y realizaremos la distribución de la energía anual consumida  $\rightarrow W_a = 234.000 \text{ kW/año} \rightarrow$  en las 1.460 horas Punta, el 24 %  $\rightarrow WP = 0,24 \times 234.000 = 56.160 \text{ kW/año}$ ; en las 4.380 horas Llano, el 70 %  $\rightarrow WLI = 0,7 \times 234.000 = 163.800 \text{ kW/año}$  y en las 2.920 horas Valle, el 6 %  $\rightarrow WV = 0,06 \times 234.000 = 14.040 \text{ kW/año}$ ; y los coeficiente de recargo  $Ci$ , y la duración de cada periodo son los siguientes:

Periodo horario	Duración	Coeficiente de Recargo
Horas punta	3 horas /día	+ 40
Horas llano y valle	20 horas /día	-

Se consideran como horas punta en zona 3 de 9 a 13 horas en horario de invierno y de 10 a 14 horas en horario de verano.

Luego  $c_{DH \text{ tipo 2}} = 0,060502 \times 56.160 \times 40/100 = 1.259,11 \text{ €/año}$

- El Impuesto Eléctrico  $I_E = 4,864 \% s/ \sum (P_c + E_w + c_{EQ} + c_{DH}) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (3.565,54 + 15.519,81 + 477,10 + 1.259,11) \times 1,05113 = 1.064,54 \text{ €/año}$

- **Total Factura sin gestionador** =  $\Sigma (P_c + E_w + c E_q + c DH_{hipo\ 2} + I_E) = 3.565,54 + 15.519,81 + 477,10 + 1.259,11 + 1.064,54 = 21.886,10 \text{ €/año (sin IVA)}$

Para este modelo de grandes instalaciones, el objetivo del sistema de Gestión energético será:

- A) *Minimizar el valor de la potencia de contrato eléctrico necesaria y evitar puntas de cargas que produzcan excesos de potencia; para ello, mediante una programación personalizada a cada instalación, se efectuará una planificación controlada de la puesta en marcha de los equipos eléctricos y la utilización secuencial de los diferentes sistemas del conjunto de las instalaciones, con lo que se consigue racionalizar y optimizar, para cada modo de operación, los valores máximos necesarios de las puntas de potencia registradas en los distintos procesos que actúan en las instalaciones del restaurante. Se estima, que con la aplicación del gestor energético al control y racionalización de la secuencia de entrada de cargas, y con la mejora de eficiencia de los sistemas, se pueda conseguir trabajar en margen de regulación del 30 % de la potencia total, y conseguir una reducción del valor de la potencia contratada del orden del 12 %. En el estudio tarifario del modelo, la facturación del término de potencia, representa un 16,31 % sobre el total de la factura sin IVA, luego con estos datos, el ahorro previsto por esta acción puede alcanzar el 2 % de la factura final, y además, su correcto funcionamiento, nos permitirá no tener excesos de potencia.*
- B) *Ahorrar energía y alargar la vida de las lámparas, mediante la gestión y optimización del sistema de alumbrado, regulando el nivel de flujo luminoso en cada zona y controlando los períodos de encendido en función del horario de funcionamiento y de la detección de presencia. De acuerdo con el modelo considerado se dispone de una potencia instalada en alumbrado de 12,5 kW, lo cual representa el 6,25 % del total instalado, recordemos que para este grupo, el coeficiente de utilización simultánea utilizado es de 0,75 y que el nº de horas de utilización es 1.560 h. Ahora bien, su repercusión sobre el consumo es mayor, ya que su tiempo de funcionamiento relativo es más elevado (máximo 310 d × 16 h/d = 4.960 h/año), por lo que su contribución al*

consumo total se estima del orden del 14,9 %. Se estima, que con la aplicación del gestionador energético y la optimización del sistema de iluminación se puedan conseguir reducciones del consumo en alumbrado, del orden del 20 %, lo cual representa un 3 % sobre el consumo total.

- C) Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de climatización, obtenido principalmente: a) operando en modo ventilación, b) cuando la unidad trabaje en modo free-cooling y c) cuando la unidad trabaje en refrigeración, empleando un porcentaje del aire de retorno en la ventilación por suministro. En los cálculos del modelo, hemos supuesto incorporado a la unidad de climatización, un recuperador de calor para el aire de renovación, el cual nos ha permitido ahorrar un 40 % de potencia frigorífica necesaria para su enfriamiento. Aumentarán las pérdidas de carga y los ventiladores deberán ser mayores.

Se deberán programar los sistemas de gestión y regulación de acuerdo con el modelo de una instalación con sistema multizona, con compuertas selectoras y volumen de aire variable, con una máquina de 1.450 kW de potencia frigorífica, y con el calendario de funcionamiento indicado en la Tabla 1. Además, se dispondrá de un lazo de regulación cerrado de caudal, para funcionamiento del sistema en modo ventilación y de un lazo de regulación abierto de temperatura y Hr, normalmente con controlador proporcional e integral (PI), detectores de presencia/ocupación, de la temperatura y humedad exteriores y de las condiciones de confort, para control del sistema de refrigeración en los modos free-cooling y aire acondicionado.

La operativa a seguir será:

- a) En el modo ventilación, se programará para que trabaje solamente como un sistema de ventilación por suministro y extracción, de forma que de todos los componentes de la unidad, únicamente estarán en servicio: el equipo ventilador de impulsión de aire (2,8 CV ≈ 2 kW), su compuerta de impulsión y su actuador, el filtro de aire de suministro, la batería de calefacción del aire controlada por el gestionador (en otoño-invierno) y el

ventilador de extracción (2 kW), con su compuerta y actuador. Sus períodos de funcionamiento están fijados de acuerdo con el horario de la Tabla 1 (máximo de 2.945 h/año), y además su operación estará limitada por la condición de presencia, para lo cual incorporará un detector con sonda de entrada, que proporcionará señal al gestionador.

- b) En modo *free-cooling* (FC), conseguiremos obtener un gran ahorro energético, ya que podremos realizar un enfriamiento gratuito del local, aprovechando la entalpía del aire de la calle (**i** Aire exterior). Para ello, es necesario, programar el sistema gestionador, de forma, que en primavera o en verano, cuando existan condiciones y orden de funcionamiento de la unidad climatizadora y la sonda de temperatura exterior, da señal de que la temperatura exterior es inferior a la temperatura de confort (26 °C y Hr 50 %), El gestionador detecta condiciones de FC, dando órdenes de parada al compresor del A.C. (en la unidad exterior o en la climatizadora) y de funcionamiento a los ventiladores de extracción y de climatización. Los actuadores de las compuertas motorizadas de FC, recibirán orden de cambio, cerrando totalmente la compuerta de retorno y abriendo al 100 % las compuertas de extracción y de renovación de aire. De esta forma el aire exterior, entrará en el local, con el caudal de diseño y saldrá extraído con el mismo valor. Su programación de funcionamiento, Tabla 1, indica una previsión máximo de 1.260 h/año, supeditada a los detectores de presencia y al grado de ocupación del local.

El sistema de climatización representa el 42 % de la potencia instalada en el modelo, siendo su repercusión estimada sobre el consumo del 30 %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones del consumo en climatización del orden del 30 %, lo cual representa un 9 % del consumo total.

- D) Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de Hornos, salamandra, freidoras, etc.

Los sistemas de control de salamandras y de hornos, especialmente los de convección forzada, están normalmente dotados de un regulador de lazo

cerrado, donde la variable controlada (temperatura interior) está siendo continuamente registrada y comparada con la temperatura de consigna (variable manualmente por el usuario del horno), la señal resultante, se empleará para modificar la variable controlada, hasta que se consiga igualar con el valor de consigna. El sistema debe de limitarse para conseguir ahorros energéticos, mediante un sistema de control de tiempos y temperatura, que se adapte al programa de control, que coloque el equipo en posición de funcionamiento, espera caliente, precalentamiento o proceda a su desconexión.

El gestionador energético, se puede programar para llevar este control /regulación o para realizar funciones de lectura, medida e informativas en el caso de que el control sea local/autónomo.

Estos equipamientos representan el 45 % de la potencia instalada en el modelo, su repercusión sobre el consumo es del 40 %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones de su consumo, del orden del 10 %, lo cual representa un 4 % del consumo total.

#### E) Control y mejora del factor de potencia

Para minimizar la factura eléctrica, es importante medir, registrar y controlar el valor del factor de potencia.

En el caso del modelo, estudiado el factor de potencia de la instalación es  $\cos \eta = W_a / (W_a^2 + W_r^2)^{1/2} = 0,85$ , siendo  $W_a$  la cantidad registrada por el contador de energía activa, expresada en kWh y  $W_r$  la cantidad registrada por el contador de energía reactiva, expresada en kVArh, valor que como hemos calculado representa un factor  $kr \approx 2,5$  lo que implica un recargo en la factura eléctrica del 2,5 % a aplicar a la facturación básica (energía + término de potencia).

En el caso del modelo estudiado, con  $\cos \varphi = 0,85 \rightarrow kr = 17/0,72 - 21 \approx + 2,5$  %, el complemento de reactiva c Eq =  $(P_c + E_w) \times kr /100 = [3.565,54 +$

$15.519,81) \times 2,5/100 = 477,10$  €/año, siendo su impuesto eléctrico correspondiente  $I_E = 477,1 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 24,39$  €/año, luego el recargo total por factor de potencia será  $= 477,10 + 24,39 = 501,49$  €/año. Ahora bien, para corregir este bajo valor del cos η es necesario colocar una adecuada batería de condensadores (generalmente con control automático), que compense la energía reactiva del sistema, pudiendo dimensionarla, de forma que se consiga mejorar el valor del cos η, hasta alcanzar la zona de bonificación en la tarifa.

En el caso del modelo  $\cos \eta = 0,85$  y  $W_a = 234.000$  kWh/año, luego  $\operatorname{sen} \eta = 0,52$  y  $W_s = W_a / \cos \eta = 234.000 / 0,85 = 275.294$  kVAh, luego  $W_r = W_s \times \operatorname{sen} \eta = 275.294 \times 0,52 = 143.152$  kVArh/año.

Esta energía reactiva, se consume en su mayor parte, a lo largo de las 4.960 h/año de funcionamiento posibles de la instalación de climatización, por los motores de las cámaras frigoríficas y el alumbrado. Luego vamos a instalar una batería de condensadores en B.T., su potencia reactiva en función de este periodo de carga, será  $Q = 143.152 / 4,960 = 28,86$  kVAr.

Será suficiente con colocar 30 botes de 1 kVAr, montando una batería de condensadores trifásica, con potencia máxima de 30 kVAr, repartidas en tres ramas 10 kVAr, con 10 botes en serie por fase, dotada de un automatismo de entrada de botes, con seis escalones. El equipo se conectará con el gestionador para registro de medidas, control y alarma. Con la mejora del factor de potencia de la instalación, además, de optimizar la capacidad de la instalación, se reducen la intensidad máxima y las pérdidas por efecto Joule.

Se estima que con la mejora del factor de potencia, podemos obtener ahorros energéticos: 1 % por reducción de pérdidas, eliminar el 2,5 % de recargo en facturación y, además, alcanzar fácilmente una bonificación del 2,2 % (máximo 4 %), lo cual representa un ahorro económico directo del 4,7 %.

F) Gestión de la discriminación horaria (DH)

El gestionador energético se puede programar para hacerse cargo del control del complemento tarifario por discriminación horaria, cuando se contraten DH,s tipo 2, 3 ó 4, ya que es un sistema especializado en racionalización de cargas, control de curvas de carga y gestión de la demanda.

El complemento por DH constituirá un recargo o un descuento, que se calculará de acuerdo con la fórmula  $c_{DH} = Tej \sum Ei \times Ci / 100$ .

Mediante un estudio previo y una programación apropiada a cada cliente en particular, a las características de la instalación y de su equipamiento, a los diferentes modos posibles de operar el sistema, al horario de funcionamiento, a la zona geográfica, al tipo de la tarifa, se estudiará si es posible desplazar la curva de carga, desde el periodo punta (con recargo), a los periodos llano (sin recargo) o al valle (descuento), de forma que consigamos mejorar la curva de demanda carga y además lograremos notables ahorros económicos.

En el caso del modelo, con contrato en la tarifa 1.1 DH tipo 2, zona 3, hemos calculado el complemento de DH que le corresponde:  $c_{DH \text{ tipo 2}} = 0,060502 \times 56.160 \times 40/100 = 1.259,11 \text{ €/año}$ . En este caso, ya es posible gestionar para conseguir ahorros, ya que en este tipo 2 de discriminación, sólo existe un complemento de recargo del 40 %, aplicado a los consumos registrados en horas punta. Luego, podremos ahorrar si logramos reducir el porcentaje de consumo en horas punta. Habrá que trabajar en reducir este porcentaje, efectuando el adecuado desplazamiento de cargas, con consumos en horas punta al periodo llano-valle. Si logramos desplazar un 4 % de cargas de punta llano, entonces el consumo en horas punta descenderá hasta  $W_P = (24 - 4)/100 \times 234.000 = 46.800 \text{ kW/año}$  y el complemento de DH, también se reducirá  $c_{DH \text{ tipo 2}} = 0,060502 \times 46.800 \times 40/100 = 1.132,6 \text{ €/año}$ .

Con un estudio profundo y particularizado de cada instalación y sus posibles modos de trabajo, se deberá de valorar la viabilidad técnico-económica de efectuar un cambio en el tipo de contrato. Vamos a realizar una comparación rápida con el tipo 3 zona 3 y con 4 h diarias de punta con recargo del 70 %, 12 h diarias de llano, sin recargo ni descuento y 8 horas diarias de valle, con descuento del 43 %. Calcularemos  $c_{DH \text{ tipo } 3}$  y compararemos con  $c_{DH \text{ tipo } 2}$ .

$c_{DH \text{ tipo } 3} = 0,060502 \times (46.800 \times 70/100 - 14.040 \times 43/100) = 1.616,7 \text{ €/año}$ ; vemos que  $c_{DH \text{ tipo } 3} > c_{DH \text{ tipo } 2}$ .

Luego, en este caso es mejor permanecer en  $DH \text{ tipo } 2$ .

Además, como con el gestionador energético (GEN) hemos reducido el consumo total de energía un 17 %, el recargo final se reducirá en este porcentaje resultando un complemento según cálculo  $c_{DH} = 0,060502 \times (46.800 \times 0,83) \times 40/100 = 940,05 \text{ €/año}$ .

Ahora bien, además, en cada caso particular habrá que realizar un estudio personalizado de cada instalación y sus posibles modos de operación.

#### G) Resultados y Viabilidad de la implantación del sistema gestionador

De acuerdo con los cálculos y suposiciones realizadas para el modelo, las previsiones de ahorro total para los grandes restaurantes son:

- a) Reducir la potencia del contrato eléctrico en un 12 %  $\rightarrow 12/100 \times 150 = 18 \text{ kW}$ . Luego, bajaremos la potencia contratada a  $P_c = 132 \text{ kW}$ , consiguiendo un ahorro de  $12 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} = 285,24 \text{ €/año}$ ; aplicándole el Impuesto eléctrico:  $I_E = 285,24 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 14,58 \text{ €/año}$ . El Ahorro resultante en término de potencia es  $= 285,24 + 14,58 = 299,82 \text{ €/año}$ .
- b) Reducir el consumo total anual de energía eléctrica en  $3 + 9 + 4 + 1 = 17 \%$ ;  $17/100 \times 234.000 \text{ kWh/año} = 39.780 \text{ kWh/año}$ . Luego, bajaremos el consumo del restaurante hasta  $W_a (G) = 234.000 - 39.780 = 194.220$

kWh/año, y el ahorro económico en término de energía será  $39.780 \times 0,066324 = 3.576,58$  €/año, aplicándole el impuesto  $I_E = 3.576,58 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 182,86$  €/año, y el Ahorro económico total en energía será  $3.576,58 + 182,86 = 3.759,44$  €/año.

- c) Ahorro económico por mejora del complemento por factor de potencia **c<sub>EQ</sub>**

Con la instalación y gestión de la batería automática de condensadores, conseguiremos fácilmente mejorar el  $\cos \eta = 0,85$  hasta un valor de 0,95. Esta acción nos permitirá eliminar el recargo económico del 2,5 %, sobre la facturación básica que teníamos, y además lograremos conseguir una bonificación del 2,2 %, sobre dicha facturación (mejorable hasta el 4 %). El nuevo cálculo será con un  $\cos \phi = 0,95 \rightarrow kr = 17/0,90 - 21 \approx -2,2\%$ ; luego  $c_{EQ} = \text{Fact. Básica} \times kr = (3.565,54 + 15.519,81) \times 2,2 / 100 = -419,87$  €/año.

Se ha pasado de un recargo de 477,10 a un descuento de 419,87 €/año, luego hemos ahorrado  $477,10 + 419,87 = 896,97$  €/año.

Aplicando el impuesto eléctrico  $I_E = 896,97 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 45,85$  €/año. Luego, el Ahorro total por mejorar el  $\cos \eta$  será  $896,97 + 45,85 = 942,82$  €/año.

- d) Ahorro en el complemento por Discriminación horaria (**c DH**)

Con el desplazamiento de cargas en horas punta a llano y con el descenso de consumo el valor del nuevo complemento, ha bajado su recargo hasta  $c_{DH \text{ tipo 2}} = 0,060502 \times (46.800 \times 0,83) \times 40/100 = 940,05$  €/año, luego se ha obtenido un ahorro de  $1.132,6 - 940,05 = 192,55$  €/año.

Aplicando el  $I_E \rightarrow 192,55 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 9,84$  €/año; luego, el Ahorro total conseguido por mejora del  $c DH$  es  $192,55 + 9,84 = 202,39$  €/año.

Con estos datos su nueva facturación eléctrica anual será:

- **Potencia contratada** =  $132 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} = 3.137,68 \text{ €}$
- **Cuota término de energía** =  $194.220 \text{ kW/año} \times 0,066324 \text{ €/kW} = 12.881,44 \text{ €}$
- **c E<sub>Q</sub>** = Fact. Básica × kr → para cos φ = 0,95 → kr =  $17/0,90 - 21 \approx - 2,2\%$ ; luego  $c E_Q = (3.137,68 + 12.881,44) \times 2,2 / 100 = - 352,41 \text{ € (descuento)}$
- **c DH<sub>tipo2</sub>** =  $0,060502 \times 38.844 \times 40/100 = 940,05 \text{ €}$
- El Impuesto Eléctrico I<sub>E</sub> =  $4,864 \% s / \Sigma (P_c + E_w + c E_Q + c DH) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (3.137,68 + 12.881,44 - 352,41 + 940,05) \times 1,05113 = 851,09 \text{ €}$
- **Total Factura con gestor** =  $\Sigma (P_c + E_w + c E_Q + c DH_{tipo 2} + I_E) = 3.137,68 + 12.881,44 - 352,41 + 940,05 + 851,09 = 17.457,85 \text{ €/año (sin IVA)}$ .

Luego el ahorro total conseguido será  $21.886,10 - 17.457,85 = \textbf{Ahorro total con gestor (GEN)} = 4.428,25 \text{ €/año (sin IVA)}$ , supone un **20,23 %**.

Ahora bien, la instalación de un sistema gestor requiere efectuar una inversión, realizar una auditoría previa, obtener un listado de recomendaciones con posibles cambios, realizar el proyecto y ejecutar el cambio, que dará lugar a la instalación del equipamiento de gestión, programación, instalación, cableado, puesta en marcha y pruebas. Para el caso, del modelo estudiado para grandes restaurantes, podemos estimar que se precisa de una inversión de 760 € (IVA no incluido) para la batería de condensadores y de 17.100 € (IVA no incluido) para el sistema gestor (GEN).

H) Conclusión para restaurantes grandes

- Resumen técnico-económico de la operación:

Optimización Prevista	Ahorro anual	Inversión
20,23 %	4.428,25 € (IVA no incluido)	17.860 € (IVA no incluido)

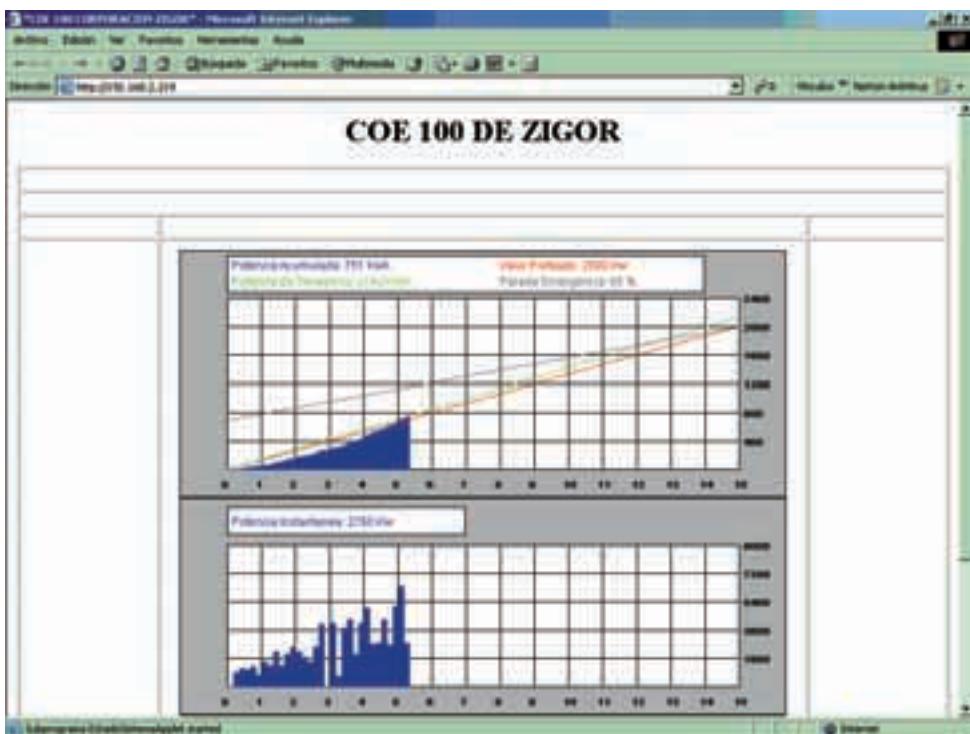
Luego el tiempo estimado de amortización es de 45 meses (< 4 años).

- **La operación es viable, desde el punto de vista de rentabilidad** (se rechazan inversiones con periodos de retorno superiores a 5 años); además es importante resaltar que la introducción de un sistema gestionador (GEN) es atractiva respecto a los ahorros energéticos conseguidos, la reducción del impacto ambiental y la mejora notable de la operación y control de las instalaciones.

## 9.11. Ejecución de las soluciones aplicables

Constituye la fase de implantación de las instalaciones eficientes y medidas de ahorro recomendadas, y en ella se realizan trabajos de:

- Ingeniería para la elaboración de cada proyecto y la supervisión de su adecuado montaje.
- Contratación del suministro de equipos, componentes y servicios.
- Solicitud de permisos de obra y de eventuales ayudas externas.
- Construcción, puesta en marcha y apoyo inicial para su operación y manejo.
- Control del funcionamiento, seguimiento de resultados y, cuando se solicite, soporte en su mantenimiento. El gestionador facilita la visualización de gráficos que permiten realizar labores de control, seguimiento y recogida de datos, que facilitan la gestión del mantenimiento preventivo, como son el diagrama de tendencias, el diagrama de barras, el protocolo diario, el gráfico indicador de seguimiento y el resumen mensual de actuaciones; como ejemplo podemos ver la gráfica siguiente donde se visualiza el diagrama de tendencia en forma de diagrama de barras y la Curva de grupos de carga, con grupos de carga conectados.



## 9.12. Ventajas para el usuario

La implantación de una solución de gestión y mejora de eficiencia, aportan al usuario las siguientes importantes ventajas, que justifican su implantación:

- Aumento de la productividad por garantía, flexibilidad y seguridad de suministro, y actualización de equipos y sistemas de gestión.
- Reducción de la componente de energía eléctrica en los costes operativos.
- Superior calidad del producto o servicio.
- Optimización de resultados en los procesos productivos.

- Mejora ambiental derivada del aprovechamiento e idoneidad de la energía utilizada, y cuyos beneficios aparecen como una imagen más atractiva y aceptación social.

## Bibliografía

1. Aire Acondicionado en el sector Servicios. ADAE Norte.
2. Eficiencia Energética Eléctrica. CADEM-IBERDROLA. Editorial URMO, s.a.
3. Manual de Eficiencia Energética Eléctrica. CADEM.
4. Utilización de la Electricidad en Hostelería y Restauración. MARKE IBERDROLA.
5. Técnicas y aplicaciones de Iluminación. Serie electrotecnologías de EVE e IBERDROLA. Editorial Mc. Graw Hill.
6. La bomba de calor. Serie electrotecnologías de EVE e IBERDROLA. Editorial Mc. Graw Hill.
7. Proyecto Zerbiztuak. Instituto Vasco de Estudios Prospectivos.
8. Integración de los sistemas Solares Térmicos en la edificación. Ferroli España, s.a. e Isofotón s.a.
9. La ventilation des cuisines professionnelles. Technique nº 172 – CFP.
10. Catálogo Gestiónador Energético (GEN) de GOVAL, s.a.
11. Especificaciones controlador energético modelo COE - ZIGOR s.a.
12. "Application of the psychrometric chart". K. Amme. Publicaciones Staefa control systems, s.a.
13. A. Creus .- Instrumentación Industrial. Marcombo editorial.
14. Componentes de Climatización. Angel Lecuona - Ramón Vizcaino, s.a.
15. Sistemas de Climatización. Fernando Diez Pazos - Ferroli España, s.a.