

Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero



**Comunidad
de Madrid**

Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero



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

www.madrid.org

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

www.fenercom.com

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

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid
dgtecnico@madrid.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
fundacion@fenercom.com

La Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, respetuosa con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan, pero no se identifican necesariamente con las ideas y opiniones que en ellas se exponen y, por tanto, no asume responsabilidad alguna de la información contenida en esta publicación.

La Comunidad de Madrid y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores de esta guía.

1ª Edición 2007

2ª Edición 2017

Depósito Legal: M-11658-2017

© Foto de portada: Carrier España

UTC Clima Servicio y Controles Iberia, S.L.

Impresión Gráfica: Mares Ideas Publicitarias, S.L.

P PRESENTACIÓN



La evolución de la industria hotelera está íntimamente relacionada con la capacidad del sector para identificar las posibilidades de mejora en la gestión energética.

A pesar de que es la energía la que puede permitir a los establecimientos hoteleros alcanzar una mayor calidad en los servicios prestados, también es cierto que existe la necesidad de racionalizar su factura de energía global, cuestión sin duda prioritaria al representar el gasto energético en estas empresas el segundo capítulo más relevante de sus costes.

Por ello, es importante tomar conciencia de la importancia que supone el gasto energético y potenciar su ahorro, animando a estos establecimientos a que realicen no sólo un control riguroso de su consumo de energía y agua y conozcan en detalle sus instalaciones energéticas, sino que comiencen a aplicar las nuevas tecnologías de optimización energética existentes en el mercado y cuyos costes se vean rápidamente amortizados.

Debemos tener en cuenta que el sector hotelero está sometido a unos elevados niveles de consumo de energía exigiéndole unas óptimas condiciones de confort. Para actuar correctamente, será necesario evaluar bien todas las variables para así determinar a través de cuáles se tendrá mayor eficacia. El ahorro energético que podemos conseguir con una buena combinación de actuaciones ayudará a incrementar la rentabilidad además de conseguir una mejora a efectos medioambientales.

La Consejería de Economía, Empleo y Hacienda, a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, llevan a cabo la reedición de esta guía a fin de proporcionar a los empresarios y a otros profesionales relacionados con el sector, toda la información sobre los últimos avances tecnológicos aplicables para mejorar la eficiencia energética siempre con el ánimo de ser más competitivos y mejorar su imagen corporativa en sostenibilidad.

Francisco Javier Abajo Dávila

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

AUTORES



CAPÍTULO 1. Medidas para la eficiencia energética

Ángel Domínguez Bonillo

Responsable de Producto de Instalaciones Eléctricas de la
Subdirección de Marketing
Endesa Energía, S.A.

CAPÍTULO 2. Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado

Josep Masbernat Camí

Managing Director
iGuzzini Illuminazione Ibérica S.A.

CAPÍTULO 3. Sistemas de ahorro de agua y energía

Jorge Tórero / Víctor Llanos

Director Técnico Iberia / Product Manager Iberia
Geberit S.A.U.

CAPÍTULO 4. Ahorro energético en la climatización

Enrique Gómez Pascual

Product Manager Sistemas & Servicio
Carrier España, S.L.

CAPÍTULO 5. Calefacción

Manuel Ruiz

Responsable de formación y soporte técnico
Robert Bosch España S.L.U.

CAPÍTULO 6. Bomba de calor con motor a gas

Fernando Mateos Collado

Key Account Manager
Panasonic España, Sucursal de Panasonic Marketing Europe GmbH

CAPÍTULO 7. Ahorro energético y energía solar térmica

Mónica López Montoya

Responsable Técnico Producto Solar
Viessmann S.L.



CAPÍTULO 8. La automatización y el Control

Francisco Luis Florido Granados

Director de Marketing y Comunicación
Chint Electric

CAPÍTULO 9. Características constructivas de la envolvente

Ana Isabel Pallarés / Eduardo M^a De Ramos Vilariño

Jefe de productos de edificación / Director CITAV
Saint-Gobain Isover / Saint-Gobain Building Glass

CAPÍTULO 10. Sistemas de ahorro energético en Ascensores

Jorge Manuel Garrido Rubio

Responsable de Sostenibilidad y Gestión Energética
thyssenkrupp Elevator Europe Africa

CAPÍTULO 11. Sistemas de producción de agua caliente sanitaria

Gaspar Martín Sánchez

Director Técnico
ACV ESPAÑA, S.A.

CAPÍTULO 12. Normas Técnicas

Iván Moya Alcón

Medio ambiente, cambio climático y eficiencia energética
Dirección de Normalización
Asociación Española de Normalización, UNE

ÍNDICE



Capítulo 1. Medidas para la eficiencia energética	15
1.1. Introducción	15
1.2. Optimización tarifaria	16
1.2.1. Término de potencia	16
1.2.2. Discriminación horaria	18
1.2.3. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	19
1.3. Optimización de instalaciones	20
1.3.1. Estudio del consumo	20
1.3.2. Parámetros de eficiencia energética	22
1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en oficinas	23
1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos	49
1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2010/31/UE y Directiva 2012/27/UE	51
1.4. Conclusiones	59
Capítulo 2. Iluminación	63
2.1. Aspectos ambientales	63
2.2. Visión y percepción	65
2.2.1. Actividad visual y espacios	65
2.2.2. Definición espacial	66
2.2.3. Criterios formales	66
2.2.4. Conservación y mantenimiento	66
2.3. Diseño de iluminación	67
2.3.1. Áreas exteriores	67
2.3.2. Hall	68
2.3.3. Circulaciones	69
2.3.4. Habitaciones	70
2.3.5. Baños	71
2.3.6. Bares. Cafeterías	72
2.3.7. Restaurantes. Comedores	73
2.3.8. Cocinas	74
2.3.9. Salas Multiusos	75
2.3.10. Otros	75
2.4. Implantación de sistemas	76
2.4.1. Lámparas. Luminarias	76
2.4.2. Sistemas de control y gestión	77
2.5. Especificaciones eléctricas y energéticas	78
2.5.1. Alumbrado de Emergencia	78
2.5.2. Seguridad Mecánica	79
2.5.3. Seguridad Eléctrica	79
2.5.4. Seguridad Eléctrica	79



Capítulo 3. Sistemas de ahorro de agua y energía	83
3.1. Introducción	83
3.2. Marco legal de las instalaciones de evacuación	84
3.3. Principios básicos de la hidráulica	85
3.4. Análisis de los elementos que componen las instalaciones de evacuación	86
3.4.1. Cierres hidráulicos o sifones	86
3.4.2. Redes de pequeña evacuación	86
3.4.3. Bajantes de aguas residuales	87
3.4.4. Bajantes de aguas pluviales	87
3.4.5. Colectores	87
3.5. Optimización de las redes de evacuación	87
3.6. Sistemas ahorradores de agua	89
3.6.1. Inodoros	89
3.6.2. Urinarios	91
3.6.3. Lavabos	92
3.6.4. Bañeras / duchas	93
3.6.5. Bidés	94
3.7. Redes de ventilación	96
3.7.1. Ventilación primaria	96
3.7.2. Ventilación secundaria	96
3.7.3. Ventilación terciaria	97
3.7.4. Ventilación mediante válvulas de aireación	97
3.7.5. Optimización de las redes de ventilación	97
3.8. Pautas de diseño para obtener instalaciones insonorizadas	101
3.9. Conclusión	102
Bibliografía	102
Capítulo 4. Ahorro energético en la climatización	103
4.1. Introducción	103
4.2. El consumo energético de las instalaciones hoteleras	104
4.3. El sistema de climatización	104
4.3.1. Selección e Instalación del Sistema de Climatización	104
4.3.2. Variables diferenciales	107
4.3.3. Mantenimiento	108
4.4. Eficiencia energética	108
4.5. La bomba de calor, una energía renovable	111
4.6. Ideas y soluciones	113
4.7. Entorno técnico	117
4.7.1. Funcionamiento con caudal de agua variable	117
4.7.2. Secuenciación de múltiples unidades trabajando contra el mismo bucle hidráulico	118
4.7.3. Recuperación de calor del ciclo frigorífico	120
4.7.4. Incorporación de motores LEC (Low Energy Consumption), tipo EC	121
4.7.5. Implementación de un Sistema de Gestión y Supervisión	122
4.7.6. Nuevos Refrigerantes	125



Capítulo 5. Sistemas eficientes de calefacción	127
5.1. La eficiencia energética del generador de calor y la tecnología de condensación	127
5.2. El control de la combustión	128
5.3. El rendimiento del generador de calor	130
5.4. La Normativa Europea ERP referente al rendimiento estacional de generadores de calor	135
5.5. La tecnología de condensación, una apuesta de futuro	137
5.6. Eficiencia en la renovación de salas de calderas centralizadas	142
5.7. Equipos autónomos para reformas de salas de calderas	144
5.8. Conclusiones	147
Capítulo 6. Bomba de calor con motor a gas	149
6.1. Introducción	149
6.2. La bomba de calor a gas. Principio de funcionamiento	150
6.3. Situaciones ventajosas para bomba de calor a gas	151
6.3.1. La solución ideal para zonas de difícil suministro eléctrico	151
6.3.2. Generación gratuita de agua caliente sanitaria	152
6.3.3. Idónea para climatologías de montaña	153
6.4. Mantenimiento de las bombas de calor a gas	154
6.5. Proyectos de referencia con sistema ECO-G	160
Capítulo 7. Ahorro energético y energía solar térmica	165
7.1. Introducción	165
7.2. Ahorro energético	166
7.3. Evaluación de una inversión	166
7.4. Soluciones energéticas eficientes	167
7.5. Descripción de las instalaciones solares térmicas	167
7.5.1. Constante solar	168
7.5.2. Influencia de la latitud y la declinación	168
7.5.3. Radiación global	169
7.5.4. Irradiación	169
7.6. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas	170
7.7. Parámetros que influyen en las ganancias Energéticas del captador	172
7.7.1. Inclinación	172
7.7.2. Orientación	173
7.8. Componentes	173
7.8.1. Colectores solares	173
7.8.2. Acumulación solar	180
7.8.3. Intercambio	181
7.8.4. Regulación y control	181
7.9. Ejemplo de instalación en un hotel	182
7.10. Conclusiones	186
Capítulo 8. La automatización y el control	189
8.1. Introducción	189



8.2. Impulso a la eficiencia energética	189
8.3. De hotel "pasivo" a un hotel inteligente	190
8.3.1. Motivación de instalar equipos inteligentes en hoteles	190
8.4. Sensores actuadores y controladores del sistema inteligente	191
8.4.1. ¿Qué sensores debe tener un Hotel Inteligente?	192
8.4.2. ¿Por qué un controlador de código abierto?	192
8.5. ¿Qué beneficios nos aporta el hotel inteligente?	193
8.5.1. ¿De qué modo reducimos el consumo de agua?	194
8.5.2. ¿Qué conseguimos controlar?	194
8.6. Especificaciones del controlador	195
Anexo	196
Bibliografía	197
 Capítulo 9. Características constructivas de la envolvente	 199
9.1. Parte opaca de la envolvente	199
9.1.1. Soluciones de aislamiento térmico en el sector hotelero	199
9.1.2. Diseño de establecimientos hoteleros	200
9.1.3. Aislamiento térmico	201
9.1.4. Soluciones Técnicas de la envolvente opaca	211
9.2. Parte acristalada de la envolvente	227
9.2.1. Introducción	227
9.2.2. Importancia del hueco acristalado y sus prestaciones	229
9.2.3. Tipos de Acristalamientos energéticamente eficientes	231
 Capítulo 10. Sistemas de ahorro energético en ascensores	 247
10.1. Conceptos generales	247
10.1.1. Sector de la edificación, ascensores y energía	247
10.1.2. Consumo energético en el ciclo de vida útil del ascensor	247
10.1.3. Marco Normativo	248
10.1.4. Descomposición de consumos	248
10.2. Soluciones para la modernización energética eficiente	250
10.2.1. Proceso de auditoría energética (previo a la modernización)	250
10.2.2. Soluciones para la modernización energética eficiente	251
10.2.3. Máquina sin reductor	252
10.2.4. Variador regenerativo	254
10.2.5. Modernización en ascensores hidráulicos (HD)	255
10.2.6. Maniobra con gestión eficiente del tráfico	255
10.2.7. Autoapagado de la maniobra	256
10.2.8. Iluminación con tecnología LED y autoapagado	257
10.2.9. Conclusiones - Instalación ineficiente a eficiente energéticamente	258
10.3. Tendencias energéticas y medioambientales del sector	259
10.3.1. Reducción del consumo energético y del impacto ambiental	259
10.3.2. Certificaciones medioambientales de edificios	260



Capítulo 11. Sistemas de producción de agua caliente sanitaria	263
11.1. Introducción a los sistemas de producción de A.C.S. en instalaciones de tipo hotelero	263
11.2. Elementos principales de una instalación de A.C.S.	264
11.3. Métodos de cálculo del consumo punta para una instalación de A.C.S. de tipo hotelero	265
11.3.1. Análisis del comportamiento de la instalación	266
11.3.2. Cuantificación de períodos y caudales punta de consumo	266
11.3.3. Selección del sistema de acumulación adecuado	270
11.3.4. Selección de la potencia necesaria	271
11.4. Tipología de depósitos acumuladores y características de los mismos	272
11.5. Propuestas de mejora energética del sistema de producción de A.C.S.	273
11.5.1. Pérdidas en generación	274
11.5.2. Pérdidas en el sistema de intercambio	277
11.5.3. Pérdidas en acumulación	277
11.5.4. Pérdidas en distribución	277
11.6. Ejemplo de instalación	278
11.6.1. Sistema convencional con gran acumulación	278
11.6.2. Sistema con tecnología de semi-acumulación	280
11.6.3. Sistema con tecnología semi-instantánea de condensación	281
11.6.4. Comparativa energética y económica	282
11.7. Conclusiones finales	283
Capítulo 12. Normas técnicas	285
12.1. Introducción	285
12.2. Aenor y las normas técnicas	286
12.3. Normas técnicas para eficiencia energética del edificio	288
12.3.1. Introducción	288
12.3.2. Descripción de las normas técnicas sobre eficiencia energética de los edificios	288
12.4. Normas técnicas para las auditorías energéticas y la gestión de la energía	298
12.4.1. Introducción	298
12.4.2. Descripción de las normas sobre gestión de la energía y auditorías energéticas	299

1 MEDIDAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



1.1. INTRODUCCIÓN

Para una correcta gestión energética en el Sector Hotelero, 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.

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

Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Electricidad, Iluminación, Climatización y ACS.

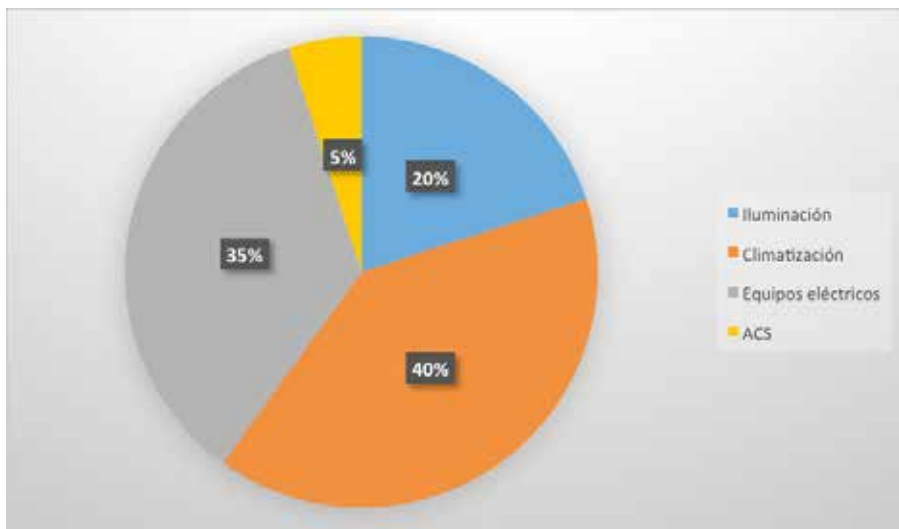


Figura 1.1. Distribución de consumos Hotel.



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.

Como podemos observar es sin duda la partida de calefacción y aire acondicionado la principal consumidora de energía de un hotel, por lo tanto, los principales esfuerzos de los empresarios hoteleros a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción del consumo de climatización, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la reducción de la demanda.

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.

1.2. OPTIMIZACIÓN TARIFARIA

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

1.2.1. Término de potencia

En los últimos años ha cobrado especial relevancia la incidencia del término fijo de la potencia contratada en la suma total de la factura eléctrica, motivo por el cual es de especial importancia optimizar la potencia contratada en cada periodo a las necesidades reales de la instalación.



Figura 1.2. Evolución del precio del término de potencia.

La potencia contratada nos determina la tarifa eléctrica que se le aplicará, diferenciando las diferentes posibilidades:

Tabla 1.1. Definición de los peajes de acceso.

2.0 A	Peaje simple	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.0 DHA	Peaje simple con discriminación	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.1 A	Peaje simple	$10 \leq P \leq 15 \text{ kW}$
2.1 DHA	Peaje simple con discriminación	$10 \leq P \leq 15 \text{ kW}$
3.0	Peaje general	$P \geq 10 \text{ kW}$

Fuente: Endesa.

TARIFA 2.0 ($P \leq 10 \text{ kW}$)

PEAJES en 2009 → Regulados según la ITC/3519/2009

Término de potencia: 16,63 €/kW any

Término de energía: 0,057 €/kWh

PEAJES en 2016 → Regulados según la IET/2444/2014 y IET/107/2014

Término de potencia: 42,04 €/kW any

Término de energía: 0,044 €/kWh

POTENCIA > 150 % ENERGÍA < 20 %

Figura 1.3. Tarifa 2.0 ($P \leq 10 \text{ kW}$).



TARIFA 3.0 (P > 15 kW)

PEAJES en 2009 → Regulados según la ITC/3519/2009

	Periodo tarifario 1	Periodo tarifario 2	Periodo tarifario 3
Tp: €/kW y año.....	13,171455	7,902873	5,268582
Te: €/kWh.....	0,057035	0,038228	0,014198



POTENCIA > 200 %
ENERGÍA < 60 %

PEAJES en 2016 → Regulados según la IET/2444/2014 y IET/107/2014

Figura 1.4. Tarifa 3.0 (P>15 kW).

Como podemos comprobar, el aumento del precio del término fijo de la factura tiene una relevante incidencia en el total de la factura, con lo cual la optimización de ésta nos puede aportar una disminución entre el 15 y 30 % del importe total de la misma.

1.2.2. Discriminación horaria

Tarifa 2.0 DHA / 2.1 DHA / 2.0 DHS / 2.1 DHS (P < 15 kW)

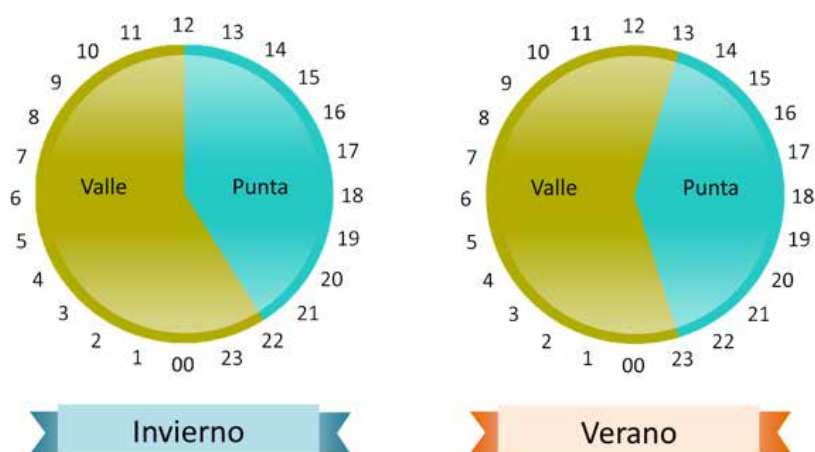


Figura 1.5. Tarifa 2.0 y 2.1 DHA / 2.0 y 2.1 DHS (P < 15 kW).



Tarifa 3.0A (P > 15 kW)

La tarifa 3.0 nos permite tener diferentes potencias contratadas en cada periodo, de forma que podemos disminuir la potencia contratada de aquellos periodos en los que haya menos consumo.

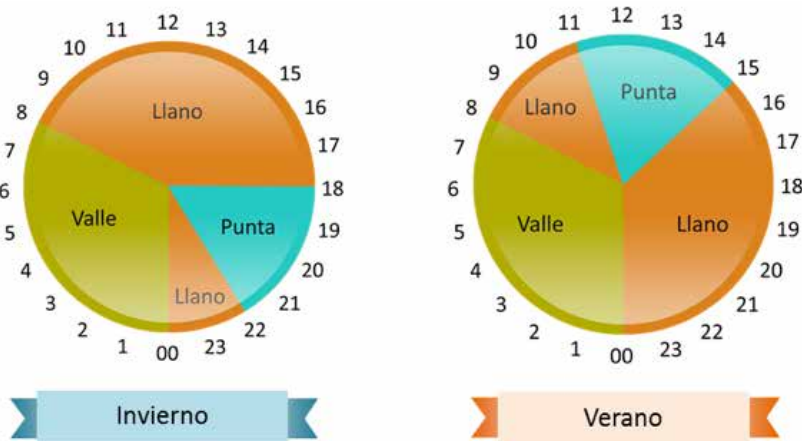


Figura 1.6. Tarifa 3.0A (P>15 kW).

1.2.3. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el Mercado Liberalizado:

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

En todo caso se ha de tener en cuenta:

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



1.3. OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

1.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones y maquinaria con las que contamos en el Hotel.

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

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

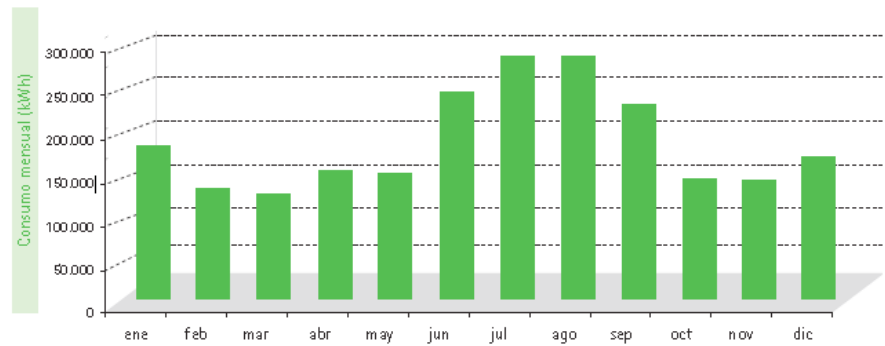


Figura 1.7. Consumo mensual.

CONSUMO ENERGÉTICO MEDIO DE HOTELES	
Categoría hotel	Consumo medio (kWh)
Hotel Medio 1 estrella	230.700
Hotel Medio 2 estrellas	470.000
Hotel Medio 3 estrellas	1.276.700
Hotel Medio 4 estrellas	1.914.500
Hotel Medio 5 estrellas	2.460.900

Figura 1.8. Consumo Energético medio de Hoteles.



1.3.1.1. Consumo de energía en el Sector Hotelero

En este apartado, vamos 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 una instalación del Sector, depende de varios factores: del tipo de hotel, su situación, categoría, tamaño, etc.

No obstante, es la gran potencia eléctrica contratada, el consumo eléctrico del sistema de climatización, maquinaria mayoritariamente informática y la iluminación, los sistemas que proporcionan más gasto.

1.3.1.2. Distribución del consumo energético

En los hoteles se consume, esencialmente, energía eléctrica. La climatización, iluminación, equipos eléctricos y ACS son los sistemas que determinan la cuantía de las facturas de electricidad.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el Sector Hotelero se observa que, debido a la gran variedad de tipos de establecimientos hoteleros, situación geográfica, etc., es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo.

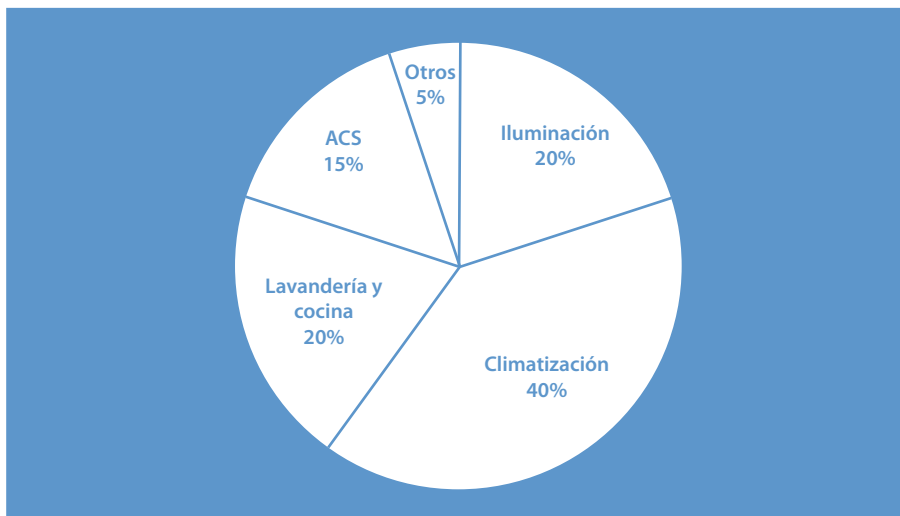


Figura 1.9. Distribución de los consumos en Hoteles.



Como podemos observar son, sin duda, las partidas destinadas a la climatización y al funcionamiento de maquinaria eléctrica las principales consumidoras de energía de un Hotel. Por lo tanto, los principales esfuerzos de los empresarios a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.

1.3.2. Parámetros de eficiencia energética

El consumo energético de un Hotel supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante climatización e iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad del mismo.

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

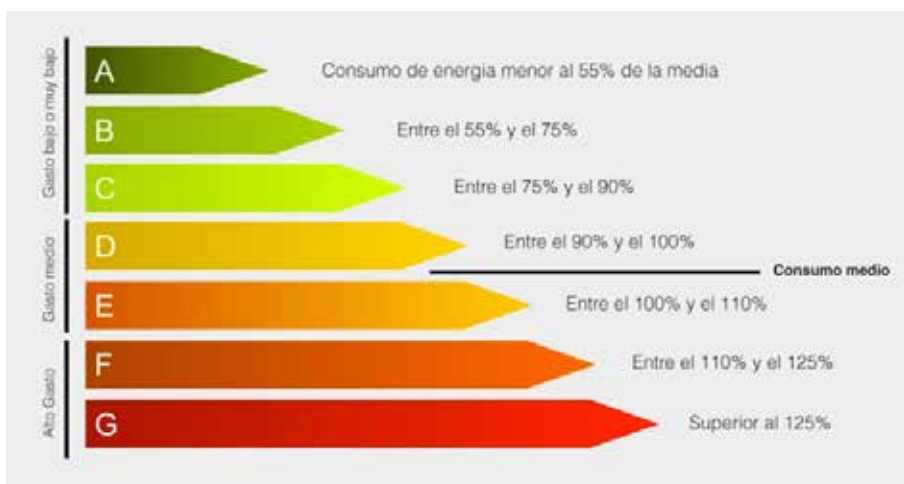


Figura 1.10. Clasificación consumo.

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

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



1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en el sector Hotelero

Dentro de un hotel cabe diferenciar las diferentes dependencias e instalaciones que existen, y dependiendo de la zona de actuación se aplicaran unas medidas u otras en función de las necesidades:

Ascensores:

- Continuidad de servicio.
- Variadores de velocidad.



Foto 1.1. Ascensores.

Restaurantes / Áreas recreativas:

- Regulación niveles iluminación.
- Regulación ventilación.



Foto 1.2. Restaurante.

Áreas técnicas:

- Monotorización y supervisión energética.
- Compensación energía reactiva y filtrado de armónicos.
- Regulación ventilación.



Párquing:

- Control iluminación.
- Detectores de presencia.



Foto1.3. Párquing.

Habitaciones:

- Regulación iluminación y climatización.
- Control de accesos.



Foto 1.4. Habitación.

Recepción / Zonas comunes:

- Control automatico iluminación.
- Regulación climatización / ventilación.



Foto 1.5. Recepción.

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



Tabla 1.1. Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización (bombas de calor con recuperación de calor)	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
Climatización (bombas de calor sist. inverter/VRV)	Disminución del consumo y de la potencia de arranque.	Sustitución del equipo por una bomba de calor inverter/ VRV.	Reducción en el consumo eléctrico.	55
Climatización (Aerotermin)	Disminución del consumo y de la potencia de arranque, y producción de agua para calefacción y ACS.	Sustitución del equipo por una bomba de calor de aerotermin.	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de calefacción y ACS para consumo.	60
Ventilación (Recuperador de calor)	Disminución de las pérdidas de refrigeración y calefacción por la ventilación.	Sustitución de la unidad de ventilación por una que incluya recuperación de calor.	Reducción en el consumo en climatización, y acondicionamiento térmico gratuito del aire de aportación.	25
Producción ACS (bomba CO₂)	Disminución del consumo de energía en la producción de ACS.	Sustitución sistema convencional por bomba de calor CO ₂ .	Reducción de la energía consumida.	70
Producción ACS (Caldera condensación)	Disminución del consumo de energía en la producción de ACS.	Sustitución sistema convencional por caldera de condensación.	Reducción de la energía consumida.	30
Producción ACS (Solar térmica)	Disminución del consumo de energía en la producción de ACS.	Adición al sistema de producción de ACS un sistema solar térmico.	Reducción de la energía consumida.	50 - 70
Motores eléctricos	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 de la factura eléctrica.	15
Iluminación: zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	40
Lámparas dicróicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas LED.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Cambio por lámparas LED.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio por tubos tipo LED.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio por tubos tipo LED.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60
Agua	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.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	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

Fuente: Endesa.

1.3.3.1. Iluminación

Las empresas pueden beneficiarse con una iluminación eficiente y efectiva de los Hoteles. La luz influye sobre las emociones de las personas, como ven su espacio y su mundo, y como empiezan y terminan el día. La evolución de la tecnología LED nos permite transformar la iluminación de los Hoteles, asegurando que su inversión inicial será reintegrada lo más rápido posible.

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro del Sector, dependiendo este porcentaje del tamaño del edificio, de las instalaciones complementarias y del clima de la zona donde esté ubicado. Este consumo puede oscilar en torno a un 20 %.



Foto 1.6. Iluminación habitación.



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

Ahorro en costes de energía

Los tubos LED son hasta un 66 % (20W vs 58W) más eficientes que las lámparas TL-D, por lo que puede ahorrar en costes de energía sin que se vea afectada la calidad de la iluminación.

Tabla 1.2. Ahorro anual al sustituir una bombilla convencional por LED.

TIPO BOMBILLA	POTENCIA BOMBILLA	HORAS DE USO	CONSUMO AÑO KW.H	PRECIO KW.H	GASTO ECONÓMICO	AHORRO
Incandescente	100 W	8	292	0,16	46,72 €	-
Bombilla led	11 W	8	32,12	0,16	5,13 €	89 %
Bajo consumo	30 W	8	87,6	0,16	14,01 €	-
Bombilla led	9 W	8	17,5	0,16	2,80 €	80 %
Tubo fluorescente	30 W	8	87,6	0,16	14,01 €	-
Bombilla led	9 W	8	17,5	0,16	2,80 €	80 %

Fuente: Endesa.

❑ Duraderos y fiables

Con una vida útil de 40.000 horas superan a las lámparas TL-D en 25.000 horas para disfrutar de un menor mantenimiento y coste operativos.

❑ Luz de alta calidad

Nuestros tubos LED no parpadean ni provocan deslumbramiento. La luz 100 % instantánea tiene una gran uniformidad de color y aspecto visual en una gama de temperaturas de color.

❑ Una opción respetuosa con el medio ambiente

Los tubos LED son una alternativa sin mercurio a los tubos fluorescentes tradicionales, una opción responsable que también puede contribuir a sus valores de compromiso con el medio ambiente.

Con una potencia lumínica de hasta 3100 lúmenes, los tubos LED de Alto Flujo ofrecen una calidad lumínica brillante con el mejor índice de lúmenes por vatio. Un simple cambio para hoteles que ahorra energía, pero ofrece una iluminación brillante y acogedora.



Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20 % y el 65 % 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.

Tabla 1.3. Equivalencias.

LED	INCANDESCENTE	HALÓGENA	BAJO CONSUMO
3 W	25 W		
5 W	40 W	35 W	9 W
7 W	50 W	50 W	
9 W	60 W		18 W
10 W	80 W		20 W
15 W	100 W		24 W
TUBO LED	FLUORESCENTE	FOCOS LED	FOCO ESTÁNDAR
60 cm 8 W	18 W	10 W	50 W
120 cm 16 W	36 W	20 W	100 W
150 cm 24 W	52 W	30 W	150 W
		50 W	200 W
DOWNLIGHT			
	LED	FLUORESCENTE COMPACTO	
	18 W	52 W	

Fuente: Endesa.

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 1.4. Ahorro energético por sustitución de lámparas.

ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	76 %
Incandescencia	LED	85 %
Halógena Convencional	Fluorescentes Compactas	74 %
Halógena Convencional	LED	85 %
Fluorescentes Compactas	LED	35 %
Fluorescente Convencional	LED	55 %
Downlight 52W	LED 18W	65 %
Foco	Foco LED	80 %

Fuente: Endesa.

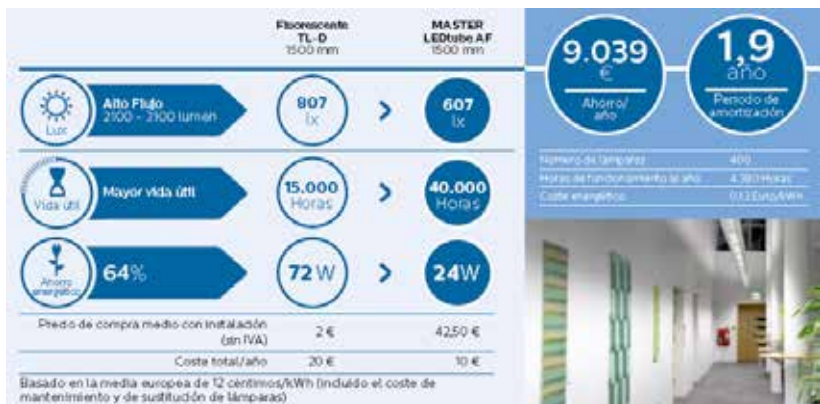


Figura 1.11. Ejemplo de ahorro en la sustitución de lámparas fluorescentes convencionales por tubo LED.

❑ **A-Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos**

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

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

En la Tabla 1.5. 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 1.5. Comparación entre balasto convencional y balasto electrónico.

Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto convencional		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto electrónico	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58 W)	116 W	Lámparas (2 x 51 W)	102 W
Balasto convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	113 W
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		22,60 %	

Fuente: Endesa.

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



BALASTOS ELECTRÓNICOS

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

Figura 1.12. Balastos electrónicos.

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.

☐ B-Sustituciones luminarias

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

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



❑ C-Aprovechamiento de la luz diurna

El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones importantes a nivel de la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio 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 del espacio, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, de los vidrios utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen en general del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



Foto 1.7.

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 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 %.

❑ D-Sistemas de control y regulación

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras sea necesario y durante el tiempo que sea preciso. Con un sistema



de control apropiado pueden obtenerse sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de un edificio.

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.

Implantando detectores de presencia en las zonas comunes, pasillos, lavabos, podemos conseguir importantes ahorros, evitando consumos innecesarios debidos a consumos pasivos en horas donde no hay ocupación en alguno de los sectores o dependencias del Hotel.

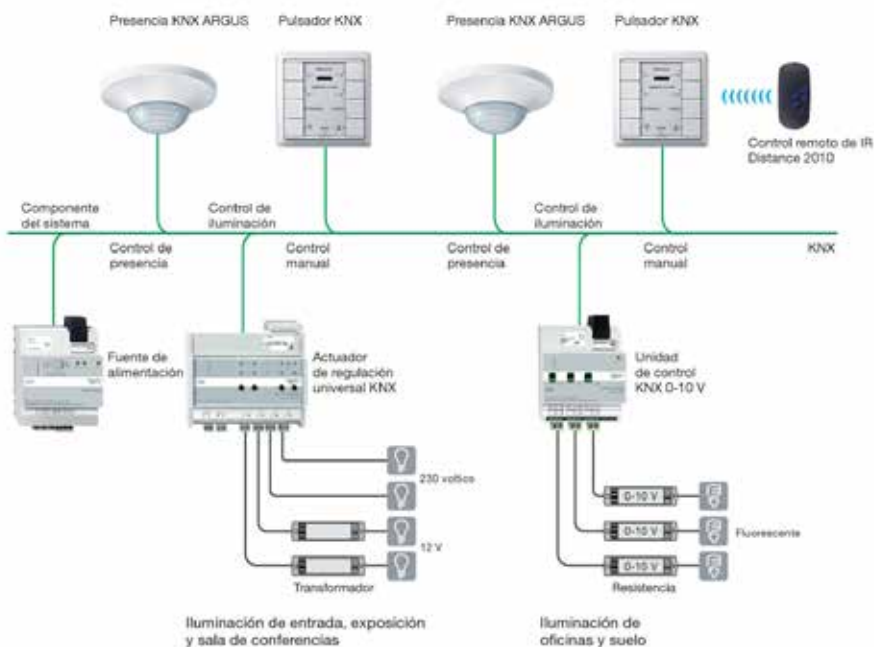


Figura 1.13. Sistemas de control y regulación.

1.3.3.2. Calefacción, producción ACS y aire acondicionado

Como hemos visto, podemos encontrar ahorros entre un 10 % y un 70 % gracias a la optimización de las instalaciones.

□ A- Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de un hotel dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orienta-



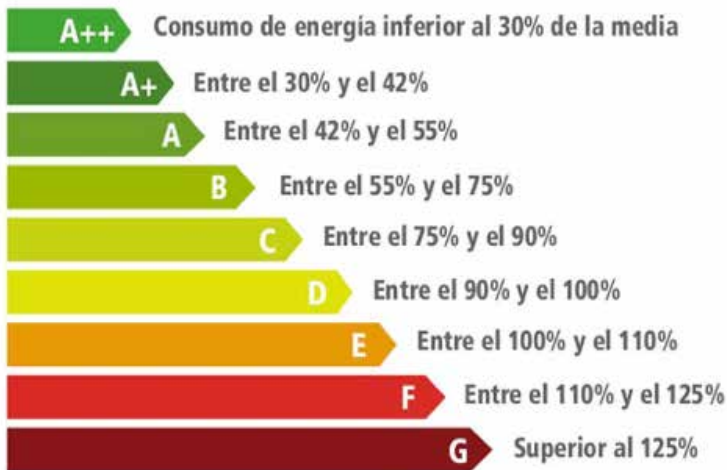
ción del edificio, los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento y las protecciones solares.

Desde la aplicación del Código Técnico de la Edificación CTE, así como las correspondientes modificaciones del mismo, queda limitada la demanda de energía de los edificios de nueva construcción, de acuerdo con la zona climática, así como su ubicación y uso. Todas estas condiciones vienen delimitadas en aplicaciones del Documento Básico Ahorro de Energía HE.

Debido a la aplicación del CTE a mediados del 2006 de parte de sus documentos, y en aplicación total a partir del 17 de marzo del 2007, los edificios de nueva construcción a partir de esta fecha cuentan con un mejor aislamiento térmico global, y en consecuencia un menor consumo de energía. Se estima que entre un edificio que le ha sido de aplicación el CTE frente a uno anterior tienen un ahorro en consumo de energía primaria del orden del 25-30 %.

Todos los edificios de nueva construcción en aplicación del CTE deben tener una certificación de eficiencia energética E y en las posteriores modificaciones se ha subido a D, mientras que en la mayoría de edificios anteriores a la aplicación del CTE suelen tener una certificación energética de E a G.

MÁS EFICIENTE



MENOS EFICIENTE

Figura 1.14. Consumo de energía en función del certificado obtenido respecto a la media.

Podemos observar en la Fig. 1.14. la diferencia del consumo de energía del edificio en función del certificado energético obtenido del edificio respecto a la media.



□ B-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 mientras los equipos en modo de espera.

Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la habitación pueda llevarse a la temperatura de confort en pocos minutos.

También permiten la introducción en el sistema de sensores como el de ocupación de la habitación, la apertura de ventanas, iluminación, etc. permitiendo la desconexión de los elementos de consumo en caso de no ocupación de la habitación.

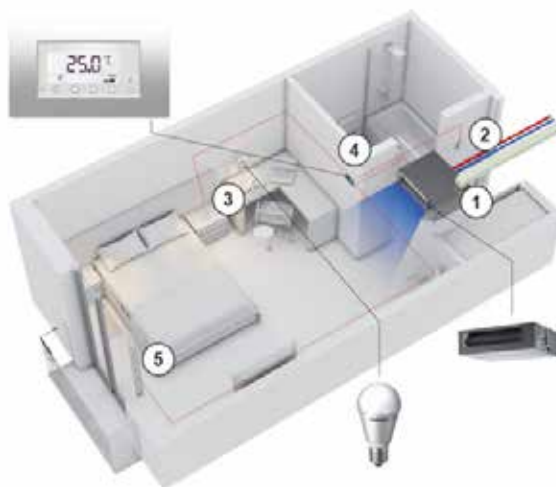


Figura 1.15. Habitación.



1. Unidad climatización/ ventilación.
2. Tarjetero habitación.
3. Control iluminación.
4. Sensor de presencia.
5. Contacto de ventana.

Estos sistemas también incorporan el control de ventilación, con lo que esta se puede ajustar a las necesidades reales de cada zona, bien por el control mediante detectores de presencia, o bien mediante sondas del control de la calidad del aire, sonda CO₂.

Con las nuevas tecnologías existentes estos sistemas de control se integran en la nube, con lo que es posible el control de la totalidad del sistema de forma remota. También permite la integración de diferentes sensores, contadores de energía, etc..., lo cual permite un control total de la instalación, así como obtener un historial de funcionamiento de la instalación, lo cual permite comprobar los hábitos de los usuarios y funcionamiento del sistema.



Foto 1.8. Sistema de control de forma remota.

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.



❑ C-Free-cooling

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

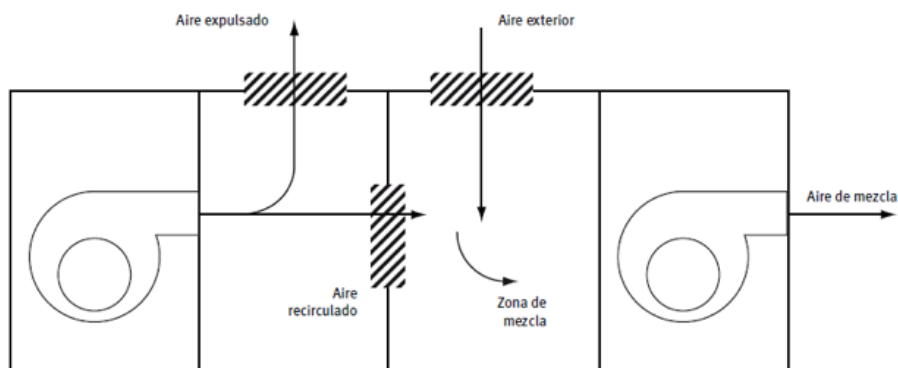


Figura 1.16. Esquema funcionamiento.

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

Con estos sistemas puede conseguirse un ahorro de energía anual del orden del 17 %, esto dependerá de la configuración del edificio, horas de funcionamiento de la ventilación, caudal de ventilación, etc.

❑ D-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.



Foto 1.9. y Foto 1.10.

□ E-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.

Desde el 2007 en aplicación del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, es obligada la recuperación de energía del aire expulsado cuando el caudal de este sea superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1.800 \text{ m}^3/\text{h}$).

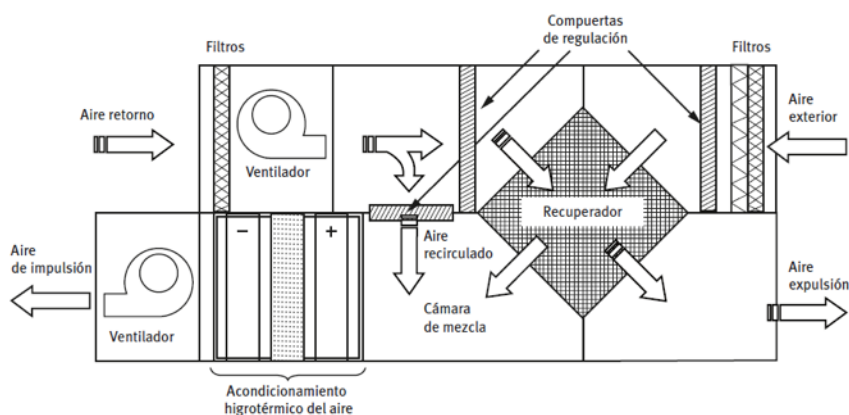


Figura 1.17. Esquema sistema.



La eficiencia de estos viene determinada por el mismo RITE, con un mínimo del 40 %. Esto significa que del aire expulsado en la renovación de aire se recupera un 40 % del calor o frío que se está expulsando, ya que este es traspasado al aire de aportación, con lo que ya entra en el local en unas condiciones más favorables de temperatura que las que tenía inicialmente.



Figura 1.18.

En un sistema de ventilación continuo durante el horario de la actividad podemos conseguir un ahorro de energía entre 20-27 %.

❏ F-Bombas de calor

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

El rendimiento de las bombas de calor convencionales (COP o EER) es del orden de entre 2,5 y 4,0, 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 1.6. Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

CLASIFICACIÓN BOMBAS DE CALOR		
	MEDIO DEL QUE SE EXTRAE LA ENERGÍA	MEDIO AL QUE SE CEDE ENERGÍA
SEGÚN MEDIO DE ORIGEN Y DE DESTINO DE LA ENERGÍA	AIRE	AIRE
	AIRE	AGUA
	AGUA	AIRE
	AGUA	AGUA
	TIERRA	AIRE
	TIERRA	AGUA

Fuente: Endesa.

En los últimos años esta tecnología ha evolucionado introduciendo los sistemas de bomba de calor inverter o VRV (Volumen de Refrigerante Variable), a diferencia de los sistemas convencionales, en los cuales el control de temperatura se realiza con un termostato que actúa parando y arrancando lo equipos, con lo que provoca picos elevados de consumo, sistema todo o nada. Los sistemas inverter o VRV actúan sobre el compresor variándose su velocidad, mediante un variador de frecuencia, ajustando su velocidad a la demanda real en cada momento.

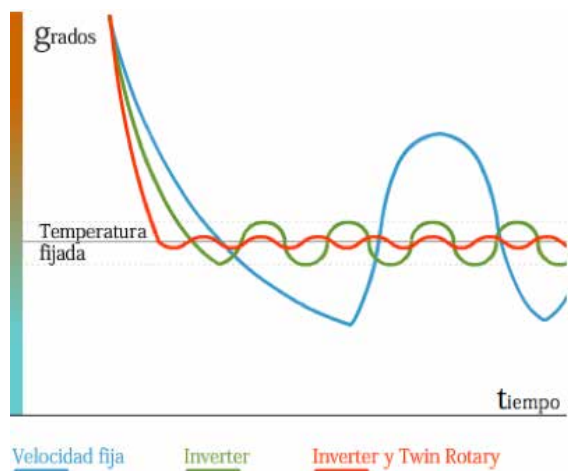


Figura 1.19. Comparativa.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Con estos sistemas mejoramos el confort ya que la oscilación de la temperatura es mucho menor que en el sistema tradicional, alargamos la vida del compresor, menos paradas y arranques, y un ahorro energético frente al sistema convencional.

Con estos sistemas, dependiendo del fabricante y modelo de bomba de calor, se pueden conseguir rendimientos (COP o EER) superiores a 4,0. Comparando un sistema convencional de bomba de calor antiguo con un sistema de bomba de calor inverter el ahorro de energía eléctrica puede estar entre el 30-60 % al año.

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

Algunos tipos de bombas de calor pueden producir simultáneamente frío y calor, lo que se llaman instalaciones a 3 tubos, donde el sistema aprovecha la energía excedente del circuito para suministrar calor en las unidades que lo demanden si el sistema funciona en modo frío o bien a la inversa si esta en modo calor. Los sistemas a 3 tubos son del orden de 15 % más eficientes que los de 2 tubos.

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 CO₂ que las calderas. Una bomba de calor que funcione con electricidad procedente de energías renovables no desprende CO₂.

❑ G-Aerothermia

La necesidad de disponer de equipos más eficientes ha provocado que surjan nuevos sistemas de climatización, como es el caso de la aerothermia. La aerothermia se basa en extraer energía gratuita del aire exterior mediante una bomba de calor inverter de alta eficiencia. Las bombas de calor utilizadas para la climatización se utilizan para calentar o enfriar el aire de los locales a climatizar, siendo por lo general sistemas de aire-agua o de expansión directa de un refrigerante.

En los sistemas de aerothermia las bombas de calor son del tipo aire-agua, se extrae el calor, la energía existente del aire exterior, y la cede al agua que se aporta al sistema de calefacción y agua caliente sanitaria. Con estos sistemas es posible climatizar, frío o calor, los locales y producir ACS.



Estos sistemas poseen un rendimiento muy alto, el COP o ERR están del orden de 4 a 5 dependiendo del fabricante, esto significa que por cada kW.h eléctrico consumido puede producir en condiciones óptimas de funcionamiento 5 kW.h térmicos.

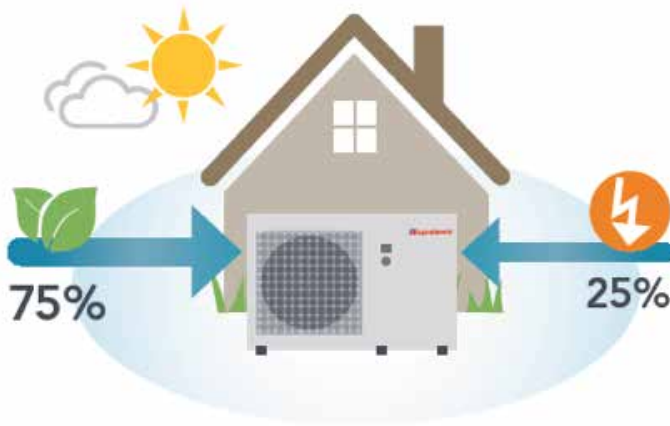


Figura 1.20.

Estos sistemas pueden trabajar con temperaturas exteriores hasta -20°C . Se pueden integrar en sistemas de calefacción por suelo radiante y de radiadores de baja temperatura. El ahorro de estos sistemas frente a los tradicionales de calefacción están entorno al 60 % en el caso de sistemas de suelo radiante y entorno al 30 % en los sistemas de radiadores.

□ H-Optimización del rendimiento de las calderas

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

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

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



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



Foto 1.11. Sala de calderas.

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

□ I-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.



□ J-Sustitución de gasóleo por gas natural

El combustible utilizado principalmente por el Sector Hotelero 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_2 y se reducen las de CO_2 responsables del efecto invernadero.
- Menor mantenimiento de la instalación.

□ K-Aerotermia, bomba de calor CO_2 para producción ACS

Los sistemas hoteleros son grandes consumidores de ACS, esta característica ha provocado que los sistemas de aerotermia hayan evolucionado para proporcionar equipos de producción exclusiva de ACS, obteniendo producciones de agua caliente sanitaria hasta 90°C . El principio de funcionamiento de estos sistemas es exactamente el mismo que los equipos de aerotermia para climatización con la peculiaridad de la sustitución del refrigerante, en el caso de producción exclusiva de ACS se utiliza el R-744 (CO_2), donde gracias a su ciclo permite producción de ACS a alta temperatura.



Figura 1.21.



El gas refrigerante R-744 o CO₂ minimiza el impacto en la capa de ozono y a la vez aporta una elevada eficiencia energética, contribuyendo al ahorro de energía y de recursos naturales.

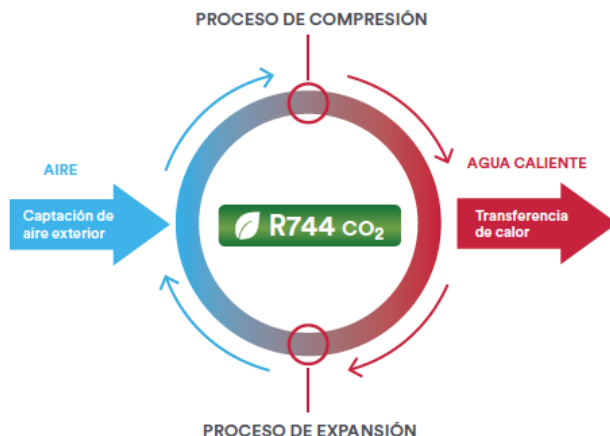


Figura 1.22.

La energía calorífica del aire es absorbida por la unidad exterior que mediante el refrigerante de CO₂ la transfiere al agua del acumulador para alcanzar la temperatura deseada y distribuirla cubriendo grandes necesidades de ACS.

Nos permite un amplio salto térmico de 10°C a 90°C, y valores de COP o ERR superiores a 4. Estos sistemas permiten un ahorro frente a sistemas de calderas convencionales de 70 %, por lo que son una alternativa muy interesante frente a otros sistemas de producción de ACS.

❑ L-Energía solar térmica

Una de las formas más extendidas del aprovechamiento de la energía solar consiste en la producción de ACS mediante captadores solares térmicos de baja temperatura. El aprovecha-

miento de este tipo de energía en el sector hotelero es interesante al tener elevados consumos de ACS. La homogeneidad del consumo a lo largo del tiempo, permite amortizaciones inferiores que al resto de caso generales, con amortizaciones alrededor de los 6 años.



Foto 1.12. Placas solares.



Este tipo de instalación tiene las ventajas disponer de una fuente de energía gratuita, pero por el contrario la disponibilidad de espacio para la instalación, así como los condicionantes de la misa, orientación, sombras, etc., lo cual es un hándicap importante si se pretende instalar en edificios existentes, ya que las cubiertas de estos suelen ya estar ocupadas por sistemas de climatización, ventilación, salidas de humos, etc.

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, o bien sustitución por sistemas de aerotermia mediante bomba de calor de CO₂ o dentro de las posibilidades técnicas la incorporación de sistemas de solar térmica, desarrollado en el punto anterior. 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.



Foto 1.13. Baño Hotel.

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

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.

Fuente: Endesa.



❑ A-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.

MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

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

- 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 1.8. 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 1.8. Ahorro económico de los diferentes sistemas de agua.

	DUCHA	LAVABO	WC	TOTAL
Consumo diario por persona (litros)	200	50	72	322
Consumo anual (m³)	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
Coste total (€/año)	138	34	18	190
Ahorro estimado	50 %	40 %	50 %	40-50 %
Ahorro económico (€/año)	69	14	9	92

Fuente: Endesa.

□ B-Ahorro en bombeo

El consumo eléctrico para el bombeo de agua puede llegar a ser una partida importante dentro del consumo energético de una comunidad, sobre todo en edificios altos. Para que una instalación de bombeo funcione satisfactoriamente desde el punto de vista energético, es necesario que haya sido dimensionada correctamente.



Figura 1.23.



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

A continuación, se expone un ejemplo de la aplicación práctica de un variador de frecuencia a una bomba de suministro de agua, Tabla 1.9.

Tabla 1.9. 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	10.620 kWh/año
% AHORRO	53,50 %
AHORRO ECONÓMICO	764 €/año
INVERSIÓN	2.050 €/año

Fuente: Endesa.

1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

1.3.4.1. Mantenimiento

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.



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

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

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello, se debe establecer un programa regular de mantenimiento.

En los sistemas de gestión actuales ya se integra el mantenimiento de las instalaciones, así como los correspondientes avisos y alarmas en caso de mal funcionamiento, con lo que se mejora el funcionamiento y mantenimiento de la instalación.

1.3.4.2. Sistemas de Gestión

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.
- Control de consumos.
- Aumento del confort.
- Ahorro energético.
- Reducción de averías.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Ahorro en mantenimiento.

Debido a las nuevas tecnologías de estos sistemas se ha simplificado su implantación al poder integrar elementos controlados, o que transmiten la información de forma inalámbrica, sin necesidad de cablear la instalación para la toma de datos, así como poder realizar el control y la gestión de forma remota, integrándose en sistemas de gestión on-line, lo cual permite su control desde cualquier dispositivo móvil que disponga conectividad de datos, como son los smartphones, tabletas, etc.

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

1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2010/31/UE y Directiva 2012/27/UE

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, esta fue modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo 2010, 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, consume el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

Las medidas adoptadas para reducir el consumo de energía en la Unión, permitirán, junto con un mayor uso de la energía procedente de fuentes renovables, que la Unión cumpla el Protocolo de Kyoto, y la consecución del triple objetivo para 2020, consistente en:

- 20 % de reducción de las emisiones totales de gases de efecto invernadero.
- 20 % de aumento de la eficiencia energética.
- 20 % del consumo total de energía, procedente de fuentes renovables.

Por otra parte la Directiva introduce este nuevo concepto como aquel edificio “[...] con un nivel de eficiencia energética muy alto [...]. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno” y establece sendas fechas, el 31 de Diciembre de 2018 y de 2020, para su aplicación a todos los nuevos edificios propiedad y ocupados por autoridades públicas, y para todos los edificios nuevos, respectivamente.

Por otra parte, con posterioridad, se aprobó la DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 Relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE.

Esta tiene por objeto establecer un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de un 20 % de ahorro para 2020, y preparar el camino para mejoras ulteriores de eficiencia energética más allá de ese año.

Establecer normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía. Disponer el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de energía final (KTEP) del 2014 y la variación respecto el 2013, así como gráficamente su distribución.



Tabla 1.10. Consumo de energía final (KTEP).

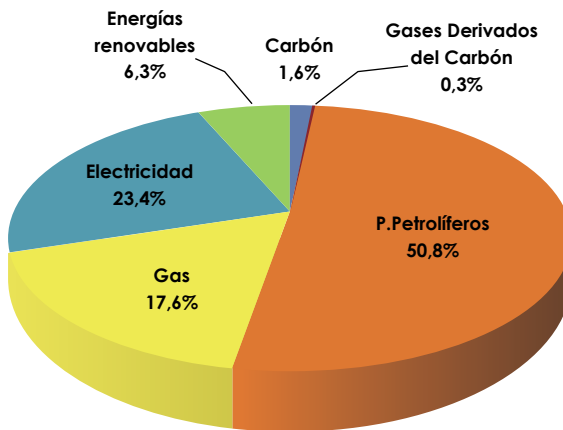
CONSUMO ENERGÍA FINAL (ktep)

	2013	2014	Tasa de variación %
Carbón	1.523	1.315	-13,7
Gases Derivados del Carbón	230	232	0,9
P. Petrolíferos	39.054	38.572	-1,2
Gas	14.784	14.156	-4,2
Electricidad	19.953	19.576	-1,9
Energías renovables	5.293	5.294	0,0
Total usos energéticos	80.836	79.145	-2,1

Usos no energéticos:

Carbón	0	42	
Prod. Petrolíferos	4.549	3.841	-15,6
Gas natural	470	539	14,7
Total usos finales	85.855	83.525	-2,7

CONSUMO ENERGÍA FINAL EN 2014



Fuente: Libro de la Energía en España, Ministerio de Industria, energía y turismo.

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. Estas Directivas establecen 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 m², 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 los 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 m², se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

Por otra parte, la Directiva 2012/27/UE, introduce **la obligación de rehabilitación de edificios de las Administraciones Nacionales**, según el artículo 5, a partir del 1 de enero de 2014 debe renovarse el 3 % de la superficie acondicionada propiedad y ocupada por gobierno central en su territorio, considerando inmuebles mayores de 500 m² (250 m² a partir del 9 de julio de 2015) que no alcancen los parámetros mínimos establecidos por la Directiva de eficiencia energética en edificios. La renovación consistirá, al menos, en llevarlos hasta el nivel de exigencia establecido por esta última norma, y que en España se materializa principalmente en el Código Técnico de la Edificación y el Reglamento de Instalaciones Técnicas de los Edificios.



Esto obligaba a los Estados Miembros a elaborar, antes de final de 2013, una lista de edificios que cumplan con los criterios señalados, e incluir su superficie y datos de rendimiento energético. El Documento de Trabajo de la CE SWD/2013/0445,8 al que haremos referencia luego, señala la labor adelantada en este sentido por el cumplimiento de los requisitos de certificación energética de edificios públicos establecido por la Directiva de eficiencia energética en edificios.

Como fuentes de financiación el título preliminar 54 hace referencia a mecanismos “innovadores” de financiación, y pone por el ejemplo el uso de los ingresos por las subastas nacionales de derechos de emisiones de efecto invernadero en el contexto del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea.

Asimismo, la Directiva “anima” a los organismos regionales y locales y a organismos de derecho público encargados de vivienda social a adoptar medidas de ahorro energético, implantar un sistema de gestión energético, y a que recurran a los productos ofrecidos por las empresas de servicios energéticos.

1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética

La transposición de la referencia a la certificación en la Directiva de eficiencia energética en edificios del año 2002, se hizo a través del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero,1 mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, quedando pendiente de regulación, mediante otra disposición complementaria, la certificación energética de los edificios existentes.

Antes de que se regulara la certificación de edificios existentes tuvo lugar la aprobación del texto refundido de la Directiva de eficiencia energética en edificios de 2010, circunstancia que hace necesario transponer de nuevo al ordenamiento jurídico español las modificaciones que introduce con respecto a la Directiva modificada.

Si bien esta transposición podría realizarse mediante una nueva disposición que modificara el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, y que a la vez completara la transposición contemplando los edificios existentes, parece pertinente que, por economía administrativa, se realice mediante una única disposición que refundiendo lo válido de la norma de 2007, la derogue y complete, incorporando las novedades que incorpora la nueva directiva y amplíe su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes.

En consecuencia, mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, se transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE del



Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, en lo relativo a la certificación de eficiencia energética de edificios, refundiendo el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, con la incorporación del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, teniendo en consideración además la experiencia de su aplicación en los últimos cinco años.

El Real Decreto 235/2013 prevé tres situaciones en las que es obligatorio obtener el certificado (artículo 2):

- En edificios nuevos. Su certificación tendrá dos partes: la de proyecto, que se incluirá en el proyecto de ejecución, y la de edificio terminado, que confirmará los datos de la primera, debiendo modificarse, de no ser así, ésta. (art. 8). El responsable de que se obtenga es el Promotor (agente de la edificación) o propietario (art. 5.1).
- En edificios existentes o partes de edificios existentes cuando se vendan, o alquilen a un nuevo arrendatario (por tanto no es aplicable en renovaciones). El responsable de que se obtenga es el propietario (art. 5.1).
- En edificios o partes de edificios ocupados por una autoridad pública, frecuentados por el público y con superficie superior a 250 m². La definición de autoridad pública (aclaración 3.1) es la del artículo 2 de la Ley 30/1992. El responsable es el propietario, ya sea un tercero, si la administración es arrendataria, ó la propia administración, si es propietaria.
- Además, la Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas introduce como parte del Informe de Evaluación de Edificios el certificado de eficiencia energética. Por tanto, será obligatoria su obtención para los edificios existentes a los que corresponda disponer del Informe (ver disposición transitoria primera de la Ley).

Éstos son:

- Los que deben obtener el informe de acuerdo con el calendario establecido por las autoridades autonómicas o municipales. El mínimo establecido por la Ley estatal es cada diez años para edificios de más de 50 años de antigüedad (en los 5 años siguientes al que alcance esa edad), pero los niveles inferiores de la administración pueden introducir condiciones más restrictivas (en cuanto a los edificios afectados y la periodicidad). Dado que la orientación de la ley respecto a los municipios que dispongan de Inspección Técnica de Edificaciones en funcionamiento es completar sus contenidos, lo más probable será que los calendarios y ámbitos de aplicación sean en esos municipios, los ya existentes (art. 9.2).
- Previamente a la solicitud de cualquier ayuda a la conservación, para la accesibilidad o para la rehabilitación energética del edificio.



El certificado de eficiencia energética o certificado energético es un documento oficial redactado por un técnico competente que incluye información objetiva sobre las características energéticas de un inmueble. En este sentido, la certificación energética califica energéticamente un inmueble calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de un edificio en condiciones normales de ocupación y funcionamiento. (incluye la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación).



Con el certificado energético obtendremos la calificación energética del edificio, la cual nos indicará la eficiencia energética de nuestro edificio en relación al edificio de referencia, obteniendo la correspondiente letra. De la letra A (edificio más eficiente energéticamente) a la letra G (edificio menos eficiente energéticamente). Además, también constará, entre otros datos, información sobre el consumo de energía anual (kWh/año y kWh/m²) y sobre el consumo de CO₂ Anual (kgCO₂/año y kgCO₂/m²). Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

Figura 1.24. Ejemplo de etiqueta de calificación energética.

En esta obtendremos los correspondientes valores de consumo de energía primaria no renovable y de emisiones de CO₂ anuales, en la siguiente tabla podemos observar a los valores que correspondiente dependiendo de la letra obtenida.

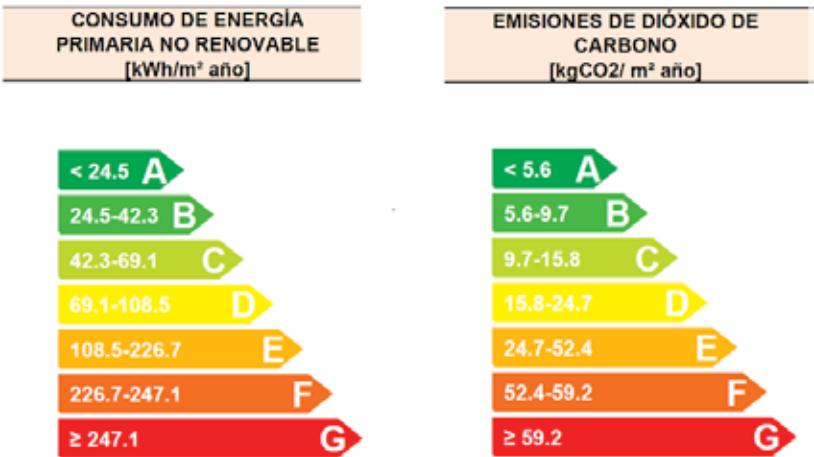


Figura 1.25. Valores de calificación.



Podemos observar en las figuras anteriores que la diferencia de un edificio con calificación G a uno con calificación A el consumo de energía primaria es 10 veces superior, por lo que como mejor calificación obtengamos menor consumo de energía primaria tendremos.

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

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

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. Este mandato, desarrollado en el articulado y en la IT 4 del RITE, necesita de un procedimiento o protocolo práctico que establezca cómo llevar a cabo las labores de medición del rendimiento de las calderas y de sus emisiones de CO₂, de forma que su resultado tenga la necesaria y suficiente validez.

La inspección del generador de calor comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, relacionadas con el generador de calor y de energía solar térmica, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.
- La inspección incluirá la instalación de energía solar, en caso de existir, y comprenderá la evaluación de la contribución solar mínima en la producción de agua caliente sanitaria y calefacción solar.

Serán inspeccionados periódicamente los generadores de frío de potencia térmica nominal instalada mayor que 12 kW. La inspección del generador de frío comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, relacionadas con el generador de frío, para ve-



rificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.

- La inspección incluirá la instalación de energía solar, en caso de existir, y comprenderá la evaluación de la contribución de energía solar al sistema de refrigeración solar.

Cuando la instalación térmica de calor o frío tenga más de 15 años de antigüedad, contados a partir de la fecha de emisión del primer certificado de la instalación, y la potencia térmica nominal instalada sea mayor que 20 kW en calor o 12 kW en frío, se realizará una inspección de toda la instalación térmica, que comprenderá, como mínimo, las siguientes actuaciones:

- Inspección de todo el sistema relacionado con la exigencia de eficiencia energética regulada en la IT.1 de este RITE.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, para la instalación térmica completa y comprobación del cumplimiento y la adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.
- Elaboración de un dictamen con el fin de asesorar al titular de la instalación, proponiéndole mejoras o modificaciones de su instalación, para mejorar su eficiencia energética y contemplar la incorporación de energía solar. Las medidas técnicas estarán justificadas en base a su rentabilidad energética, medioambiental y económica.

1.4. CONCLUSIONES

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El recorte de costes, en particular los de componente fijo o semifijo, se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar 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, para el Sector Hotelero tenemos que tener en cuenta que estamos sometidos a elevados consumos energéticos. 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.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

En este documento hemos podido recoger, aunque sea de un modo superficial e 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 documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones, comerciales o no, 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 lo notaremos en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que sumados a los que hemos conseguido con una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible nuestros 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 incrementar nuestro suministro de manera rentable y sin causar daños medioambientales.

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

En cualquier caso, hemos conocido sólo unas pocas de las posibilidades que existen en el mercado para ahorrar en nuestra 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.



2 ILUMINACIÓN



2.1. ASPECTOS AMBIENTALES

Los establecimientos destinados a instalaciones hoteleras, presentan una serie de características ligadas a su condición de "negocio", el cual, conjuntamente con necesidades de carácter físico, busca satisfacer otras de tipo sociológico, como es la confortabilidad, que muchas veces son las que sirven para expresar el grado de satisfacción de los usuarios y buscar la fidelidad de los mismos.

Cualitativamente, el usuario puede aproximarse a la realidad del establecimiento mediante una clasificación, realizada con estrellas, o recomendaciones en prensa y publicaciones especializadas, que ofrecen una valoración según unos estándares de servicio, generándose la personalidad propia de cada establecimiento.

Esta personalidad, partirá del entorno de situación, su ubicación geográfica y urbanística, cómo y de qué está rodeado, con quién establece vecindad, su grado propio de representatividad, si está englobado en una cadena y por lo tanto, sujeto a una imagen corporativa, etc.

A continuación, las características arquitectónicas propias del edificio, dimensiones, organización de espacios, la distribución y situación de los mismos, con las correspondientes circulaciones, nos establecerá las actividades a desarrollar, y los criterios de decoración seguidos: mobiliario, colores, texturas, etc., la atmósfera que se desee conseguir, naturalmente, en función de una tipología de usuario como destinatario de la misma.

El que esta atmósfera se perciba de forma adecuada depende en gran manera de la luz, debiéndose considerar las actitudes psicológicas de los usuarios en el establecimiento de soluciones luminotécnicas adoptadas en cada caso.

El planteamiento luminotécnico se situará, obviamente, en el contexto global de la instalación y por lo tanto, no podrán olvidarse los criterios generales de inversión económica que le afecten, así como la esperanza de vida y la explotación que se desee dar a la instalación.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Deberemos también considerar el resto de instalaciones que aporten variables energéticas (climatización, agua, etc...) y su posible interrelación, así como la globalidad de los ámbitos que con su diversidad rodean a cada establecimiento: áreas auxiliares o de apoyo (administración, almacenamiento, servicios, maquinarias, mantenimiento, etc.) que merecerán en cada caso, una atención especial.

Un denominador común de los ambientes que nos afectan y que debe estar presente en todas las consideraciones y decisiones que se realicen, es el carácter público de los mismos y la elevada rotación de usuarios, debiendo merecer un trato especial, todos los parámetros que estén relacionados con el término seguridad.



La tipología de establecimientos dentro del sector hotelero es muy diversa: Hotel, Hotel-Residencia, Hotel-Apartamentos, Residencia-Apartamentos, Motel, Pensión, Hostal, Complejo Vacacional, a lo que hay que sumar las distintas categorías y rangos que nos podemos encontrar en cada caso.

Igual amplia puede ser la singularidad que ofrecen alguno o la totalidad de sus espacios, siendo inherentes a sus propias características y a las de los servicios que ofrecen.

Áreas exteriores (jardines, terrazas, accesos, fachada, aparcamientos), áreas deportivas (interiores o exteriores), áreas recreativas o de ocio, áreas comerciales, áreas infantiles o las definidas por la propia arquitectura del establecimiento, son las más susceptibles de presentar singularidades.

Foto 2.1. Hotel Mac Garonda Palma de Mallorca (Zanobia Arquitectura. Giuseppe Violante).

Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.



2.2. VISIÓN Y PERCEPCIÓN

Queremos considerar en este espacio, la forma de determinar los atributos globales que deberá reunir el alumbrado en los distintos ámbitos de actuación, en función de la actividad visual a realizar, la definición espacial de los diferentes ambientes, así como de los criterios formales y de mantenimiento que se adopten.

2.2.1. Actividad visual y espacios

A. Actividad visual elevada

Los espacios con una elevada exigencia de realización visual tienen un carácter limitado en el tiempo, pudiendo presentar una gran diversidad de situaciones que habrá que considerar en cada circunstancia, siendo las áreas de labores administrativas las que marcan de una forma continuada unas exigencias similares a las instalaciones de oficinas.

- Área de Administración: oficinas, despachos, recepción.
- Salones: reuniones, convenciones.
- Salas de lectura.
- Habitaciones (según actividad).

B. Actividad visual normal

Las estancias donde se realizan las actividades propias de los centros hoteleros se sitúan habitualmente en exigencias de actividad visual normal.

En general, se deberá crear una ambientación que tenga en cuenta el aporte de luz natural a lo largo del transcurso de la jornada y cómo evoluciona la actividad realizada en dicho ambiente:

- Áreas de descanso.
- Áreas exteriores.
- Áreas de circulación.
- Áreas recreativas.
- Habitaciones (según actividad).



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

- Almacenes.
- Talleres.
- Cocinas.
- Áreas técnicas.

C. Espacios representativos

La categoría del establecimiento y las características específicas del mismo, derivada de la arquitectura, la decoración o la atmósfera deseada, pueden comportar la presencia de espacios representativos merecedores de un estudio luminotécnico específico.

2.2.2. Definición espacial

Debemos en este punto, y una vez establecidas las categorías de actividad visual, especificar la distribución espacial de la luz en cada ambiente en función de los parámetros anteriormente especificados, de las actividades a realizar y de la atmósfera que se debe percibir buscando una determinada respuesta emocional a los usuarios de los mismos.

2.2.3. Criterios formales

En el tipo de instalaciones que estamos considerando, adquiere un importante peso específico las características formales de las luminarias; el diseño y sus aspectos estéticos de color, presencia, forma de distribución luminosa, pueden llegar a tomar carácter de exclusividad, siempre en un contexto de ambientación global y de relación con la personalidad del establecimiento.

2.2.4. Conservación y mantenimiento

Supone un factor importante y, respetando en todo momento los criterios de seguridad obligatorios en este tipo de instalaciones, se debe considerar desde la esperanza de vida de la instalación hasta las horas de actividad anual de las mismas.

El abanico de posibilidades y combinaciones es infinito: desde hoteles que permanecen abiertos únicamente durante una determinada temporada, hasta hoteles que están en funcionamiento las 24 horas del día durante todo el año. En función de ello, se deberán determinar los criterios de mantenimiento en cada caso, con períodos predeterminados en algunas ocasiones, y establecer



criterios de instalación que faciliten dichas labores que de manera fundamental, se concretarán en la limpieza y sustitución de lámparas y equipos.

2.3. DISEÑO DE ILUMINACIÓN

Los criterios de diseño se adaptarán a las necesidades de las diferentes zonas según el carácter de las actividades en ellas realizadas y la duración de las mismas.

Dada la gran diversidad de establecimientos y usuarios que nos encontramos en esta tipología de instalaciones, los criterios de actuación lumínica tanto cualitativos como cuantitativos, tendrán un carácter muy flexible debiendo prevalecer aquéllos que favorezcan las relaciones humanas y la comunicación, como la direccionalidad, el modelado y los relacionados con el color.

Los niveles de iluminancia deberán permitir la realización de las actividades propias de cada ámbito, adaptando únicamente criterios severos en las zonas administrativas.

En general, se considerarán los aportes de luz natural y la posible variación de usos a lo largo del día.

Este criterio es igualmente válido para los controles de deslumbramiento, aconsejándose en general, que la distribución fotométrica de las luminarias y su disposición limiten los deslumbramientos directos y reflejados. No debe olvidarse la oportunidad en muchas ocasiones de crear efectos brillantes aprovechando elementos de alumbrado generalmente de carácter decorativo.

2.3.1. Áreas exteriores

El exterior de un establecimiento determina la primera impresión del mismo y al tratarse de "espacios abiertos" debe ser caracterizado teniendo en cuenta las peculiaridades del edificio y, en el caso que existan, de los jardines o del entorno en que se encuentra sin olvidar el contexto ambiental en el que debe integrarse.

En general, es aconsejable realzar el complejo sin crear efectos estridentes. En edificios con particular interés arquitectónico, se resaltarán sus principales características con alumbrado de proyección.

En las zonas ajardinadas se considerarán los colores y dimensiones de la vegetación, bajo la influencia del tiempo y las estaciones, complementándose con un alumbrado de balizamiento en las zonas de circulación. Si existen piscinas, el alumbrado interior de vaso se complementará con el de las áreas circundantes de interés.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

En las zonas de aparcamiento, se facilitará la labor de aproximación y se adoptarán los criterios generales para este tipo de situación y en general, se realzarán ligeramente las zonas que conducen a los accesos.

Los accesos a las instalaciones propiamente dichos, deben reunir unas excelentes condiciones visuales. Considerando sus características arquitectónicas, se buscarán atractivos diseños que supongan la carta de presentación del establecimiento, a la vez que permiten la acomodación visual de los reducidos valores del exterior a los que se encontrará en el interior.



Foto 2.2. Hotel Mac Garonda
Palma de Mallorca (Zanobia
Arquitectura. Giuseppe Violante).
Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.



Foto 2.3. Hotel Mac Garonda
Palma de Mallorca (Zanobia
Arquitectura. Giuseppe Violante).
Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.

2.3.2. Hall

La entrada de un establecimiento es el ambiente que debe confirmar en primer lugar, el aspecto creativo creado en el exterior, debiéndose favorecer en términos de calidad, cantidad y distribución, las actividades que se desarrollan y la comunicación entre el personal y los huéspedes creando una atmósfera agradable y acogedora que responda a la imagen que se desee ofrecer del mismo.



El mostrador de recepción es usualmente el primer punto donde se dirigen los clientes estableciéndose el contacto de éstos con el personal del centro, quienes a su vez desarrollan tareas administrativas, debiéndose por ello armonizar el atractivo y el reclamo de la recepción con las labores prácticas que en ella se realizan, evitándose superficies excesivamente brillantes que podrían resultar molestas.

La zona general del hotel es susceptible de presentar mayor diversidad arquitectónica siendo aconsejable disponer de una iluminación general que permita una fácil orientación hacia los posibles ámbitos de destino.

En las áreas de espera se procurará en cambio, crear una atmósfera particular que facilite el encuentro y la comunicación entre las personas y permita actividades como la lectura o la escritura.

Zonas complementarias como pueden ser teléfonos u otros servicios, tendrán una iluminación localizada, así como el acceso a ascensores, mientras que las de tipo secundario como guardarropías o cuarto de equipajes dispondrán de un alumbrado más funcional.

2.3.3. Circulaciones

Un área a priori sencilla se convierte en el caso de muchos de hoteles, en una zona de las más delicadas de la instalación debido a su posición interior, con ausencia prácticamente generalizada de luz natural, y a su longitud, que en muchos casos alcanza largos valores.

Por lo tanto, la iluminación desempeñará un papel fundamental conjuntamente con un correcto acabado de superficies para permitir en conjunto una buena orientación, fácil identificación de accesos a habitaciones, salidas, ascensores, etc., y en general, ofrecer una imagen confortable y de seguridad que permita el reconocimiento de personas.

En general, se procurará conseguir una buena uniformidad utilizándose lámparas fluorescentes o fluorescentes compactas debido a los frecuentemente largos períodos de utilización con temperatura de color cálida y niveles de iluminancia media alrededor de 100 lux.

Se utilizarán luminarias empotrables en el techo o de pared, posibilitándose en este último caso, la emisión parcial o total de forma indirecta.

El mismo planteamiento puede hacerse extensivo a las zonas de escaleras, debiendo tener en cuenta que ofrecen un riesgo mayor por la seguridad en la circulación, por lo que los niveles de iluminancia serán mayores que en los pasillos y deberán vigilarse especialmente, los controles de posibles deslumbramientos que podrían provocar caídas.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Incluimos finalmente este apartado, los ascensores. Cajas reducidas que en muchas ocasiones pueden provocar sensaciones psicológicas de angustia o encierro. El uso de sintonías musicales, espejos, elementos decorativos o de información, contribuyen a reducir estas sensaciones a lo que puede y debe añadirse una correcta iluminación que ensanche el espacio sin provocar calor e integrados en la caja del ascensor, según las características de las mismas.

Las puertas de salida deben presentar un nivel de iluminancia superior a la del ámbito donde se encuentran para facilitar su localización.

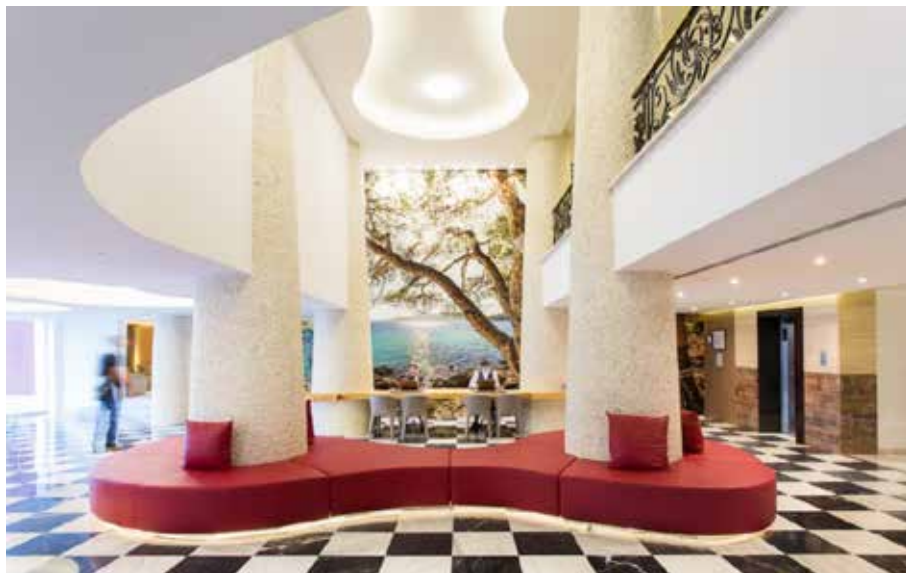


Foto 2.4. Hotel Mac Garonda Palma de Mallorca (Zanobia Arquitectura. Giuseppe Violante).
Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.

2.3.4. Habitaciones

Constituyen el ambiente individual por excelencia de la instalación y, por lo tanto, debe significar la culminación del trayecto recorrido por el usuario y la plasmación del objetivo de confortabilidad buscado por el hotel.

Luz para el bienestar, luz para privilegiar una atmósfera íntima que permita a quien ocupa la estancia reconstruir, aunque sea un lugar extraño, la propia privacidad y prepararse para el reposo.

El proyecto luminotécnico tendrá en cuenta estas exigencias y la posibilidad de realizar actividades como la lectura, o que la estancia se convierta de forma temporal en la prolongación del ambiente de trabajo.



En general, debe evitarse la presencia de luz fría o deslumbrante, las sombras duras, buscándose una iluminación desuniforme y sugestiva con valores graduales que serán mayores en las zonas de interés como los armarios o la proximidad de la cama.

Con encendidos independientes se dispondrá de luces auxiliares que permitan trabajar en la mesa o leer en la cama. Obviamente, estas luces pueden incrementar la luz ambiental de la habitación.

Para todo ello se utilizarán luminarias con temperatura de color cálida, con emisión predominantemente difusa que se adapten a las características del mobiliario de la habitación.



Foto 2.5. Hotel Mac Garonda Palma de Mallorca (Zanobia Arquitectura, Giuseppe Violante).

Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.

2.3.5. Baños

Acostumbran a ser el complemento de las habitaciones ya que su disposición se diseña de forma conjunta. Estas estancias deben dotarse de un alumbrado que, conjuntamente a las exigencias de confort, deben responder a las de seguridad y funcionalidad que plantean la presencia de humedades.

La organización del mobiliario higiénico sanitario representará el punto de partida de la distribución luminosa. Se partirá de una iluminación general ambiental



que se complementará, de forma armonizada, con la localizada en el espejo. En este último caso, debe proporcionar niveles de iluminación que cuantitativamente y cualitativamente aseguren la correcta realización de delicadas operaciones de cuidado personal como pueden ser el afeitado y el maquillaje. Niveles escasos de iluminancia, deslumbramientos e insuficientes valores de reproducción cromática deberán ser evitados para no provocar inconvenientes situaciones que denunciasen una mala iluminación.

Luminarias empotrables en techo o de pared con lámparas de temperatura de color cálida y excelente reproducción cromática serán las soluciones a utilizar.



Foto 2.6. Hotel Mac Garonda Palma de Mallorca (Zanobia Arquitectura. Giuseppe Violante).

Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.

2.3.6. Bares. Cafeterías

Estas dependencias, conjuntamente con otras de características similares como restaurantes o comedores, pueden considerarse tanto como parte integrante del complejo hotelero como locales independientes, constituyendo de forma singular ambientes colectivos que prevén la presencia contemporánea de personas con exigencias individualizadas y con períodos variables de tiempo.

Desde locales donde el consumidor permanece un breve espacio de tiempo y de forma apresurada hasta otros donde se permanece durante largos períodos de forma relajada.



La multitud y diversidad de ambientes con los que nos podemos encontrar es indescriptible y en cada caso la solución luminotécnica deberá responder a las exigencias ambientales que de forma específica se planteen.

En líneas generales predominarán las sensaciones de relax y diversión, resultando aconsejable una variedad de iluminación que permita la interacción entre los huéspedes y entre éstos y el personal.

El confort buscado será alto y al mismo tiempo se ofrecerá un ambiente placentero y atractivo. Se tendrá en cuenta la relación con los espacios contiguos. En la mayoría de las ocasiones, la luz natural desempeñará un importante papel que puede proporcionar ambientaciones diurnas y nocturnas o la necesidad de tamizarla según la orientación de las salas.

Generalmente, el mostrador del establecimiento constituirá un punto de reclamo debiendo realizarse y creándose una atmósfera entorno al mismo que se complementará con el uso de luminarias y fuentes de luz que pueden proporcionar desde una iluminación suave y difusa creando una atmósfera relajante, hasta luces de marcado acento y direccionalidad que creen ambientes vivos y estimulantes.

2.3.7. Restaurantes. Comedores

Constituye otro espacio singular en el que la creación de una correcta atmósfera luminosa contribuirá a enriquecer la experiencia gastronómica con la visual debiendo ser la tipología y el carácter que se desee imprimir al mismo, el que determine la atmósfera visual a conseguir y su correspondiente planteamiento luminotécnico.

Partiendo de la necesidad de conseguir un cierto nivel de intimidad, nos encontraremos con situaciones que partiendo de valores relativamente altos de iluminancias y uniformidades (concepto funcional), se puede llegar a tenues niveles de iluminancia conjugados con la ambientación localizada de las mesas creándose ambientaciones cálidas y acogedoras. En cualquier caso, si nos encontramos con un ámbito expositivo de alimentos, éstos deberán resaltar respecto al conjunto.

Deberá considerarse en cualquier caso, la existencia o no de luz natural, su influencia en las diferentes horas de funcionamiento del restaurante y si existe la necesidad de compaginar diferentes soluciones luminotécnicas que permitan conseguir diferentes ambientaciones, por ejemplo, un ambiente funcional y dinámico en las comidas y otro más íntimo y acogedor en las horas de la cena.

La instalación de elementos complementarios con carácter decorativo, luminarias de pared, techo o mesa, puede contribuir a aumentar el grado de flexibilidad de la instalación.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Salas de grandes dimensiones o de dimensiones variables donde se realicen banquetes, deberán disponer de una instalación que permita adaptarse a las modularidades de la sala contemplándose la posibilidad de disponer de mesas de honor, escenarios u otros elementos que deban destacar del conjunto.

En el caso de encontrarnos con comedores de carácter privado y/o reducido, predominarán las atmósferas cálidas e intimistas.

Las salas o comedores destinados a desayunos, es importante que tengan un aporte de luz natural y si esto no es posible, crear un alumbrado artificial con luces brillantes y/o niveles de iluminancia relativamente altos que contribuyan al estímulo que debe suponer el desayuno como prefacio de toda una jornada. Obviamente, si existe buffet, éste destacará y contribuirá con su colorido a enriquecer la atmósfera viva de la sala.



Foto 2.7. Hotel Mac Garonda Palma de Mallorca (Zanobia Arquitectura. Giuseppe Violante).

Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.

2.3.8. Cocinas

Para el planteamiento luminotécnico de las instalaciones de cocinas, se partirá de tres premisas básicas:

- Respetar los parámetros que permitan una buena actuación visual por parte de las personas que están allí esperando.



- Utilizar parámetros cualitativos como los utilizados en el comedor, aumentándose los valores de uniformidad y destacando las zonas de trabajo y cocción.
- Tener en cuenta las consideraciones particulares del ámbito, su relación con las otras dependencias, su posible visión desde el exterior por parte de los clientes, las circulaciones y ámbitos de trabajo, etc.

2.3.9. Salas multiusos

En los últimos años, la actividad hotelera ha ido transformándose y actualmente el hotel se propone como una estructura pluri-receptiva que debe estar en condiciones de responder a exigencias cada vez más diversas.

Nace de aquí, la exigencia de disponer de ambientes multifuncionales que puedan albergar diferentes actividades: reuniones, convenciones, grupos de estudio, fiestas, entretenimientos, comidas, etc.

La iluminación aquí debe responder a una necesidad de negocio y se debe caracterizar por la máxima flexibilidad de la instalación, flexibilidad que debe entenderse como la receptividad de la instalación, actualmente con posibilidades de realizarse de forma automática, sobre los encendidos, la cantidad de emisión, el reparto, etc. de manera que la iluminación de las salas pueda adaptarse a las necesidades específicas de utilización.

Pensemos en una sala que pueda modularse en diferentes superficies, en la que se deba concentrar la atención sobre los oradores, en una conferencia; que se precise realizar proyecciones que puedan o no compaginarse con la necesidad de tomar notas, reuniones, presentaciones o exhibiciones cinematográficas; un espacio de libre circulación, recepciones, y tantas otras necesidades divergentes y contemporáneas que deberán determinar la correcta elección y disposición de luminarias y equipos de control que garanticen el máximo confort y adaptación a las diversas situaciones.

2.3.10. Otros

Los ámbitos comentados hasta este punto son los que caracterizan en mayor medida las instalaciones hoteleras. Existen otras que responderán a características específicas de la instalación como pueden ser gimnasios, piscinas, clubs nocturnos o musicales, y otros que desempeñan un papel auxiliar como cocinas, almacenes, oficinas o aparcamientos. En todos los casos, se tratará de instalaciones que el proyecto luminotécnico debe contemplar desde la óptica de integración en el conjunto hotelero y desde las particularidades que en cada caso le son inherentes.



2.4. IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS

2.4.1. Lámparas. Luminarias

La elección de sistemas de iluminación a implantar pasa por la utilización exclusiva de soluciones con tecnología LED que respondan a parámetros cualitativos acordes con las necesidades de los espacios:

- Temperatura de color.
- Valores entre 2700K y 4500K.
- Reproducción cromática 1A, 1B, 2A.
- Control de luminarias en función de las especificaciones de actividad visual priorizándose luminarias con UGR<19.
- Estabilidad cromática MacAdam <3.
- Duración valores mínimos: 50.000 h L80 B10.
- Eficacia luminosa: valores superiores a 100 lm/W.

En las instalaciones de hoteleras, las valoraciones fundamentales de funcionalidad y seguridad deben conjugarse con los aspectos arquitectónicos, estilísticos y tipología de emisión como elementos básicos que caracterizarán los ambientes.

Los costes de instalación de las luminarias, el consumo energético de las mismas y los costes de mantenimiento, deben ser considerados en el momento de realizar la proyectación luminosa, incluyéndose una planificación de períodos de sustitución de lámparas, equipos, materiales, limpieza de equipos, etc...que garantice el mantenimiento de los parámetros lumínicos iniciales a lo largo de la vida de la instalación.

El carácter público de las instalaciones que nos ocupan, hace que desempeñe un rol fundamental las características de seguridad; las luminarias no deben suponer ningún peligro potencial para los usuarios. La tendencia a utilizar luminarias de clase eléctrica II, los grados de protección adecuados, la protección contra incendios y el uso de luminarias que no originan combustión, son aspectos a considerar en cualquier instalación.

Las instalaciones se complementarán con las debidas medidas de alumbrado de emergencia y seguridad que las normativas prevean, adecuándose a las características particulares de cada caso.



Los aspectos estéticos de las luminarias, principalmente en aquellos casos que su presencia es evidente, deben conjugarse con los elementos de decoración y el contexto de la estructura, pudiéndonos encontrar desde elementos con carácter muy tradicional hasta los de diseño más vanguardista, desde objetos con un evidente protagonismo hasta los totalmente integrados.

La valoración de la imagen de un establecimiento, la ambientación y el confort deseados en cada dependencia, las sensaciones psicológicas a crear en los futuros usuarios, la lectura arquitectónica del espacio tratado, dependerán en gran medida de las fuentes de luz escogidas y de cómo esta luz es distribuida, filtrada, repartida, por la correspondiente luminaria.

Las Marcas de Calidad expedidas por los Institutos responsables de los diferentes países, desarrollan una serie de ensayos y pruebas con el fin de verificar el correcto funcionamiento con respecto a las normas de seguridad. Dichas prescripciones vienen ya determinadas en el ámbito europeo, siendo las siglas ENEC quienes certifican la conformidad de los productos de iluminación.

Tal como se deduce de las consideraciones anteriores, el universo de las luminarias utilizables en las instalaciones objeto de estudio es muy amplio, basándonos en el criterio de fuentes de luz utilizadas se realiza a continuación, una rápida presentación de los modelos más comúnmente utilizados y que deben considerarse a título orientativo.

2.4.2. Sistemas de control y gestión

El nivel cualitativo de la instalación y el grado de flexibilidad necesario, determinarán los niveles más o menos avanzados de los sistemas de control a utilizar en cada caso.

En la actualidad, es posible utilizar sofisticados sistemas que complejamente buscarán el conseguir un máximo nivel de seguridad en las diferentes dependencias con un buen nivel de condiciones visuales y confortabilidad que permitan la correcta prestación visual a los usuarios y dependientes de la instalación.

Igualmente interesante resultará la dirección del establecimiento, el uso de sistemas de control que repercutirá en un menor coste energético y de mantenimiento, y el aumento de satisfacción de los clientes y por lo tanto, del prestigio del establecimiento.

Los principales sistemas que se pueden utilizar son:

- **Interruptores automáticos.** Pondrán en marcha o desconectarán una parte de la instalación en función de la señal recibida de un sensor de luz, sistema horario, detector de presencia.



- **Interruptores remotos.** Constan de un emisor y un receptor, funcionando generalmente, con sistema de radiaciones infrarrojas permitiendo el encendido, apagado y regulación, con el equipo adecuado, de partes de la instalación.
- **Sistemas de regulación.** Elementos que permiten dimerizar el flujo luminoso emitido por las lámparas adecuándolo a las necesidades de ambientación deseadas.
- **Sistemas programables, de regulación y control.** Permiten el control de los niveles de iluminancia, luminarias en funcionamiento, tiempos de paro, etc... de forma manual o automatizada, en función de la luz natural o de la necesidad de disponer de ambientaciones predeterminadas.

2.5. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y ENERGÉTICAS

2.5.1. Alumbrado de Emergencia

En el caso del alumbrado de emergencia se debe garantizar unos niveles mínimos en todas las dependencias que permitan adoptar las medidas de seguridad pertinentes y en los distintos accesos o vías de evacuación hacia el exterior, para que ésta se pueda realizar de forma fácil y segura cuando falle el suministro eléctrico.

De acuerdo con la legislación vigente, prácticamente la totalidad de ámbitos de esta subárea deben ser dotados del correspondiente sistema de alumbrado de emergencia, debiendo seguirse los parámetros fijados en la normativa:

- Directiva Comunitaria de Baja Tensión CEE 73/23 (R.D. 7/88).
- Norma Básica de la Edificación. Condiciones de protección contra Incendios en Edificios NBE CPI/91.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Instrucción MI-BT 025 (RBT).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OM.9371/71).
- Orden sobre Establecimientos Hoteleros y Turísticos B.O.E. nº 252.
- Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas (R.D. 2816/82).

Paralelamente a estas disposiciones de instalación, debe contemplarse un correcto mantenimiento de las mismas que garantice su operatividad en los momentos que sea necesario su funcionamiento.



2.5.2. Seguridad Mecánica

Los aparatos de iluminación deben tener un grado de robustez mecánica adecuada para la función a la que están destinados. Por otra parte, no han de presentar puntos de temperaturas elevadas que puedan provocar quemaduras o generen riesgo de inflamación en las superficies o materiales próximos.

Los aspectos que se han de contemplar especialmente son:

- Resistencia a los impactos.
- Seguros contra el descuelgue accidental de elementos.
- Seguros contra la manipulación por personal no autorizado y contra el hurto.
- Estanqueidad al polvo y al agua (aparatos de exterior o locales húmedos o polvorientos).
- Ausencia de puntos o superficies excesivamente calientes.
- El nivel de ruido producido por la vibración de equipos auxiliares no ha de superar los 40bD, en el conjunto de la instalación.

2.5.3. Seguridad Eléctrica

Las luminarias deben presentar algún tipo de protección contra los choques eléctricos: Clase I, Clase II, Clase III.

Las luminarias deben cumplir las directivas europeas en relación a la compatibilidad electromagnética y de baja tensión.

Las instalaciones de iluminación están sujetas a las disposiciones del REBT y concretamente en lo relativo a locales de pública concurrencia MI-BT 025.

Dispondrán, además, de los sistemas adecuados de corte y protección contra contactos directos e indirectos. Las luminarias con sus lámparas y equipos asociados si los hubiese, deben poseer marcaje de conformidad a normas.

2.5.4. Seguridad Eléctrica

El mantenimiento periódico y organizado de las instalaciones nos asegurará el correcto mantenimiento de los parámetros de servicio previstos en la instalación. Para ello, se deberán prever los periodos de sustitución de fuentes de luz en función de su vida útil, la limpieza de luminarias de acuerdo con su situación



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

y su grado de ensuciamiento y la periódica revisión de los factores de seguridad de la instalación.

El correcto adiestramiento del personal responsable de la gestión, control y mantenimiento de las instalaciones, deberá repercutir en la eficacia de las mismas.

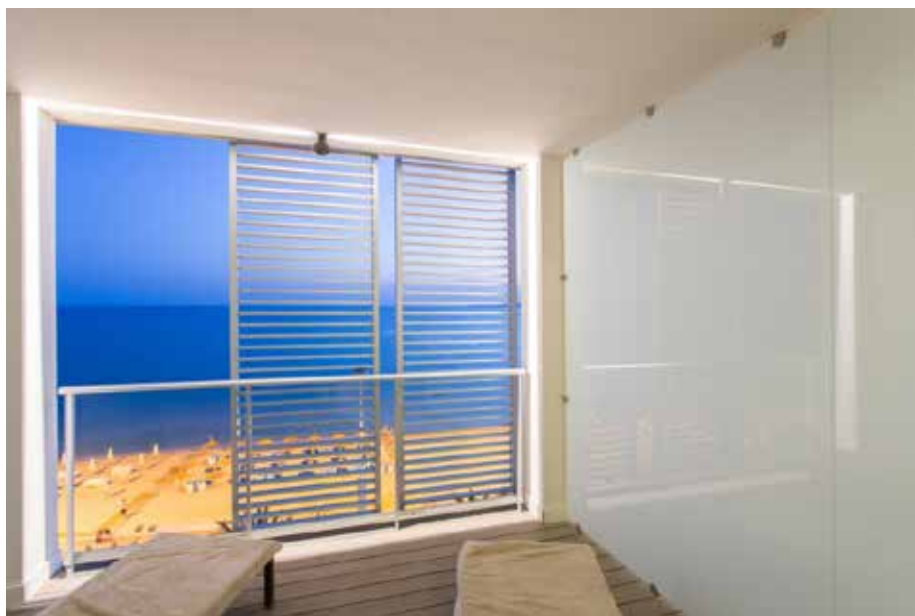


Foto 2.8. Hotel Mac Garonda Palma de Mallorca (Zanobia Arquitectura. Giuseppe Violante).
Fuente: Gala Martínez y Arquitectos.


Tabla 2.1. Parámetros de iluminación recomendados.

ÁMBITO	ILUMINANCIA E (lux)	CLASE DE CALIDAD DESLUMB. INDIRECTO	IRC	TEMPERA- TURA DE COLOR K	OBSERVA- CIONES
Exterior					
. Jardín	3-5	-	-	-	Medida en suelo
. Aparcamiento	3-5	-	-	-	
. Vías de acceso	10-15	-	-	-	
. Fachada	10-100	-	-	-	
Hall					
. General	200	C	80-90	3000-4000	Medida en mostrador
. Recepción-Caja	300	C	80-90	3000-4000	
. Áreas de espera	200	C	80-90	3000-4000	
Circulaciones					
. Pasillos: Diurno	150	C	70-80	3000	Realce acceso
Nocturno	50	C	70-80	3000	
. Escaleras	200	C	70-80	3000	
. Ascensores	200	C	70-80	3000	
. Puertas ascensores	250	C	70-80	3000	
Habitaciones					
. General	100	C	90	3000	Illum. localizada
. Armarios	100	-	-	3000	
. Cabecero cama	300	B	90	3000	
Baño					
. Ilum. General	100	B	90	3000	Medida en suelo
. Espejo	300	A	90	3000	
Bar-Cafetería					
. Mostrador	200	B	90	3000	
. Ambiental	40-200	C	90	3000	
. Mesas	40-200	C	90	3000	
Restaurante					
. Comedor					
. General	100-300	C	90	3000	
. Mesas	190-300	C	90	3000	
. Mostrador comidas	400-600	C	90	3000	
Cocina					
. General	300	C	90	3000	
. Trabajo/Cocción	600-1000	C	90	3000	
Salas Multiuso					
. Conferencias	300	A	80	3000-4000	
. Formación-Estudio	500	A	80	3000-4000	

Fuente: iGuzzini Illuminazione Ibérica S.A.

3 SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA



3.1. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, se ha puesto especial hincapié en la fabricación de productos y sistemas más eficientes desde un punto de vista energético. En el ámbito de las instalaciones, el diseño y desarrollo de nuevos productos se concentra en conseguir la reducción del consumo de agua necesario para su funcionamiento, sin que el usuario perciba diferencias en comparación con los tradicionales. En este sentido, la oferta de este tipo de productos se ha incrementado notablemente en el mercado (griferías, cisternas, inodoros, urinarios, etc.). Pero como suele pasar en otros campos, las novedades tecnológicas, a menudo superan las normas vigentes y sobre todo, los hábitos de instalación. Los productos llamados “ahorradores de agua” deben ser considerados como parte de un todo, por lo que es esencial la visión holística de la instalación para sacar partido a los avances logrados.

Los edificios destinados a hoteles, acumulan un gran número de personas que utilizan las instalaciones durante muchas horas al día. Los consumos anuales de agua, pueden favorecerse notablemente con la incorporación de los nuevos productos, pero también pueden generar daños colaterales si el cálculo de la instalación y los materiales empleados, no están a su altura.

El objetivo del presente informe, es poner de manifiesto la importancia de una parte de las instalaciones hidráulicas que generalmente se les ha dado poca importancia y que en este nuevo escenario, toman especial relevancia. Nos referimos a la combinación de estos productos ahorradores de agua, con las instalaciones de evacuación y por ende, su sistema de ventilación.

Tradicionalmente, a las instalaciones de evacuación se les ha asociado la dimensión de los tubos en relación al uso de cada aparato (lavabos 32 mm, salidas de bote sifónico 50 mm, etc.). En pocas ocasiones se ha prestado atención a las particularidades del edificio y que se resumen en dos factores esenciales que afectan al dimensionamiento: las unidades de desagüe y al factor de simultaneidad.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Por una parte, las unidades de desagüe se han visto afectadas con los nuevos sistemas, que emplean menos caudales de servicio y por otro lado, la definición de la simultaneidad del edificio, que depende de la actividad que se desarrolle.

El objetivo final, es lograr el mayor confort de las personas que usan el edificio. Todos tenemos experiencia de haber entrado en edificios muy cuidados desde un punto de vista arquitectónico, con buenos diseños, buenos materiales y en los que sin embargo, suenan las instalaciones, hay malos olores, etc.

La poca atención que le hemos dado a este tipo de instalaciones se vio agravada en los años de bonanza en los que a pesar de introducir en el mercado algunos productos o sistemas novedosos, se mantuvieron intactos los mismos hábitos de instalación de siempre, de forma que el problema, lejos de mejorarse, se empeoró.

Actualmente, la evolución del mercado indica que en los próximos años, el mundo de la rehabilitación de edificios tomará una posición relevante en el mercado de la construcción. En este planteamiento, se persigue que los edificios que sean más sostenibles, más eficientes energéticamente y que permitan a los usuarios una mejor calidad de vida. En este entorno, las instalaciones deben contribuir a conseguir estos objetivos. A continuación se exponen los puntos clave que deben considerarse en la mejora de las instalaciones, cuando se afronta la construcción o reforma integral de un edificio.

3.2. MARCO LEGAL DE LAS INSTALACIONES DE EVACUACIÓN

Antes de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, en España no existían normas de obligado cumplimiento para las instalaciones de evacuación de los edificios. Es cierto que la NTE-ISS (Norma Tecnológica de la Edificación, Instalaciones de Salubridad: Saneamiento) recogía ciertas recomendaciones relacionadas con el diseño, cálculo, construcción y control de ese tipo de instalaciones. Actualmente, las instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios deben cumplir con los requisitos especificados en el Documento Básico HS-5 del CTE, tanto en obra nueva, como en ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes cuando se amplía el número y la capacidad de los aparatos receptores existentes.

Adicionalmente existe una norma de referencia, la UNE-EN 12056 "Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios", más específica sobre los métodos de cálculo que el CTE.

Como es conocido, el CTE es un código de mínimos. Gracias a su aparición, desde 2006 todos los profesionales que estamos implicados en este tipo de instalaciones debemos tener en cuenta aspectos que antes pasaban desapercibidos y que en



muchas ocasiones no se tenían en cuenta hasta fases muy avanzadas del proyecto. Hoy en día todos los que tenemos relación con este mundo y en especial los fabricantes, tenemos la "obligación moral" de mejorar las instalaciones aportando mejores cálculos, mejores productos, mejores soluciones y sobre todo, una visión global que evite la aparición de problemas durante el uso de los edificios. En esta línea, el uso del edificio debe tomarse como punto de partida, ya que las necesidades de un hotel, de un hospital, de un bloque de viviendas, de un centro de ocio, etc. no son las mismas y por lo tanto su diseño no debe ser común para todos. De esta forma, con el afán de mejorar, también conseguiremos mejorar las normativas y conseguir que una buena instalación de evacuación no sea la excepción, sino la regla.

3.3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA HIDRÁULICA

Es bastante sencillo detectar problemas en el funcionamiento de una instalación de evacuación debido a los claros síntomas que provocan. La aparición de ruidos y malos olores en los cuartos húmedos, desgraciadamente son más habituales de lo deseado. Para evitarlo, a la hora de acometer el diseño y cálculo de una instalación de evacuación, debe tenerse en cuenta que el agua en su camino a través de las tuberías, deben estar acompañada por aire. Como regla general, se suele establecer que en colectores la proporción debe ser de 50 % de agua y 50 % de aire, mientras que en las bajantes el agua se limita a un tercio, ocupando el aire los dos tercios restantes.

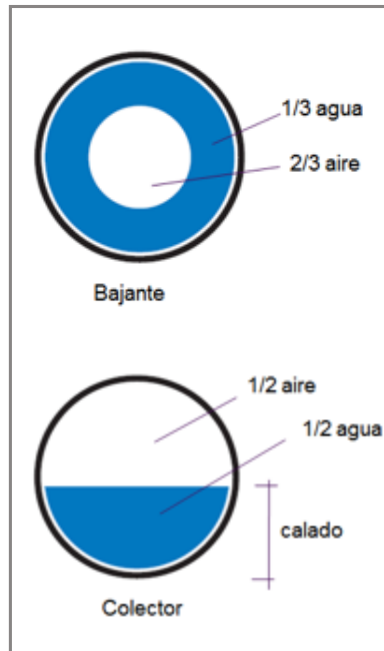


Figura 3.1. Proporción agua-aire en tuberías de evacuación.

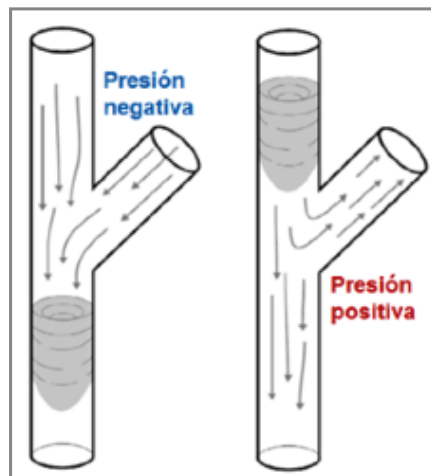
El gran enemigo de las instalaciones de evacuación, causante de la mayoría de los funcionamientos defectuosos, es el fenómeno conocido como "pistón hidráulico". Este fenómeno se produce cuando la sección del tubo se llena completamente de agua, haciendo que la presión atmosférica desaparezca y se transforme en presión inducida (negativa o positiva). Las presiones positivas o sobrepresiones mueven los cierres hidráulicos (sifones), impulsándolos hacia el interior e introducen, como consecuencia de tal desplazamiento, o mediante burbujas, gases fétidos en los cuartos húmedos.



Las presiones negativas o depresiones succionan el agua de los cierres hidráulicos, destruyéndolos.

Los problemas pueden manifestarse al poner en funcionamiento un aparato de forma aislada o un grupo de aparatos que se activan al mismo tiempo. Las consecuencias pueden aparecer en el lugar donde está ubicado el aparato o en cualquier otro lugar de la instalación.

Figura 3.2. Pistón hidráulico en bajante de evacuación.



3.4. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS INSTALACIONES DE EVACUACIÓN

La red de evacuación se extiende desde los desagües de los aparatos que conforman la instalación (sumideros, bañeras, inodoros, lavadoras, etc.) hasta la conexión a la red del alcantarillado público, mediante la correspondiente acometida. A continuación se analizan los componentes de esta red de evacuación.

3.4.1. Cierres hidráulicos o sifones

Son los encargados de evitar el paso de los olores fétidos que provienen de la red de alcantarillado, al interior del edificio. El único aparato sanitario que incorpora sellado hidráulico propio, es el inodoro. El resto, requiere estar conectado a un cierre hidráulico externo, pudiendo ser éste un sifón individual o un bote sifónico que aglutine varios aparatos. En cualquier caso, el CTE indica que la altura mínima de cierre hidráulico debe ser de 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos, sin exceder nunca los 100 mm. Si un sifón cumple con los requerimientos que marca la normativa al respecto, su mal funcionamiento sólo puede ser achacado a problemas con las presiones incorrectas generadas a lo largo de la instalación.

3.4.2. Redes de pequeña evacuación

Son las encargadas de transportar las aguas desde la salida de los aparatos sanitarios hasta las bajantes, tanto en instalaciones con sifones individuales como en las que se prevé un bote sifónico.



El CTE asigna a cada aparato sanitario un caudal (UD: Unidad de Desagüe) y un diámetro, diferenciando usos públicos como privados. Una UD equivale a $0,47 \text{ dm}^3/\text{s}$. En el caso de ramales horizontales, el diámetro se establece a partir de las UD y de la pendiente (tabla 4.3 CTE HS5).

3.4.3. Bajantes de aguas residuales

Son las encargadas de recibir las aguas procedentes de los aparatos sanitarios a través de la red de pequeña evacuación. La unión se realiza mediante accesorios especiales llamados injertos. El diámetro se calcula en función del número de UD que acometen a la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas (tabla 4.4 CTE HS5).

3.4.4. Bajantes de aguas pluviales

Son las encargadas de transportar las aguas de lluvia desde los sumideros hasta los colectores, tanto en sistemas mixtos como en separativos. Para un régimen pluviométrico de 100 mm/h , el CTE asigna el diámetro de la bajante en función de la superficie a drenar en proyección horizontal (tabla 4.8 CTE HS5). Para otros coeficientes pluviométricos, es necesario aplicar un factor corrector.

3.4.5. Colectores

Los colectores recogen las aguas procedentes de las bajantes. En función del tipo de sistema (separativo o mixto), el cálculo de los colectores se realiza independientemente para aguas residuales y pluviales, o conjuntamente para ambas.

En el caso de colectores de aguas residuales, el cálculo se realiza en función del número total de UD que recoge y la pendiente (tabla 4.5 CTE HS5). En el caso de aguas pluviales, se realiza en función de la superficie en proyección horizontal a drenar y la pendiente (tabla 4.9 CTE HS5). También existe la posibilidad de emplear colectores mixtos que transporten aguas residuales y pluviales, en cuyo caso el cálculo se realiza en función de la superficie y la pendiente. Para ello, se transforman las unidades de descarga en una superficie teórica equivalente y se suma a la correspondiente de aguas pluviales. En caso de ser el coeficiente pluviométrico distinto a 100 mm/h debe aplicarse un factor corrector.

3.5. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE EVACUACIÓN

El CTE además de asignar las unidades de desagüe a cada aparato según su uso (privado o público), recomienda el diámetro mínimo que deben tener las



salidas de sifones y derivaciones. Es usual que se conserve dicho diámetro a lo largo de todo el recorrido del tubo, por ejemplo 32 mm para lavabos y bidés, 40 mm para bañeras y duchas y 110 mm para inodoros. Sin embargo, en numerosas ocasiones la simple evacuación de un grifo puede provocar el llenado del tubo y como resultado la pérdida del sellado hidráulico del aparato en cuestión y la aparición de malos olores. Esta es la consecuencia de emplear "diámetros tipo" según los aparatos a evacuar sin atender las características particulares de la instalación.

Las reglas de diseño que emplea la norma UNE-EN 12056-2 profundizan más en el método de cálculo. Partiendo de la proporción de aire que queremos mantener en el ramal cuando está evacuando el aparato al que está conectado (50 %, 30 %), se tienen en cuenta factores como la longitud máxima de la tubería, el número máximo de codos de 90°, el desnivel máximo o la inclinación mínima. De esta forma, se obtienen unos diámetros específicos para la instalación en estudio.



La evacuación de los inodoros merece estudio aparte. Hace no muchos años, las cisternas evacuaban 12 litros de agua cada vez que se tiraba de la cadena. Después se redujeron a 9 y en la actualidad se emplean tan sólo 6 litros e incluso 4,5. A pesar de esta importante reducción, los colectores se han mantenido con diámetros de 110 mm. Para conseguir transportar los sólidos procedentes del WC, es necesario que éstos vayan flotando a lo largo del colector.

Figura 3.3. Colector con diámetro de 90 mm.

Cuando se arrojaban 12 litros, la altura de agua (el calado) era suficiente para conseguirlo. Sin embargo, al reducir a la mitad la descarga de la cisterna el calado también disminuye, lo que puede provocar la sedimentación de los sólidos y a la larga la aparición de obstrucciones en los colectores. Esta situación puede corregirse reduciendo a 90 mm el diámetro, con el objetivo de aumentar el calado.

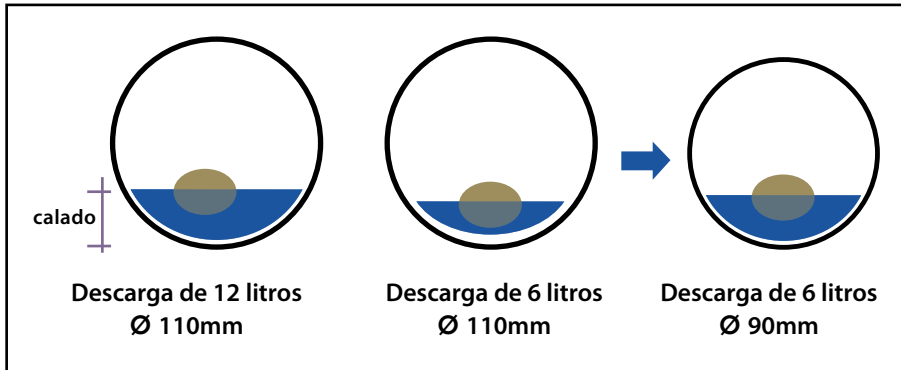


Figura 3.4. Colector con diámetro de 90 mm.

3.6. SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA

Para sacar el máximo rendimiento a los productos o sistemas innovadores que se incorporan al mercado, es necesario que tanto los calculistas como los instaladores, conozcan sus características para que realmente resulten eficaces. De lo contrario, los beneficios que deben aportar pueden desvanecerse ante la mirada del usuario. A continuación se exponen algunos ejemplos de estos sistemas.

3.6.1. Inodoros

Los inodoros con los habituales fluxores tienen un consumo aproximado de agua de 8 a 10 litros por uso y en cambio las cisternas vierten 6 litros en la descarga completa y 3 litros en descarga parcial. El fluxor no solamente descarga un mayor caudal de agua que las habituales cisternas, sino también necesita una presión y una instalación de suministro totalmente independiente del resto de aparatos, tal como indica el apartado HS4 del CTE.



Figura 3.5. Fluxor para inodoro.



Tabla 3.1. Condiciones mínimas de suministro según apartado.

	Fluxor para inodoro	Cisterna para inodoro
Presión mínima en punto de consumo	150 kPa (1,5 bar)*	100 kPa (1 bar)
Caudal [dm³/s]	1,25	0,1
Diámetro nominal del ramal de enlace tubo de acero	1- 1 ½ "	½ "
Diámetro nominal del ramal de enlace tubo de cobre o plástico	25-40	12
	Linea de suministro exclusiva para fluxores	

* Presión dinámica.

Fuente: Geberit.

El motivo principal de utilizar estos volúmenes de agua es cumplir con los requisitos funcionales y métodos de ensayo recogidos en la norma UNE- EN 997 que aseguran la limpieza total del inodoro. En este momento los diseños de los inodoros se han mejorado de tal forma que solo con descargas de 4,5 y 3 litros nos aseguramos de la limpieza total de la taza del inodoro, cumpliendo



los requisitos funcionales y métodos de ensayo recogidos en la norma nombrada anteriormente. La combinación de esas la cisterna y esos inodoros, consiguen ahorros importantes de agua. De igual forma, deben adecuarse los cálculos de la instalación para sacar el mayor rendimiento.

Figura 3.6. Conjunto de cisterna empotrada e inodoro más higiénico y sostenible.



No solamente se ha avanzado en el ahorro de agua en estos aparatos sanitarios, sino también en el confort. Se ha incorporado una unidad de extracción de olores que está situada en el propio bastidor de la cisterna empotrada y recoge el aire en el propio inodoro, donde se originan los malos olores. Lo depura a través del filtro de carbono activo que se esconde tras la placa del pulsador y lo devuelve al baño, a través del pulsador, totalmente purificado.



Figura 3.7. Cisterna empotrada con unidad de extracción de olores DuoFresh.

3.6.2. Urinarios



Los urinarios descargaban hasta hace poco tiempo en cada uso 3 litros de agua. Actualmente existen sistemas capaces de ahorrar más de un 83 % de agua en cada descarga. Estos sistemas emplean sifones y rociadores especialmente diseñados para funcionar con sólo 0,5 litros de agua, obteniendo resultados óptimos y como en el caso de los inodoros, cumpliendo con los requisitos funcionales y métodos de ensayo recogidos en la norma correspondiente, en esta ocasión la norma UNE-EN 13407.

Figura 3.8. Ensayo de funcionamiento del urinario Preda. Ensayo de limpieza del urinario Preda con funcionamiento con 0,5 litros recogido en la norma UNE-EN 13407.

También existen urinarios que funcionan sin agua mediante un sifón especial. El funcionamiento es el siguiente, a través del hueco de la tapa entra la orina en la antecámara y así el diafragma es “despegado” por la presión del líquido de la pared del sifón. Después de pasar la orina, la fuerza capilar “succiona” el diafragma hacia la pared del sifón. Los gases ascendentes empujan el diafragma hacia la pared del sifón, evitando que salgan al exterior. El sifón debe sustituirse después de un número de usos definido por el fabricante.



Figura 3.9. Sifón híbrido con diafragma para urinario con funcionamiento sin agua.



Uno de los mayores problemas de los todos los urinarios, es su mantenimiento. Principalmente el mantenimiento de sus sifones y las tuberías de evacuación. Para realizar el mantenimiento y limpieza de los elementos que componen estos aparatos sanitarios se debe desmontar el urinario completamente de la pared donde está instalado, utilizando por completo el urinario durante un largo periodo de tiempo.

En el mercado ya existen modelos de urinarios con funcionamiento con agua o sin agua que permite hacer todos los trabajos de mantenimiento sin requerir el desmontaje de la pared, agilizando considerablemente el mantenimiento.

Figura 3.10. Parte trasera de un urinario desmontado de la pared con sifón totalmente obstruido.



Figura 3.11. Limpieza de tubería de evacuación sin desmontar el urinario de la pared.

3.6.3. Lavabos



En los últimos años la incorporación de aireadores a las distintas tipologías de grifos (monomando, temporizada y electrónica) permiten grandes ahorros en el consumo de agua. Todos estos tipos grifos tienen algo en común, deben cumplir las exigencias del apartado HS4 del Código Técnico de la Edificación, que por ejemplo indica que para lavabos el caudal instantáneo mínimo de agua fría es de 6 l/min y de agua caliente sanitaria es de 3,9 l/min.

La gran ventaja de los grifos temporizados y electrónicos frente a la grifería monomando es el cierre automático del agua.

Figura 3.12. Grifo electrónico ecológico con aireador.



La grifería electrónica va ganando terreno frente a los sistemas temporizados, al utilizar el agua estrictamente necesaria. En el caso temporizado el cierre automático del agua se produce los 15 s (± 5 s) y en el caso del grifo electrónico se produce automáticamente cuando se quita las manos del campo de detección de la grifería, que el tiempo medio por uso es de 5 segundos.



En cambio el tiempo medio que está abierto el grifo monomando es de unos 30 segundos por uso.

Figura 3.13. Volumen de agua de grifería de lavabo.

En el campo electrónico ha aparecido recientemente un grifo electrónico dotado de un generador que se recarga al utilizarse, ahorrando además de agua, energía (grifo electrónico ecológico).

3.6.4. Bañeras / Duchas

Al igual que la grifería de lavabo, los grifos de duchas y bañeras deben cumplir las exigencias del apartado HS4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), que en el caso de bañeras mayores de 1,40m el caudal instantáneo mínimo de agua fría (AF) es de 18 l/min y del agua caliente sanitaria (ACS) es de 12 l/min. En el caso de las duchas el caudal de AF es de 12 l/min y el del ACS es de 6 l/s. En el caso de bañarnos, necesitamos entre 180 y 250 litros de agua para llenar la bañera dependiendo de lo grande que sea la bañera. En cambio sí nos duchamos durante un tiempo de medio de 10 minutos, el volumen de agua que utilizamos sería aproximadamente la mitad, alrededor de 100 litros.



Figura 3.14. Canal de ducha CleanLine.



Por ello cada vez es más común ver duchas en vez de bañeras en los baños públicos, no solamente por el ahorro de agua, sino también por ahorro de espacio ya que necesitan la mitad de superficie que una bañera convencional. No menos importante es el tema de la accesibilidad y en vista de ello cada vez es más frecuente instalar duchas integradas en el pavimento que permiten instalar suelos continuos entre la ducha y el resto del baño. La recogida de agua en este tipo de duchas esta normalmente en el suelo, a través de una rejilla o canal de ducha situado en el propio pavimento. También existen innovadores bastidores para Sifón Ducha de pared que desplazan el desagüe de la ducha desde el suelo hasta la pared, consiguiendo una superficie única de la ducha y haciéndolas aún más accesibles.



Figura 3.15. Bastidor de Sifón. Ducha de pared WallDrain.

3.6.5. Bidés

A la igual que la grifería de lavabos, en el apartado HS4 del CTE indica que la grifería de bidé debe tener un caudal instantáneo mínimo de agua fría de 6 l/min y de agua caliente sanitaria de 3,9 l/min.



Este tipo de aparatos que son muy utilizados en la zona mediterránea, son cada vez más remplazados por otros tipos de productos que hacen la misma función y que combinan varios aparatos en uno, consiguiendo ahorrar espacio útil en los cuartos de baños. Estos sustitutos del tradicional bidé, pueden ser una grifería instalada justamente al lado del inodoro que posee un flexo con ducha o se puede optar por los inodoros-bidés que combinan el bidé y el inodoro.

Figura 3.16. Grifería para inodoro.



Los inodoros-bidés, muy utilizados en países asiáticos y centroeuropeos van más allá que solamente una simple limpieza perineal con la temperatura del agua regulable. Ya que dependiendo del modelo que elijamos, también permiten realizar el secado a través de un secador de aire caliente, incluyen una luz de orientación, ducha-masaje pulsante, calefacción del asiento del inodoro, extracción automática de olores, tecnología TurboFlush, etc.

Figura 3.17. Inodoro-bidé AquaClean Mera.

En el siguiente cuadro se representan los ahorros de agua que pueden generarse en los baños de un hotel, al sustituir los productos tradicionales por sistemas ahorradores de agua.

Tabla 3.2. Comparativa de ahorro de agua en edificios de oficinas.

Número de usuarios hombres	125	Nº de días trabajados al año	365
Número de usuarios mujeres	125		
Sistemas tradicionales		Sistemas ahorradores de agua	
Descarga de inodoro (fluxor):	10,0 litros	Descarga inodoro	Grande 4,5 litros Pequeña 3,0 litros
Caudal grifo monomando lavamanos	6,0 litros	Caudal grifo electrónico lavamanos	1,0 litros
Descarga de urinarios	3,0 litros	Descarga de urinarios	0,0 litros
Bañera	250,0 litros	Ducha	100,0 litros
Bañera (uso como ducha 75 % usuarios)	100,0 litros	Consumo por hombres	13.312,5 litros
Consumo por hombres	21.062,5 litros	Consumo por mujeres	13.312,5 litros
Consumo por mujeres	19.937,5 litros		
Total	41.000,0 litros	Total	26.625,0 litros
		Ahorro por día	14.375,0 litros
		Ahorro al año	5.246.875,0 litros
		Porcentaje de agua utilizada	64,94 %

Fuente: Geberit.



3.7. REDES DE VENTILACIÓN

Las redes de ventilación juegan un papel fundamental en las instalaciones de evacuación, ya que son las encargadas de proporcionar el aire necesario al sistema de tuberías que evitará la aparición del pistón hidráulico. En su cálculo, además de tener en cuenta el número de aparatos que desaguan, es imprescindible conocer las características del edificio. Su uso definirá mayores o menores posibilidades de que coincidan simultáneamente la descarga de los aparatos.

El CTE define unas tipologías de ventilación, basadas en la altura de los edificios. Así se contempla la ventilación primaria, la secundaria y la terciaria.

3.7.1. Ventilación primaria

Consiste en prolongar la bajante de aguas residuales por encima de la cubierta, de manera que permanezca ventilada. El CTE establece como suficiente este sistema para edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 plantas si la bajante está sobredimensionada y los ramales de desagüe tienen menos de 5 metros.

3.7.2. Ventilación secundaria

Cuando la ventilación primaria no es suficiente, es necesario aportar un caudal extra de aire a la bajante de aguas residuales. Para ello, se establece una bajante paralela que se conectará a la principal en plantas alternas si la altura del edificio es menor de 15 plantas o en cada planta si tiene 15 o más.

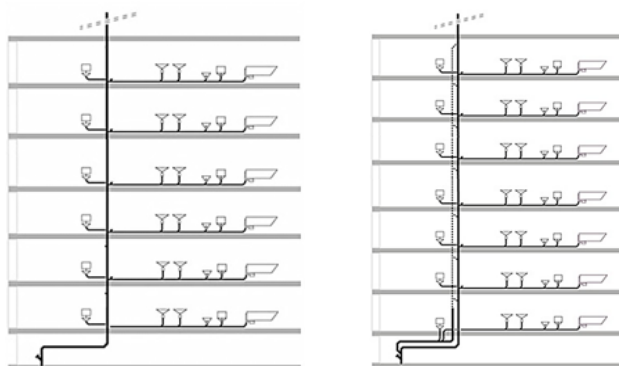


Figura 3.18. De izquierda a derecha. Edificio con ventilación primaria y edificio con ventilación secundaria.



3.7.3. Ventilación terciaria

Consiste en conectar la columna de la ventilación secundaria con los cierres hidráulicos de los aparatos. Debe disponerse este tipo de ventilación cuando la longitud de los ramales de desagüe sea mayor que 5 m, o si el edificio tiene más de 14 plantas.

3.7.4. Ventilación mediante válvulas de aireación

Cuando por criterios de diseño, no es posible que la bajante se prolongue por encima de la cubierta, es posible el empleo de válvulas de aireación.

Las válvulas de aireación se abren y facilitan la entrada de aire del exterior cuando se produce una depresión en la instalación a causa de la descarga de los aparatos. La finalidad es equilibrar la presión y evitar el desifonamiento de los cierres hidráulicos. Cuando la descarga finaliza, la válvula se cierra por su propio peso, evitando la salida al exterior de malos olores procedentes de la instalación.

En edificios de 5 plantas o menos debe instalarse una única válvula, para mayor altura es necesario una cada 4 plantas.

3.7.5. Optimización de las redes de ventilación

Actualmente la aplicación de estas tipologías es de obligado cumplimiento tanto en edificios de nueva planta como en rehabilitaciones. Sin embargo, si queremos asegurarnos de contar con unas instalaciones que funcionen adecuadamente, es necesario profundizar más en su diseño. Estas reglas, no contemplan el número de aparatos conectados a la bajante mediante las redes de pequeña evacuación, es decir, el número total de UD's y éstas, no dependen del número de plantas del edificio. Se estima que la capacidad de una bajante de 110 mm de diámetro, permaneciendo adecuadamente ventilada, está en torno a los 4,2 l/s. Conociendo el número de aparatos existentes es fácil conocer el caudal total Q que podría verse sobre la bajante. Otro factor a tener en cuenta, es la frecuencia de uso de los aparatos. Un cálculo correcto desde un punto de vista teórico, puede fracasar si no se tiene en cuenta la posibilidad de uso de los aparatos de una forma simultánea por parte de los usuarios del edificio.

La siguiente fórmula permite ajustar el caudal en función del factor corrector F :

$$Q = F * \sqrt{\sum UD}$$

El factor F depende del uso del edificio. La norma UNE-EN 12056 establece los siguientes valores:



Tabla 3.3. Valores del factor F según norma UNE-EN 12056.

USO	EDIFICIOS	FACTOR F
Irregular	Edificios residenciales y oficinas	0,5
Regular	Hospitales, hoteles, escuelas y restaurantes	0,7
Frecuente	Baños públicos y duchas	1,0
Especial	Laboratorios	1,2

Fuente: UNE-EN 12056.

A partir del diseño de la instalación, es posible acometer un cálculo estricto que nos dará garantía de buen funcionamiento. De igual forma que se debe ser inflexible en la ejecución de las instalaciones, controlando los diámetros tanto del sistema de evacuación como del de ventilación.

Respecto a este último, se han detectado algunos malos hábitos en las instalaciones que desembocan irremediabilmente en la aparición de patologías. En el caso de las ventilaciones primarias, aunque debe mantenerse el diámetro de la bajante de aguas residuales constante a lo largo de toda su longitud, es frecuente ver cómo a menudo se reduce su diámetro antes de atravesar la cubierta del edificio (por ejemplo de Ø 110 a 50 mm). Esta actuación limita la entrada de aire al interior y por tanto desvirtúa los cálculos realizados.

En el caso de las ventilaciones secundarias se da un caso muy curioso. El CTE contempla una tabla en la que asigna el diámetro de la columna de ventilación según el diámetro de la bajante de aguas fecales. Al diámetro 110 mm, frecuentemente utilizado, le corresponde uno de 63 mm según se indica en el cuadro adjunto:

Tabla 3.4. Diámetro de columnas de ventilación secundaria con uniones en cada planta.

Diámetro de la bajante (mm)	Diámetro de la columna de ventilación (mm)
40	32
50	32
63	40
75	40
90	50
110	63
125	75
160	90
200	110
250	125
315	160

Fuente: Código Técnico de Edificación.



El material empleado habitualmente en este tipo de instalaciones es el PVC-U según norma UNE-EN 1329. A pesar que los tubos de 63 mm diámetro están incluidos en esta norma, no se comercializan en el mercado español. La consecuencia es que en lugar de emplear columnas de ventilación según norma, se utiliza el diámetro 50 mm. Incluso algunos fabricantes ofrecen en su rango de producto injertos con estos diámetros, que son muy cómodos para los instaladores (Figura 3.19.). Estas prácticas también reducen la aportación necesaria de aire y por tanto pueden llegar a provocar serios problemas para los usuarios.



Figura 3.19. Accesorio para ventilación secundaria con diámetro correcto e incorrecto según CTE.

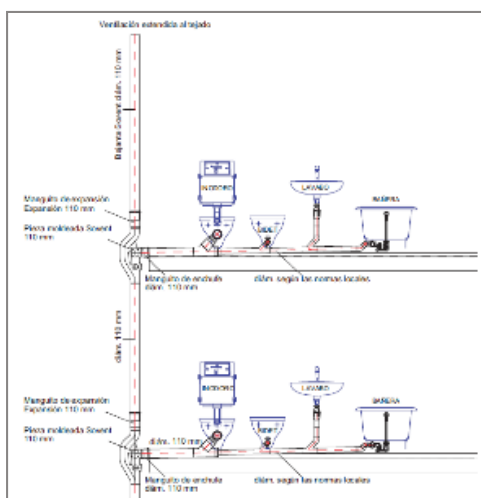
Como alternativa a la ventilación secundaria, existen en el mercado sistemas que permiten mejorar su eficacia. El sistema Sovent, permite eliminar la columna de ventilación, sustituyéndola por un accesorio situado en cada planta, Fig. 3.20.



Figura 3.20. Accesorio del sistema Sovent.



En la Fig. 3.22. se representa un esquema de instalación con el sistema Sovent con sifones individuales. A pesar de eliminar la columna de ventilación, se mantiene el mismo diámetro de 110 mm. La capacidad de evacuación mediante este sistema más que duplica la de un sistema convencional (8,7 l/s frente a 4,2 l/s).



100



3.8. PAUTAS DE DISEÑO PARA OBTENER INSTALACIONES INSONORIZADAS

Al igual que ha sucedido con las instalaciones de evacuación, históricamente no han existido normativas de obligado cumplimiento sobre protección contra el ruido. Desde la entrada en vigor del Documento Básico HR del CTE, esto ha cambiado y en el futuro los actuales planteamientos constructivos tendrán que cambiar para adecuarse a las nuevas exigencias.

Aunque estamos acostumbrados a escuchar funcionar las instalaciones de los edificios, hablar a nuestros vecinos, etc. debemos pensar que estas situaciones no deben considerarse normales sino que deben achacarse a deficiencias en la construcción y al montaje de las instalaciones.

Las intervenciones a nivel constructivo no son objeto de este estudio, sin embargo son fundamentales para que cualquier actuación que llevemos a cabo sobre las instalaciones, sean realmente eficaces. A modo de esquema se muestra cómo se comporta la transmisión del sonido a nivel estructural en la Fig. 3.23.



Figura 3.23. Esquema transmisión sonido a nivel estructural.

Los materiales más adecuados en la fabricación de tuberías insonorizantes, son aquellos que aportan una aleación en su composición, que hacen aumentar su densidad y permiten absorber los ruidos que se generan. Los más frecuentes en el mercado son tubos y accesorios de PP y HDPE. Los sistemas de última generación, aportan en los accesorios refuerzos en las zonas susceptibles de transmitir los ruidos, como es el caso de los codos o injertos cuando hay cambios de dirección en los trazados.



Otro punto al que hay que prestar atención es en la manera en la que las tuberías se anclan a los elementos constructivos. A pesar de emplear tubos y accesorios insonorizantes, el sistema puede fracasar si no se emplean las fijaciones adecuadas. Las abrazaderas deben ser isofónicas, con una capa interior aislante y con una base también aislante. La ejecución debe tratarse cuidadosamente para evitar que, por ejemplo, restos de mortero "rompa" el aislamiento de la tubería y el soporte.



Figura 3.24. Abrazaderas isofónicas con restos de mortero. **Fuente:** Geberit.

3.9 CONCLUSIÓN

“Un sistema ahorrador de agua no es un elemento aislado en las instalaciones de suministro y evacuación de un edificio. Para conseguir los resultados óptimos que nos ofrece el producto se deben tener en cuenta todos los elementos que componen las instalaciones hidrosanitarias, siendo de vital importancia la calidad de los productos que se utilizan y las fases diseño, cálculo, construcción y control de ese tipo de instalaciones”.

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (2001): UNE-EN 12056-2. AENOR. Madrid, España.
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (2000): Instalaciones de Edificios. Madrid, España.
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Valencia (1996): Saneamiento en los Edificios. Valencia, España.
- Geberit S.A.U (2016): "Sección Productos". Web de la empresa Geberit. El Prat de Llobregat, España.
- MINISTERIO DE VIVIENDA (2006): Código Técnico de la Edificación. Graficas Elisa. Alcalá de Henares, España.

4 AHORRO ENERGÉTICO EN LA CLIMATIZACIÓN



4.1. INTRODUCCIÓN

La importancia del Sistema de Climatización para los emplazamientos hoteleros es máxima. Un hotel basa su éxito en la fidelidad del cliente, en la capacidad de su personal y sus instalaciones para satisfacer las necesidades de los huéspedes y en una imagen de excelencia en la atención y el cuidado de los invitados.

El confort climático, la calidad ambiental y la disponibilidad de agua caliente para usos diversos (piscinas, spa, habitaciones, lavandería, etc.) son elementos fundamentales a considerar dentro de los factores de éxito.

Como resultado, la elección de un adecuado sistema de climatización para los condicionantes existentes en cada instalación, y la implantación de un correcto mantenimiento, están entre las causas raíz de la supervivencia del hotel.

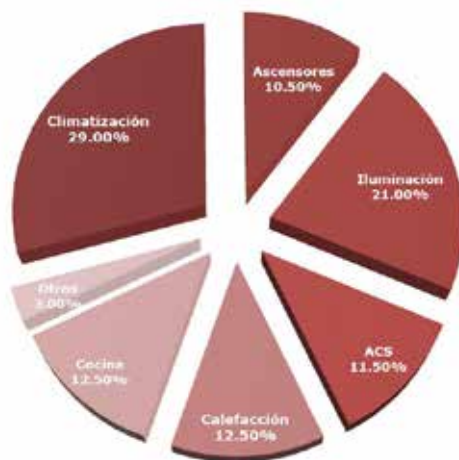
Existen, al menos, cinco aspectos clave que suelen ser considerados por la Dirección o Propiedad de un hotel cuando se evalúa un sistema de clima:

- Satisfacción de los usuarios.
- Fiabilidad y continuidad operativa de las instalaciones.
- Sistema de bajo impacto medioambiental y no condicionado por restricciones normativas.
- Eficiencia energética.
- Facilidad de Servicio y mantenimiento.



4.2. EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES HOTELERAS

Según fuentes de una cadena hotelera, el consumo energético asociado a la climatización supone cerca del 40 % del consumo total de un establecimiento, cifra que se incrementa, al menos, en un 10 % si consideramos la producción de ACS (Fig. 4.1.).



* Fuente Cadena Hotelera

Figura 4.1. Reparto tipo del consumo energético en una instalación hotelera.

4.3. EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Hay dos elementos significativos a la hora de proyectar, instalar y operar el sistema de climatización. Uno es lo acertado de la elección del sistema y su correcta instalación. Un segundo aspecto, tan importante o más que el primero, dado el impacto económico en el resultado del hotel, es el del mantenimiento.

4.3.1. Selección e Instalación del Sistema de Climatización

El principal riesgo de error se centra en la no adecuación de las características del sistema seleccionado a los requisitos reales de la instalación, dando lugar a la falta de cobertura de las necesidades, a la falta de confort de los usuarios o a la merma de la productividad de los procesos operativos del hotel.

Este problema tiene diversas vertientes. En unos casos, se adolece de una falta de definición de las especificaciones que condicionan el funcionamiento requerido a la instalación. La falta de análisis de las necesidades de partida genera cierta



indefinición, que se traslada a la selección de las características requeridas en el producto a instalar. En otros casos, la especificación está plenamente descrita, pero la falta de información real del producto o un afán por ajustar su precio acaban por falsear la solución aportada, que no es capaz de operar en las condiciones requeridas o que es incapaz de alcanzar los objetivos térmicos propuestos.



Figura 4.2. Implantación tipo de un Sistema de Climatización.

Los sistemas aplicables son diversos y dependen de la zona del complejo hotelero en que nos encontremos (Fig. 4.2 y 4.3):

Piscinas cubiertas y spas:

- Unidades de tratamiento del aire ambiente, con/sin recuperación de calor destinado al calentamiento del agua del vaso.
- Unidades de producción de agua caliente.

Piscinas abiertas:

- Recuperación de calor desde unidades enfriadoras, bombas de calor, sistemas VRF o procesos operativos de las instalaciones.
- Unidades de producción de agua caliente.



Zonas comunes & Salones & Bar-Restaurante-Cafetería:

- Sistemas hidrónicos con unidades de tratamiento de aire (UTAs) para ventilación o carga interna y/o unidades terminales tipo Fancoils.
- Sistemas VRF, caracterizados por unidades exteriores unidas mediante líneas de refrigerante a unidades interiores y unidades de ventilación.
- Unidades Rooftop.

Habitaciones:

- Sistemas hidrónicos con terminales fancoils y ventilación por UTA.
- Sistemas hidrónicos con fancoils y ventilación integrada en terminal.
- Sistemas VRF.

ACS:

- Unidades de producción de agua caliente a alta temperatura.
- Recuperación de calor.



Figura 4.3. Aplicación de las diferentes unidades terminales en un Sistema Hidrónico.



4.3.2. Variables diferenciales

En la introducción se han detallado un conjunto de aspectos a considerar en la selección del sistema de climatización. En cada una de las áreas identificadas, existen múltiples variables diferenciales de decisión, que permiten establecer la adecuación del sistema a los requisitos y condicionantes de las instalaciones:

Medio ambiente:

- Carga de refrigerante por kW térmico suministrado.
- Cuantía de refrigerante circulando por zonas de ocupación pública.
- Disponibilidad de una oferta técnica con refrigerante de bajo impacto ambiental (PCA inferior a 150).
- Consumo energético.
- Empleo de energías renovables.

Satisfacción de los usuarios:

- Capacidad de zonificación (tratamiento diferenciado de zonas).
- Capacidad de ajuste y nivel de precisión del sistema para alcanzar las condiciones ambientales (temperatura y humedad) requeridas.
- Disponibilidad estética de múltiples tipos de unidades interiores (suelo radiante, radiadores, equipos de expansión, fancoils...).
- Tratamiento de la ventilación.
- Nivel sonoro de unidades terminales.

Alta Eficiencia energética:

- Alto rendimiento en las plantas de generación térmica y en las unidades terminales interiores.
- Capacidad de recuperación de calor del ciclo frigorífico.
- Capacidad de recuperación de calor sobre el aire de ventilación.
- Flexibilidad para funcionamiento coordinado de múltiples unidades.



- Existencia de un sistema de control que gestione y coordine el funcionamiento de la instalación.

Mantenimiento y servicio. Fiabilidad y continuidad operativa del sistema:

- Mantenimiento sencillo de las unidades interiores.
- Facilidad para la modificación/ampliación de las instalaciones.
- Modo de reducción sonora nocturna en las unidades centrales.
- Ratios de fiabilidad de los productos.
- Capacidad de medición y registro de datos operativos/alarmas.
- Capacidad de comunicación.

4.3.3. Mantenimiento

Aunque se ha avanzado significativamente en los últimos años, en gran parte por la presión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), el mantenimiento fue durante cierto tiempo el gran olvidado del sector. Planteado históricamente como un factor de coste, todavía queda un largo recorrido para que se identifique al mantenimiento como un factor de inversión.

Se empieza a ser consciente de que el mantenimiento es el único proceso capaz de garantizar la "continuidad" en el tiempo del nivel eficiencia con que inicialmente se diseñó el sistema y, lo que es más importante, de generar los procesos de optimización que pueden incrementar esta eficiencia.

Adicionalmente, la incorporación de refrigerantes de tipo A2L, con aspectos incrementales en lo que a seguridad se refiere, potenciará el protagonismo del mantenimiento como elemento de fiabilidad y garantía de tranquilidad de las instalaciones.

4.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA

El nivel de eficiencia energético del sistema de climatización se articula a 4 niveles: producto, aprovechamiento de energías, operación coordinada de equipos y componentes y optimización del sistema vía mantenimiento.

A nivel producto, el rendimiento energético de una unidad de producción queda caracterizado por diferentes ratios de eficiencia estacional, que eva-



lúan el funcionamiento del equipo a lo largo de todo su periodo operativo, tanto a plena carga como a carga parcial. Destacar:

- **ESEER.** Eficiencia estacional en refrigeración, en condiciones Eurovent.
- **SEER.** Eficiencia estacional en refrigeración, en las condiciones establecidas por los Reglamentos de la Directiva de EcoDiseño.
- **SCOP.** Eficiencia estacional en calefacción, en las condiciones establecidas por los Reglamentos de la Directiva de EcoDiseño.
- **SPLV.** Eficiencia estacional del sistema de climatización, bajo las condiciones del proyecto: perfil climático, perfil de demanda térmica, condiciones de generación de los fluidos, recuperación de calor El ratio integra también el consumo de los diferentes elementos del sistema y no solo el de la unidad de producción central. En el caso de múltiples equipos centralizados, recoge la estrategia establecida por el sistema de control para su secuenciación y funcionamiento coordinado.

La participación en el Programa de Certificación Eurovent garantiza la fiabilidad y precisión de los datos de eficiencia documentados.

En la eficiencia del producto inciden, fundamentalmente, aspectos tecnológicos (elementos en fondo azul oscuro de la Fig.4.4.):

- Tipo de compresión y de capacidad de parcialización continua de la generación térmica (uso de variadores, correderas), uso de válvulas de expansión electrónica y de economizadores.
- Tipo de refrigerante.
- Uso de variadores en motores y empleo de motores EC.
- Trabajo a caudal variable de agua (en sistemas hidrónicos).
- Tipo de intercambiadores utilizados (por ejemplo baterías aire-refrigerante de microcanales) y capacidad de trabajo a alta temperatura en la producción de agua caliente.
- Mecanismos de desescarche...

A nivel aprovechamiento de energías, (elementos de fondo azul oscuro en la Fig.4.4.) inciden aspectos relativos a:

- Recuperación de calor, total o parcial, del ciclo frigorífico.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

- Recuperación de calor/frío del aire de extracción asociado al proceso de ventilación de las instalaciones.
- Aprovechamiento de calor residual de los procesos operativos del hotel.
- Enfriamiento gratuito en el tratamiento del aire o del agua, gracias a unas favorables condiciones exteriores.
- Utilización de energías renovables, desde obtención de agua caliente mediante paneles solares al empleo de bombas de calor aerotérmicas, geotérmicas o hidrotérmicas.



Figura 4.4. Eficiencia Energética. Niveles de articulación.

La operación coordinada de equipos y componentes, está asociada al sistema de control implementado en el sistema (elementos de fondo azul, claro de la Fig.4.4). En este apartado, se evalúa la capacidad para establecer diferentes funciones y algoritmos de gestión y el impacto de los mismos sobre el consumo energético:

- Programación horaria y de ocupación de las instalaciones.
- Zonificación de los diferentes espacios a climatizar.
- Secuenciación de múltiples unidades centrales de producción (p.e. bombas de calor aire-agua), bajo criterios de trabajo en los intervalos de mayor rendimiento.



- Operación coordinada de unidades de producción, unidades terminales y elementos de distribución. Por ejemplo:
 - El control de grupos de bombeo coordinados con las plantas de producción de agua fría/caliente a las que están asociados.
 - El control de las plantas de producción en función de la demanda existente en las unidades terminales a las que atienden.
 - El funcionamiento seriado de las unidades generadoras de agua fría y de los aero-refrigeradores, al objeto establecer mecanismos de freecooling.
- Sistemas de medición y registro de datos operativos, alarmas, energía consumida y energía térmica suministrada, al objeto de:
 - Evitar de forma preventiva deterioros de componentes que puedan implicar mermas en el rendimiento, garantizando la fiabilidad y la continuidad operativa del sistema de clima.
 - Establecer programas de mejora y optimización de las instalaciones.

La optimización del sistema vía mantenimiento enlaza, precisamente, con este último punto. Solo si se dispone de información relativa a cómo está operando un sistema será posible establecer objetivos de mejora y será viable su seguimiento y la evaluación de las desviaciones.

El rendimiento se medirá siempre como la energía térmica suministrada (kWh) dividida por el consumo energético requerido para dicho suministro (kWh).

Como documentos asociados al análisis de los 4 niveles en los que se articula el nivel de eficiencia energética de un emplazamiento hotelero, es posible la consulta de dos manuales en los que ha participado AFEC (Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización):

- Guía técnica. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización. IDAE-ATECYR-AFEC. Documento reconocido del RITE.
- La bomba de calor. Fundamentos, tecnología y casos prácticos. AFEC.

4.5. LA BOMBA DE CALOR, UNA ENERGÍA RENOVABLE

La Directiva 28/2009 y la Decisión de la Comisión 114/2013 establecieron que las Bombas de Calor, cualquiera que fuese su arquitectura, Aerotérmica, hidrotérmica o Geotérmica, eran fuente de Energía Renovable (ER).



En aplicaciones de climatización, el ratio de Eficiencia Estacional denominado SCOPnet (calculado bajo el estándar EN 14825) es la variable establecida para evaluar la idoneidad de una Bomba de Calor para ser considerada Energía Renovable. Si el ratio SCOPnet de un equipo supera el valor de 2,5, dicha unidad podrá considerarse fuente de ER.

En modo calefacción, la Bomba de Calor transporta energía del ambiente exterior al interior, calentándolo. Por tanto, la Normativa recoge, igualmente, el método de cálculo de la cuantía de ER que un sistema bomba de calor es capaz de transportar. Esta cuantía podrá utilizarse en la evaluación de la ER que da cobertura a demanda de la instalación.

Para la consideración de la bomba de calor como energía renovable en aplicaciones de generación de ACS, es preciso recurrir al cálculo de la eficiencia estacional (SPF) bajo el estándar EN-16147. Pero este estándar está en fase de modificación, esperándose su publicación a finales de 2016. En su ausencia, se utiliza el documento del IDAE relativo a "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor".

Para la evaluación de una bomba de calor como ER en aplicaciones combinadas de clima y ACS, AFEC propone realizar una media ponderada entre la eficiencia estacional obtenida en el apartado de climatización (ratio SCOPnet, calculado bajo el estándar EN-14825) y la eficiencia estacional obtenida en el apartado de ACS (SPF, calculado bajo el documento del IDAE).

Al paraguas de la Directiva ErP o de EcoDiseño (125/2009/UE), el Reglamento 813/2013/UE recoge la eficiencia mínima que deben alcanzar los generadores y generadores combinados de agua caliente para climatización y ACS para poder ser comercializados en el mercado. El ratio de eficiencia estacional que identifica el rendimiento de un equipo en modo calefacción se denomina:

- SCOP. Si se obtiene como la relación entre la energía térmica suministrada y la energía eléctrica FINAL consumida. Ambas en kWh.
- η_s . Si se obtiene como la relación entre la energía térmica suministrada y la energía eléctrica PRIMARIA consumida. Ambas en kWh.

En la Tabla 4.1 se detalla el valor mínimo de dichos ratios en función del tipo de bomba de calor, de la fase en vigor del Reglamento (según fecha) y de la categoría en la que se hayan certificado los equipos (agua caliente a 35°C o agua caliente a 55°C).



Tabla 4.1. Ratios de Eficiencia Estacional Mínima bajo la Directiva de EcoDiseño.

ENER Lot 1		Rating conditions		Tier 1, Sept 2015		Tier 2, Sept 2017	
		Outdoor	Indoor	ηs heat %	SCOP	ηs heat %	SCOP
Aire-Agua	Reglamento 813/2013 Generadores de Agua Caliente	A7° (6°wb)	W30/35° LT	115	2,95	125	3,20
			W47/55°	100	2,58	110	2,83
Agua-Agua		W10°/7°	W30/35° LT	115	3,08	125	3,33
			W47/55°	100	2,70	110	2,95
Terreno-Agua		W0°/-3°	W30/35° LT	115	3,08	125	3,33
			W47/55°	100	2,70	110	2,95

Fuente: Reglamento 813/2013/UE .

El Reglamento establece también la necesidad de los fabricantes y distribuidores de publicar el SCOP de los equipos en una ubicación web pública y abierta. El ratio sobre energía primaria (en %) posibilita la comparación del rendimiento de las bombas de calor frente a al rendimiento de otras fuentes alternativas de generación de agua caliente, permitiendo a la Propiedad del hotel establecer la selección de las mismas o su prioridad de uso.

4.6. IDEAS Y SOLUCIONES

En la Tabla 4.2 se detallan algunos casos prácticos evaluados en instalaciones hoteleras, similares y relacionadas. No deben entenderse como soluciones tipo, sino como una fuente de ideas que puede permitir la optimización de las instalaciones. Ni todas las soluciones especificadas son aplicables a cualquier emplazamiento, ni las acciones detalladas son las únicas que es posible realizar.



Tabla 4.2. Soluciones de Optimización Energética.

SOLUCIONES DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA			
INSTALACIÓN	IMPLANTACIÓN INICIAL	NECESIDAD Y PROPUESTA DE MEJORA	RESULTADO
Hotel en Tenerife. Cambio de la tecnología de compresión & Incorporación de la Recuperación de calor.	Sistema hidrónico formado por 2 enfriadoras de compresor alternativo y caldera. SPLV previo a las actuaciones de 2,1. Demanda térmica en frío: 1.410.500 kWh/año. Consumo eléctrico en frío: 671.300 kWh/año. Coste energético de la producción de frío: 80.556€/año. Demanda calorífica cubierta mediante el uso de caldera: 357.717 kWh/año. Coste de operación de la caldera: 17.886€/año.	Necesidad de actualización de la instalación. Sustitución de los equipos por enfriadoras de tornillo con recuperación de calor. Se mantiene la caldera. SPLV de 3,86. Consumo eléctrico en frío: 365.278 kWh. Calor recuperado: 305.099 kWh/año. Demanda calorífica cubierta mediante el uso de caldera: 52.618 kWh/año. Prioridad de uso de la recuperación en la cobertura de la demanda de calor.	Reducción del consumo eléctrico asociado al funcionamiento de las unidades enfriadoras: 46 %. Reducción del consumo energético de la caldera por menor tiempo operativo, gracias a la recuperación: 85 %. Ahorro operativo combinado frío-calor de: 51.978 €/año.
Hotel en Madrid. Generación simultánea frío/calor por demanda simultánea, mediante una unidad específica.	Sistema hidrónico formado por 3 enfriadoras de tornillo (3 x 282kW) y caldera de gas natural de 500kW. Existencia de demanda simultánea de frío/calor todo el año. Existencia previa de registros de energías térmica y eléctrica, vía Telegestión asociada al Mantenimiento.	Incorporación de una Máquina de calor agua-agua de 90kW, optimizada para calor. Máquina seleccionada para una cobertura parcial de la demanda de calor, en función de la existencia y cobertura de una demanda base constante de refrigeración. Prioridad de uso de la máquina de calor.	Reducción del consumo energético en calor del 32 %. Consumo energético en refrigeración similar al inicial. Ahorro operativo de: 7.662 €/año. Amortización de la inversión en: 2,5 años.



Camping en Tarragona. Unidad de producción de agua caliente a 65°C.	Instalación en camping con calderas de combustible fósil del 75 % de rendimiento. Producción de ACS a 65°C, mediante generador de 28kW de capacidad y producción durante las 24h del día. Perfil climático de Tarragona. Coste combustible fósil de 0,10€/kWh. Coste electricidad de 0,15€/kWh.	Sustitución de la caldera de gasoil con aprovechamiento de la instalación hidráulica existente. Instalación de un bomba de calor aire-agua no reversible, de compresores scroll con tecnología de inyección de vapor: - COP de hasta 4,4. - Capacidad de generación de ACS hasta 65°C, con una temperatura exterior de (-20)°C a 40°C.	Ahorro económico del 52 %: - De 6.426 €/año. - A 3.058 €/año. Amortización de la sustitución: 3,25 años. Inversión requerida de: 12.000 €.
Hotel en Chilches, Castellón. Cambio de la tecnología de compresión.	Sistema hidrónico a 2 tubos con fancoils en habitaciones y zonas comunes. UTAs de aire primario. Producción mediante una bomba de calor de R-22, de 300 kW de capacidad y compresores semiherméticos. Instalación del año 1998.	Necesidad normativa de actualizar la instalación: - Mediante el cambio de equipos. - Mediante la sustitución del R-22 por otro refrigerante. El escenario de sustitución de la unidad implica la utilización de una unidad scroll, de R-410A y un ESEER de 4,10.	La sustitución de la unidad supone una reducción del consumo eléctrico del 25 % vs el cambio de refrigerante: - De 186.721 kWh/año. - A 139.167 kWh/año. Ahorro operativo: 6.650 €/año. - Desde 26.140 €/año. - A 19.490 €/año. Adicionalmente, existe una reducción en la carga de refrigerante empleado.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Edificio Oficinas en Clima Medio. Caudal de Agua Variable, en instalación de caudal Constante.	Sistema hidrónico a 2 tubos y arquitectura de circuito único. Bomba de calor aire-agua de 400kW de capacidad y eficiencia de: ESEER. 4,22. SCOP. 3,24. 15 años de vida útil. 4.500h de operación anuales con 1.000h de operación en stand by (sin demanda pero a unidad ON). Consumo energético del grupo de bombeo de caudal constante: 574.000 kWh.	Incorporación de un grupo de bombeo de caudal variable, en sustitución de un grupo de caudal constante. Sin modificación en el tipo válvulas de los terminales fancoil (de 4 vías). Consumo energético del grupo de bombeo de caudal variable en un circuito de caudal constante: 439.000 kWh.	La sustitución supone una reducción del consumo de bombeo en un 24 %: 135.000 kWh. Este ahorro se centra en dos aspectos: - Correcto ajuste de la relación presión/caudal en la puesta en marcha. - Funcionamiento de las bombas a unidad ON y compresores sin demanda.
Edificio Oficinas en Clima Medio. Caudal de Agua Variable, en instalación de caudal Variable.	Sistema anterior: implantación a 2 tubos y arquitectura de circuito único. Consumo energético de bombeo para un diseño del sistema a caudal constante: 574.000 kWh.	Instalación diseñada para caudal variable, con terminales con válvulas de 2 vías. Consumo energético del grupo de bombeo de caudal variable en un circuito de caudal variable: 165.000 kWh.	La sustitución supone una reducción del consumo de bombeo en un 70 %: 409.000kWh.
Aeropuerto Insular. Secuenciación de múltiples unidades de refrigeración.	Instalación a 2 tubos mediante fancoils y UTAs, tanto para aplicaciones de ventilación, como para cobertura de demanda interna. Existencia de 4 equipos aire-agua con una capacidad frigorífica de 3.225 kW. Consumo energético anual: 3.011.750 kWh.	Incorporación de un módulo de secuenciación de los equipos. Operación bajo los condicionantes descritos en el apartado 4.7.2. de este capítulo: Fiabilidad de unidades. Continuidad operativa del sistema. Funcionamiento bajo criterios de eficiencia (curvas de carga parcial).	Comparación realizada frente a un funcionamiento en cascada (carga total). Se genera una reducción de consumo anual de 422.505 kWh. Lo que supone un 14 % de ahorro energético.



Hospital en Madrid. Rehabilitación mediante la Sustitución de terminales fancoils con motor AC por fancoils de motor EC.	Sistema hidráulico a 2 tubos con fancoils y UTAs de aire primario, con una capacidad total de 2.000kW.	Sustitución de los terminales de motor AC por terminales de motor EC de alta eficiencia.	La sustitución supone un ahorro energético del 61 % sobre el consumo asociado a la operación de los fancoils.
	Terminales fancoil con motor AC multivelocidad: - 118 Ud de Conductos. - 256 Ud de Cassette. Coste eléctrico: 0,14 €/kWh. Horas de funcionamiento: 4.500 h/año. Reparto de velocidades en el fancoil: - 15 % en baja velocidad. - 65 % en media. - 20 % en baja velocidad. Consumo energético asociado a los terminales de 102.228 kWh/año.	Consumo energético asociado a los terminales de 40.023 kWh/año. El sobre coste de inversión del fancoil EC sobre un fancoil AC es del 20 %. Adicionalmente, se ha considerado el coste del control analógico requerido para la gestión del motor EC.	La amortización de la inversión se realiza en menos de 4 años. Adicionalmente, se incrementa en confort acústico por la óptima coordinación demanda-caudal.

Fuente: Carrier.

4.7. ENTORNO TÉCNICO

4.7.1. Funcionamiento con caudal de agua variable

La mayoría de los equipos de producción están preparados para trabajar con caudales de agua variables, entendiendo como tal aquel caudal que se ajusta a la evolución de la demanda de la instalación.

Realmente, el problema a considerar no es tanto la gestión del grupo de bombeo como la coordinación entre la velocidad de variación de la capacidad activa de la unidad (también función de la evolución de la demanda) y la velocidad de variación del caudal en bombas. Cuando existen desajustes entre ambas variables es cuando el sistema puede entrar en crisis, con el correspondiente salto de protecciones.



Los sistemas de control de la unidad de producción que actúan de forma simultánea sobre la capacidad del equipo y sobre la regulación de bombas permiten un tratamiento óptimo de esta propuesta de ahorro. Cuando no existe control unificado, y se opta por diferenciar y duplicar la gestión sobre ambos componentes (unidad y bombas), es preciso atenerse a unas velocidades máximas de cambio en el caudal de agua (generalmente, del 10 % por minuto) para evitar problemas. Estas velocidades máximas deben estar documentadas por el fabricante o proveedor del equipo de producción.

Los sistemas de bombeo de caudal variable permiten aportar ahorros tanto a carga total (al evitar las válvulas de ajuste de caudal en la unidad de producción), como a carga parcial. En el segundo escenario, estos ahorros pueden alcanzar el 50-60 % del coste de bombeo.

4.7.2. Secuenciación de múltiples unidades trabajando contra el mismo bucle hidráulico

Históricamente, han existido dos alternativas de gestión de múltiples unidades: en cascada (o carga total o maestro/esclavo) o en equilibrado (Fig. 4.5).

- La primera de las secuencias es de una mayor simplicidad técnica, e implica la activación a plena carga de cada unidad, antes de iniciar la carga de la siguiente.
- La segunda opción es más compleja, y obliga a ir activando con igual nivel de carga cada uno de los equipos a medida que se incrementa la demanda de la instalación.
- Sin embargo, dada la evolución de la curva de eficiencia a carga parcial de los equipos, ninguna de las alternativas aplicada de forma aislada generará la máxima eficiencia del sistema.

Tres deben ser los objetivos del Gestor de múltiples unidades: la fiabilidad de los equipos que conforman la planta de generación, la continuidad operativa del sistema y el funcionamiento bajo criterios de eficiencia energética.

Para ello debe ser capaz de:

- Poner en marcha y detener una planta multiunidad, empleando un programa horario configurado, mediante una orden a distancia vía contactos o vía comandos de red, mediante la evaluación de la temperatura exterior, la evaluación de la demanda de refrigeración o a través de una cancelación del programa horario.



- Proporcionar el escalonamiento en arranque de las enfriadoras, la gestión de alarmas y fallos existentes y la puesta en marcha y parada automáticamente los equipos.
- Evaluar la demanda para activar la capacidad y los equipos necesarios para su cobertura, siempre bajo los tres criterios señalados.
- Permitir la carga en rampa de la planta multiunidad garantizando una puesta en marcha controlada y de baja punta de arranque.
- Proporcionar varias secuencias de activación seleccionables, incluyendo la asignación de prioridades sobre una enfriadora determinada.
- Proporcionar un control de temperatura sobre el bucle hidráulico común de la planta de generación, equilibrando la carga de los equipos.
- Permitir el reajuste del punto de consigna del agua enfriada en función de diferentes criterios, por ejemplo la temperatura exterior.

Como consecuencia, la gestión de múltiples equipos debe integrar las curvas de rendimiento a carga parcial de las unidades implicadas y debe ser capaz de identificar, en cada momento, la secuencia de carga que garantice el cumplimiento de los objetivos reseñados.

La única forma de llevar a cabo este proceder es mediante comunicación vía bus de las unidades. En la Fig. 4.5, derecha, se detalla el mecanismo de gestión recomendado para una unidad histórica, que presenta la curva de eficiencia a carga parcial de la izquierda.

Los ahorros asociados a una óptima secuenciación alcanzan el 15 % del consumo total de las unidades de producción.

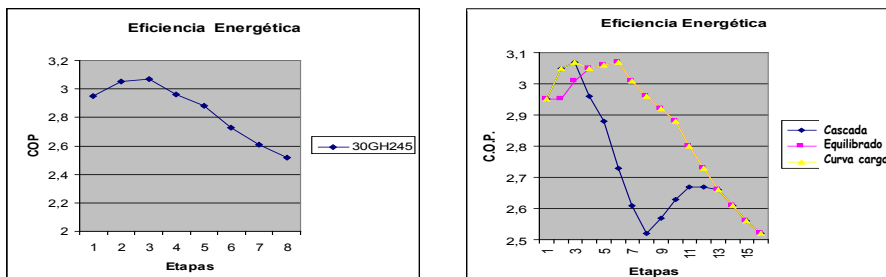


Figura 4.5. Gestión de múltiples unidades en base a la curva de carga.



4.7.3. Recuperación de calor del ciclo frigorífico

Si se establece como criterio de clasificación la capacidad de aprovechamiento de una energía calorífica que de otra forma se disiparía en la atmósfera, los sistemas de recuperación presentan dos arquitecturas diferenciadas:

- **Recuperación Total.** Son sistemas capaces de aprovechar el 100 % del calor de condensación generado en el ciclo frigorífico.
- **Recuperación Parcial.** Son sistemas capaces de aprovechar entre un 20 y un 25 % del calor total de condensación, mediante la recuperación del calor de los gases de descarga del compresor.

El objetivo de ambos sistemas es común: la utilización de la energía recuperada para la producción de agua caliente destinada a múltiples usos: calefacción, ACS, calentamiento de piscinas y spas y climatización de espacios abiertos.

Cualquiera que sea el tipo de recuperación seleccionado, existirá producción de agua caliente cuando, simultáneamente y de forma prioritaria, exista demanda de refrigeración a cubrir en otros puntos de la instalación dado que, considerando una unidad concreta, solo se dispondrá de calor a recuperar si el equipo se encuentra trabajando en modo frío. La cuantía de calor recuperable es función de la capacidad térmica de refrigeración activada.

La recuperación total permite disponer de una mayor capacidad calorífica, pero la temperatura del agua obtenida es algo menor a la que es posible conseguir con la recuperación parcial:

- **Recuperación TOTAL:** Temperatura de salida de agua en operación (valores tipo):
 - Máxima: 55°C - 60°C.
 - Mínima: 20°C - 25°C.
- **Recuperación PARCIAL:** Temperatura del agua a la salida en funcionamiento (valores tipo):
 - Mínima: 30°C.
 - Máxima: 75°C - 80°C.

En una instalación hotelera, donde la existencia simultánea de demandas de frío y calor es algo habitual, la implantación de sistemas de recuperación total o parcial en unidades aire-agua o el aprovechamiento del calor de condensación de las unidades agua-agua permite ahorros significativos basados en la cobertura casi gratuita de parte de la demanda de calor.



La eficiencia energética del ciclo de refrigeración, considerado de forma aislada, será menor al operar en recuperación, pero la disponibilidad de energía calorífica dará lugar a unos ratios de eficiencia combinados frío/calor que lleguen a multiplicar por 2,5 los ratios de "solo refrigeración" de la unidad.

4.7.4. Incorporación de motores LEC (Low Energy Consumption), tipo EC

La incorporación de motores de bajo consumo (LEC) y, en particular, de motores tipo EC (Fig. 4.6), sustituyendo los motores AC de múltiples velocidades, permite la mejora de la instalación en campos diversos:

- Incremento del confort.
- Gracias a la variación continua de la velocidad, a la coordinación entre la variación del caudal y la variación en el tiempo de la demanda, y a la reducción del nivel sonoro.
- Minoración de la carga interna.
- Asociada a la baja disipación de calor de los motores.
- Mejora del rendimiento.
- Relacionada con el bajo consumo y alta eficiencia de la tecnología EC.
- Bajo consumo en arranque.
- Simplificación de los procesos de mantenimiento.
- Debido a la mayor fiabilidad y vida útil de los componentes.

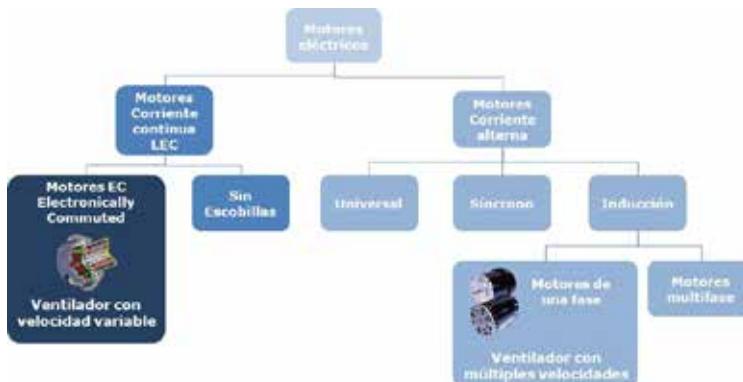


Figura 4.6. Clasificación de los motores.



Es posible considerar ahorros entre un 45 % y un 75 % del consumo de los terminales y de 1,29 kWh/m² al año, lo que facilita el cumplimiento de legislaciones que establezcan limitaciones de consumo en edificación en ratios de w/m².

La combinación en los terminales de motores EC y válvulas de dos vías proporcionales (caudal de agua variable), permite ahorros energéticos incrementales. En proyectos de renovación y rehabilitación, la sustitución de los fancoils optando por motores EC:

- Requiere de la adaptación del control para gestionar la velocidad, al ser necesaria una señal de control de variación continua.
- Es posible de realizar mediante el cambio del conjunto transmisión completo, sin llegar a sustituir la unidad (lo que simplifica la necesidad de acceso al falso techo).

4.7.5. Implementación de un Sistema de Gestión y Supervisión

La implantación de un sistema de gestión y supervisión de las instalaciones aporta un amplio abanico de ventajas, tanto de confort, como funcionales y de fiabilidad del sistema de climatización (Fig. 4.7):

• Satisfacción del cliente:

- El sistema de control dará soporte a la zonificación de las instalaciones, permitiendo su evolución en el tiempo.
- Zonificar implica tratar de forma diferencial las múltiples zonas de la instalación y tener en cuenta las distintas demandas existentes para activar la producción centralizada, seleccionando el modo de trabajo necesario y gestionando la transición entre modos (frío/calor) en instalaciones a dos tubos, o identificando la demanda y activando los generadores de frío y calor en las instalaciones a cuatro tubos.
- Este escenario lleva parejo el incremento del confort y del rendimiento energético, al ajustar de una forma más precisa la producción térmica a la demanda.

• Optimización operativa:

- Alcanzada a través de la reducción del consumo y el aumento de la eficiencia, evitando una generación térmica adicional por sobre-climatización (tratamiento de zonas no ocupadas o configuración de condiciones ambientales excesivas) y permitiendo el trabajo de los equipos en condiciones de carga parcial durante un mayor tiempo (lo que implica mejores rendimientos).



• **Optimización de los procesos de mantenimiento:**

- Posibilitando el reporte de las diferentes mediciones de consumo, la comunicación centralizada mediante un interface de usuario y/o mediante un BMS en entorno gráfico, el acceso remoto al control de la instalación y la disponibilidad de información sobre fallos en componentes, sobre el comportamiento de la instalación y sobre la evolución histórica de diferentes variables operativas.



Figura 4.7. Información de un Sistema de Gestión y Supervisión.

El aprovechamiento real de estas ventajas se lleva a cabo mediante la implementación de acciones concretas en áreas diversas:

• **Control de usuario:**

- Fijación de puntos de consigna independientes en cada zona.
- Establecimiento de programas horarios por zona, y configuración de consignas de confort para periodos de ocupación y no ocupación.
- Posibilidad de que el usuario modifique, pero solo de una forma controlada, las consignas y la programación.

• **Administración de demanda:**

- Arranque anticipado (al horario establecido), en función de la curva de respuesta histórica y de la temperatura exterior.
- Activación de modos frío/calor en base a una demanda mínima.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

- Gestión de la transición entre modos (instalaciones a 2 tubos).
- Activación de los terminales de zona condicionada a la temperatura de suministro de fluido.
- Control de terminales por presencia real de clientes en las zonas.
- Supeditar la activación de terminales al control de estado de los cerramientos de la zona.

- **Seguimiento del estado de las instalaciones y propuestas de mejora.**

La información relacionada con el sistema es vital para los procesos de mantenimiento y para identificar el comportamiento energético anual de las instalaciones. La información aportada incluye:

- El estado de las diferentes zonas, los terminales y la unidad central, incluyendo su ocupación.
- La información de alarmas. Tanto de las presentes en un momento concreto, como de las reseteadas, al aportar un listado histórico. Posibilidad de envío de las mismas vía email.
- La identificación de las lecturas de medidores de consumo: gas (m^3), electricidad (kWh) y agua (m^3).
- La representación gráfica de la evolución en el tiempo de las mediciones de consumo establecidas.
- La representación gráfica de las tendencias de un conjunto de datos recogidos en el control, como son los parámetros de confort y los de producción de fluido.

La medición, recogida, registro y transmisión de esta información permite:

- **Las acciones preventivas sobre el sistema.**

- **El cumplimiento del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas:**

- RSIF, IF-14. Mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas de las instalaciones frigoríficas.
- RSIF, IF-17 Manipulación de refrigerantes y reducción de fugas en las instalaciones frigoríficas.



- **El cumplimiento del RITE:**

- El mantenimiento preventivo normativo (IT 3.3).
- La evaluación del rendimiento energético (IT 3.4.1 e IT 3.4.2).
- El asesoramiento energético (IT 3.4.4).

Asimismo, vía conectividad es posible adecuar la instalación a las condiciones de diseño y rehabilitación detalladas en el RITE:

- **IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos.**

4.7.6. Nuevos Refrigerantes

El nuevo Reglamento sobre Gases Fluorados (F-Gas, 517/2014/EU), que entró en vigor el 01/01/2015, incluye un ambicioso objetivo de reducción de la cantidad de hidrocarburos (HFC) que podrán ser comercializados en la UE en los próximos años, debiendo alcanzar en 2030 una minoración del 79 % sobre el nivel establecido a su entrada en vigor (Fig. 4.8).

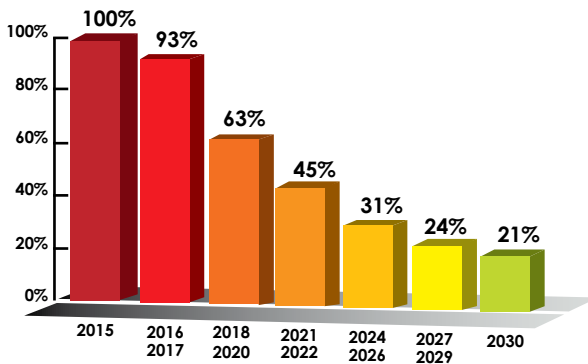


Figura 4.8. Calendario de reducción de HFC del Reglamento F-Gas.

Como resultado, el sector de la climatización debe migrar desde los refrigerantes actuales a gases de impacto ambiental casi nulo, tanto en términos de destrucción de la capa de ozono (aspecto en el que los HFC ya eran inocuos), como en términos de calentamiento global (PCA).

Los nuevos refrigerantes deberán combinar este bajo impacto ambiental con un mayor rendimiento energético, al objeto de garantizar el cumplimiento si-



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

multáneo de los objetivos nacionales y Comunitarios de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de aumento de la eficiencia.

A día de hoy ya existen alternativas, en particular para los equipos de compresión de tornillo aplicados en sistemas hidrónicos, el R-1234ze. Este gas, perteneciente a la familia de los HFO, está clasificado como A2L (ligeramente inflamable) y presenta importantes ventajas:

- Se caracteriza por un PCA < 1 y nulo efecto sobre la capa de ozono.
- Permite un incremento de la eficiencia en un 5 %.
- Como resultado de ambos efectos, reduce la huella de CO₂ de los equipos que lo incorporan en un 10 % (vs una unidad de R-134a).
- Dadas las características termodinámicas de su ciclo frigorífico, permite generar agua caliente a 85°C, sin recurrir a ciclos en cascada.
- Su utilización en el diseño de instalaciones permite generar puntos adicionales en la certificación energética de los edificios bajo programas "Green Building" internacionales de reconocido prestigio: LEED, BREEAM, etc.
- No está sujeto a limitación alguna en la carga máxima de refrigerante que es posible utilizar en el sistema de climatización, se ubique éste en exterior o en sala de máquinas.
- No está sujeto a la tributación de los HFC de la Hacienda Española.
- No está sujeto a las reducciones de disponibilidad comercial establecidas en el Reglamento F-Gas.

5 SISTEMAS EFICIENTES DE CALEFACCIÓN



5.1. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL GENERADOR DE CALOR Y LA TECNOLOGÍA DE CONDENSACIÓN

La forma universalmente aceptada para preparar ACS en un hotel o calefactarlo es aprovechar el calor liberado en la combustión de un combustible para poder elevar la temperatura del agua de consumo o el agua del circuito primario que a su vez disipa su calor por medio de radiadores distribuidos por locales y habitaciones del hotel. Por tanto la forma convencional de obtener servicio de ACS y calefacción es contar con una caldera centralizada de gas o gasóleo que da servicio a todo el hotel a través de radiadores instalados o fan coils que además de disipar el calor dan servicio de refrigeración por medio de su correspondiente enfriadora también instalada. También podemos contar con otras fuentes de energía, la energía eléctrica, que aprovecha el efecto Joule calentando una resistencia, o utilizar la energía solar térmica, que nos permite obtener el mismo servicio sin emisiones de gases quemados a la atmósfera.

En este artículo técnico nos centraremos en la tecnología de condensación. Una tecnología de condensación que no es nueva y que aplicada a sistemas de calentamiento de ACS y calefacción como apoyo a la energía solar supone un fuerte compromiso medioambiental al neutralizar los efectos del calentamiento global del planeta por concentraciones de CO₂ atmosféricas.

Los combustibles utilizados por los generadores de calor reciben el nombre genérico de hidrocarburos. Los elementos fundamentales de estos hidrocarburos son el carbono (C) y el hidrógeno (H₂) que, al combinarse con el oxígeno del aire (O₂), generan una reacción de oxidación que desprende calor. La cantidad de calor desprendida en dicha reacción dependerá de la riqueza en carbono del combustible y del estado de agregación del mismo (sólido, líquido o gaseoso); generalmente, a mayor contenido en carbono y estado de agregación más ligero, más energía desprendida. Además de esta energía calorífica, en la reacción se generan una serie de compuestos.



5.2. EL CONTROL DE LA COMBUSTIÓN

El **RITE** establece que **la revisión del estado de los conductos de evacuación** de calderas debe de realizarse **cada año en caso de potencias inferiores a 70 kW** y para potencias superiores, 2 veces al año. Las **inspecciones de los generadores de calor** que utilicen combustibles gaseosos se efectuarán **cada 5 años para potencias de entre 20 y 70 kW**, para más de 70 kW, cada 4 años.

Para las comprobaciones del estado del generador y en concreto de la combustión debemos medir ciertos parámetros que nos darán idea de la calidad en la combustión, del nivel de contaminación o emisión de gases perjudiciales a la atmósfera.

Para realizar el control de la combustión de un aparato de gas tendremos en cuenta los siguientes factores: las condiciones del local (ventilación, potencia de extractores de humos de cocinas, etc.) y las condiciones del aparato (rampas de quemador limpias, intercambiador de calor sin restos de inquemados, estanquidad de los tubos de evacuación, etc.).

En el **RITE** en su **IT 3 de Mantenimiento y uso** se incluye un programa de gestión energética contenido en el “Manual de Uso y Mantenimiento” de la instalación basado en las operaciones de mantenimiento y mediciones a realizar y registrar en generadores de calor que utilizan combustibles convencionales. Así recogemos la Tabla 5.1. de acciones preventivas con su periodicidad, estableciendo los **controles de CO y CO₂** en la combustión de calderas individuales inferiores a **70 kW de forma bianual**.

Tabla 5.1. Acciones preventivas con su periodicidad.

MEDIDAS EN GENERADORES DE CALOR	PERIODICIDAD		
	20 < P < 70 kW	70 < P < 1000 kW	P > 1000 kW
Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	Cada 2 años	Cada 3 meses	Cada mes
Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	Cada 2 años	Cada 3 meses	Cada mes
Temperatura de los gases de combustión	Cada 2 años	Cada 3 meses	Cada mes
Contenido de CO y CO ₂ en los productos de combustión	Cada 2 años	Cada 3 meses	Cada mes
Índices de opacidad en los humos de combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en sólidos	Cada 2 años	Cada 3 meses	Cada mes
Tiro en caja de humos de la caldera	Cada 2 años	Cada 3 meses	Cada mes

Fuente: RITE.



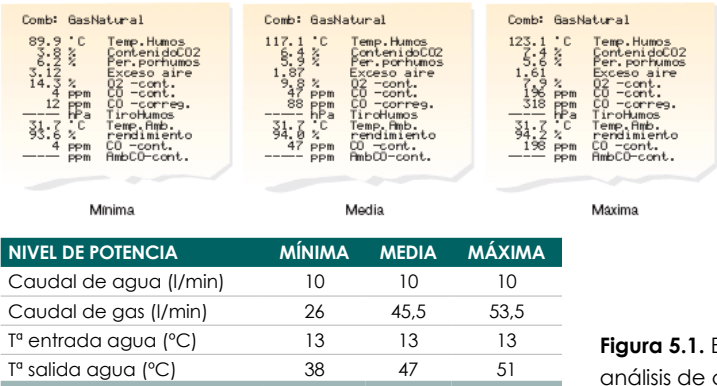
Previamente a la medición de los productos de la combustión se puede comprobar de manera visual la calidad de la llama. Una buena combustión se corresponde con llamas firmes y azuladas de igual longitud; una mala combustión se corresponde con llamas desiguales, flácidas o separadas del quemador y brillantes con rebordes rojos o amarillentos.

La medición se realiza poniendo el interruptor de ajuste de gas al máximo en calderas murales y trabajando a máxima potencia y máximo caudal en calentadores. Una vez hecho esto tenemos que conocer:

- A. **Punto de medición.** Éste varía según la empresa mantenedora pero habitualmente se toma la muestra en la embocadura de la salida del aparato al conducto de evacuación, en la parte central, donde los gases están a mayor temperatura.
- B. **Momento de la medición.** En el momento del arranque se generan altas concentraciones de CO; por eso la medición debe realizarse cuando el aparato está en régimen permanente (pasados unos cinco minutos del inicio de la prueba y cuando la máquina está a 60 o 70°C).
- C. **Valores límite.** Cada Comunidad Autónoma puede fijar los niveles de emisión de CO, así, en el caso de la Comunidad de Madrid, según la orden 2910/1995 del 11 de diciembre, Boletín de la Comunidad de Madrid nº 303 de 21 de diciembre de 1995, la cantidad de CO corregido o no disuelto no debe pasar de 0,1 % o 1000 ppm en chimenea.

La compañía suministradora puede precintar los aparatos cuando se superan las 800 ppm. Se recomienda realizar una revisión del aparato cuando se superan las 400 ppm en chimenea.

En la Fig. 5.1 vemos el ejemplo de tres análisis de combustión efectuadas a una caldera mixta atmosférica de 24 kW (20.000 kcalh) para un caudal de ACS constante a 10 l/min y a tres niveles de potencia distintos: mínima, media y máxima.





A la vista de los resultados obtenidos, podemos sacar las siguientes conclusiones:

1. Conforme aumenta la potencia del aparato, se incrementa la temperatura de humos.
2. En estas condiciones, el exceso de aire en la mezcla se reduce puesto que hay mayor cantidad de combustible a quemar. Lógicamente, aumentan las concentraciones de CO_2 y CO , aunque siempre por debajo de los valores límites admisibles.
3. Las emisiones de CO_2 varían siendo menores, como es de esperar, para menor potencia desarrollada en el quemador, menor cantidad de hidrocarburo quemado.
4. La variación del rendimiento de la combustión varía también en función de la potencia, siendo menor a menor potencia. Este efecto en calderas estancas se puede aminorar contando con una gestión de la cantidad de aire para la combustión proporcional a la cantidad de gas que se quema, contando con ventiladores de velocidad variable.

En definitiva, podemos concluir, que siempre debemos de contar con quemadores ajustados para mejorar el rendimiento, y sobre todo las emisiones de CO , pero que no contaremos con una mejora sustancial de dicho rendimiento. Incluso con quemadores a baja temperatura no tendremos mejoras notables de rendimiento, aunque sí de emisiones de NO_x . Debemos pensar en un nuevo planteamiento pues la tecnología de la combustión convencional ya la hemos agotado. Pensemos en la mejora del rendimiento aprovechando la potencialidad de los productos de la combustión, aprovechemos la energía del vapor de agua procedente de la combustión al pasar a estado líquido, al condensar.

5.3. EL RENDIMIENTO DEL GENERADOR DE CALOR

La mayor preocupación para todos nosotros como usuarios finales de un generador que utiliza una fuente de energía convencional, y más si toca nuestro bolsillo, es el consumo de gas o gasóleo, la cantidad de combustible necesario para la combustión. Para comprobar el consumo de combustible de un aparato a gas habrá que definir primero una serie de conceptos:

Consumo es la cantidad de fluido (combustible o comburente) que pasa por una conducción en un tiempo determinado.

Potencia es la energía aportada por una máquina en la unidad de tiempo. El generador de calor será tanto más potente cuanto menos tiempo emplee



en conseguir calentar el agua en su interior hasta la temperatura prevista. La unidad de medida es el kilowatio (kW), aunque también se utilizan mucho las kcal/h.

$$1\text{ kW} = 860 \text{ kcal/h} = 3600 \text{ kJ/h}$$

Consumo calorífico, Gasto o Carga Calorífica (Q_i) es la potencia que desarrolla el aparato combustible al ser quemado. Está dado por el producto entre el consumo de combustible y el Poder Calorífico del combustible. Precisamente, para expresar este concepto echamos mano del Poder Calorífico Inferior (PCI), ya que la temperatura de salida de gases de una caldera o un calentador convencional es siempre superior a 100°C. Por encima de esta temperatura y en condiciones normales de presión atmosférica, todo el agua se encuentra en estado de vapor.

$$Q_i = c \cdot \text{PCI}$$

Siendo:

c: Consumo de combustible en m³/h o kg/h.

PCI: Poder calorífico inferior en kcal/m³ o kcal/kg.

Densidad relativa es la relación entre la masa de un cuerpo y la de otro tomado como referencia, considerando el mismo volumen. Para sólidos y líquidos, es el cociente obtenido entre su masa en volumen y la masa en volumen del agua, que es 1000 kg/m³.

Para los gases es el cociente obtenido entre la masa en volumen de dicho gas y la masa en volumen del aire. Por ejemplo, el propano en fase gaseosa tiene una masa en volumen aproximada de 2,1 kg/m³ y la del aire es de 1,3 kg/m³; por tanto, su densidad relativa será:

$$2,1 / 1,3 = 1,62$$

Calor latente de vaporización es la cantidad de calor necesaria para vaporizar el H₂O producido en la combustión y en su caso, el mismo calor que desprende el agua al pasar a estado líquido aprovechado en la tecnología de condensación. Se expresa en kWh por unidad de cantidad de agua (m³ o kg). Es éste calor que podemos todavía extraer al vapor de agua antes de salir de la caldera la que podemos aprovechar para mejorar el rendimiento. La manera de enfriar los gases de salida es hacerlos transferir su calor al retorno de calefacción, así calentamos éstos y podemos provocar la condensación de los gases, es el principio básico de la condensación.

Poder Calorífico Inferior (PCI) es la energía desprendida en la combustión completa de la unidad de masa o de volumen de un combustible considerando que todo el agua que se ha producido en el proceso se encuentra en estado de vapor.



Poder Calorífico Superior (PCS) es la energía desprendida en la combustión completa de la unidad de masa o de volumen de un combustible considerando que todo el agua que se ha producido durante el proceso se encuentra en estado líquido (condensado). Es igual al PCI más el calor latente de vaporización del agua. Los valores de poderes caloríficos y de densidades para los gases combustibles más comunes son los que figuran en la siguiente Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Valores de poderes caloríficos y de densidades para los gases combustibles más comunes.

GAS	PCS (kcal/m ³)	PCS (kcal/kg)	PCI (kcal/m ³)	PCI (kcal/kg)	PCI (kcal/m ³)
Natural H	10.550	12.650	9.500	11.445	0,83
Butano	28.414	10.804	26.250	9.981	2,63
Propano	22.052	10.501	20.447	9.737	2,1

Fuente: Robert Bosch.

Potencia útil (Pu) es la potencia que desarrolla el aparato traducida en calentamiento del agua que circula por su serpentín. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Pu = Cp \cdot Q \cdot \Delta T$$

Siendo:

Pu: Potencia útil en kcal/h o kcal/min.

Cp: Capacidad calorífica del agua, que es 1 kcal/°C.

Q: Caudal de agua máximo del aparato en litros/hora o litros/min.

ΔT: Salto térmico mínimo del agua que pasa para elevar su potencia de 10 a 35 °C (ΔT = 25°C).

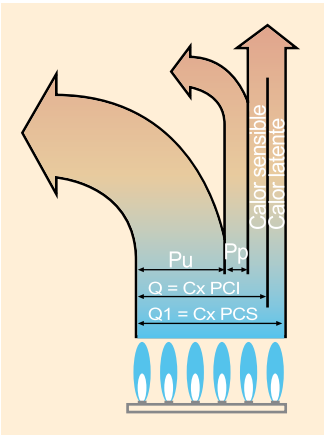


Figura 5.2.



Rendimiento (R) es la relación entre la potencia útil que obtenemos al calentar agua y la carga desarrollada por el gas al quemarse. Multiplicado por 100 podremos expresarlo en %.

$R = Pu/Q$

Nunca encontraremos una caldera convencional con rendimientos del 100 %, debemos considerar la pérdida por los gases que salen a la atmósfera, suma del calor sensible y de inquemados y las pérdidas de calor superficial de la caldera con la sala de calderas o la estancia de la vivienda donde está colocada.

Existe una directiva europea denominada EN 92/42 relativa al rendimiento de calderas de 4 a 400 kW de combustible convencional (gas o gasóleo). Esta normativa marca unos mínimos de rendimientos de quemador según la tipología de caldera: estándar, de baja temperatura o condensación.

Tabla 5.3. Rendimientos mínimos de quemador según tipología de caldera.

TIPO DE CALDERA	Carga nominal (Qn)		Carga parcial (30 %)	
	Tra. Media del agua	Rendimiento mínimo	Tra. Media del agua	Rendimiento mínimo
Estándar	70	$84 + 2 \log Qn$	> 50	$80 + 3 \log Qn$
Baja temperatura	70	$87,5 + 1,5 \log Qn$	40	$87,5 + 1,5 \log Qn$
Condensación	70	$91 + \log Qn$	30 (tra. Retorno)	$97 + \log Qn$

Fuente: Directiva europea EN 92/42.

La misma EN 92/42 que se traspone a España por medio del Real Decreto 275/1995 clasifica las calderas en función de la carga o régimen de funcionamiento adjudicando unas estrellas de rendimiento:

Tabla 5.4. Clasificación de las calderas en función de carga o régimen de funcionamiento.

CLASIFICACIÓN	Carga nominal y tra. Media de 70°C	Carga parcial al 30 % y tra. Media superior a 50°C
☆	$> 84 + 2 \log Qn$	$> 80 + 3 \log Qn$
☆☆	$> 87 + 2 \log Qn$	$> 83 + 3 \log Qn$
☆☆☆	$> 90 + 2 \log Qn$	$> 86 + 2 \log Qn$
☆☆☆☆	$> 93 + 2 \log Qn$	$> 89 + 2 \log Qn$

Fuente: Directiva europea EN 92/42.



Esta clasificación por estrellas está derogada en España y no se aplica la EN92/42 en su totalidad según RD 1369/2007.

El **RITE y sus posteriores modificaciones** en el RD 1826/2009, de 27 de noviembre (y su corrección de errores posteriores publicados en BOE 25 de mayo de 2010) **prohíbe** la instalación en nuestro país de:

1. Calderas individuales a gas de menos de 70 kW de tipo atmosférico a partir de enero de 2010.
2. Calderas estándar que tengan rendimientos a potencia nominal (donde P_n vendrá expresada en kW) y al 30 % de carga parcial, inferiores a los que se indican a continuación a partir del uno de **enero de 2010**:
 - Rendimiento a potencia nominal y una temperatura media del agua en la caldera de 70°C: $\eta (\%) \leq 87 + 2 \log P_n$.
 - Rendimiento a carga parcial de 0,3 P_n y a una temperatura media del agua en la caldera de $\geq 50^\circ\text{C}$: $\eta (\%) \leq 83 + 3 \log P_n$.
 - Este apartado será de aplicación a las calderas con potencia nominal igual o superior a 4 kW e igual o inferior a 400 kW. Las calderas con potencias superiores a 400 kW cumplirán con el rendimiento exigido para las calderas de 400 kW.
3. Calderas estándar que tengan rendimientos a potencia nominal (donde P_n vendrá expresada en kW) y al 30 % de carga parcial, inferiores a los que se indican a continuación a partir del uno de **enero de 2012**:
 - Rendimiento a potencia nominal y una temperatura media del agua en la caldera de 70 °C: $\eta \leq 90 + 2 \log P_n$.
 - Rendimiento a carga parcial de 0,3 P_n y a una temperatura media del agua en la caldera de $\geq 50^\circ\text{C}$: $\eta \leq 86 + 3 \log P_n$.
 - Este apartado será de aplicación a las calderas con potencia nominal igual o superior a 4 kW e igual o inferior a 400 kW. Las calderas con potencias superiores a 400 kW cumplirán con el rendimiento exigido para las calderas de 400 kW.

A reseñar que la norma europea EN 92/42 está modificado por la preparación una nueva llamada ErP (European Related Products) que se recoge en la directiva 125 del 2009 donde se apuesta por definir una clasificación de los generadores de calor según su rendimiento estacional y no por su rendimiento instantáneo como lo hace su predecesora la 92/42.



5.4. LA NORMATIVA EUROPEA ERP REFERENTE AL RENDIMIENTO ESTACIONAL DE GENERADORES DE CALOR

A partir de Septiembre de 2015, el mercado de los equipos productores de calor, calderas y depósitos de agua caliente sanitaria va a tener nuevas normas legislativas y ahora es el momento para divulgar los nuevos procedimientos, aclarar dudas y dar total apoyo en la fase de implementación. Esta normativa europea ErP se articula en dos reglamentos 813 y 814 de 2013.

El 26 de septiembre de 2015 entró en vigor, en todos los países de la Unión Europea:

- La Directiva sobre el diseño ecológico – Ecodesign (ErP), que define los requisitos mínimos en materia de eficiencia energética, emisiones y los niveles de ruido, para todos los equipos productores de calor, depósitos y calderas.
- La Directiva de etiquetado ecológico – Ecolabelling (ELD), que define la obligatoriedad de incluir la etiqueta de clasificación energética (similar a las ya utilizadas en los aparatos electrodomésticos).

Indudablemente el motivo de esta decisión es ecológico y de respeto con el medio ambiente, pero también existe con un matiz político debido a la dependencia energética de países ajenos a la Unión Europea. Actualmente, 50 % de la energía consumida en Europa es importada y las previsiones apuntan que para 2030 esa dependencia podría llegar al 70 %. Para contrarrestar esta tendencia, la Unión Europea impuso el llamado objetivo 20:20:20 para el año 2020:

- 20 % de reducción en las emisiones de dióxido de carbono (en comparación con 1990).
- 20 % de aumento del porcentaje de utilización de energías renovables sobre el consumo total de energía.
- 20 % aumento en la eficiencia energética. La mayoría de las normas que se refieren al mercado de ACS y calefacción están relacionadas con la eficiencia energética.

Las Directivas ErP y ELD pretenden garantizar que estas metas serán cumplidas en los plazos previstos.

La directiva ErP se aplica para calderas y equipos de ACS hasta 400 kW y depósitos hasta 2000 litros y la ELD de etiquetado para productos y sistemas con una potencia hasta 70 kW y depósitos de hasta 500 litros.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

La Directiva de Ecodesign (ErP) es una normativa europea obligatoria en los 28 estados miembros del área de influencia económica de la Unión Europea, que define:

- Los niveles mínimos de eficiencia.
- Las emisiones máximas de NOx.
- El nivel de ruido para bombas de calor, bombas de calor ACS, termos eléctricos, calderas eléctricas y cogeneración.
- El nivel máximo de pérdidas térmicas en los depósitos de ACS.

Estas normas inciden sobre los siguientes productos:

A partir del 26 de septiembre de 2015 estará prohibida la venta y distribución de:

Calderas (LOT1)

- Calderas hasta 70 kW con rendimientos estacionales menores al 86 % independientemente del combustible y de la tecnología del cuerpo de caldera.
- Calderas de gas o gasóleo de 70 kW a 400 kW con rendimiento instantáneo del 86 % (100 % de carga) y del 94 % (al 30 % de carga).
- Equipos de cogeneración con rendimientos menores al 86 % y a partir de septiembre de 2017 menor a 100 %.
- En Septiembre de 2018, los valores de emisión de NOx se limitan a 56 mg/kWh en calderas de gas y a 120 para calderas de combustible líquido y a 240 mg/kWh para equipos de cogeneración.

Agua caliente sanitaria (LOT2)

- Algunos modelos de calentadores eléctricos con eficiencia en agua caliente <30 %.
- Bombas de calor para ACS y termos eléctricos con volumen mínimo de mezcla de agua a 40°C.
- Bombas de calor para ACS con nivel de ruido >60dB.
- En Septiembre de 2017, la eficiencia mínima <32/36/37 % de acuerdo con el perfil de consumo S/M/L.
- En Septiembre de 2018, los valores de emisión de NOx >56 mg/kWh.



Con las tecnologías actuales y la tendencia en años siguientes al 2015 a partir del cual progresivamente la exigencia de rendimiento estacional o eficiencia de los equipos de producción de calor irá incrementándose, el panorama actual con respecto a dicho rendimiento estacional medio queda según el gráfico adjunto con una gran potencial de desarrollo en calderas de bajas emisiones que utilizan la tecnología de condensación y un futuro desarrollo de equipos de cogeneración y bombas de calor de baja temperatura, así como acumuladores de ACS de reducidas pérdidas por sus cada vez más efectivos aislamientos.

En la directiva de ecodiseño se introduce el concepto de rendimiento estacional que se obtiene a partir de los rendimientos instantáneos de las calderas al 100 % de carga y al 30 % del que se consideran las calderas trabajando el 15 % y el 85 % de su tiempo del que se descuentan una serie de pérdidas. Es un rendimiento teórico que el fabricante debe proporcionar en su documentación comercial y técnica y que resulta más exigente a lo marcado en el RITE del 2007 y sus modificaciones del 2013.

5.5. LA TECNOLOGÍA DE CONDENSACIÓN, UNA APUESTA DE FUTURO

La tecnología de la condensación aplicada al servicio de calefacción de la vivienda no es novedosa. Ya en Alemania Buderus inició la comercialización de las primeras calderas de condensación, calderas que ya aprovechaban la energía liberada por el vapor de agua contenido en los gases procedentes de la combustión al pasar a estado líquido.

La cantidad de energía no es nada desdeñable, hablamos de 540 kcal por litro de agua, que no es más que el calor latente del vapor de agua en suspensión contenido en los gases de combustión. Si una caldera de condensación a pleno rendimiento llega a producir 2 litros de condensados en una hora, significa que en esa hora hemos conseguido un aporte energético extra de $2 \times 540 = 1080$ kcal.

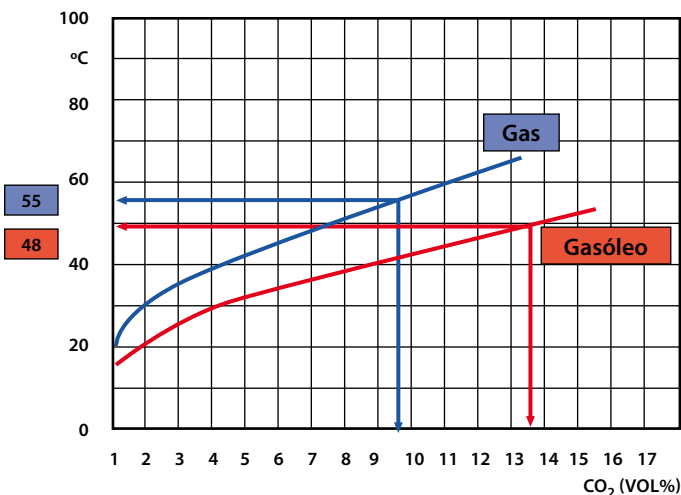
En el diseño de estas calderas se tiene en cuenta un intercambiador interno que comunique térmicamente el fluido de retorno de la instalación de calefacción con la salida de gases para provocar que éstos se enfríen y a su vez que el retorno de calefacción aumente su temperatura previo a su entrada en la cámara de combustión. Las primitivas calderas murales de condensación montaban en el circuito de salida de gases un recuperador externo que conseguía condensar pero los rendimientos no eran los conseguidos hoy en día, ni las emisiones de NOx tan reducidas como el producto actual.

La clave de la tecnología de la condensación es conseguir una temperatura de rocío a partir de la cual el vapor de agua de los gases de la combustión



comienza a condensar, a ahorrar combustible. Esta temperatura de rocío varía según el tipo de gas, el gas natural llega a producir hasta 1,7 l/m³ de gas quemado, es el combustible más propicio para condensación, el gasóleo llega a 1 l/kg.

Dependerá del tipo de combustible ya que cuanto mayor sea la cantidad de hidrógeno que hay en el combustible mayor cantidad de vapor de agua, la temperatura de rocío será mayor y se producirá mayor condensación.



	PCI Kcal/Nm ³	PCS Kcal/Nm ³	PCS-PCI Kcal/Nm ³	PCS-PCI
Metano (CH ₄)	8.570	9.530	960	1,11
Gas Natural	9.400	10.410	1.000	1,11
Gas Propano	23.160	25.190	2.303	1,09
Gas Butano	28.700	31.140	2.440	1,08
Gasóleo (Kcal/Kg)	10.200	10.870	670	1,06

Figura 5.3. Calor latente del vapor de agua según tipo de combustible.

La diferencia que existe entre el PCS y PCI es lo que hemos llamado calor latente del vapor de agua que como se puede observar en la tabla vemos que es superior en el caso del gas natural (11 %).

Además de las ventajas que tienen las calderas de condensación sobre el aprovechamiento del calor latente existen otras ventajas como son la reducción de las pérdidas por humos y por transmisión del cuerpo de caldera.

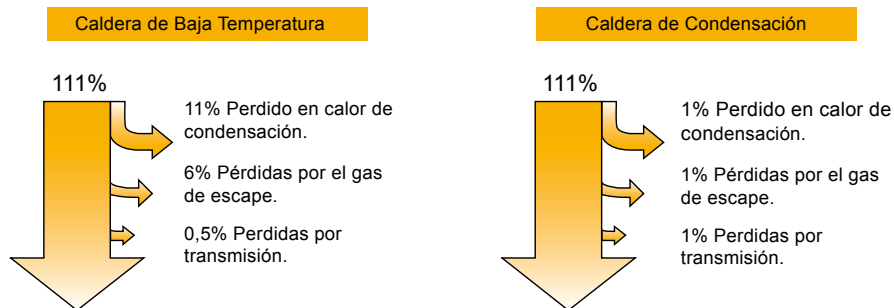


Figura 5.4. Pérdidas por humos y por transmisión del cuerpo de caldera.

En la Fig. 5.4 se ve como partiendo de un total de un 111 % de rendimiento y si comparamos una caldera de condensación con una de baja de temperatura, vemos como además de ser menores las pérdidas por condensación, las producidas por los gases de la combustión son menores también. Estas pérdidas son las que se denominan pérdidas por entalpía de los productos de la combustión, es el calor utilizado en calentar los humos hasta la temperatura por la cual salen por la chimenea. Cuanto más baja sea la temperatura de salida de los gases menos pérdidas se producirán. En una caldera de condensación la temperatura de los gases de combustión se reduce a 30-60°C en una caldera de baja temperatura las temperaturas ascienden de 130 a 190°C.

Las calderas de condensación se pueden instalar con cualquier tipología de instalación ya sea con radiadores, convectores o suelo radiante.

En todos los casos vamos a poder conseguir rendimientos superiores que con una caldera convencional si utilizamos un sistema de regulación que considere un descenso progresivo de la temperatura que dependa de la temperatura ambiente conseguiremos, como muestran las figuras, condensación la mayor parte del tiempo de funcionamiento.

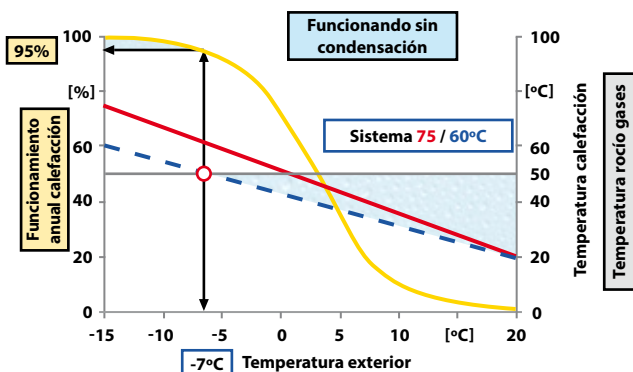


Figura 5.5.



En la Fig. 5.5. se muestra el funcionamiento de una instalación (línea amarilla), se indica la temperatura de impulsión (línea roja) y retorno de calefacción (línea azul). Si consideramos la temperatura de condensación de los gases de la combustión entorno a los 55°C todo régimen de funcionamiento del sistema que esté por debajo de esa temperatura producirá condensados en la caldera. En el gráfico también se muestra que el 95 % del tiempo el sistema está funcionando en condiciones óptimas para condensar aprovechando el calor latente del vapor de agua y obteniendo mayores rendimientos que con una caldera convencional.

Si observamos la misma gráfica pero simulando un sistema de suelo radiante lo que vemos es que el tiempo en el cual estamos por debajo de esa temperatura de rocío es el 100 %.

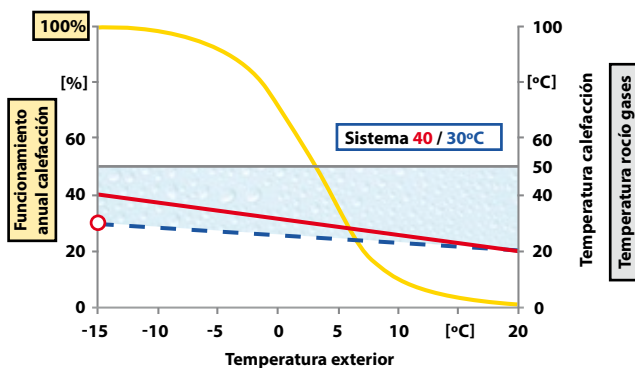


Figura 5.6.

En los ajustes de la caldera de condensación se debe de manipular siempre la admisión de aire con el objetivo de que sea el mayor admisible, por lo tanto el mínimo porcentaje de CO_2 , manteniendo una proporción mínima que garantice desarrollar la potencia esperada del aparato. Esto lleva a mayores proporciones de H_2O , así podremos reducir la temperatura de rocío y comenzar a condensar antes, es decir, con menores temperaturas de retorno de calefacción. A medida que se condensa el vapor de agua, disminuye el volumen de dicho vapor en los gases de combustión, esto provoca que la presión baje y consiguientemente se reduzca todavía más la temperatura de rocío de los gases, se seguirá condensando, siempre que la temperatura de gases se mantenga por debajo de la de rocío. Con una temperatura de gases de combustión inferior a 50°C conseguiremos el mayor aprovechamiento de la condensación en una caldera preparada para tal efecto.

En cuanto a las cantidades de CO_2 y CO que debemos de ajustar en la caldera se controlará la entrada de premezcla aire-gas de tal manera que el CO en los gases de combustión estén por debajo de 100 ppm y el nivel de CO_2 según el tipo de gas y potencia que desarrolla el aparato de forma orientativa:



Tabla 5.5. Nivel de CO₂ según tipo de gas y potencia.

TIPO DE GAS	% CO ₂ a potencia máx.	% CO ₂ a potencia mín.
Gas natural	9,7	9,2
Propano	11,3	11
Butano	13,4	13,1

Fuente: Robert Bosch.

Para conseguir rendimientos instantáneos altos y aprovechar al máximo la condensación, a temperaturas exteriores bajas, es imprescindible que los retornos de calefacción se produzcan a baja temperatura para que puedan enfriar los gases de salida y poder aprovechar la energía que ceden los gases al pasar a estado líquido, el objetivo es que los gases de salida estén a no más de 10°C por encima del agua de retorno de calefacción. Se recomiendan estas calderas para trabajar a baja temperatura de ida a la instalación, como aplicaciones de suelo radiante o radiadores con grandes superficies de emisión.

No obstante, en la mayoría de días en los que trabaja una caldera en nuestro país no contamos con las temperaturas mínimas de proyecto, ni mandamos el agua de primario a radiadores a las temperaturas de cálculo, trabajamos con temperaturas de ida mucho más bajas, propicias para conseguir que se condensen parte de los gases de la combustión y contar con mejores rendimientos que con calderas estándar incluso en instalaciones de radiadores convencionales.

Estas mejoras del rendimiento sumado a los ventiladores modulantes, que consiguen una óptima combustión en el quemador, más la disminución de pérdidas por la carcasa de la caldera al trabajar a menores temperaturas y ser equipos más compactos en dimensiones, hacen de estas calderas, comparadas con calderas convencionales, como la mejor opción si consideramos la eficiencia energética y el menor consumo de combustible y a su vez las mínimas emisiones de CO₂ al ambiente.

Los amplios rangos de modulación de potencia, sus mayores longitudes en la evacuación de gases, la facilidad de instalación de la caldera y sus tubos de recuperación de condensados y su fácil mantenimiento confieren a las calderas murales de condensación, frente a calderas convencionales estancas, un futuro prometedor a corto y medio plazo cuando el rendimiento es un factor tan importante o más que la propia potencia del generador de calor.

No hay que dejar de lado nunca el nivel de confort que exige el usuario, nivel de confort satisfecho plenamente con una caldera mural individual como lo ha demostrado durante las últimas décadas. Usuarios que cada vez exigen más cantidad y calidad en el servicio de ACS, más estabilidad de la temperatura



de su vivienda, posibilidad de fijar la temperatura de los locales a calefactor y la temperatura de salida del agua caliente, etc. El confort de la caldera individual a gas frente a la colectiva, con mejor rendimiento y menos emisiones.

Los tiempos cambian y las tendencias del mercado también, sobre todo cuando están impulsadas por las administraciones públicas y cuando conducen mediante la eficiencia de la combustión a la reducción del efecto invernadero en el planeta. Hablamos de calderas con los menores índices de emisión de NOx y con el mayor número de estrellas de rendimiento del quemador, hablamos de calderas de condensación.

5.6. EFICIENCIA EN LA RENOVACIÓN DE SALAS DE CALDERAS CENTRALIZADAS

Debido a la subida de los precios de la energía y el mantenimiento de unos estándares de confort elevados en nuestros hogares, y todo ello dentro de una coyuntura económica no muy optimista, nos hace replantearnos o estudiar a fondo en qué costes estamos incurriendo, qué nos gastamos en estar confortables en nuestra casa en invierno.

En el momento de argumentar u ofrecer al usuario final una renovación o mejora de los costes de explotación del servicio de calefacción nos planteamos como primera opción el cambio del generador de calor o caldera. Existen otras posibilidades parciales como la renovación de los circuladores o bombas de impulsión, mejoras hidráulicas de la instalación de tuberías, mejoras en el control, cambio de combustible,... pero si queremos acometer una mejora rotunda y demostrable a corto plazo en cuanto a ahorros de combustible atacaremos al punto más caliente de la instalación, la caldera.

En el presente apartado trataremos los factores a tener en cuenta para llegar a la mejor opción en cuanto a costes a medio y largo plazo e inversión que nos supone a corto.

El primer punto a considerar es el espacio físico de la sala de calderas, espacios reducidos de instalación o introducción de un nuevo generador en la sala. Se requieren equipos compactos de tamaños reducidos con escalones de potencia o modulación continua adaptada a las distintas demandas de calor según tipología y tamaño de los edificios que se pretenden calentar. El factor ruido es muy importante al estar la sala de caldera insertada en un hotel, a considerar el bajo nivel sonoro que un quemador integrado en el propio cuerpo de caldera puede llegar a proporcionar. Además necesitamos prever unos costes de mantenimiento reducidos facilitados por el tamaño del generador y por la simplicidad y accesibilidad de sus componentes internos. La facilidad en el mantenimiento nos lleva a la reducción de los costes de mantenimiento.



Otro punto, el tipo de tecnología a utilizar. Si existe una tecnología que nos garantice un pronto retorno de inversión, de fácil instalación y reducidos costes de mantenimiento y con un confort garantizado al usuario final en servicio de calefacción es la tecnología de condensación. Todos los fabricantes y la administración europea o regional apuntan permanentemente al desarrollo de la tecnología de condensación para alcanzar una mayor eficiencia energética. Nuestro objetivo ha sido y sigue siendo conseguir la mayor cantidad de calor con el mínimo de energía posible con menores emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Importante considerar la curva de demanda en servicio de calefacción. En el caso de contar con grandes contenidos de agua en tuberías y radiadores como ocurre en calefacciones de comunidad de vecinos o centralizadas, la mejor opción es contar con un funcionamiento continuo para reducir las pérdidas en los arranques del servicio. Además si las viviendas se utilizan como vivienda habitual ocupadas todos los días del año, la opción más viable serán calderas de grandes inercias térmicas que se aprovechan para la reducción de consumos de combustible en repetidos arranques, calderas de fundición compactas.

Tenemos hasta ahora como propuesta una caldera compacta de fundición que utiliza la tecnología de condensación. Queremos adaptar nuestra propuesta a la demanda térmica de la calefacción a lo largo del día, a la ocupación del edificio y a los cambios climatológicos externos. Lo mejor es poder controlar los arranques del quemador con las condiciones exteriores por medio de una centralita de regulación con una sonda que capte la temperatura exterior, así nos podremos adelantar a los cambios climatológicos a lo largo de la temporada y a lo largo del día sobre todo en climas continentales como los de la España interior. Y lo podremos hacer mejor con rangos de modulaciones de caldera desde un mínimo de funcionamiento bajo, cercano a un 20 % hasta el desarrollo de la potencia total del generador para el día más frío para el cual se calculó la instalación.

En este sentido podremos utilizar la versatilidad de funcionamiento de dos calderas en cascada en lugar de depender de un solo generador, primero porque en caso de avería de una de ellas siempre tendremos servicio con el otro generador en paralelo tan importante en instalaciones en hoteles, segundo, porque con dos generadores tendremos mayores rangos de modulación de potencia, desde el mínimo de una de ellas (potencia mínima) hasta la suma de la potencia de las dos calderas (potencia máxima). Teniendo en cuenta que al ser de condensación las calderas con rendimientos óptimos a potencias más bajas, trabajar con ellas de forma simultánea contando con todo su margen de regulación en lugar de arrancar con una hasta su 100 % de potencia para poner en marcha la segunda caldera.

Si seguimos en la línea de recomendar dos calderas de fundición compactas en cascada que utilizan la tecnología de condensación que sustituyan a una



antigua caldera, en muchos casos no es necesaria la renovación del sistema de evacuación de gases. Podríamos aprovechar la chimenea anterior y hacer la conexión de los dos generadores de calor por medio de un colector y embocar a la antigua chimenea, así reducimos la inversión inicial y podremos amortizar antes la renovación de salas de calderas.

Estos factores que hemos descrito nos ayudan a proponer soluciones eficientes y poder demostrar los ahorros en los costes de explotación en la primera factura de combustible. Hay otros muchos que nos ayudan a optimizar nuestra instalación, que no vamos a acometerlos en este artículo con detalle.

Como ejemplos reales que han seguido este proceso de selección de equipos en salas de calderas existentes podemos citar muchos, pero nos centramos en el siguiente caso: hotel urbano de 12 plantas con calefacción centralizada en Madrid retirando una antigua caldera de gas natural y aprovechando la chimenea existente. Se instalaron dos calderas de condensación Buderus modelo Logano plus GB402 D de 545 kW cada una para la reforma de la instalación, aprovechando el hueco de chimenea existente, con un margen de modulación desde 109 kW a 1090 kW con un retorno de la inversión mínimo debido a los ahorros de combustible obtenidos.

Niveles de confort elevados, reducidas dimensiones y niveles de ruido con un fácil y reducido mantenimiento de una caldera que utiliza la tecnología de condensación ahorrando consumos de gas y emisiones de CO₂, nos aseguramos una rápida amortización debido a estos reducidos costes de explotación, una propuesta con garantía de éxito para nuestros clientes. En caso de trabajar con dos o más calderas en cascada ganamos en versatilidad y márgenes de modulación y ajuste a la curva de demanda térmica con la posibilidad de con una única chimenea aprovechar la instalación existente.

5.7. EQUIPOS AUTÓNOMOS PARA REFORMAS DE SALAS DE CALDERAS

Por equipos autónomos de generación de calor entendemos que son equipos prefabricados y compactos que incluyen los elementos necesarios para cumplir las normativas de seguridad y reglamentos de instalaciones térmicas y además, proporcionar el máximo confort en servicio de calefacción y ACS. Cuando en el equipo autónomo incluye una caldera de condensación aportamos la máxima eficiencia en funcionamientos de estos servicios con una considerable reducción de los costes de mantenimiento y sobre todo de instalación y puesta en marcha.

La opción de contar como propuesta a una reforma de una sala de calderas con un equipo autónomo de generación de calor se plantea seriamente en los casos en los que se requiere liberar espacios del edificios para aprovechar



la sala de calderas y poder plantearse la posibilidad de instalar el equipo autónomo incluso en el exterior, en cubierta o en la antigua sala de calderas con el menor espacio posible de ocupación por la nueva solución.

También cuando no se cuenta con el espacio suficiente para incorporar todos los accesorios de instalación y seguridad de la sala y se prefiere montar en la instalación el equipo completo en el mínimo tiempo de instalación, podemos optar por la solución de un equipo autónomo. No se requiere dejar sin servicio al edificio durante los tiempos de instalación y montaje en el caso de una nueva instalación de conexión en una reforma de salas de calderas o en obra nueva.

Además se deben de valorar los costes de mantenimiento y de puesta en marcha de la instalación en conjunto, pudiendo aprovechar la accesibilidad a todos los componentes dentro del equipo autónomo al desmontarse todas sus puertas y la proximidad de todos estos elementos de instalación dentro del equipo compacto.

Otro punto importante a valorar es el índice sonoro del equipo compacto, minorado notablemente debido a las calderas que montan en su interior y su envolvente prefabricada con puertas que amortigua el nivel sonoro de forma notable. Por esto los equipos pueden ser recomendados para su montaje en el exterior o interior de edificios.

Por tanto, son las dimensiones de estos equipos un factor determinante para decidirnos por la propuesta en una renovación de una sala de calderas antigua. La caldera incorporada en el equipo autónomo Logablock MODULtop determina sus dimensiones:



Foto 5.1. Equipos autónomos de generación de calor:
Logablok plus MODUL GB162 / GB312 y GB402.



1. Para el caso de calderas murales de condensación, que son los equipos más compactos, montan en su interior una caldera de condensación Logamax Plus de 80 o 100 kW, son los equipos autónomos tipo A; los del tipo B pueden montar hasta 4 calderas Logamax Plus llegando a los 400 kW. En cuanto a dimensiones el tipo A 700x1190x2144 mm (fondo x ancho x alto) con un peso de 384 kg, los de tipo B miden 1285x1717x2230 mm con un peso de 604 kg (el de 160 kW) hasta 778 kg (el de 400 kW) con una gama que se va incrementando desde 160 kW a 400 kW en saltos de 20 en 20 kW. Incluso se pueden conectar dos módulos completos en cascada llegando hasta 800 kW.
2. Cuando el equipo autónomo monta calderas Logano Plus GB 312 tenemos dos tipos, con una sola caldera en su interior con medidas de 1500x1500x1880 (fondo x ancho x alto) el de 90 kW y 620 kg de peso hasta 2000x1500x1880 de 280 kW y 1111 kg. Con dos calderas GB 312 en cascada las dimensiones y pesos oscilan desde 1400x220x2000 mm y 880 kg el módulo de 180 kW a 1900x220x2000 mm y 1130 kg el módulo de 580 kg.
3. En caso de incorpora una caldera Logano Plus GB 402 las dimensiones y pesos oscilan de 2500x2000x2500 mm peso de 1270 kg la de 320 kg al peso de 1390 kg la de 620 kg con las mismas dimensiones. Para dos calderas incorporadas las mismas dimensiones 2500x3000x2500 mm y pesos de 2240 a 2513 kg para potencias de 640 a 1240 kW. Para tres calderas incorporadas, las mismas dimensiones para todas las potencias 2500x5000x2500 mm, pesos de 2980 a 3355 kg y potencias de 960 a 1860 kW.



Foto 5.2. Caldera de condensación Logano plus GB402 D.



4. Para potencias mayores y calderas Buderus de acero de las gamas SK y SB existe también la posibilidad de utilizar para exteriores estos equipos en tres dimensiones para una, dos o tres calderas.

Los equipos autónomos además de la caldera incorporan todos los accesorios hidráulicos necesarios para la conexión en cascada de calderas como colector de impulsión, de retorno, y colector de gas, equipo modulante por caldera con bomba circuladora modulante, termómetros de impulsión y retorno y por supuesto llaves de corte de agua y gas, válvula de seguridad y vaso de expansión. Se ofrece la posibilidad de optar por conexiones hidráulicas a derechas o izquierdas según las tomas en la instalación, también la posibilidad de optar por un intercambiador de placas o compensador hidráulico con filtro de agua incluido, según a la instalación a la que pretendamos dar servicio. Para el llenado del equipo se dispone también de desconector, filtro y contador según normativa. La instalación de gas incluye llave de corte y filtro de gas por caldera y electroválvula de gas conectada a las centralitas de detección. Se equipan adicionalmente con purgadores, puertas con bisagras totalmente desmontables, alumbrado de emergencia y normal, cuadro eléctrico y bridas de conexión hidráulicas.

En definitiva la opción de la instalación de un equipo autónomo de generación de calor para reformas de salas de calderas se considerará firmemente en los casos siguientes:

1. Contar con más espacio en el edificio o aprovechamiento de las salas de calderas antiguas si podemos buscar un emplazamiento nuevo incluso en el exterior del edificio.
2. Disminuir los costes de instalación y los tiempos de obra en el edificio. Con un equipo autónomo no necesitamos una interrupción del servicio en el caso de la reforma de la sala.
3. Reducción de los costes de mantenimiento al contar con un equipo autónomo compacto con todos los elementos de instalación integrados.
4. Índices sonoros bajos y protección de las personas al estar todos los elementos de instalación encerrados en armarios.

5.8. CONCLUSIONES

Ante una propuesta de ganancia de eficiencia energética en un hotel siempre podemos valorar la incorporación de energías renovables como lo es la energía solar, pero siempre necesitaremos un generador de calor que aporte servicio de ACS y calefacción al hotel, trabajando como equipo asociado a una enfriadora o como equipo autónomo.



Merece la pena valorar la incorporación de nuevas calderas o generadores de calor con tecnología de condensación cuando se trata de aporte continuo de calor a la instalación del hotel, midiendo y controlando los consumos de combustibles e incorporando controles que optimicen dicho servicio. También optar por distintas soluciones en la renovación de salas de calderas como trabajar con varias calderas en cascada con mayores rangos de modulación y ajuste más preciso a la curva de demanda térmica, consiguiendo más ahorros, y contemplando soluciones como equipos autónomo de generación de calor en versiones RoofTop que simplifican al máximo y reducen los tiempos de instalación y nuevo equipamiento de los hoteles sin renunciar a las prestaciones de los generadores de calor que contienen.



Foto 5.3. Bodegón de condensación.

6

BOMBA DE CALOR CON MOTOR A GAS



Alta eficiencia estacional en los servicios de calor y frío, con aportación de Aerotermia y calor residual.

6.1. INTRODUCCIÓN

La tecnología de la bomba de calor con motor accionado a gas, además de ser muy eficiente, utiliza el calor residual del motor para producir ACS de forma gratuita.

Sus mayores beneficios se encuentran en el sector hotelero, residencias, gimnasios, centros deportivos y otros en los que exista una elevada demanda de ACS, así como todos aquellos edificios en los que haya dificultad para disponer de elevada potencia eléctrica.

También es una opción idónea para climatización de edificios situados en localidades frías ya que, a diferencia de las bombas de calor eléctricas, las bombas de calor a gas no necesitan realizar procesos de desescarche.



Figura 6.1. Bomba de Calor a Gas.



Teniendo en consideración la enorme ventaja que supone la recuperación del calor residual del motor, estas bombas de calor aportan una elevada eficiencia energética, así como una importante disminución de las emisiones de CO₂ para convertirse en un sistema altamente respetuoso con el medio ambiente.

Cabe destacar que los sistemas de climatización que utilizan la bomba de calor se diferencian del resto por el uso de una tecnología basada en el principio de la Aerotermia. Esta tecnología utiliza, en gran parte para su funcionamiento, la energía existente en el ambiente exterior, es decir, el aire; aportando con ello una contribución de energía renovable y gratuita, de acuerdo a la Directiva Europea 2009/28/CE.

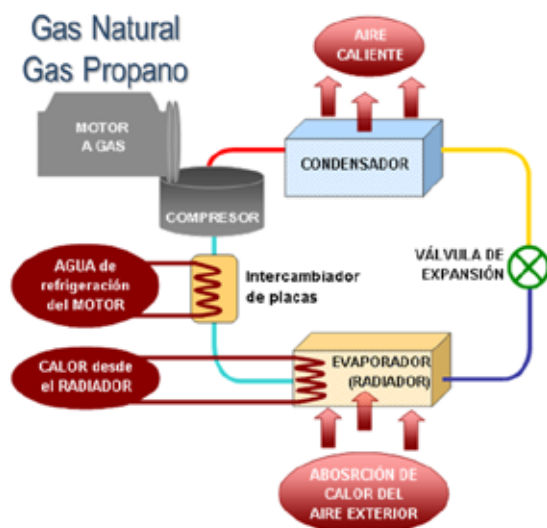
6.2. LA BOMBA DE CALOR A GAS. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

A diferencia de los sistemas clásicos de VRF, el sistema de bomba de calor con motor accionado a gas utiliza un motor de combustión interna de cuatro tiempos (ciclo Miller).

Los equipos Bomba de Calor a Gas funcionan con gas natural o propano como fuente de energía, son equipos que por tanto emplean energía primaria para su funcionamiento. El consumo de energía eléctrica de la unidad exterior es muy reducido (entre 710w y 1.700w dependiendo del modelo) y prácticamente se reduce al consumo de las placas electrónicas y de los ventiladores con motores DC.

El combustible, sea este gas natural o propano, se mezcla con el aire en la cámara de combustión y mediante el trabajo del motor, se actúa sobre dos

compresores a los que se encuentra mecánicamente conectado mediante transmisión por correa.



Como dispositivo de regulación del consumo de gas se cuenta con una válvula electromecánica que es la que actúa dejando pasar más o menos aporte de combustible.

Figura 6.2. Esquema ciclo frigorífico en unidad bomba de calor a gas.



Dichos compresores son los responsables del ciclo de compresión frigorífica, siendo éste similar al que se produce en cualquier bomba de calor eléctrica, es decir: ciclo de compresión, paso a la batería de condensación, válvula de expansión y batería del elemento que actúa como evaporador. En este caso, se dispone además de sendos intercambiadores, tubular y de placas, para el aprovechamiento del calor residual proveniente de la refrigeración de los gases de escape y del motor.

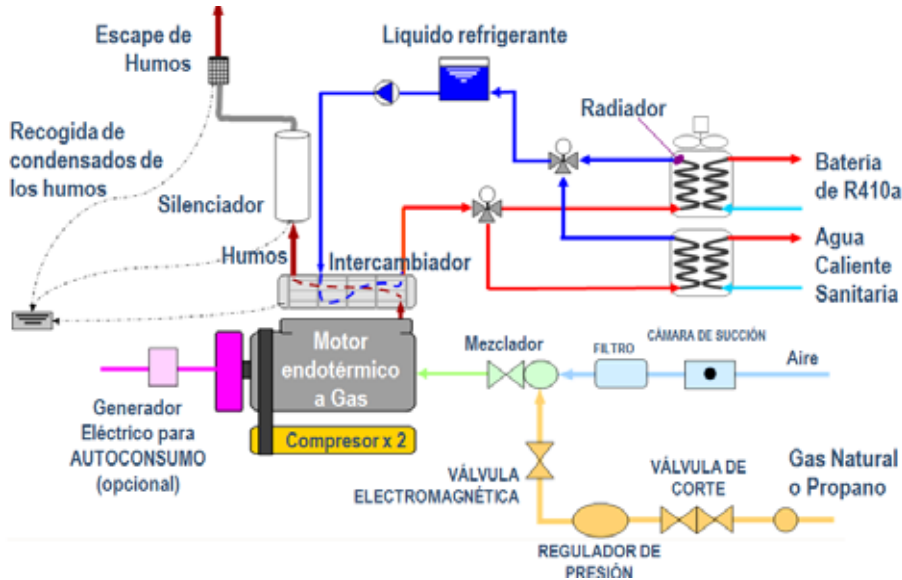


Figura 6.3. Esquema sinóptico aproximado funcionamiento unidad bomba de calor a gas.

Cuando la máquina trabaja en modo frío, la válvula de 3 vías que incorpora el equipo desvía el calor del circuito de refrigeración interno hacia el intercambiador de placas, proporcionando una importante energía residual en forma de agua caliente. En caso de no conectarse la toma externa de agua, el calor sería evacuado por los ventiladores de la unidad exterior.

Cuando la máquina actúa en modo calor, el calor residual proveniente de la refrigeración del motor es gestionado por el equipo de modo que no se precise realizar ciclos de desescarche.

6.3. SITUACIONES VENTAJOSAS PARA BOMBA DE CALOR A GAS

6.3.1. La solución ideal para zonas de difícil suministro eléctrico

Con una demanda cada vez más creciente de suministro eléctrico para los sistemas de climatización en edificios, cada vez es más habitual la necesidad



de la instalación de costosos centros de transformación para poder dar el servicio adecuado. Sin la instalación de estos centros, la reducción estimada en los costes iniciales de inversión oscila entre un 10 % y un 15 %.

En cuanto a costes de operación, la contratación de potencia eléctrica necesaria para la climatización del edificio es del orden de solamente un 7-8 % respecto a la que sería preciso instalar en el caso de los sistemas de climatización eléctricos equivalentes, ya que en este caso la fuente principal de energía es el gas. Adicionalmente al ahorro en el centro de transformación y el coste del local destinado a ello, esta solución supone un considerable ahorro en el coste fijo por término de acceso a red.

En operación, la bomba de calor con motor a gas ayuda a reducir la demanda eléctrica global en horas punta y evita elevados costes asociados a la dotación de infraestructuras eléctricas adicionales para atender estas puntas de demanda.

Por tanto, la climatización a gas se presenta como una de las alternativas energéticamente más eficiente en los casos donde se hace difícil o inviable garantizar la potencia eléctrica necesaria.

6.3.2. Generación gratuita de agua caliente sanitaria

El aprovechamiento del agua caliente sanitaria recuperada de forma gratuita en el motor tiene un importante impacto en términos de ahorro en costes de operación respecto a soluciones convencionales existentes. Este ahorro, dependerá de la climatología donde sea instalada, ya que dicha producción gratuita en forma de ACS se obtiene cuando la máquina trabaja en modo frío.

En épocas del año como el periodo estival nos encontramos ante un excedente de la producción de agua caliente sanitaria que podríamos utilizar en las instalaciones tipo SPA, piscinas climatizadas, lavandería o cualquier otro uso o proceso en nuestro edificio que pueda requerir del suministro de agua caliente. En caso de no precisarse más acumulación, se puede evacuar el calor a través de los ventiladores de la unidad exterior.

La energía recuperada en forma de agua caliente, con temperaturas de hasta 70-75°C, puede llegar a suponer hasta un 30 % de la potencia nominal del equipo cuando trabaja en modo frío, con caudales entre 1,29m³/h y hasta 2,58m³/h dependiendo del modelo.



Tabla 6.1. Producción gratuita agua caliente en función del modelo.

El calor residual del motor se recupera en un intercambiador para producir **ACS** hasta **75°C**

Funcionamiento: Modo Frio	UNIDAD EXTERIOR	INTERCAMBIADOR PLACAS			
		Pot. ACS		Caudal	
	U-16GE2E5 U(45kW)	(kW)	15	(m³/h)	1,29
	U-20GE2E5 U(56kW)	(kW)	20	(m³/h)	1,72
	U-25GE2E5 U(71kW)	(kW)	30	(m³/h)	2,58
	U-30GE2E5 U(85kW)	(kW)	30	(m³/h)	2,58
	Temperatura de salida del agua	(°C)	75		
	Calibre de la tubería de agua caliente	inch	Rp 3/4		

Fuente: Panasonic.

Esta energía gratuita, que puede ser convenientemente acumulada en un depósito, en muchos casos cubre gran parte, o la totalidad, de la fracción mínima exigida por el Código Técnico de Edificación, siendo en estos casos una posible alternativa o complemento a la instalación solar térmica, con el ahorro de espacio y la reducción en el tiempo de instalación que esto implica.

En algunos casos, gran parte de la cubierta puede quedar liberada, total o parcialmente y disponible para cualquier otro uso, requiriéndose solamente el espacio para las bombas de calor y la caldera de apoyo. Las bombas de calor a gas no precisan ser instaladas en cuartos de calderas, de hecho, son equipos homologados para ser instalados en el exterior.

6.3.3. Idónea para climatologías de montaña

La bomba de calor a gas representa una solución eficiente para climatización de hoteles ubicados en zonas de montaña, pueden llegar a mantener la potencia nominal de calefacción en condiciones climatológicas adversas y tienen la ventaja de que pueden trabajar tanto con gas natural como con propano, un caso habitual en zonas apartadas.

En el momento de la puesta en marcha, se puede seleccionar el tipo de suministro de gas que tendrá la unidad, bien sea gas natural o bien propano. Por lo que las bombas de calor a gas también son una excelente opción para hoteles, residencias, restaurantes, gimnasios,...ubicados en zonas rurales o zonas de alta montaña, donde frecuentemente el suministro de potencia eléctrica es escaso o costoso de mantener, ya que se paga un término de fijo de potencia eléctrica que en algunos casos es sólo necesario durante determinadas temporadas del año.



La ventaja de la bomba de calor a gas es que proporcionan calefacción de modo continuo, incluso manteniendo la entrega de su capacidad nominal de manera constante a temperaturas exteriores de hasta -20°C , evitando los molestos procesos de desescarche y manteniendo el confort sin interrupciones, con poca alteración del rendimiento estacional, en comparación con sus homólogos eléctricos.

Comparativa de la capacidad calorífica

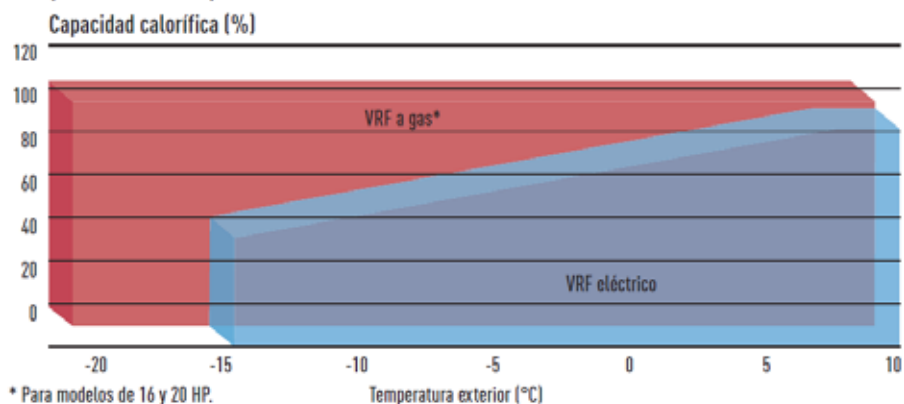


Figura 6.4. Capacidad calorífica a temperaturas extremas vs sistema VRF Eléctrico.

6.4. MANTENIMIENTO DE LAS BOMBAS DE CALOR A GAS

Las bombas de calor a gas, como la mayoría de equipos utilizados para la producción de frío/calor, requieren de un pequeño mantenimiento, como el realizado de manera habitual en los vehículos.

Se recomienda realizar una revisión anual por parte de una empresa mantenedora o servicio técnico homologado, en la que se verifiquen diversos parámetros de funcionamiento.

Cada 10.000 h. de uso, se requiere una intervención más exhaustiva que incluye, entre otros: cambio de los filtros del aire y aceite, cambio del aceite del motor, verificación de la correa de transmisión, cambio de bujías,...

Realizando los mantenimientos previstos el fabricante ofrece una garantía de hasta 5 años en el compresor.

La instalación de alimentación de gas debe ser revisada conforme normativa y deben respetarse las distancias mínimas entre equipos y de estos con los paramentos para poder permitir las operaciones de mantenimiento o posible reparación en caso de eventual avería.

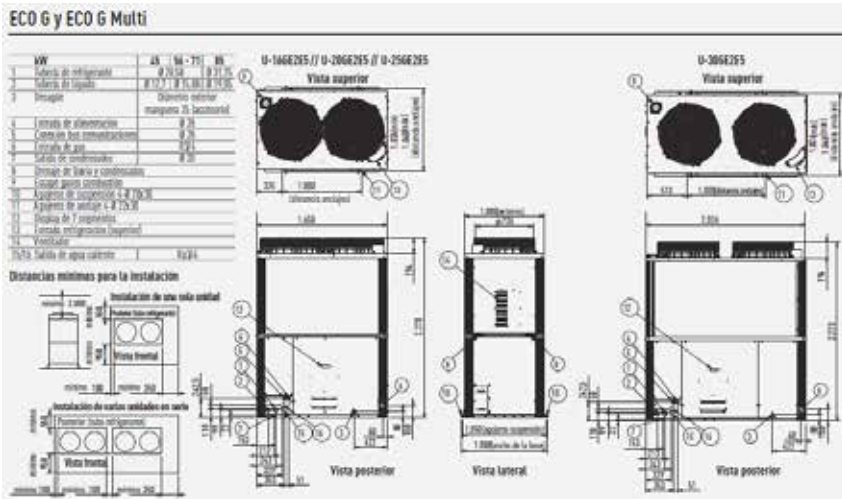


Figura 6.5. Cotas y dimensiones de la gama ECOG.

Flexibilidad en el diseño.

Gran versatilidad y posibilidades de adaptación en instalaciones existentes.

Las bombas de calor a gas se pueden adaptar a instalaciones existentes o nuevas instalaciones con unidades terminales de agua tipo fancoil o aplicaciones de suelo radiante. Mediante la utilización de módulos hidrónicos, la bomba de calor es capaz de trabajar como fluido calo-portador con agua a temperaturas típicas de 7/12°C en modo frío y de 45/40°C en calefacción (pudiendo llegar hasta 55°C).

Gracias a la utilización de los hidrokits, por ejemplo, la bomba de calor a gas se puede integrar en proyectos de instalaciones a cuatro tubos, coexistiendo con enfriadoras y calderas y elevando la eficiencia media de la instalación.



Figura 6.6. Esquema simplificado de instalación (no se incluyen en el mismo depósitos de inercia, bombas y otros elementos necesarios para el correcto funcionamiento).



Cuando se incorpora la bomba de calor a gas en el diseño de una instalación con unidades terminales de agua, es recomendable la utilización de masas de inercia (depósitos de acumulación y el propio colector) para evitar repetidos arranques y paradas de la unidad exterior. De este modo, se puede disponer de la energía acumulada para satisfacer parte de la demanda de modo continuado aunque la unidad exterior pueda estar parada. Es recomendable la utilización de hidrokits con bombas de agua con eficiencia “clase A”, dado que todo ello contribuye a un menor consumo global de la instalación.



Figura 6.7. Unidad exterior EGOg e Hidrokit.

La bomba de calor a gas ECO-g es compatible con las mismas unidades interiores de expansión directa que sus “hermanas” eléctricas de VRF.

En muchos proyectos se ha constatado que la solución óptima se consigue combinando la instalación de unidades VRF a gas con unidades VRF eléctricas, consiguiendo aunar las ventajas de ambos sistemas. Ejemplos claros han sido la utilización de bombas de calor a gas con unidades de expansión directa para la climatización de zonas comunes del hotel, junto con bombas de calor eléctricas VRF a 3 tubos de la gama Eco-i y unidades de expansión directa para la climatización de las habitaciones.

La gama de bombas de calor a gas incluye la posibilidad de hacer una instalación de expansión directa a 3 tubos, con posibilidad de producción simultánea de frío y calor en un mismo sistema frigorífico para aquellos hoteles en los que se desee ofrecer el máximo grado de libertad y decisión sobre el uso del clima a los clientes.

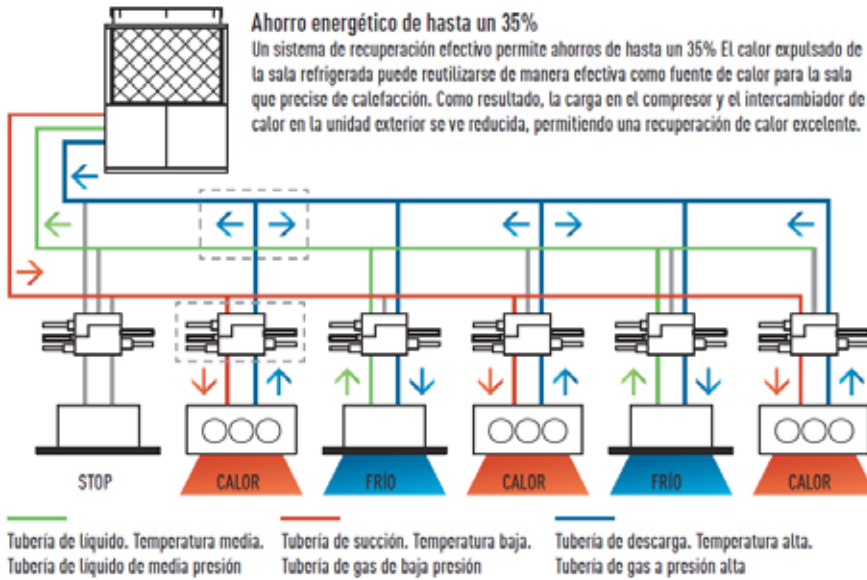


Figura 6.8. Esquema de principio de instalación equipos ECOg con recuperación de calor.

También es posible la utilización de las bombas de calor a gas con climatizadores para soluciones de aportación de aire exterior, por ejemplo, mediante la utilización de kits de expansión directa.

Las bombas de calor a gas son conectables al mismo bus de comunicaciones que sus homólogas eléctricas. Además, gracias a la completa gama de pasarelas de control, es posible integrar los sistemas bomba de calor a gas en sistemas de control centralizado que usen protocolos Modbus, Lonworks, Bacnet, KNX, EIB..., e incluso realizar una telegestión de la instalación mediante control vía i-cloud, sin necesidad de instalar a penas hardware en el propio hotel. Desde la plataforma en la nube del fabricante se puede realizar un seguimiento de consumos, avisos de incidencias, recepción códigos de averías, control de horas de funcionamiento, etc.

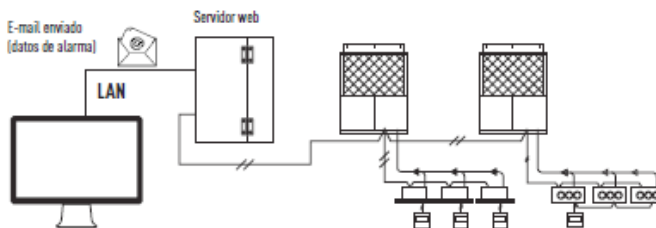


Figura 6.9. Ejemplo de conexión a servidor web.



La optimización de la instalación va ligada a la ejecución de un control adecuado de temperaturas máximas y mínimas de consigna; incorporación de domótica en las habitaciones para, por ejemplo, forzar el parado de las unidades interiores si se detecta apertura de la ventana de la habitación; apagado de unidades cuando el cliente deja la habitación, bajar automáticamente persianas para evitar carga por radiación solar, reasignación de una nueva temperatura de consigna de modo que la habitación no salga de cierto intervalo mínimo de confort, incluso la incorporación de sensores de presencia para evitar un consumo innecesario en los casos en los que el cliente deja una tarjeta en el tarjetero mientras se ausenta.

Todo ello se puede realizar de modo sencillo seleccionando los controles adecuados, como ejemplo se muestra el esquema de un sofisticado mando que permite diversas funciones en función de la configuración que se elija.

El esquema muestra un ejemplo de mando que permite incorporar diversas señales con objeto de optimizar el consumo de la instalación de climatización.

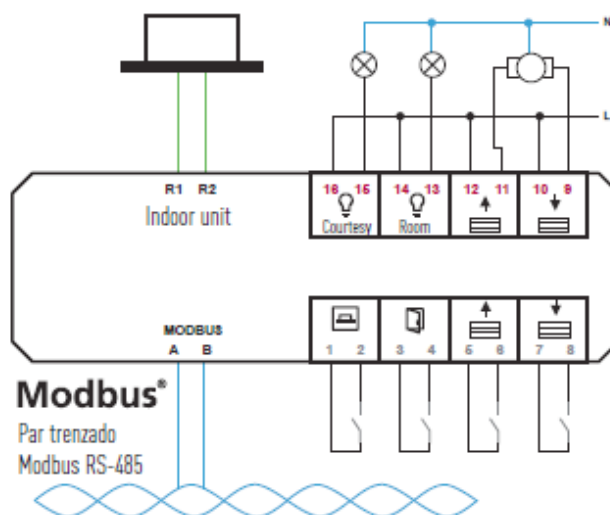


Figura 6.10. Control unidad interior con 4 señales de entrada, 4 señales salida e interfaz Modbus.



Las señales de Entrada/Salida que habilita este tipo de control son:

Tabla 6.2.

4 OPCIONES DE CONFIGURACIONES DE E/S DISPONIBLES: ENTRADAS

Configuraciones	Digital	Digital	Digital	Analógica
	1-2	3-4	5-6	7-8
Opción 1	Tarjeta	Ventana	Iluminación	Temperatura
Opción 2	Tarjeta	Ventana	Persianas arriba	Persianas abajo
Opción 3	Sensor de movimiento	Ventana	Contacto de puerta	Temperatura
Opción 4	Iluminación	Ventana	Persianas arriba	Persianas abajo

Configuraciones de E/S disponibles: Salidas

Configuraciones	Relay	Relay	Relay	Relay
	15-16	13-14	11-12	9-10
Opción 1	Cortesía	Iluminación	No utilizado	Actuador de válvula
Opción 2	Cortesía	Iluminación	Persianas arriba	Persianas abajo
Opción 3	Cortesía	Iluminación	No utilizado	Actuador de válvula
Opción 4	No usado	Iluminación	Persianas arriba	Persianas abajo

DEFINICIONES DE E/S: ENTRADAS

Descripción	Funcionalidad
Tarjeta	Ocupación de la habitación. Activar control de acondicionamiento de aire y conectar automáticamente las salidas de iluminación e iluminación de cortesía
Ventana	Desactiva temporalmente el sistema de aire acondicionado
Iluminación	Pulsador para conectar/desconectar la salida de iluminación cuando la habitación está ocupada
Temperatura	Entrada analógica para salida de control del actuador de válvula de la zona 2ª
Persianas arriba	Pulsador control del motor para levantar persianas
Persianas abajo	Pulsador control del motor para bajar persianas
Sensor de movimiento	En combinación con el contacto en la puerta activa acondicionamiento de aire y automáticamente conecta las salidas de iluminación e iluminación de cortesía
Contacto de puerta	

Definiciones de E/S: Salidas

Descripción	Funcionalidad
Cortesía	Activación automática cuando la habitación cambia a modo ocupado o desocupado. Desconecta automáticamente después de un retardo configurable
Iluminación	Se activa / desactiva automáticamente cuando la habitación cambia a modo ocupado o desocupado. Anulación manula con la entrada de iluminación
Actuador de válvula	Control de aire acondicionado para una 2ª zona
Persianas arriba	Salida para control del motor de subida de persianas
Persianas abajo	Salida para control del motor de bajada de persianas

Fuente: Panasonic.



6.5. PROYECTOS DE REFERENCIA CON SISTEMA ECO-G

Panasonic ha colaborado en la ejecución de diferentes proyectos suministrando equipos VRF con motor accionado a gas en España, sobretudo en el sector hotelero. Este sector es uno de los más activos en cuanto a iniciativas de eficiencia en cuanto a costes de suministro debido, básicamente, a que el coste asociado a los gastos energéticos ocupan el tercer lugar en la cuenta de explotación. Otro dato importante es que la refrigeración, climatización y ACS pueden representar hasta el 66 % de este coste energético, cuando hablamos de hoteles situados en el interior peninsular.

Proyectos hoteleros significativos, desarrollados con bombas de calor con motor a gas:



Figura 6.12. Fotografías de distintos hoteles con instalación ECOG.

El hotel Vincci Gala, un hotel de 4* con 78 habitaciones y zonas comunes, ubicado en un antiguo edificio señorial datado del año 1914, en Barcelona. Este edificio ha conseguido la clasificación energética "A" gracias a una baja emisión de CO₂, de 85 kg CO₂ / m² año y un ahorro energético de hasta el 70 % de energía necesaria para el ACS con 144, 5 kW h / m² año.

El hotel OD Port Portals, es un precioso edificio construido en Palma de Mallorca que, con la recuperación de calor que ofrecen las unidades a gas de ECOg, , siendo la fracción de energía recuperada para producción de ACS del 73 %, lo que resultó suficiente para cumplir con la exigencia del CTE HE4.

Además, esto permitió liberar parte del espacio de la cubierta, que habría sido utilizado para ubicar los captadores solares, para otros usos.



Figura 6.13. Aprovechamiento Terraza Hotel OD Port Portals.

El hotel Sunwing Atlantic View en Las Palmas de Gran Canaria, es un proyecto realizado con cinco sistemas ECO-G como solución para climatizar el hotel y cubrir gran parte de la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) de las habitaciones, el spa y las piscinas exteriores, que precisan de una temperatura constante de 28°C. Durante el primer año, el hotel consiguió ahorrar hasta un 24 % en el consumo eléctrico.

El Hostel The Hat Madrid es un proyecto, ubicado en el Madrid más castizo, que combina tres sistemas eficientes ECO-G para climatizar y producir ACS de forma gratuita con el calor residual del motor junto con una caldera ecológica de biomasa de huesos de aceituna. Esta solución permite cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria como marca el Código Técnico de la Edificación, sin necesidad de instalar paneles solares en la cubierta, quedando la terraza liberada para uso del hotel.

Hotel Only You Atocha, se trata de uno de los más recientes proyectos de hotel en los que se han instalado equipos bomba de calor a gas para su climatización.

Ubicado frente a la estación de Atocha de Madrid. Dispone de más de 200 habitaciones climatizadas mediante fancoils y para el sistema de producción de frío/calor a cuatro tubos del hotel se han instalado respectivamente: una enfriadora de 497kW, 7 unidades Bomba de Calor a Gas con hidrokít de 71kW de potencia unitaria y un "roof-top" con calderas de hasta 200kW.

La producción de ACS queda asegurada en todo momento con un "roof-top" compuesto por 3 calderas totalizando hasta 300kW de potencia con sus correspondientes depósitos acumuladores.





Figura 6.14. Fachada Hotel Only You Atocha.

Lo interesante de esta solución es que en temporada de invierno, se utilizan las siete unidades bomba de calor a gas apoyadas por la caldera de calefacción. La energía residual proveniente de la recuperación del calor del motor cuando las máquinas funcionan en modo calor se utiliza para precalentar el agua de red, que posteriormente verá elevada su temperatura hasta la consigna de ACS mediante las calderas (en modo calor la cantidad de energía residual es menor que en modo frío, ya que las bombas de calor a gas utilizan el calor proveniente del motor y gases de escape para optimizar su rendimiento).

En verano, se utilizan las unidades bomba de calor a gas en modo frío y la enfriadora, aprovechando el calor residual de las bombas de calor a gas para precalentar el ACS de forma gratuita y, en caso de ser necesario, se verá complementada por la caldera de ACS.

El sistema de control implementado permite que en épocas intermedias, en las que coexisten la demanda de frío y calor en zonas comunes y habitaciones, se utilice el número de unidades de bomba de calor a gas que sean precisas en modo calefacción, y el resto trabajan en modo frío aportando energía al colector de frío, obteniendo además de estas últimas energía gratuita para precalentar el ACS.

De este modo, dado que el COP medio de estos equipos ronda el 1,26 (producción de agua caliente a 45°C y $T^{\text{ext}} = +7^{\circ}\text{C}$ -dato sobre el PCS del gas), se sube el rendimiento medio de la instalación frente a un sistema que trabaje con calderas (cuyo rendimiento basado en PCS rondaría el 0,9-0,92).



Tabla 6.3. Rendimientos Bomba de Calor a Gas con hidrokit en función de la temperatura de impulsión de agua y la T°ext.

Hidrokit con Bomba clase A*		PAW-500WX2E5N	PAW-710WX2E5N
Hidrokit sin Bomba		PAW-500WX2E5N2	PAW-710WX2E5N2
Capacidad calorífica nominal		60,0	80,0
Capacidad calorífica a +7 °C (agua caliente a 35 °C)	kW	62,0	82,8
COP a +7 °C (agua caliente a 35 °C)		1,48	1,34
Capacidad calorífica a +7 °C (agua caliente a 45 °C)	kW	60,0	76
COP a +7 °C (agua caliente a 45 °C)		1,26	1,26
Capacidad calorífica a -7 °C (agua caliente a 35 °C)	kW	54,5	74,6
COP a -7 °C (agua caliente a 35 °C)		1,09	0,77
Capacidad calorífica a -15 °C (agua caliente a 35 °C)	kW	59,2	77,4
COP a -15 °C (agua caliente a 35 °C)		0,75	0,76
Clase eficiencia energética en calefacción a 35 °C		◀ A	◀ A
Capacidad frigorífica nominal		50	67
Capacidad frigorífica a +35 °C, temperatura de salida 7 °C, temperatura de entrada 12 °C	kW	50	67
EER a +35 °C, temperatura de salida 7°C, temperatura de entrada 12 °C		1,15	1,05

Fuente: Panasonic.

7 AHORRO ENERGÉTICO Y ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



7.1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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



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

7.2. AHORRO ENERGÉTICO

Si se consigue reducir la energía requerida en el "proceso" (hotel) para obtener la misma cantidad y calidad de producto (confort del hotel en suministro de ACS, calefacción, etc), se estará en presencia de ahorro energético.



Figura 7.1. Condiciones para la obtención de ahorro energético.

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

7.3. EVALUACIÓN DE UNA INVERSIÓN

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

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



2. Que sea rentable:

- Análisis bajo criterios simples (sin tener en cuenta, por ejemplo, la tasa de actualización del capital).
- Análisis más exacto (teniendo en cuenta la vida de la instalación, la actualización del capital, costes de mantenimiento, etc.).

3. Que las condiciones socio-coyunturales lo hagan o no aconsejable:

- Medio ambiente, legislación, prestigio de la empresa, imagen verde, etc.
- Una buena decisión debería cumplir estas tres premisas, aunque esta Guía se centra principalmente en que exista ahorro energético con la implantación de sistemas solares térmicos.

7.4. SOLUCIONES ENERGÉTICAS EFICIENTES

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

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

7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

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

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



Foto 7.1. Colectores solar térmicos.

Fuente: Viessmann, S.L.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

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

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

En la superficie del Sol (fotosfera) la temperatura es de casi 5.500 °C. La fuerza de esta radiación así emitida corresponde a una potencia de 63 MW/m². Durante un solo día, 1.512.000 kWh de energía por metro cuadrado es irradiada, lo que equivale a un contenido energético de aproximadamente 151.200 litros de fuel oil.

7.5.1. Constante Solar

El Sol tiene más de 5.000 millones de años. Tiene un diámetro de 1,4 millones de kilómetros, mientras que el diámetro de la Tierra es de sólo 13.000 km. La gran distancia entre la Tierra y el Sol (aprox. 150.000.000 kilómetros) reduce el enorme nivel de la radiación hasta una magnitud que permite la vida en nuestro planeta. Esta distancia reduce la radiación promedio de energía hasta la Tierra a una irradiancia de 1.367 W/m².

Este es un valor fijo que se conoce como constante solar. En realidad, la irradiancia varía en $\pm 3,5\%$, ya que la órbita elíptica de la Tierra alrededor del Sol hace que la distancia entre la Tierra y el Sol no sea constante (entre 147 millones y 152 millones de kilómetros). Es por ello que la actividad solar también fluctúa.

7.5.2. Influencia de la latitud y la declinación

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

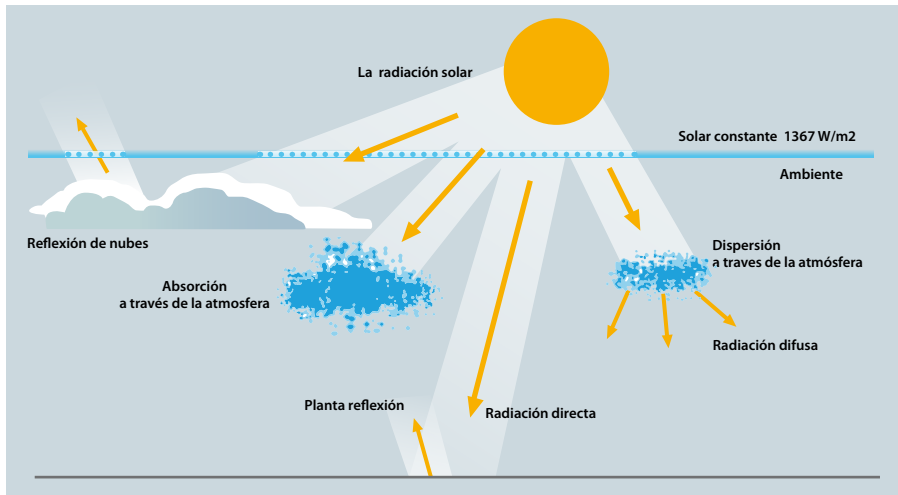


Figura 7.2. Influencia de la atmósfera.

7.5.3. Radiación global

La influencia de la atmósfera reduce el nivel de radiación absoluta (constante solar) de 1.367 W/m^2 a, aproximadamente, 1.000 W/m^2 sobre la superficie de la Tierra. La atmósfera ejerce influencia sobre el espectro de radiación. Las nubes reflejan parte de la radiación y otra parte es absorbida por la atmósfera. Otros componentes de la radiación se dispersan por varias capas densas de la atmósfera o las nubes, convirtiéndola en radiación difusa. Otra parte de la radiación incide sobre la Tierra directamente. Esa parte de la radiación que llega a la Tierra sin obstáculos, o bien es reflejada o es absorbida por la superficie de la Tierra, que se calienta y genera otra radiación térmica de la superficie terrestre, generando así más radiación difusa.

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

7.5.4. Irradiación

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



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

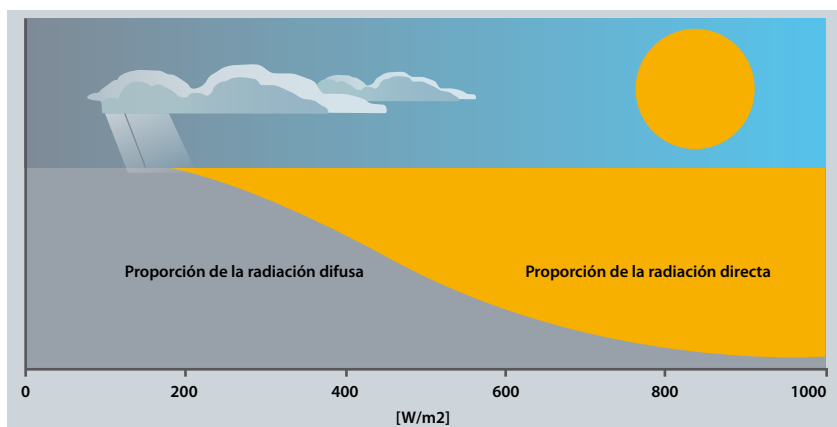


Figura 7.3. Radiación solar en la atmósfera terrestre.

7.6. FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

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

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

En particular, durante la temporada de calefacción, cuando se necesita más calor, existe menor cantidad la energía solar disponible y viceversa. Además, el Sol no se puede iniciar y detener según varía la demanda. Estas condiciones generales requieren un enfoque diferente frente al diseño de los sistemas que tienen disponible el aporte de calor bajo demanda. Con unas pocas excepciones, por lo tanto, los sistemas de energía solar deben ser complementados por una segunda fuente de calor, es decir, que están diseñados y operados como sistemas duales. La Fig. 7.4 muestra un sencillo esquema de funcionamiento.

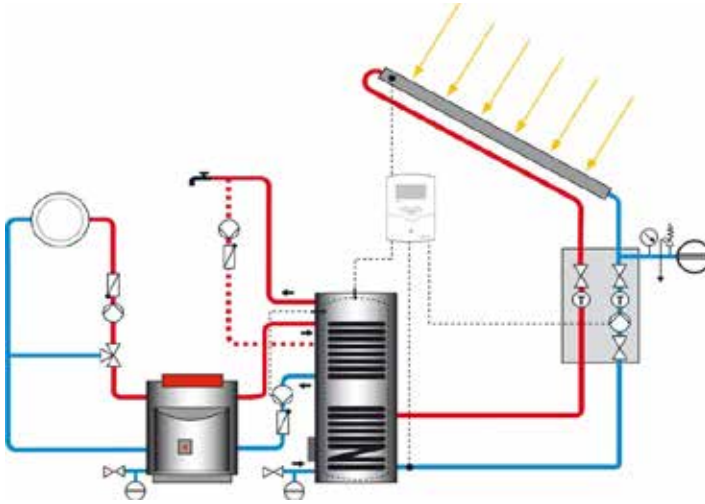


Figura 7.4. Esquema de funcionamiento de una instalación solar térmica.

Aquí, la caldera proporciona una determinada cantidad de agua caliente en cualquier momento. El sistema colector está integrado en el sistema de generación de agua caliente sanitaria, de modo que toda la energía solar disponible que se genera a partir de la insolación, es utilizada por el usuario con el mínimo combustible posible consumido por la caldera. Incluso este ejemplo simplificado muestra que la operación más exitosa de un sistema solar térmico no sólo está sujeta al colector, sino que es igualmente importante la interacción de todos los componentes utilizados. Para planificar con éxito el efecto de un colector solar, como parte de una estrategia global de sistema, se han de tener en cuenta los factores señalados en la Fig. 7.5.

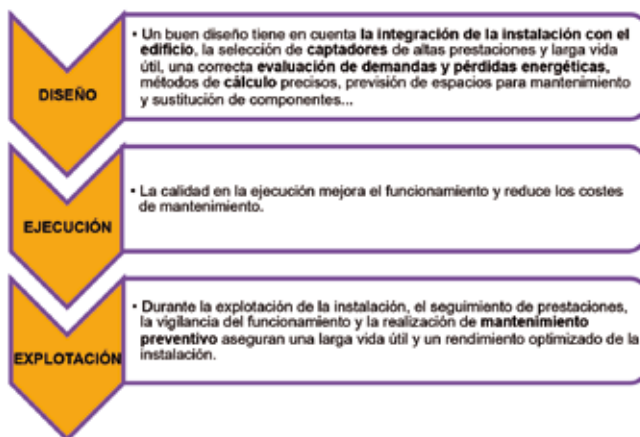


Figura 7.5. Planificación de las instalaciones solares.



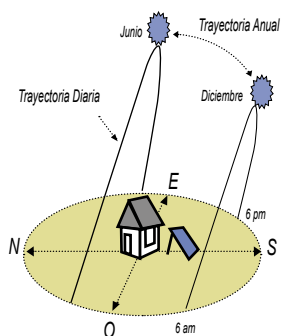
La falta de calidad puede dar lugar a reclamaciones y sanciones, provocando la pérdida de imagen de los agentes implicados.

7.7. PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LAS GANANCIAS ENERGÉTICAS DEL CAPTADOR

7.7.1. Inclinación

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

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



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

Figura 7.6. Declinación.

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

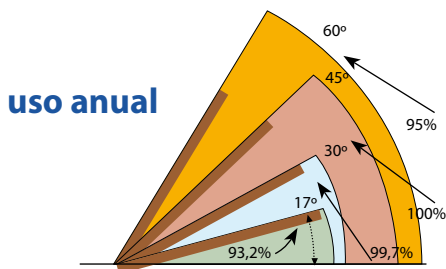


Figura 7.7. Influencia de la inclinación.



7.7.2. Orientación

Un factor adicional para el cálculo de la cantidad de energía que se puede esperar es la orientación de la superficie del receptor. En el hemisferio norte, una orientación hacia el sur es ideal. Las desviaciones del sur de la superficie del receptor se describen como el ángulo de acimut. Una superficie orientada hacia el sur tiene un ángulo de acimut de 0° .

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

Orientación

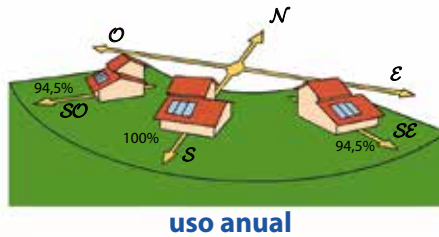


Figura 7.8. Influencia de la orientación.

7.8. COMPONENTES

7.8.1. Colectores Solares

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

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

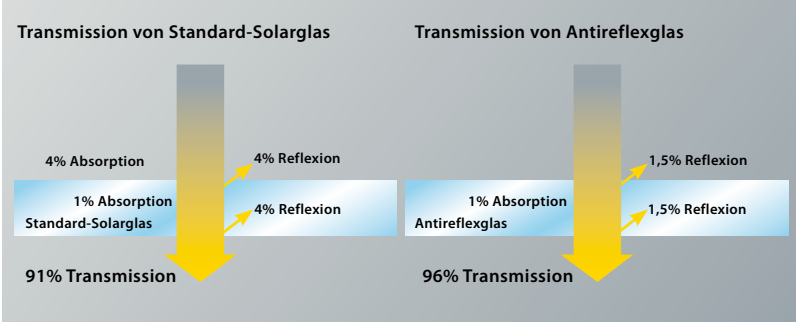
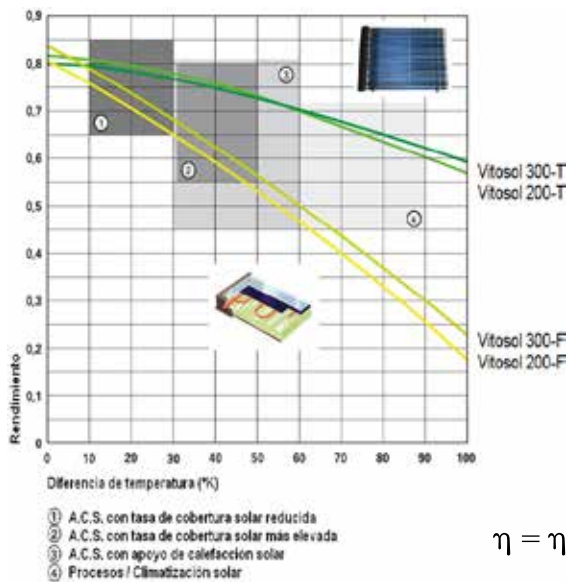


Figura 7.9. Tratamientos especiales del vidrio solar.

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



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

Figura 7.10. Curva de rendimiento.



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

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

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

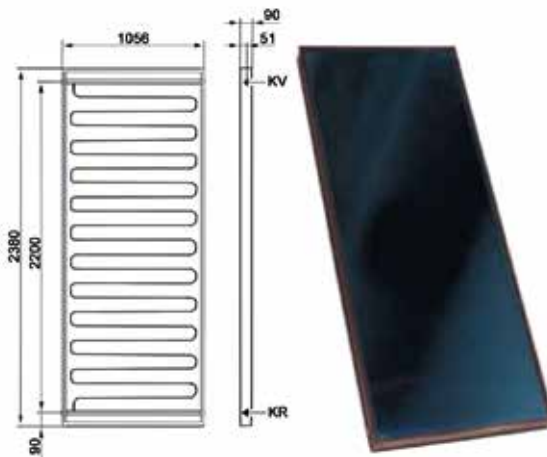


Figura 7.11. Colector solar plano con absorbedor de serpentin.

Los colectores de tubos de vacío se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas -mayor rendimiento- al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire y por sus mayores posibilidades de integración arquitectónica. La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.



Foto 7.2. Posibilidades de montaje. Colectores planos.

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



Figura 7.12. Colectores de tubo de vacío (tipo heat pipe).

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

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



Foto 7.3. Posibilidades de montaje. Colectores de vacío (heat pipe).

Desde el punto de vista de la seguridad funcional y de ahorro de energía, se tiende a buscar una alta cobertura solar de las demandas, pero sin renunciar a una alta fiabilidad y durabilidad de los sistemas, pero las tasas de cobertura elevadas que permiten obtener grandes ahorros de energía requieren generalmente un número elevado de colectores. Las grandes superficies de colectores, sin embargo, pueden conllevar, especialmente en verano, tiempos de estancamiento excesivos en los que se forma vapor, ya que la energía solar generada no se puede aprovechar. Hasta 2016 se han diseñado distintos sistemas de disipación de los excedentes energéticos en el mercado solar térmico como sistemas de vaciado, tapado de colectores, aerorefrigeradores, etc. siempre dependientes de correctos dimensionados y ejecución de dichos sistemas. Hoy en día ya se ha patentado un sistema único en el mercado que actúa sobre el tratamiento selectivo del absorbedor del colector solar que permite la regulación automática de la temperatura sin cambiar y/o añadir ningún sistema adicional de disipación a los sistemas convencionales solares.

Esta regulación automática de temperatura ThermProtect, que autolimita la absorción de energía en el campo solar, evitan el sobrecalentamiento y la formación de vapor de forma fiable, sin necesidad de dispositivos de disipación adicionales, ni vaciados, etc., reduciendo la temperatura en períodos de inactividad. Un colector solar genera calor siempre que la luz del Sol incide en el absorbedor, aunque no se necesite ese calor. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en verano, cuando los procesos se detienen en períodos vacacionales, reduciéndose así de demanda. También si la acumulación de A.C.S. o el depósito de compensación de agua de calefacción no necesitan el calor generado por los colectores solares, porque ya están totalmente cargados de energía solar. En ese momento la bomba de circulación del circuito primario solar se para y la instalación solar entra en estancamiento. Si sigue produciéndose irradiación solar, las temperaturas del colector aumentan y termina formándose vapor del medio portador de calor, lo



que ocasiona una fatiga térmica elevada de los componentes de la instalación, como juntas, bombas, válvulas y, sobre todo, el medio portador de calor.

El desarrollo de un nuevo tratamiento selectivo para colectores planos, aplicando los más innovadores avances en ingeniería de materiales permite la autolimitación por temperatura ThermProtect y hace aún más fiables y duraderas, las instalaciones solares.

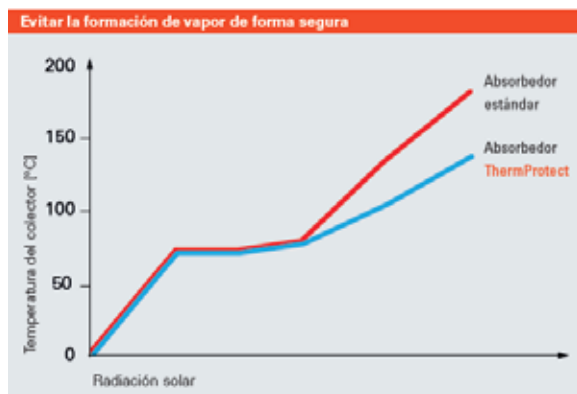


Figura 7.13. Temperaturas de los colectores.

En el funcionamiento normal del colector, el nuevo tratamiento selectivo del absorbente del colector plano Vitosol 200-FM actúa como un revestimiento absorbente estándar de los colectores planos de Viessmann. A una temperatura del colector superior a los 75 °C, la emisividad del absorbente aumenta enormemente, lo cual, en caso de estancamiento, evita de forma fiable el sobrecalentamiento y la formación de vapor.



Figura 7.14. Cambio de las propiedades ópticas del absorbente.



El nuevo tratamiento selectivo del absorbedor consta de varios niveles. Uno de estos niveles es de dióxido de vanadio (VO_2), un material de extraordinarias habilidades para cambiar de tamaño, forma y/o identidad físicas, cuyas propiedades ópticas cambian a partir de una temperatura de aprox. 75°C , aumentando su emisividad. Al aumentar el poder de emisión disminuye la temperatura de estancamiento del colector. Cuanto más se calienta el absorbedor, más importante es la emisión de energía, evitando así la sobretemperatura. Este efecto es especialmente intenso a partir de una temperatura del absorbedor de 100°C .

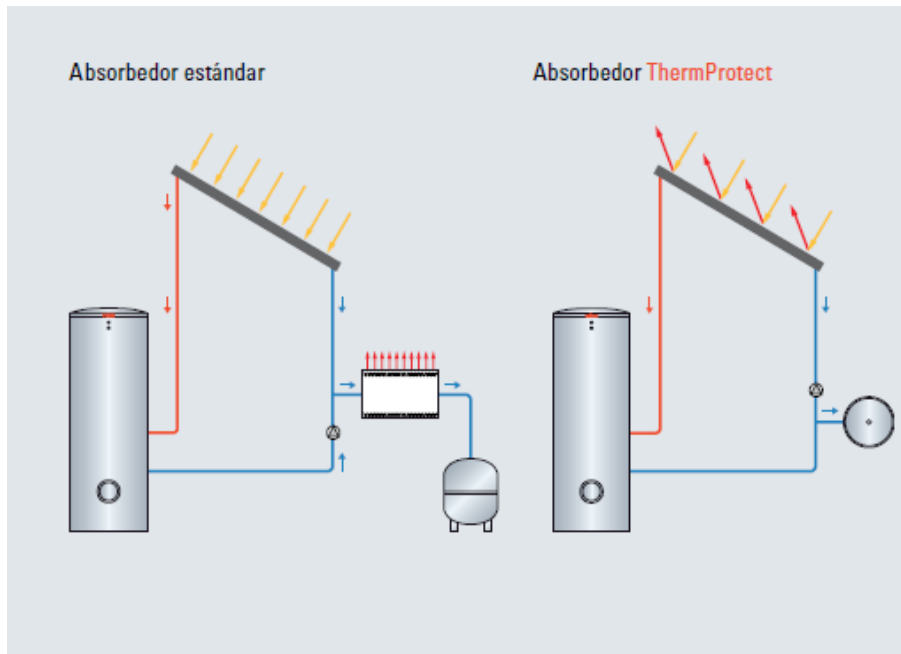


Figura 7.15 En las instalaciones con la desconexión por temperatura ThermProtect se evita de forma fiable la formación de vapor.

El tratamiento selectivo del absorbedor se basa en el principio “capas conmutables”.

La estructura cristalina de dióxido de vanadio experimenta, ante cambios de temperatura, una fase de transición estructural: a partir de temperaturas por encima de los 75°C cambia rápidamente su estructura cristalina y comienza a emitir radiación térmica. Así, se reduce la potencia del colector cuando aumenta su temperatura, por lo que las temperaturas de estancamiento son claramente más bajas y no llega a formarse vapor. Cuando la temperatura del colector disminuye, la estructura cristalina del innovador tratamiento selectivo del absorbedor recupera su posición inicial automáticamente. De nuevo en este estado, el absorbedor es capaz de absorber más del 95 % de la energía



solar que incide sobre el colector, transformándose en calor. Solo un 5 % se vuelve a irradiar (emisividad). Esto hace que el rendimiento del nuevo colector sea mayor que en los colectores planos convencionales, ya que no se produce estancamiento y es posible volver a proporcionar calor en cualquier momento. El cambio de la estructura cristalina es reversible de forma ilimitada y la función está disponible de forma duradera.

La desconexión por temperatura de los dos colectores es totalmente independiente de la configuración de la instalación y los ajustes de regulación. De esta manera, las instalaciones solares son totalmente seguras por sí mismas. El estrés térmico de los componentes de la instalación y del medio portador de calor se mantiene en el rango normal, reduciendo así los costes de mantenimiento. Esto permite aumentar la vida útil y la seguridad operativa en comparación con las instalaciones solares convencionales. Además de tener un funcionamiento robusto, los colectores con autolimitación inteligente por temperatura están también protegidos contra dimensionados incorrectos.

7.8.2. Acumulación Solar

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

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

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

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

Otro factor de gran influencia en el rendimiento del sistema solar será la estratificación térmica de la acumulación solar: a mayor estratificación mayor será el rendimiento de la instalación solar. La estratificación térmica de la acumulación hace posible que la temperatura de entrada al colector solar sea lo más baja posible, lo que mejora su rendimiento. Esta estratificación se puede con-



seguir en mayor o en menor grado en función de las medidas de diseño que se tomen. Como medidas básicas se deben adoptar las siguientes:

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

7.8.3. Intercambio

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

Los circuitos indirectos, es decir, instalaciones con dos circuitos, uno primario (compuesto por los captadores solares que funcionan como un generador de calor; el sistema de bombeo; el sistema de intercambio que transmite la energía producida al almacenamiento; y el sistema de expansión y seguridad) y otro secundario (acumulador solar y sistema de bombeo), son de obligada utilización en zonas con riesgo de heladas (el circuito primario se rellena con un líquido anticongelante) o zonas en las que la calidad del agua sea baja, aguas duras, con riesgo de incrustaciones calcáreas.

7.8.4. Regulación y control

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



Figura 7.16. Regulación y control.
Fuente: Viessmann, S.L.

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

7.9. EJEMPLO DE INSTALACIÓN EN UN HOTEL

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

1. Evaluación de la demanda.

Que sea constante (preferiblemente).

Criterio para el cálculo de la memoria	CTE, aplicando Orden FOM/1635/2013
Unidad de consumo	cama
Consumo unitario	55,00 l/día
Nº unidades de consumo	80
Temperatura de referencia de ACS	60 °C

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

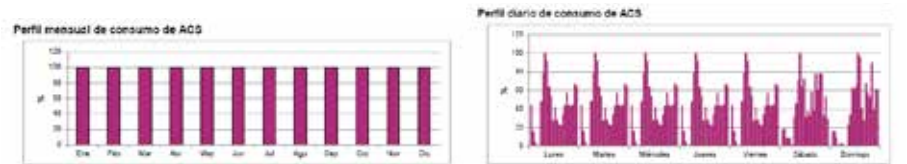


Figura 7.17. Evaluación de la demanda.
Fuente: Viessmann, S.L.



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

2. Disponibilidad de superficie y acumulación.

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

Figura 7.15. Posibilidades de montaje.



Fuente: Viessmann, S.L.

Figura 7.16. Planificación de espacios en cubierta y en sala de calderas.



Fuente: Viessmann, S.L.



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

En el ejemplo considerado sería una acumulación de 4000 l.

3. Descripción del sistema convencional.

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

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

En el ejemplo considera un sistema centralizado con caldera de condensación de 77 kW para cubrir las demandas punta de la instalación de ACS.

4. Definir el porcentaje de cobertura solar.

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

- Edificios de nueva construcción o edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.
- Ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50 % de la demanda inicial.
- Climatizaciones de piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.
- La contribución solar mínima requerida se recoge en la Tabla 7.1, siendo Madrid una zona climática IV.



Tabla 7.1. Contribución solar mínima anual para ACS (Orden FOM/1635/2013).

% APOORTE SOLAR PARA ACS					
Demanda de ACS del edificio (l/d)	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 5.000	30	30	40	50	60
5.000 - 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

% APOORTE SOLAR PARA PISCINAS CUBIERTAS	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
	30	30	50	60	70

Fuente: Viessmann, S.L.

Según la distribución de consumo considerada, resulta un consumo medio diario de 4400 litros/día a 60 °C. El consumo total anual resultantes es de 1.606.000 litros a 60 °C.

El Consumo de Energía estimado para cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria (incluyendo pérdidas de distribución) es de 90.578 kWh/año, en el balance energético se muestra en la columna ,Consumo Energía para ACS'. Para el cálculo de este valor se parte de las temperaturas de agua de red y de consumo, y de los litros de ACS consumidos, que se muestran en la columna ,Consumo de ACS a 60º. Se toman también en consideración las pérdidas térmicas asociadas a la demanda de ACS.

En una instalación convencional el consumo de energía necesario para satisfacer la demanda de ACS, se suministra a través del generador de energía auxiliar. Mediante el sistema solar se ahorra la energía expresada en la columna "Energía Solar aportada al ACS", donde puede verse que en esta instalación asciende a un total de 60.322 kWh/año.

Esta energía deja de ser aportada por el generador auxiliar, siendo suministrada por el sistema solar.

Expresado en porcentaje, el ahorro anual de energía gracias al sistema solar es del 66.2 % (superando el mínimo de cobertura solar exigida por normativa – 50 % zona IV-para conseguir mayor ahorro energético/económico).

Este dato se muestra detallado mes a mes en la columna, Fracción Solar del consumo Energía para ACS' del balance energético. Este porcentaje expresa



la relación entre la energía solar útil aportada y el consumo energético necesario para satisfacer la demanda de ACS.

La energía solar que llega a los colectores se muestra en la columna 'Radiación disponible', este dato depende de la localización, así como de la orientación, inclinación y superficie total de colectores solares. Para su cálculo se parte de datos de radiación contrastados.

7.10. CONCLUSIONES

- La implantación de sistemas solares en hoteles suponen siempre un ahorro energético que hace recomendable su implantación.
- Los sistemas solares aumentan la calificación energética del edificio.
- El consumo de energía primaria se ve reducido al igual que las emisiones de CO₂.
- El desarrollo actual de la tecnología solar permite diseñar instalaciones seguras y fiables que permiten una durabilidad de la instalación de más de 20 años con el correcto diseño, ejecución mantenimiento.
- Se pueden implementar soluciones de ahorro energético para demandas de ACS, calefacción y climatización de piscina.
- La integración arquitectónica de los sistemas solares en el edificio se realiza con colectores plano (en pérgolas de aparcamiento, por ejemplo) como en fachadas o subestructuras adicionales en terrazas planas con montaje de colectores de tubo de vacío en posición horizontal, etc.



Tabla 7.2.

MES	CONSUMO ACS A 60 °C	TEMP. AGUA FRÍA	DEMANDA ACS	PERD. TERM. DISTRIBUCIÓN	CONSUMO ENERGÍA ACS	RADIACIÓN DISPONIBLE	TEMP. AMBIENTE	ENERGÍA SOLAR PRODUCIDA	PERD. TERM. PROD. SOLAR	ENERGÍA SOLAR PARA ACS	CONTRIBUCIÓN SOLAR ACS	RENDIMIENTO CAMPO SOLAR	RENDIMIENTO SIST. SOLAR
	LITROS	°C	kWh	kWh	kWh	kWh	°C	kWh	kWh	kWh	%	%	%
Enero	136.400	8,6	8.137	409	8.546	5.301	6,2	3.303	141	3.162	37,0	62,3	59,6
Febrero	123.200	8,1	7.430	260	7.690	6.102	7,3	3.795	104	3.691	48,0	62,2	60,5
Marzo	136.400	8,9	8.094	275	8.369	8.744	10,0	5.445	340	5.105	61,0	62,3	58,4
Abril	132.000	11,0	7.517	272	7.789	9.769	12,0	5.867	259	5.608	72,0	60,1	57,4
Mayo	136.400	13,7	7.331	375	7.706	11.452	16,1	6.434	500	5.934	77,0	56,2	51,8
Junio	132.000	16,4	6.681	310	6.991	12.164	20,4	6.708	486	6.222	89,0	55,1	51,2
Julio	136.400	18,3	6.602	392	6.994	13.971	24,5	7.450	666	6.784	97,0	53,3	48,6
Agosto	136.400	18,9	6.505	367	6.872	13.291	24,0	7.252	586	6.666	97,0	54,6	50,2
Septiembre	132.000	18,1	6.428	283	6.711	10.410	20,2	6.309	336	5.973	89,0	60,6	57,4
Octubre	136.400	16,0	6.975	330	7.305	8.279	14,8	5.129	308	4.821	66,0	62,0	58,2
Noviembre	132.000	13,2	7.174	277	7.451	5.812	9,3	3.597	95	3.502	47,0	61,9	60,3
Diciembre	136.400	10,5	7.837	317	8.154	4.786	6,5	2.963	109	2.854	35,0	61,9	59,6
Anual	1.606.000	13,5	86.711	3.867	90.578	110.081	14,3	64.252	3.930	60.322	66,6	58,4	54,8
Área de captación (m²) = 63,80 Nº y modelo de captador = 20 Vitrosol 200 T SP2A 3 m² Orientación (º) = 22 (sureste) Inclinación (º) = 25º (por giro efectivo de tubo) Consumo = 4.400,00 l/día a 60 °C Volumen de acumulación solar (l) = 4.000 Volumen solar específico (l/A) (l/m²) = 62,70 Aporte solar anual específico (kWh/m²) = 945,49 Ahorro de emisiones (kg CO₂/año) = 14.307													

Fuente: Viessmann, S.L.



Ahorro de Emisiones de CO₂

La instalación de un sistema solar, 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 CO₂ que se dejarán de emitir gracias al sistema solar.

Tabla 7.3. Equivalencias de ahorro energético y reducción de emisiones.

COMBUSTIBLE	FACTOR DE AMISIÓN DE CO ₂ * (kg/GJ)	EMISIONES EVITADAS kg CO ₂ /año
Gas Natural	56,0	14.307
Ahorro energético anual kWh/año	60.322 kWh/año	
Ahorro de amisiones kg de CO ₂ en 20 años*	286.140 kg CO ₂	
Reducción de amisiones en millones de km equivalentes de coches nuevos CO ₂ evitado en 20 años**	2,20 millones de km	
Número de árboles equivalentes CO ₂ acumulado en 20 años***	5.723 árboles	
Hectáreas de bosques equivalentes CO ₂ acumulado en 20 años***	14,31 hectáreas	

*Inventario GEI 1990 - 2011 (abril 2013). Naciones Unidas a través del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

** Rendimiento de emisiones de CO₂ de los fabricantes de automóviles en 2012. Objetivo 2015

*** Estimación a partir de datos medios

Fuente: Viessmann, S.L.

8 LA AUTOMATIZACIÓN Y EL CONTROL



8.1. INTRODUCCIÓN

El concepto Smart se está introduciendo con fuerza en nuestra sociedad actual. El empuje de las tecnologías de la información y de la electrónica aplicada a la vida cotidiana ha acuñado la expresión "Inteligente", generalizando una tecnología con la que interactuar en tiempo real con tu entorno. En una primera aproximación, se trata de procedimientos y equipos que, aplicados en establecimientos hoteleros, proporcionan una mejor gestión del negocio, unida a una mayor satisfacción del cliente, en paralelo a la seguridad y ahorro energético que deriva del uso de estas tecnologías.

Sin embargo, este artículo trata de centrar la temática en tecnologías contrastadas, fiables, y no a un boom como el que está teniendo lugar con el denominado Internet de las Cosas. La aplicación de Internet a los objetos cotidianos y su interacción a través del móvil parece llamada al éxito, pero a futuro.

De momento, las iniciativas son muchas y dispares, y algunas incluso fallan al no disponer de estándares o plataformas estables. Lo cierto que la aportación que hacen en pro de la imaginación y de un futuro donde todo esté conectado es innegable. Mientras el mercado clarifica las miles de iniciativas que surgen, lo cierto que el Hotel Inteligente tiene un poso tecnológico irrenunciable y una instalación y mantenimiento que debe estar en manos de profesionales acreditados.

8.2. IMPULSO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las sucesivas Directivas Europeas que definen las estrategias de impulso de la eficiencia energética han servido para fijar objetivos. Unas metas en términos de ahorro, sostenibilidad y rehabilitación/renovación que comprometen a los estados miembros.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Entender la construcción y/o rehabilitación de edificios desde una perspectiva transversal, integral, es a día de hoy una obligación. Aun acometiendo proyectos de forma parcial, el fin último del ahorro y eficiencia en los consumos energéticos se maximiza cuando se acometen los proyectos desde todas las perspectivas (envolvente del edificio, accesibilidad, instalaciones, carpinterías, etc.).

La combinación de soluciones activas y pasivas ofrece resultados muy positivos, siendo el caso de los sistemas de gestión Smart los que potencian el ahorro, sensorizando el hotel, y adaptándolo a las necesidades de cada momento.

En el mercado existe cierta confusión con respecto a los sistemas Smart, y una oferta muy heterogénea. Básicamente, los sistemas de gestión energéticos nos permitirán monitorizar la instalación, controlando e interactuando con el hotel.

8.3. DE HOTEL "PASIVO" A UN HOTEL INTELIGENTE

Dar el salto a una tecnología Smart transforma los hoteles desde un sistema pasivo a un sistema interactivo. Debidamente programado y gestionado, el establecimiento hotelero puede adaptarse dinámicamente a los cambios y crear rutinas y acciones correctivas que devienen en una mejor gestión del negocio, unida a una mejor experiencia del usuario, ahorrando energía sin perder confort.

El origen de todo el despliegue tecnológico del Hotel Inteligente tuvo su origen en la Domótica / Inmótica. Un término con el que se define la tecnología que permite al usuario controlar y automatizar su hogar o negocio.

La domótica favorece el ahorro energético en electricidad, combustibles fósiles y en agua, aportando confort, seguridad, accesibilidad, y fácil comunicación con la instalación. Y todo ello, mediante la gestión Smart de la iluminación, la climatización, el uso del agua -sanitaria o para el riego-, zona de restauración, gimnasio, y otras dependencias habituales en hoteles.

8.3.1. Motivación de instalar equipos inteligentes en hoteles

El progresivo aumento de los precios de la energía, en especial, la factura eléctrica, es suficiente argumento para que un hotel considere la tecnología Smart. En definitiva, la domótica de hoy contribuye a aumentar la calidad de vida, mejorando el uso y el mantenimiento de la instalación energética. La capacidad de adaptarse a la variabilidad de la demanda hotelera, atendiendo a los diferentes usos de cada zona (habitaciones, zonas comunes, oficinas, garaje, zona de recepción, restauración, salones para eventos, etc.) es una de las grandes ventajas que ofrece contar con esta tecnología en la explotación del hotel.



Desarrollar una instalación Smart aprovecha en gran medida los servicios digitales de que disponemos en nuestros edificios, aunque requiere de su propia instalación y conexionado.

8.4. SENSORES ACTUADORES Y CONTROLADORES DEL SISTEMA INTELIGENTE

Componentes del sistema Smart:

- **Controladores**, que nos permiten actuar sobre el sistema.
- **Medio de transmisión**, bien cableado o inalámbricos.
- **Actuadores**: que son los que reciben e interpretan las órdenes del controlador.
- **Sensores**, o detectores, que sirven de ojos para el sistema Smart.
- **Interfaz**: los dispositivos y formatos con los que informarse y mostrar la información del sistema. En remoto, vía Internet.

Dependiendo de los valores registrados se toman decisiones a través de los actuadores. Por ejemplo, el sistema Chint Control está diseñado para unificar actuadores (o hardware) de distintos fabricantes y protocolos, y a través de su interface poder controlar de modo inteligente todos los elementos que conectemos.

La clave de este modelo de equipo para el Hotel Inteligente es que está basado en los principios de software libre, con componentes sencillos, con un coste razonable, y que facilita la automatización del hotel amortizando el proyecto a corto plazo.



Figura 8.1. Diagrama básico de la conexión del sistema Smart.



8.4.1. ¿Qué sensores debe tener un Hotel Inteligente?

La instalación propuesta puede disponer de sensores y elementos como los siguientes:

- **Detectores de movimiento (para seguridad, control de accesos, o control de iluminación).**
- **Control de piscina, jacuzzi, sauna, etc.**
- **Control de iluminación por salas.**
- **Control de consumo energético por habitaciones.**
- **Sistema de seguridad.**
- **Sistema de riego.**
- **Control remoto de termostatos.**
- **Sistema de sonido ambiente.**
- **Sistema de climatización.**
- **Y todo centralizado en el controlador con el que podremos conectarnos vía IP con el móvil, Tablet, PC.**

8.4.2. ¿Por qué un controlador de código abierto?

Existen diferentes sistemas, tanto de tipo propietarios como estándares, que permiten la automatización del hotel. La ventaja del sistema de código abierto es que permite que el controlador sea mucho más versátil.

El epicentro de toda la instalación Smart, Chint Control, está configurado con distintos tipos de entradas tanto analógicas como digitales, y la posibilidad de ampliar mediante módulos adicionales. La gran versatilidad del controlador está justificada al disponer de todo tipo de entradas, adaptándose a cualquier escenario que queramos supervisar y controlar.

El dispositivo Chint Control puede funcionar de modo autónomo, algo útil en caso de pérdida de conexión vía IP. Cada controlador se comunica mediante una red IP con los equipos de supervisión, siendo realmente cómodo comunicarse a través de Smartphone, tablets, o incluso hosts que se configuren para supervisar un gran número de controladores.



Se ha optado por una tecnología basada en la infraestructura y protocolos de red más extendido actualmente, TCP/IP, con unos comandos fáciles de aprender y utilizar. Por otro lado, el uso de software libre y código abierto facilita la implementación de mejoras y actualizaciones, evitando posibles dependencias tecnológicas y aminorando costes de mantenimiento al cliente final.

8.5. ¿QUÉ BENEFICIOS NOS APORTA EL HOTEL INTELIGENTE?

Una instalación Smart para el establecimiento hotelero nos aportará:

Un ahorro energético considerable:

- Climatización: zonificando y programando.
- Mejor gestión de la demanda eléctrica.
- Racionalizar las cargas eléctricas.
- Mejorar el consumo de agua automatizando el riego, y con grifería inteligente, pudiendo avisar de pérdidas o consumo inusual.

Confort en las habitaciones y resto de áreas del hotel:

- Iluminación cuando es necesaria.
- Automatización de procesos y hábitos.
- Control vía Internet con interfaz disponible en pc, Tablet y Smartphone.

Seguridad. El sistema propuesto es seguro, fiable, y tolerante a fallos:

- Alarmas de intrusión.
- Alarma de incendios.
- Cierre de persianas.
- Alarmas de detección.
- Acceso a cámaras IP.



Comunicaciones:

- Control tanto externo como interno.
- Control remoto bien con mandos inalámbricos o a través de la interfaz.

Mejora la accesibilidad para personas con limitaciones funcionales o discapacidad.

Una de las condiciones de un sistema Smart ha de ser que ofrezca ventajas al usuario, sencillez de manejo y accesible. Llenar el hotel de mandos extraños complicados de manejar no es el objetivo. Se trata de que el personal del hotel disponga de una herramienta con la gestionar óptimamente la instalación de todo el hotel, y aguas abajo, los clientes disfrutar de una estancia confortable, ajenos a la máxima de eficiencia y control de los consumos energéticos.

8.5.1. ¿De qué modo reducimos el consumo de agua?

A través de la instalación Smart basada en sensor, actuador y controlador, podemos ahorrar agua, tanto caliente sanitaria como la del sistema de riego.

Una configuración básica será la de detectar fugas de agua. De este modo, a través de un sistema de control y regulación centralizado detectaremos si se produce una inundación, dando la señal de aviso y en su caso provocando un corte del suministro.

Para la aplicación de control de riego, gracias a sensores de humedad o de lluvia, el sistema Smart podrá detectar el grado de humedad del suelo y decidir autónomamente si es necesario regar el jardín. Incluso se podría reciclar aguas grises a través de sensores que midan la calidad de dichas aguas.

Finalmente, la aparición de griferías inteligentes permite interactuar con el caudal y la temperatura. Gracias a estos sensores y actuadores, se evita el goteo y las pérdidas de agua potable.

8.5.2. ¿Qué conseguimos controlar?

- La supervisión de todas las salas y habitaciones, además de zonas comunes, oficinas, etc.
- La integración de los controladores y actuadores con la instalación eléctrica de forma sencilla.
- Control absoluto de iluminación.



- Control de persianas motorizadas, a través de sensores lumínicos, de temperatura, etc.
- Control del consumo eléctrico mediante la gestión y monitorización de cada habitación y zonas sensibles de tener bajo control.
- Control de la climatización, bien sea calefacción o aire acondicionado, indistintamente.
- Que el sistema permita el ahorro de agua, detectando consumos indebidos o fugas.
- La utilización de componentes de uso común en el mercado para la infraestructura de comunicaciones, a fin de evitar la dependencia tecnológica.
- Que el sistema pueda operar sin interrupción, incluso ante averías.
- Que el modelo de instalación quede bien documentado. Para ello, el instalador-integrador profesional deberá facilitar al cliente los Diagramas de Despliegue de la Red, los esquemas tipo de integración, topología y cualidades de la red que garanticen la continuidad del servicio, así como definir las funcionalidades para el control y supervisión vía interfaz gráfica.
- En caso de fallo total del sistema Smart, poder dar servicio al hotel en "modo manual".

8.6. ESPECIFICACIONES DEL CONTROLADOR

El Controlador Chint Control es un producto acabado, en el que sólo se han de asignar las entradas y salidas analógicas/digitales, además de cada sensor y/o actuador. La correcta asignación de estos inputs-outputs facilitará una instalación inteligente en función de las necesidades que exponga el cliente final.

Por ejemplo, una asignación tipo puede ser la que se expone en la siguiente tabla:



Tabla 8.1. Asignación básica de entradas y salidas tipo.

ASIGNACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS TIPO		
	TIPO	FUNCIÓN
Selección de modo manual / automático	1 salida digital	Conmutar auto / manual
Iluminación y enchufes	2 salidas digitales	Conectar-desconectar grupos de equipos conectados a enchufes
	2 salidas analógicas	Opción para regular luminosidad
	1 entrada analógica	Opción para regular luminosidad
Climatización	3 salidas digitales	Regular equipos climatización
	2 salidas analógicas	Sensor temperatura / ajuste temperatura
Sensor de circulación de agua para tuberías	1 entrada digital	Cocinas de restauración / Aseos / Vestuarios
Persiana motorizada	2 salidas digitales	Para la orden subir-bajar persiana
	1 entrada digital	Para detener el movimiento de persiana
Sensores de presencia	2 entradas digitales	Control de accesos e iluminación
Camara IP	1 entrada digital	Combinable con sensor de presencia, control de accesos
Sensores de ventanas abiertas	1 entrada digital	Puede dar aviso y/o actuar sobre la climatización
Sensor de puerta abierta	1 entrada digital	Puede actuar junto con control de iluminación, presencia y aviso

Fuente: Chint Electrics.

ANEXO

Características del controlador IP Chint Control

Equipo programado en origen con toda la lógica de gobierno de los elementos que se encomienden a cada entrada-salida. Configurado con software de distribución libre, dispone de una interfaz gráfica para el control en remoto desde cualquier dispositivo electrónico tipo Smartphone, Tablet, pc.

Siempre se recomienda la ayuda y consultoría de un integrador profesional.

Una de las características adicionales del equipo es la comunicación MODBUS. Un estándar de comunicación de uso extendido en el ámbito industrial, por lo que la cantidad de sensores, medidores, actuadores, a integrar y controlar vía IP es enorme.

Características técnicas:

- 8 salidas digitales.
- 8 entradas digitales.
- 2 entradas analógicas.



- 2 salidas analógicas.
- 1 puerto Ethernet RJ45.
- Protocolos soportados: UDP, HTTP, netcat.
- Puertos virtuales: 48.
- Enlaces: 32.
- Configuración con interfaces graficas o con comandos.
- Modos de operación: manual, mediante interfaz web incorporada, TCP/IP, y en autónomo, aislado de la comunicación vía Internet.
- Instalable en armario eléctrico sobre carril DIN, ocupa 4 polos, perfectamente integrable dentro del cuadro de protección eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Concerted Actions **European Commission**.

Reglamento Electrotecnico de Baja Tension (RD 842/2002) y sus instrucciones tecnicas especificas (ICT-BT-51: *"instalaciones de sistemas de automatizacion, gestion tecnica de la energia y seguridad para viviendas y edificios"*).

Directiva 2004/108/CE de Compatibilidad Electromagnética y RD1580/2006, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006).

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE, RD1027/2007, modificado por el RD 238/2013).

Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda. IDAE, 2008. Autores: CEDOM, la Asociación Española de Domótica, en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Diseño de un modelo de red domótica libre basada en componentes Open-Domo, para aplicación a un pequeño hotel. UOC Cataluña. Autor: Valeriano López Torres. Consultor: Miguel Martín Mateo. Tutor de prácticas externas: Oriol Palenzuela i Rosés. Fecha: Mayo-2014.

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ENVOLVENTE



9.1. PARTE OPACA DE LA ENVOLVENTE

9.1.1. Soluciones de aislamiento térmico en el sector hotelero

Una de las principales fuentes de riqueza de nuestro país es la industria del Turismo, la cual representa un gran porcentaje del Producto Interior Bruto (PIB) superior al 10 % generando además empleo y utilizando una gran cantidad de recursos energéticos.

El consumo energético de este tipo de edificios depende en gran medida de su tipología, por lo que el proyectista se verá obligado a realizar una perfecta adecuación de su proyecto a los estándares requeridos en cada caso particular.

En un contexto internacional de crisis económica, en el que la energía sigue aumentando su coste y en el que no se ha resuelto el problema medioambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero, se publica la directiva europea 2010/31/UE, Eficiencia energética en edificios, según la cual todos los estados miembros deberán de tomar medidas encaminadas para que a partir de 2020 los edificios de nueva planta tengan un consumo de energía casi nulo, lo que se garantiza entre otras, mediante medidas de aislamiento.

Es necesario tener en cuenta además, que dentro de los gastos de explotación de este tipo de centros, los energéticos representan uno de los mayores porcentajes. Un adecuado aislamiento permitirá reducir en hasta un 90 % la factura energética asociada a la explotación de este tipo de edificios.

Tabla 9.1. Consumos y costes medios en hoteles de la Comunidad de Madrid.

CONSUMOS MEDIOS POR HOTEL		
	Unidades físicas	Euros / año
Electricidad (kWh)	2.270.000	150.000
Gas (kWh) + Gasoleo	1.000.000	30.000
Agua (m³)	30.000	25.000

Fuente: Saint-Gobain Isover.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Los establecimientos hoteleros, concebidos y diseñados como alojamientos temporales, deben de proporcionar a sus huéspedes unas características de confort determinadas, con el fin de hacer su estancia más agradable y por lo tanto atractiva. De esta manera, en el diseño de un establecimiento hotelero, el proyectista perseguirá como objetivo fundamental la búsqueda de un confort visual, acústico, térmico, de accesos al edificio, etc. Todo lo anterior, debe de realizarse sin comprometer la seguridad del edificio, garantizando materiales seguros, vías de evacuación y sistemas de protección frente a incendios.

En este documento se aportan soluciones innovadoras basadas en las necesidades de los empresarios de la hostelería con el fin de cumplir las exigencias normativas, así como de proporcionar a los usuarios de este tipo de establecimientos los máximos niveles de confort.

Se trata de una herramienta eficaz para los agentes que intervienen en el proceso de diseño y construcción de los establecimientos hoteleros (edificios de uso residencial público, según la denominación del CTE), respondiendo a sus necesidades mediante sistemas constructivos que han sido refrendados con ensayos en laboratorio y en obra.

Dentro del Código Técnico de la Edificación (CTE) los establecimientos hoteleros están considerados como **recintos de uso Residencial Público**. Así pues, tanto los hoteles de nueva planta como las rehabilitaciones integrales estarán reglamentados por los Documentos Básicos correspondientes.

Los sistemas constructivos especificados en este manual, permiten adaptarse a las exigencias del CTE, especialmente en sus apartados de ahorro energético.

Todos los productos están fabricados de acuerdo a normas armonizadas. Es por ello que ostentan el marcado CE, y en aquellos casos en los que exista Reglamento aplicable al producto, la marca de calidad AENOR.

9.1.2. Diseño de establecimientos hoteleros

Consideraciones generales:

A continuación se trata aquellos aspectos directamente relacionados con la normativa vigente, y más en concreto el Código Técnico de la Edificación (CTE). No se contemplan otras normativas locales referentes al sector hotelero que sí deben ser objeto de estudio por parte del prescriptor con anterioridad a la elaboración del proyecto.

Un buen diseño y el cumplimiento de las exigencias de la Normativa, ayudarán a crear un lugar más tranquilo y confortable que los usuarios agradecerán y



que se traducirá en una percepción más positiva del establecimiento. Algunos aspectos relevantes a tener en cuenta son los siguientes:

- En la etapa de diseño es fundamental disponer de la máxima información posible sobre lo que el promotor espera de la edificación y los parámetros de calidad que se persiguen, así como las normativas aplicables, ya que habrá que tomar las medidas pertinentes en cuanto a la distribución de espacios, necesidad de instalaciones, número de plazas de aparcamiento, etc.
- En el momento del diseño y distribución de las instalaciones se deberá de prever zonas de registro y una disposición tal que las posibles reparaciones no afecten, en la medida de lo posible, al funcionamiento regular del establecimiento (por ejemplo, registros de fácil acceso que no interrumpan en caso de uso las vías normales de circulación de los huéspedes o empleados).
- Optimizando el diseño del edificio se conseguirá, desde reducir parte del ruido proveniente del exterior en zonas especialmente sensibles, hasta incluso llegar a minimizar las exigencias, poniendo cuidado en las estancias que colindan tanto vertical como horizontalmente (por ejemplo evitando hacer compartir la tabiquería al restaurante o cafetería con las habitaciones o con otras salas especialmente sensibles al ruido).
- La selección adecuada de los elementos de la envolvente del edificio, así como otros aspectos de diseño como son la orientación, la forma o el entorno donde se ubica el hotel, tendrán una importancia vital para mejorar la eficiencia energética del edificio, reduciendo su demanda de energía en climatización.
- Es especialmente importante en un hotel, que alberga a gran número de personas, prestar toda la atención a la seguridad en caso de incendio, poniendo todos los medios necesarios para intentar limitar la posibilidad de propagación interior o exterior del fuego que se pudiese producir en cualquier recinto del hotel, y teniendo especial consideración con aspectos como la integridad estructural, sectorización, y vías de evacuación que permitan un rápido desalojo del edificio así como la intervención de los equipos de extinción.
- Un buen diseño y el cumplimiento de la normativa se traducirá en una percepción más positiva del espacio y en un habitat tranquilo y confortable para los usuarios.

9.1.3. Aislamiento térmico

Un Hotel es un edificio singular en múltiples aspectos, por lo que es necesario definir las medidas encaminadas a la sostenibilidad del edificio en el momento en el cual estamos proyectando el mismo.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

La primera de las singularidades la determina el que un Hotel es recinto de uso residencial público de ocupación continuada: 24 horas al día, los 365 días del año, lo que obliga a tener Climatizado el edificio de forma continuada. Además, un Hotel presenta múltiples recintos (habitaciones, zonas de restauración, salas de conferencias, tiendas, etc) con diferentes funcionalidades, cada una de ellas con demandas energéticas distintas. Se trata de construcciones como vemos con un alto grado de demanda energética las cuales deben de ser muy flexibles en su proyección.

En un contexto internacional de crisis económica, en el que la energía sigue aumentando su coste y en el que no se ha resuelto el problema medioambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero, se publica la directiva europea 2010/31/UE de Eficiencia energética en edificios, según la cual todos los estados miembros deberán de tomar medidas encaminadas para que a partir de 2020 los edificios de nueva planta tengan un consumo de energía casi nulo, por lo que un correcto aislamiento térmico de la envolvente del edificio es la forma más rentable tanto de adelantarse a las nuevas implicaciones legales como para garantizar la minimización de los costes operacionales de este tipo de edificios.

Definiendo e instalando las soluciones térmicas más exigentes, gracias al funcionamiento térmico de la envolvente del edificio (paredes, ventanas y puertas) permite ahorros energéticos de hasta un 90 %, permitiendo así adelantarse a los desafíos de la nueva directiva.

Para todos los establecimientos hoteleros de nueva construcción y rehabilitaciones con una superficie útil mínima de 1.000 m² donde se actúe en más del 25 % del total de sus cerramientos integrales, será obligado cumplir con los requerimientos que indica el Documento Básico de Ahorro Energético en sus distintos apartados: limitación de la demanda Energética, rendimiento de las instalaciones térmicas (regulado actualmente en el RITE), eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

El objetivo que persigue el cumplimiento del requisito básico "Ahorro de energía" del CTE, es conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo, y conseguir que parte de esta energía proceda de fuentes de energía renovable.



El Código Técnico de la Edificación en su DB-HE1, limita la demanda energética de los edificios de forma reglamentaria en función de la localidad en que se encuentre ubicado y el uso previsto del mismo.

Figura 9.1. Revisión CTE Orden FOM/1635/2013.



Lógicamente, se excluyen de la aplicación del DB-HE los edificios que por sus características de utilización deban permanecer abiertos, monumentos históricos, edificios para actividades religiosas, instalaciones industriales, construcciones provisionales y edificios aislados con superficie inferior a 50 m².

El procedimiento de verificación de los requerimientos que indica el DB-HE se realizará mediante la justificación de cumplimiento de la envolvente de la exigencia básica de limitación del consumo energético. Para ello, hay que definir la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio y establecer el procedimiento de cálculo adecuado para la demanda y el consumo energético.

9.1.3.1. Limitación de la demanda energética del edificio

La demanda energética de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite **Dcal,lim** obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

Siendo:

Dcal,lim es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en kW · h/m² · año, considerada la superficie útil de los espacios habitables.

Dcal,base es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la Tabla 9.2.

Fcal,sup es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la Tabla 9.2.

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m².

Tabla 9.2. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción.

	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Dcal, base [kW · h/m ² · año]	15	15	15	20	27	40
Fcal, sup	0	0	0	1000	2000	3000

Fuente: Código Técnico de la Edificación.



La demanda energética de refrigeración del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{ref, lim} = 15 \text{ kW h/m}^2 \cdot \text{año}$ para las zonas climáticas de verano 1, 2 y 3, o el valor límite $D_{ref, lim} = 20 \text{ kW h/m}^2 \cdot \text{año}$ para la zona climática de verano 4.

El procedimiento de verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda energética del edificio debe realizarse con un software reconocido por el ministerio.

Así mismo, el CTE en su DB-HE, en el apéndice E, aporta valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica, como una aproximación para diseño de soluciones constructivas que cumplan con las limitaciones anteriores.

9.1.3.2. Zonificación climática

Para la limitación de la demanda energética se establece 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra mayúscula correspondiente a los valores de invierno, y un número que corresponderá a los valores en verano. Además, con el nuevo CTE, se crea una nueva zona climática específica para la zona y climatología de Canarias, denominada **a**.



Figura 9.2. Zonificación climática en España.



9.1.3.3. Determinación de la zona climática

El mismo DB-HE, indica que la severidad climática en invierno combina los grados día y la radiación solar de la localidad. En España se definen cinco divisiones correspondientes a intervalos de valores definidos. Combinando las cinco divisiones de invierno con las cuatro de verano se obtendría 20 zonas distintas, las cuales se resumen en 12.

La zona climática se obtiene de la tabla siguiente en función de la diferencia de altitud que exista entre dicha localidad y la de la capital de su provincia. Si esa diferencia de altitud es menor de 200 m o la localidad se encuentra a una altitud inferior que la de la capital, se tomara la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla 9.3. Asignación de zonas climáticas en España.

PROVINCIA	CAPITAL	ALTURA DE REFERENCIA (M)	DESNIVEL ENTRE LA LOCALIDAD Y LA CAPITAL DE SU PROVINCIA (M)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	1353	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1



PROVINCIA	CAPITAL	ALTURA DE REFERENCIA (M)	DESNIVEL ENTRE LA LOCALIDAD Y LA CAPITAL DE SU PROVINCIA (M)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Fuente: Código Técnico de la Edificación.



9.1.3.4. Clasificación de los espacios del edificio

1. Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios **habitables y espacios no habitables** (locales calefactados y no calefactados pero con un concepto más general incluyendo todo tipo de acondicionamiento como por ejemplo la refrigeración en verano).

- **Espacios habitables:** en edificios residenciales, lo son las viviendas y las zonas comunes en el interior de los edificios.
- **Espacios no habitables:** son los recintos interiores no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, solo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus respectivas zonas comunes.

2. A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

- Espacios con **baja carga interna:** espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de **viviendas** y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.
- Espacios con **alta carga interna:** espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

3. A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen las siguientes categorías:

- Espacios de **clase de higrometría 5:** espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.



- Espacios de **clase de higrometría 4**: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.
- Espacios de **clase de higrometría 3 o inferior**: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de viviendas y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

9.1.3.5. Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes

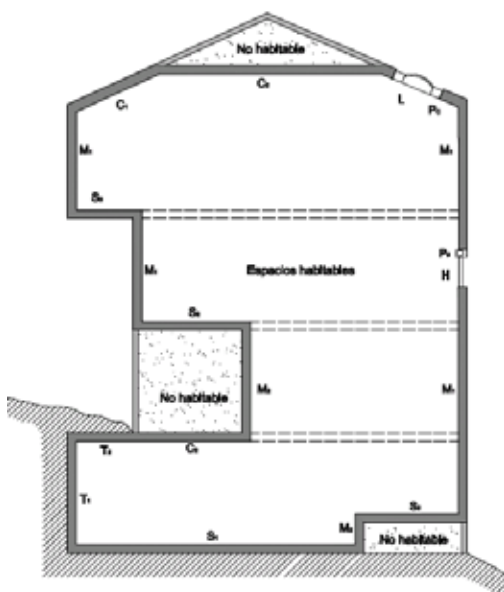


Figura 9.3. Espacios del edificio.

1. Se definirán y enumerarán todos los elementos constructivos que forman parte de la envolvente térmica del edificio entendiendo como tal aquella compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire, terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.
2. Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican, según su situación, en las siguientes categorías:

Cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.



Suelos, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable.

Fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura adjunta. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

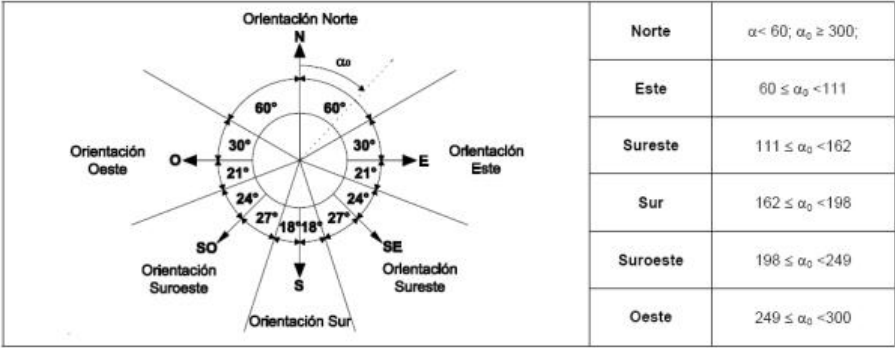


Figura 9.4. Orientación de las fachadas.

Medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.

Cerramientos en contacto con el terreno, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.

Particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Puentes térmicos: además, es preciso identificar los puentes térmicos que existan en fachada, cubierta o suelos. Se consideran puentes térmicos las zonas en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto.

3. Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican, según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos, en las siguientes categorías:



Cerramientos en contacto con el aire:

Parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados. A este respecto, en la opción simplificada se consideran sólo los puentes térmicos "integrados" con superficie $> 0,5 \text{ m}^2$. Se llama puente integrado a aquel que forma parte del cerramiento en cuestión como, por ejemplo, pilares, capialzados, formación de huecos y hornacinas de radiadores; cuando el puente térmico se forma por intersección de cerramientos, por ejemplo el encuentro entre una fachada y un forjado (el conocido "frente de forjado"), se trata de un tipo de puente "lineal", en todo caso no integrado en la fachada).

Parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.

Recordemos aquí la **limitación para poder aplicar la opción simplificada**, ya que tiene que ver, ante todo, con el porcentaje de parte semitransparente. En efecto, puede utilizarse la opción simplificada cuando el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60 % de su superficie y el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5 % de la superficie total de la cubierta. Como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60 % en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10 % del área total de las fachadas del edificio. (Además también se excluyen, para la aplicabilidad de la opción simplificada, soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.).

Cerramientos en contacto con el terreno (suelos, muros, cubiertas enterradas).

Particiones interiores en contacto con espacios no habitables, clasificados según los tipos siguientes:

Particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).

Suelos en contacto con cámaras sanitarias.

9.1.3.6. Condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se deberá comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.



El CTE en su documento DB-HE define el método de cálculo y expone las tablas de humedades relativas y temperaturas por capitales de provincia y mes.

9.1.4. Soluciones Técnicas de la envolvente opaca

9.1.4.1. Fachadas ventiladas

La fachada ventilada es una de las soluciones para el envolvente del edificio más eficiente. Es una solución que permite tratar el aislamiento del edificio de una forma continua y por el exterior del mismo, proporcionando un mayor ahorro energético debido a la minimización de los puentes térmicos en los frentes de forjado. A esto, se le suma un eficaz aislamiento acústico, en caso de que el producto aislante sea absorbente acústico.

Para instalar este tipo de fachadas, se debe desplegar una subestructura metálica sobre la cara exterior del muro, esta puede ser de acero galvanizado o aluminio, y su función es soportar la hoja exterior de acabado. Dicha estructura deja una cámara de aire de unos pocos centímetros entre el aislamiento y las placas que conforman la segunda piel por la que el aire puede circular y que le confiere sus especiales características.

Las juntas del aplacado exterior suelen quedar abiertas, de este modo se genera también un flujo de aire a través de las mismas.

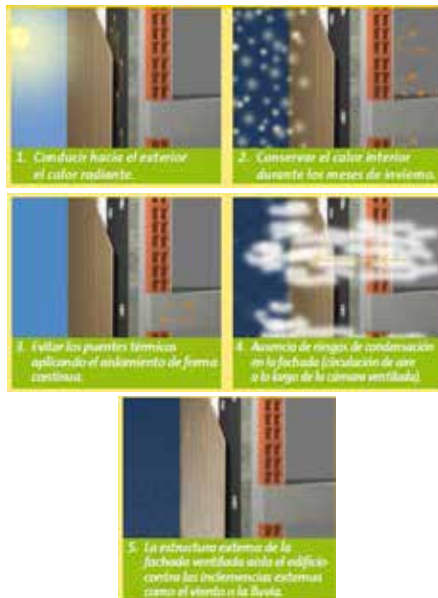


Figura 9.5. Resumen de beneficios de una fachada ventilada.



La eficiencia energética de esta solución es aún mayor durante los meses de verano, en los que por su estructura, es posible reflejar la radiación solar con un aplacado adecuado y a la vez potenciar el efecto chimenea de la cámara de aire generada por la subestructura entre aislamiento y aplacado, gracias a las corrientes convectivas que se forman en la misma.

Durante los meses de verano, la radiación solar incide sobre el aplacado, lo cual provoca el calentamiento del aire de la cámara posterior. Por efecto stack, este aire se calienta y tiende a elevarse provocando un “efecto de chimenea” a lo largo de la cámara vertical de la fachada. Así, es posible reducir el gradiente de calor que alcanza el aislamiento y el muro base, siendo disipado por las aberturas de la cámara en los extremos y entre las piezas de aplacado.

Así es cómo la fachada ventilada evacua gran parte de la energía absorbida por los distintos materiales utilizados en la hoja exterior y evita que el calor pase al interior del edificio.

Se puede proyectar una fachada ventilada en cualquier tipo de edificio, ya sea para un proyecto de obra nueva o la rehabilitación de un edificio. Respecto al uso del mismo, es igualmente adaptable a cualquier uso, residencial, sector terciario (existen innumerables hoteles, hospitales, oficinas, etc. Con fachada ventilada) u otros usos. Finalmente, la fachada ventilada se puede proyectar del mismo modo en viviendas unifamiliares o edificios de vivienda colectiva en altura.

Es fundamental destacar que este sistema permite:

- Cambio estético en la fachada del edificio.
- Saneamiento de la fachada en caso de rehabilitación.

A. Hoja Exterior

La hoja exterior de una fachada ventilada queda conformada por el revestimiento exterior de la misma y acabado final. Existen multitud de tipos de revestimiento en el mercado, en forma de panel o como revestimiento continuo, que deben quedar anclados a la estructura metálica.

La principal función del revestimiento exterior es estética, pero también permite proteger al muro base de las inclemencias meteorológicas, y en muchos casos impermeabilizar la fachada. Los acabados para esta aplicación son innumerables, paneles fenólicos, laminados, placas aligeradas en base cementosa, graníticas, poliméricas, cerámicas, metálicas, etc.



Figura 9.6. Modelo renderizado de una fachada ventilada.

Propiedades del revestimiento exterior:

- Alta resistencia a los agentes exteriores, clima, etc.
- Alta resistencia a los cambios de temperatura.
- Alta resistencia a impacto.
- No debe requerir mantenimiento.
- Comportamiento estable a la luz solar, radiación UV, etc.
- Larga vida útil.
- Resistencia a la flexión y otros esfuerzos requeridos por la fachada.



Figura 9.7. Elementos de fijación del aplacado exterior de una fachada ventilada.

De izquierda a derecha: Perfil T y L, ménsulas de retención y de sustentación (carga de viento y peso, respectivamente), clavos y tacos.



B. Cámara de Aire

El espacio de aire que queda detrás del revestimiento exterior de la fachada, se llama comúnmente cámara de aire. Este elemento permite la ventilación de la fachada, y junto con la acción del aislamiento, evita la aparición de condensaciones intersticiales.

El objetivo principal de esta cámara, es crear un efecto chimenea que permite controlar el sobrecalentamiento en verano al crearse corrientes de aire convectivas en el interior.

C. Aislamiento

El material aislante a colocar en la fachada ventilada puede ser de diversos tipos, siendo recomendable que se instale en el edificio materiales que puedan aunar en una partida el aislamiento térmico, aislamiento acústico y la protección contra incendios para el cumplimiento del edificio de los requisitos del CTE.

Dependiendo del material aislante seleccionado, en algunos casos como por ejemplo las lanas minerales, además de dotar al sistema del correspondiente aislamiento acústico, lo dotaremos de altas prestaciones acústicas y de protección contra incendios.

Los materiales utilizados como aislamiento en este tipo de sistemas se pueden presentar en forma de paneles o rollos y son los que confieren al mismo la capacidad de aislamiento junto con el muro base, evitando las pérdidas energéticas a través del muro.

El aislamiento se debe anclar mecánicamente al muro base, usando tacos específicos para esta aplicación. Estos deben adecuarse:

- Al tipo de elemento base del muro, bloque de hormigón, ladrillo, placa ligera, etc.
- Al espesor de aislamiento.
- Al tipo de instalación que va a realizarse. Por ejemplo, con disparo directo.
- Es recomendable que tenga rotura de puente térmico.
- Los anclajes de deben colocar siguiendo el patrón de sujeción dado por el fabricante de aislamiento.

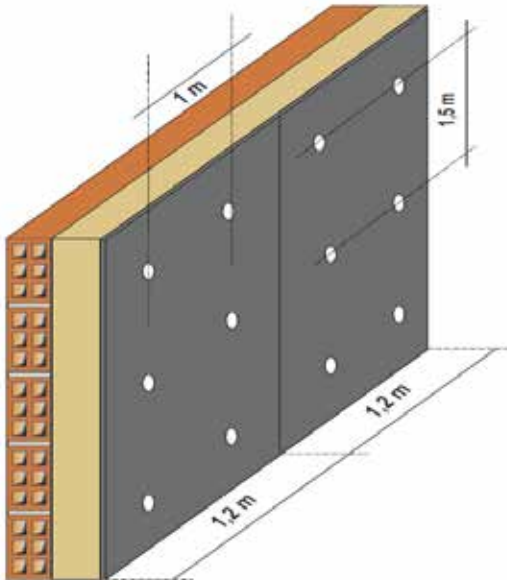


Figura 9.8. Rollo de aislamiento de lana mineral. Patrón de anclajes para un aislamiento en rollo.

Además, como el aislamiento está pegado al muro base, se minimiza la transmitancia térmica del elemento constructivo y se garantiza su eficiencia en invierno. Esta cámara de aire, evacua el agua que pudiera penetrar a través de la hoja exterior, de tal forma que nunca llegaría a alcanzar el muro interior.



Figura 9.9. Detalle de colocación de paneles aislantes en una fachada ventilada.

A continuación, se presenta un ejemplo orientativo para el pre-diseño del aislamiento en una fachada ventilada en casos de rehabilitación del edificio. Se proponen dos tipos de fachadas recogidas en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE junto con productos de aislamiento del mercado y sus prestaciones térmicas y acústicas como sistema global.

Tabla 9.4. Ejemplo para pre-diseño del aislamiento en una fachada ventilada en casos de rehabilitación

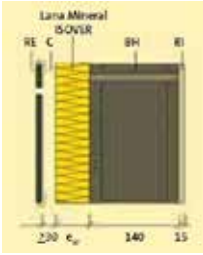
	PRODUCTO RECOMENDADO (LANA MINERAL)	ESPESOR LANA MINERAL	TRANSMITANCIA TÉRMICA U EN W/M²K	M (Kg/m²)	Ra	RatR
	ECOVENT	50	$U=1/(0.47+Rat)=0.56$	156	42	39
	ECOVENT VN 032	50	$U=1/(0.47+Rat)=0.49$			
	ECOVENT VN 035	50	$U=1/(0.47+Rat)=0.53$			
	ECOVENT VN 038	50	$U=1/(0.47+Rat)=0.56$			

La hoja interna está constituida por un muro de fábrica de ladrillo cerámico (LC) y un revestimiento interior (RI) que puede ser enlucido, enfoscado o alicatado. Mientras que en la cara externa se dispone un revestimiento exterior discontinuo (RE) y una cámara de aire ventilada (C) que debe tener un espesor entre 3 cm y 10 cm, un sistema de recogida y evacuación del agua y aberturas de ventilación con una anchura superior a 5 mm repartidas al 50 % entre la parte superior y la inferior de un plano entre forjados. El área de ventilación efectiva será $\geq 120 \text{ cm}^2$ por cada 10 m^2 de fachada entre forjados. La capa de lana mineral estará unida al muro de ladrillo cerámico por el exterior.



	PRODUCTO RECOMENDADO (LANA MINERAL)	ESPESOR LANA MINERAL	TRANSMITANCIA TÉRMICA U EN W/M²K	M (Kg/m²)	Ra	RatR
--	-------------------------------------	----------------------	----------------------------------	-----------	----	------

La hoja principal está constituida por un muro de fábrica de bloque de hormigón (BH) el valor de la absorción de los bloques debe ser como máximo de 0,32 g/cm³, salvo cuando sea curado en autoclave y un revestimiento interior (RI) que puede ser enlucido, enfoscado o alicatado. Mientras que en la cara externa se dispone un revestimiento exterior discontinuo (RE) y una cámara de aire ventilada (C) que debe tener un espesor entre 3 cm y 10 cm, un sistema de recogida y evacuación del agua y aberturas de ventilación con una anchura superior a 5 mm repartidas al 50 % entre la parte superior y la inferior de un paño entre forjados. El área de ventilación efectiva será $\geq 120 \text{ cm}^2$ por cada 10 m^2 de fachada entre forjados. La capa de lana mineral estará unida al muro de ladrillo cerámico por el exterior.

	ECOVENT	50	$U=1/(0.97+Rat)=0.44$	177	41	38
	ECOVENT VN 032	50	$U=1/(0.97+Rat)=0.40$			
	ECOVENT VN 035	50	$U=1/(0.97+Rat)=0.42$			
	ECOVENT VN 038	50	$U=1/(0.97+Rat)=0.44$			

Fuente: Saint-Gobain Isover.

9.1.4.2. Sistema SATE/ETICS. Sistema de aislamiento térmico por el exterior

Los sistemas SATE (Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior), también conocidos como ETICS a nivel Europeo, están formados por varios elementos que combinados dan como resultado una solución constructiva con un excelente aislamiento térmico, al proporcionar al edificio una envolvente continua que minimiza las pérdidas energéticas del mismo reduciendo los puentes térmicos.

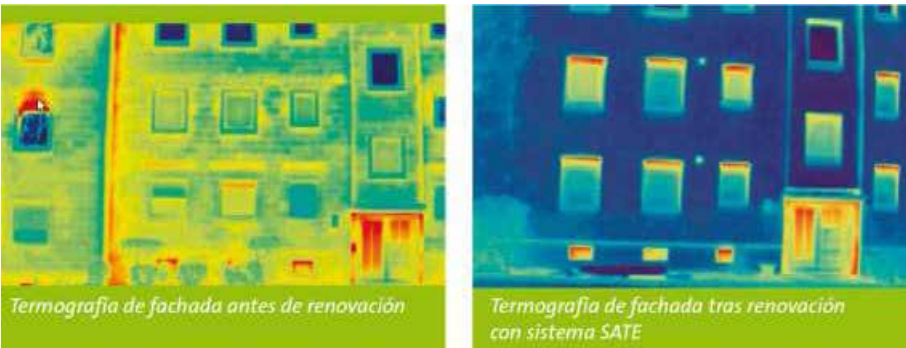


Figura 9.10. Termografías de fachadas antes y después de la rehabilitación con un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior, SATE.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

Una solución de fachadas tipo SATE es apta para cualquier tipo de proyecto ya sea de nueva construcción o de rehabilitación, así como para viviendas unifamiliares o edificios de vivienda colectiva. Además de mejorar la eficiencia energética del edificio, este tipo de sistemas permiten dotar a la fachada del edificio de un cambio estético y saneamiento en los casos en los que el sistema se aplique en procesos de Rehabilitación.

La fachada SATE, en menor medida que una fachada ventilada, es una de las soluciones para el envoltorio del edificio más eficiente. Pero de igual forma, podemos aislar la envoltorio del edificio de una forma continua y por el exterior del mismo, y aunar los beneficios de aislamiento acústico y protección contra incendios, si el material aislante lo permite.



Figura 9.11. Apariencia estética de un edificio antes y después de la rehabilitación con un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior, SATE.

La rehabilitación de una fachada con Sistema SATE o ETICS aporta múltiples beneficios al edificio:

- Minimiza los puentes térmicos, actuando principalmente sobre los originados por los frentes de forjado.
- Evita las condensaciones intersticiales.
- No afecta a la superficie útil de las viviendas.
- Cambio estético en el edificio.

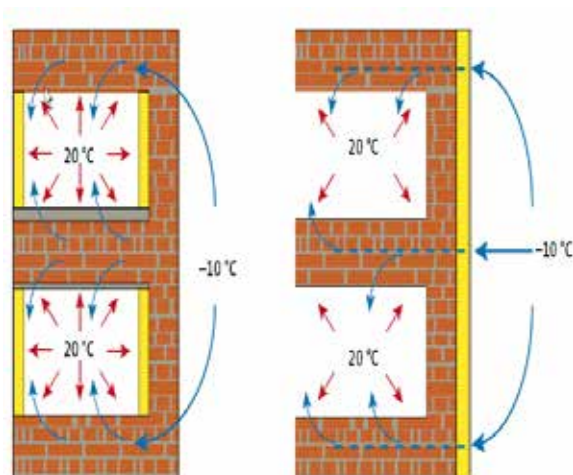


Figura 9.12. Efecto del aislamiento térmico de un sistema SATE en la temperatura interior de la vivienda.

Un sistema SATE está compuesto por diversos elementos:

1. Mortero Adhesivo
2. Paneles Aislantes
3. Perfil de arranque
4. Anclajes
5. Mortero regulador
6. Malla de refuerzo
7. Mortero de terminación

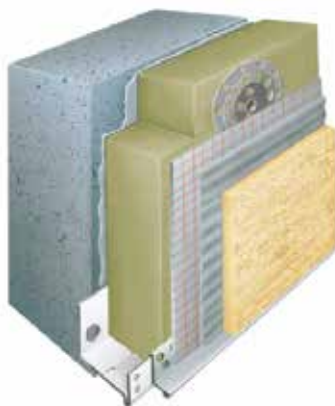


Figura 9.13. Desglose de componentes de un sistema SATE. Sección.

A. Morteros Adhesivos

Para un sistema de fachada ETICS se deben usar morteros y revestimientos específicos para este uso, cuyas propiedades hayan sido testadas previamente, siendo recomendable la obtención de un documento técnico que lo acredite. Es importante testar el sistema completo, haciendo alusión a todos sus ele-



mentos, incluidos los accesorios de montaje como pueden ser perfiles, mallas o anclajes, para establecer la compatibilidad de los mismos y garantizar que las propiedades del sistema se mantienen con el tiempo, a lo largo de toda la vida útil del edificio.

En primer lugar, por orden de instalación, debemos hacer alusión a los morteros adhesivos:

- Sirven para adherir el material aislante al soporte base.
- Tienen capacidad de regulación de la planeidad del muro base.
- Sirven de refuerzo y aportan rigidez al sistema.
- Impermeabilizan la fachada.
- Reparar grietas y daños en el elemento base.

El mortero adhesivo tiene una base cementosa con aditivos especiales para mejorar la adherencia del aislamiento al muro base. Esto le permite tener una doble función durante la instalación:

- Sirve para adherir el material aislante al muro base.
- Sirve como revestimiento primario para los paneles aislantes, donde posteriormente quedará embebida la malla de refuerzo.

Ya que el mortero adhesivo debe tener un buen comportamiento higratérmico, frente a hielo/deshielo, resistencia al impacto una vez fraguado, permeabilidad al vapor de agua, entre otros.

B. Paneles Aislantes

El material aislante es el que aporta el aislamiento térmico al sistema, evitando la transmisión de calor a través del muro base del edificio. Es posible, reforzar la eficiencia energética del edificio junto con el confort acústico y protección pasiva que confieren las lanas minerales.

Los materiales aislantes más comunes para sistema SATE, se usan en formato panel, ya que el aislamiento debe estar fijado con mortero y con fijación mecánica al muro base.



Figura 9.14. Material aislante en lana mineral para un sistema SATE.

Junto con el aislamiento térmico, acústico y protección pasiva contra incendios el material aislante debe aportar a la fachada:

- Ser un material inerte.
- Estabilidad dimensional.
- Transpirabilidad.
- No absorber agua.

Para la instalación del mismo se aplica la distribución de mortero adhesivo de borde y punto en el panel, repartiéndose un cordón perimetral de mortero y tres pelladas centrales de aproximadamente 1-2 cm de espesor, cubriendo el 40 % de la superficie del panel aislante para conseguir una buena adherencia a la fachada.

Los paneles se colocan contrapeados y a matajuntas, completando las hiladas en sentido ascendente y a nivel.

Al llegar a las esquinas los paneles se colocan con vuelo en hiladas alternas para el remate posterior con el plano de fachada perpendicular. Se iguala la planeidad de las hiladas con una regla.

Pasadas 24 horas de secado del mortero adhesivo, permitiendo su fraguado, se colocan las fijaciones mecánicas. Se recomienda la colocación en las esquinas que forman unos paneles con otros y uno central. Según la siguiente distribución.

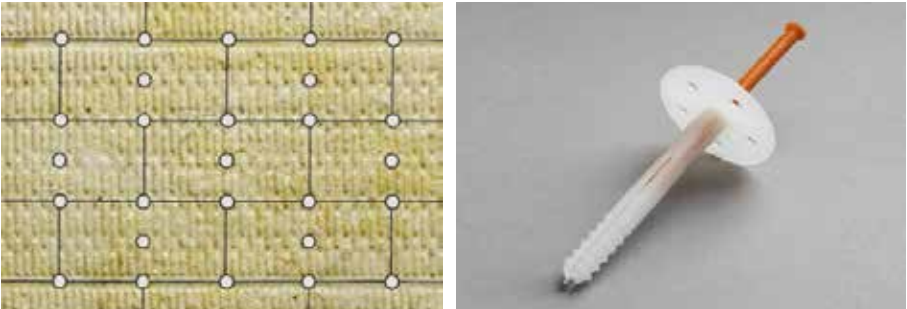


Figura 9.15. Detalles de la colocación y anclajes en un sistema SATE.

Es recomendable usar para el anclaje del aislamiento tacos expansibles con ambas partes de material polimérico o la hembra de plástico y macho de metal.

La longitud de la espiga vendrá dada por el espesor del material aislante más una longitud X, de penetración en el soporte pero nunca menos de 4-5 cm.

Tabla 9.5. Detalles anclajes en un sistema SATE.

Diámetro de la punta		5 – 10mm	Equivalente al diámetro de perforación
Profundidad de la perforación		25 – 50mm	Varía según elemento base fabricante
0,20kN de carga de servicio en los bordes			
50mm Ø corona	Espesor ISOFOX (min/max)		Descomposición según espesor máximo de aislamiento y profundidad de perforación
	10/30		60 = 30 + 30
	40/60		90 = 60 + 30
	70/80		110 = 80 + 30

Fuente: Saint-Gobain Isover.

C. Revestimiento exterior decorativo y acabado

La última capa de revestimiento de un sistema SATE se realiza con morteros técnicos específicamente desarrollados para esta aplicación. Se presentan en una infinita variedad de colores y tipos de acabados, proporcionando al proyectista una amplia gama de posibilidades estéticas.

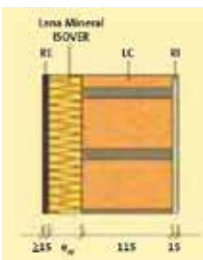
Su principal función es asegurar la durabilidad de la fachada, impermeabilizarla y ser resistente a las inclemencias meteorológicas.



Figura 9.16. Descripción de morteros usados en sistemas SATE.

A continuación, se presenta un ejemplo orientativo para el pre-diseño del aislamiento en una fachada SATE en casos de rehabilitación del edificio. Se proponen dos tipos de fachadas recogidas en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE junto con productos de aislamiento del mercado y sus prestaciones térmicas y acústicas como sistema global.

Tabla 9.6. Ejemplo para pre-diseño del aislamiento en una fachada SATE en casos de rehabilitación.

	PRODUCTO RECOMENDADO (LANA MINERAL)	ESPESOR LANA MINERAL	TRANSMITANCIA TÉRMICA U EN W/M²K	M (Kg/m²)	Ra	RatR
	ISOFOX	60	$U=1/(0,38+Rat)=0,49$	220	55.5*	47.8*

* Valores a partir de ensayo B1001-40-M79RA.

Fuente: Saint-Gobain Isover.



9.1.4.3. Trasdoso de fachada con aislamiento por el interior

Es una excelente solución en caso de no poder intervenir sobre la fachada exterior del edificio. Con la aplicación de esta solución se debe garantizar:

- Aislamiento térmico y acústico del edificio.
- Impermeabilización de la fachada.
- Presencia de un elemento que actúe como barrera de vapor dependiendo de la zona climática en la que se ubique el edificio. Según los requerimientos del CTE es posible que sea necesario este elemento con el objetivo de evitar que el vapor de agua del interior entre en contacto directo con un elemento frío del muro y provoque la condensación del mismo durante los meses fríos.
- Apto para obra nueva y rehabilitación.

Un trasdosado por el interior es un sistema sencillo que permite revestir la cara interior del muro de la envolvente con una capa de aislamiento en lana mineral continua y un elemento de acabado como una placa de yeso laminado.



Figura 9.17. Descripción general de un trasdosado.

A. Placas de yeso Laminado

Existen multitud de placas de yeso laminado en el mercado, que aportan distintas propiedades técnicas al sistema.

La elección de las placas, así como su espesor y longitud, dependerá de las prestaciones que se deseen. Existe una amplia gama de placas de yeso lami-



nado con propiedades específicas como por ejemplo altas prestaciones acústicas, alta resistencia a la humedad, alta resistencia al impacto, alta dureza superficial, alta protección frente al fuego, etc.

Las placas de yeso laminado quedan definidas en la norma UNE-EN 520 y consisten en un alma de yeso de origen natural íntimamente ligada a dos láminas de celulosa multicapa.



Figura 9.18. Tipos de placas de yeso laminado comerciales.

B. Aislamiento en lana mineral

Los materiales utilizados como aislamiento en este tipo de sistemas se pueden presentar en forma de paneles o rollos y son los que confieren al mismo la capacidad de aislamiento, evitando las pérdidas energéticas a través del muro. El material aislante más extendido en este tipo de sistemas son las lanas minerales, debido a su triple función de aislamiento térmico, acústico y de protección contra incendios. Las lanas minerales, otorgan al sistema un efecto malla, muelle, masa que además de aportar aislamiento acústico, hacen de este, uno de los sistemas con mejores prestaciones acústicas. Las lanas minerales pueden ser de dos tipos, lana de vidrio o lana de roca:



Figura 9.19. Lana de vidrio comercial y su estructura reticular.



La lana de vidrio, forma parte del grupo de lanas minerales como aislantes en construcción y otras aplicaciones. Su estructura de filamentos cruzados permite generar espacios de aire confinado que actúa como un excelente aislante térmico y absorbente acústico. La lana de vidrio comercial consigue las mejores prestaciones térmicas para este tipo de materiales. También es incombustible.

Es un material especialmente recomendado para trasdosados con placa de yeso laminado por su flexibilidad y capacidad de adaptación a los canales y montantes sin romperse y con un desperdicio nulo en su instalación en obra.

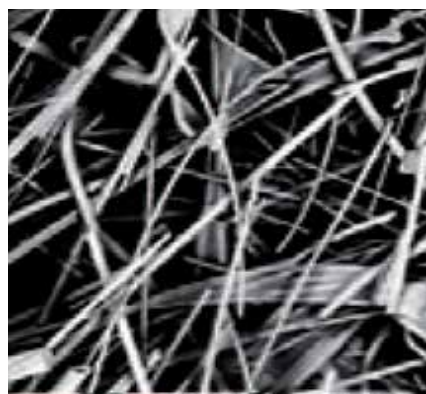


Figura 9.20. Lana de roca comercial y su estructura reticular.

La lana de roca, al igual que la de vidrio, también forma parte del grupo de lanas minerales como aislantes en construcción y otras aplicaciones. Es un material efectivo en el aislamiento térmico y acústico en edificación. La estructura reticular de la lana de roca es más irregular por lo que su capacidad de aislamiento térmico es más reducida que la de la lana de vidrio. En cambio, se consiguen mejores resultados si nuestro objetivo es la protección pasiva de estructuras.

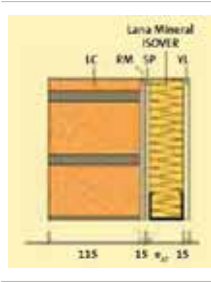
A continuación, se presenta un ejemplo orientativo para el pre-diseño del aislamiento en una fachada con trasdosado interior en casos de rehabilitación del edificio. Se proponen dos tipos de fachadas recogidas en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE junto con productos de aislamiento del mercado y sus prestaciones térmicas y acústicas como sistema global.



Tabla 9.7. Ejemplo para pre-diseño del aislamiento en una fachada con trasdosado interior en casos de rehabilitación.

	PRODUCTO RECOMENDADO PLACO (YL)	PRODUCTO RECOMENDADO (LANA MINERAL)	ESPE-SOR LANA MINERAL	TRANSMI-TANCIA TÉRMICA U EN W/M²K	M (Kg/m²)	Ra	Rat _r
--	---------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	-----------------------------------	-----------	----	------------------

La hoja exterior es de fábrica de ladrillo cerámico, perforado o macizo (LC). Mientras que la interior se compone de una placa de yeso laminado (YL) PLACO BA 15 junto otra de lana mineral ISOVER. Las dos hojas se separan mediante un revestimiento intermedio y de una separación (SP) de 10 mm.

	ECO D 032	50	$U=1/(0.57+Rat) = 0.47$	256	>63.5*	>57.7*
	ECO D 035		$U=1/(0.57+Rat) = 0.51$			

*Valores a partir de ensayo AC3-D14-01-XXVI.

Fuente: Saint-Gobain Isover.

9.2. PARTE ACRISTALADA DE LA ENVOLVENTE

9.2.1. Introducción



Foto 9.1. Fachada de hotel con grandes ventanas en las habitaciones.

Fuente: Propiedad del autor.



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

El parque edificatorio actual está constituido en una gran parte por edificios contruidos antes del año 2007, año en el que se produce la gran caída de la construcción nueva y la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación publicado a finales de 2006 que contemplaba por primera vez condiciones energéticas aplicables a los huecos acristalados tanto en régimen de verano como en régimen de invierno.

Distintas fuentes (*Web Fundación La Casa que Ahorra, IDAE, WWF_ADENA a partir de datos del INE- censos de Población y vivienda y del Ministerio de Vivienda 2008*). Estudio sobre “Potencial de Ahorro Energético y reducción de Emisiones de CO₂ del Parque Residencial Existente en España en 2020) consideran que al menos el 70 % de los edificios existentes en 2007 han sido edificados antes de 1980 es decir que sus características constructivas son anteriores a las exigencias normativas de la norma NBE-CT 79 que puede considerarse como la primera ocasión en la que se definen exigencias relativas al aislamiento en la edificación. El parque hotelero, aunque en ocasiones más cuidado en su concepción, no escapa a esta evolución normativa.

Por otra parte, las particulares condiciones de uso de un establecimiento hotelero en cuanto se refiere al confort térmico del huésped hacen que las características y prestaciones de su envolvente sean determinantes en el consumo energético asociado. De forma general en un edificio de viviendas se estima que el 50 % del consumo energético está destinado a la climatización, es decir calefacción y refrigeración. En un establecimiento hotelero este porcentaje puede ser muy superior en función del uso que los huéspedes hacen de los sistemas. Calefacciones y aires acondicionados al máximo según acceden a la habitación, funcionamiento en periodos de no presencia, sobrecalentamientos y sub-enfriamientos innecesarios,... son elementos que pueden hacer que los consumos se vean fuertemente incrementados. Por ello es de vital importancia que la envolvente térmica ofrezca las prestaciones necesarias para minimizar las pérdidas de calefacción y reduzca los aportes solares excesivos que producen el recalentamiento interior.

Considerando que la envolvente térmica es la piel a través de la que se producen todos los intercambios de calor, es evidente que la eficiencia energética de cualquier establecimiento hotelero, tanto en obra nueva como en rehabilitación, pasa por la mejor ejecución o la mejora de la misma. No pueden plantearse medidas de eficiencia energética a través de las instalaciones o energías renovables sin antes haber considerado la reducción de la demanda a través de la mejora de las prestaciones de la envolvente y en particular de los puntos más débiles en este aspecto como son los huecos acristalados. Es decir podemos plantear que la secuencia lógica para una mayor eficiencia energética de un establecimiento debe iniciarse con una reducción de la demanda a través de una buena envolvente térmica con especial atención sobre los huecos acristalados, seguido de la instalación de equipos y tecnologías que nos permitan aportar las necesidades con el mayor rendimiento y finalmente el uso de energías limpias y renovables en aquella energía que resulta inevitable consumir.



9.2.2. Importancia del hueco acristalado y sus prestaciones



Foto 9.2. Instalación hotelera con fachada que supera el 50 % de hueco.

Fuente: Propiedad del autor.

Los establecimientos hoteleros contruidos en bloque de varias plantas pueden tener elevados porcentajes de huecos en sus fachadas. El uso del espacio interior, dotando a cada habitación de ventana o puerta-ventana que permita la entrada de luz natural, el contacto visual con el entorno y salida a terrazas y balcones hace que la presencia de huecos sea en muchos casos muy superior al que se encuentra habitualmente en edificios de vivienda. En esta situación y considerando que hacia la planta superior e inferior (supuestamente climatizadas en un rango de temperaturas similar) no se produce transferencia térmica o no es significativa, exceptuando plantas en contacto con la cubierta o con locales inferiores no acondicionados, las pérdidas energéticas de calefacción se producen por los paramentos verticales y fundamentalmente por los huecos acristalados y los aportes solares se producen casi exclusivamente por los acristalamientos. Es decir, la transmitancia térmica y el factor solar de los acristalamientos empleados serán determinantes para el comportamiento energético de la envolvente y consecuentemente del edificio.

Es necesario considerar que la transmitancia térmica, que define la capacidad de aislamiento, de un vidrio monolítico ($U=5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) es del orden de 8,5 veces la exigida para un muro en Madrid (zona D). Es decir por cada m^2 de vidrio monolítico se producen las mismas pérdidas que por $8,5 \text{ m}^2$ de muro en una zona D. Aquí radica la importancia de un correcto tratamiento de los huecos acristalados



reduciendo al mínimo su transmitancia térmica, es decir aumentando al máximo su capacidad de aislamiento. Si en lugar de un vidrio monolítico, todavía muy habitual en muchos establecimientos hoteleros, consideramos un doble acristalamiento básico estos factores se convierten respectivamente en 4 y 5 veces las pérdidas a través del muro opaco. Los acristalamientos existentes hoy en día permiten reducir la transmitancia térmica en un 77 % respecto a un único vidrio o en un 60 % respecto al doble acristalamiento básico, sin tener que recurrir al empleo de gas argón que permitiría reducciones entre un 5 % y 10 % adicionales.

Tabla 9.8. Valores de U y reducciones relativas frente a monolítico y doble acristalamiento básico.

DOBLE ACRISTALAMIENTO SGG CLIMALIT PLUS			
ACRISTALAMIENTO	FACTOR U (W/m²K)	(%) ²	(%) ³
Vidrio monolítico 4mm	5,7	0	-
SGG CLIMALIT 4/6/4	3,3	42	0
SGG CLIMALIT 4/12/4	2,9	49	12
SGG CLIMALIT 4/16/4	2,7	53	18
SGG CLIMALIT PLUS Planitherm 4/6/4	2,5	56	24
SGG CLIMALIT PLUS Planitherm 4/12/4	1,7	70	48
SGG CLIMALIT PLUS Planitherm 4/16 Ar 90 %/4	1,0	82	70
(1) Reducción respecto al vidrio monolítico			
(2) Reducción respecto a la unidad de vidrio aislante básica SGG CLIMALIT 4/6/4			

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.

La segunda característica energética a considera en el acristalamiento es su factor solar. Es decir la protección que nos ofrece frente a la entrada de radiación solar y el recalentamiento del interior que se produce como consecuencia del efecto invernadero. El factor solar de un acristalamiento representa de forma global la cantidad de energía que deja pasar directamente por radiación más aquella parte del calor absorbido y re-emitido por el vidrio hacia el interior. El acristalamiento es transparente en parte a la radiación solar visible pero también a la infra-roja y esto supone el uso de aire acondicionado para evacuar el exceso de calor. Los aportes solares pueden reducirse mediante la instalación de protecciones solares exteriores pero en muchos conlleva la reducción de vistas, menores aportes lumínicos, y en destinos de sol sombreados indeseados de terrazas, además de mayores costes de mantenimiento. La instalación de vidrios de control solar, que reducen el paso de radiación calorífica al interior de la habitación, permite disminuir la demanda energética ligada a la refrigeración mediante aire acondicionado sin tener que renunciar ni a las vistas a través de la ventana, ni a los aportes de luz natural. Los actuales acristalamientos de control solar permiten reducciones hasta del 50 % respecto al de un vidrio simple sin perder su aspecto incoloro y neutro, permitiendo a la



vez grandes aportes de luz. En fachadas acristaladas también presentes en los establecimientos hoteleros pueden instalarse acristalamientos con factores solares entre 0,20 y 0,10 en función de la estética de la fachada.

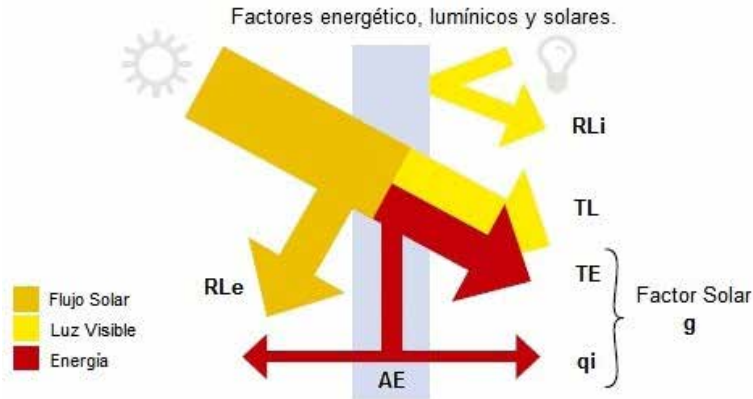


Figura 9.21. Factor solar de un acristalamiento.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climalit Plus.

9.2.3. Tipos de Acristalamientos Energéticamente Eficientes

9.2.3.1. Doble Acristalamiento

Las diferentes tipologías de acristalamientos ofrecen diferentes capacidades de aislamiento térmico definidas por su transmitancia y su factor solar. Así, dejando aparte el vidrio monolítico que no puede considerarse una solución eficiente, encontramos que la solución más básica es el doble acristalamiento. Esta solución consiste en encerrar, en una cámara formada entre dos vidrios herméticamente sellada, un elemento de baja conductividad térmica como es el aire seco. De esta forma se multiplica por dos la capacidad aislante de un único vidrio, es decir reducir su transmitancia térmica un 50 %. En función del espesor de la cámara se obtienen diferentes valores de transmitancia térmica. Partiendo de $U = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ para una cámara de 6 mm y alcanzando un mínimo de $U = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ para una cámara de 16 mm. Por encima de este espesor de cámara no se reduce el valor U . El uso de gases de menor conductividad térmica que el aire aporta una pequeña mejora en unas décimas que no están justificadas en este tipo de acristalamientos (ver gráfico 9.1.).

9.2.3.2. Doble acristalamiento Bajo emisivo o ATR

Una segunda tipología agrupa a los vidrios de baja emisividad, denominados también vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR). Se obtienen por la



deposición en una de sus superficies de capas de óxidos y metales ultrafinas (80-100nm) que reducen fuertemente su emisividad a la vez que aumentan la reflexión de radiaciones de ciertas longitudes de onda, modificando así la transmisión de energía a través del acristalamiento y su capacidad aislante como muestra la Fig. 9.22. Este tipo de capas son totalmente neutras y prácticamente inapreciables al ojo humano de forma que en ocasiones es necesario recurrir a detectores específicos para identificar su presencia como muestra la Foto 9.3.



Foto 9.3. Aspecto neutro de un vidrio de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR).

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climait Plus.

Están dirigidas principalmente al acristalamiento de ventanas y cristalerías donde se busca la estética neutra del vidrio incoloro.



Figura 9.22. Comportamiento de un vidrio de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR).

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climait Plus.

Sin embargo su alta capacidad aislante nos permite reducir las pérdidas a través del vidrio hasta un 50 % de las que se producen a través de un doble acristalamiento banal. En este caso pueden alcanzarse transmitancias térmicas $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ para cámaras de 16 mm sin renunciar al aspecto transparente y a grandes aportes de luz a través del hueco acristalado.



Este tipo de acristalamientos puede aumentar su capacidad aislante mediante la incorporación de gases como el argón, obteniendo así unos valores de transmitancia de 1,0 W/m²K para espesores de cámara de 16mm. Es decir un 80 % más aislante que un vidrio sencillo y un 70 % más que el doble acristalamiento más básico.

Por otra parte estos acristalamientos bajo emisivos, por el hecho de incorporar una capa metálica que refleja en parte las radiaciones caloríficas, ven modificado a la baja su factor solar.

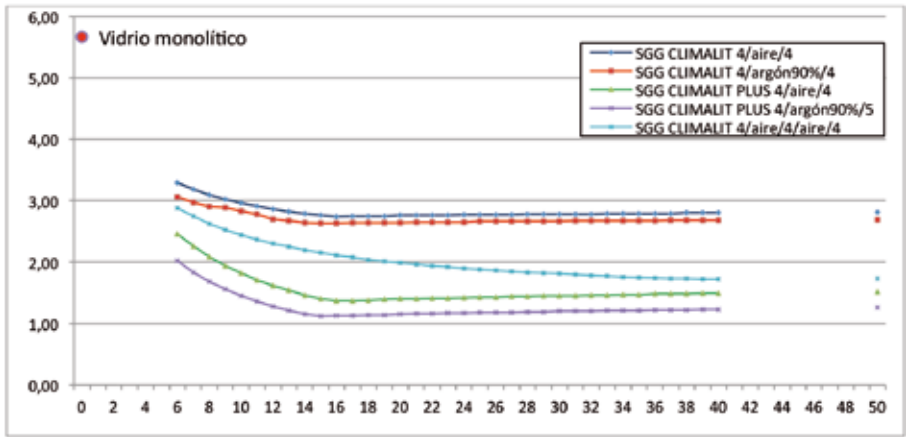


Gráfico 9.1. Valor de U (W/m²K) en función del espesor de cámara (mm).

Existen diferentes vidrios bajo emisivos o ATR con distintos grados de factor solar de forma que puede optarse por distinto grado de protección en función de orientaciones y zonas climáticas.

Tabla 9.9. Valores de U doble acristalamiento básico y de Aislamiento Térmico Reforzado.

DOBLE ACRISTALAMIENTO SGG CLIMALIT PLUS NEUTRO PARA VENTANAS			
ACRISTALAMIENTO SGG CLIMALIT	U (W/m²K)	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT 4/6/4	2,7	0,78	82
ACRISTALAMIENTO SGG CLIMALIT	U (W/m²K)	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG PLANITHERM XN	1,1	0,63	82
SGG PLANITHERM 4S	1,0	0,42	65
SGG PLANITHERM ONE	1,0	0,38	71

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.



9.2.3.3. Triple acristalamiento bajo emisivo o ATR

Con triples acristalamientos dotados de vidrios bajo emisivos pueden alcanzarse valores de $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ cuando se incorpora gas argón en su cámara, ofreciendo así un gran aislamiento para las fachadas muy acristaladas como suele ser habitual en este tipo de edificios (ver gráfico 9.2.).

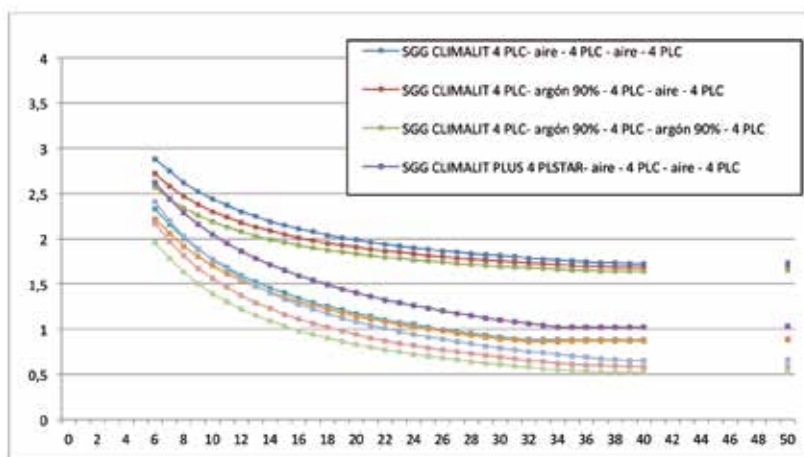
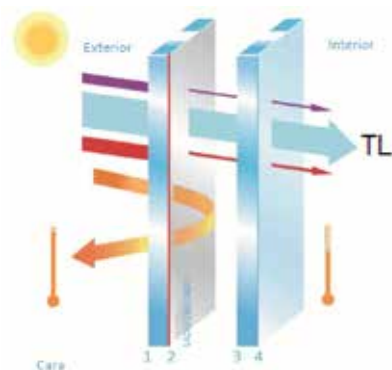


Gráfico 9.2. Valor de U ($\text{W/m}^2\text{K}$) en función del espesor de cámara (mm) en triple acristalamiento.

9.2.3.4. Acristalamiento de control solar

La siguiente tipología a considerar son los vidrios de capa de control solar. Bajo esta denominación se agrupan los acristalamientos que bien por su coloración o bien por la deposición de capas ultrafinas de diferentes compuestos modifican las características espectrofotométricas del vidrio tanto en el espectro visible como en el infrarrojo.



Ello se traduce en una modificación de su aspecto exterior y en fuertes reducciones de su factor solar, es decir en un aumento de la protección solar ofrecida.

Figura 9.23. Comportamiento de un vidrio de Control solar de alta Transmisión Luminosa.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climalit Plus.



A – Vidrios de Color



Foto 9.4. Fachada con lamas de protección solar en vidrio de color en masa gris.

Fuente: Propiedad del autor.

Encontramos primeramente vidrios de color en masa que basan el control solar ofrecido en la absorción de energía y luz como muestra la Fig. 9.24 para reemitir una parte de este calor absorbido hacia el exterior. Este efecto es mayor en doble acristalamiento que como vidrio monolítico. Sus características quedan recogidas en la Tabla 9.10.

Tabla 9.10. Factor solar de acristalamientos con vidrios de color en masa.

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

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.



B – Vidrios de Control Solar Reflectantes

En segundo lugar aparecen los vidrios reflectantes, de diferentes colores y tonalidades, que producen tanto la reflexión de la energía solar como de la luz visible disminuyendo así la entrada de calor y matizando la entrada de luz como muestra la Fig. 9.25.



Foto 9.5. Fachada de hotel realizada en vidrio de control solar reflectante azul.

Fuente: Propiedad del autor.

Normalmente se obtienen por tecnología de deposición de capas magnetrónicas a alto vacío y existe una gran variedad de productos que difieren en sus totalidades y por ofrecer mayor o menor intensidad de reflexión luminosa pudiendo obtener el color bien por el vidrio base sobre el que se deposita la capa, bien por el efecto de reflexión de determinadas longitudes de onda de la propia capa (Ver Tabla 9.11).

Bajo esta denominación pueden encontrarse acristalamientos que son como verdaderos espejos o aquellos de baja reflexión que incluso pueden permitir la visión a través desde el exterior, ofreciendo , en condiciones de iluminación apropiadas, una ligera protección de la intimidad al ser más reflectantes que un vidrio normal.



Tabla 9.11. Factor solar y transmisión luminosa de acristalamientos con vidrios de control solar reflectante.

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

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.

C – Vidrios de Control Solar Neutros

Un tercer subgrupo son los vidrios neutros de control solar, con escasa reflexión luminosa, que aportan un bajo factor solar y permiten grandes aportes de luz natural. Se trata de productos que buscan una estética similar al acristalamiento tradicional pero ofreciendo altas prestaciones en cuanto se refiere al control solar.



Foto 9.6. Fachada realizada en vidrio de control solar neutro.

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.



Normalmente muchos de estos vidrios proporcionan también un aislamiento térmico reforzado por lo que suele ser necesario su ensamblado en doble acristalamiento para su uso. Como se observa en la Fig. 9.26 la capa aplicada al vidrio permite un elevado paso de luz pero limita el paso de energía. Los diferentes productos existentes en esta gama presentan mayor o menor tonalidad, lo que hace que la capa pueda ser apreciable a simple vista en algunos casos, pero mantienen una reflexión moderada que hace que puedan ser considerados como acristalamientos de aspecto neutro. La Tabla 9.12 recoge las prestaciones de algunos de estos acristalamientos.

Tabla 9.12. Factor solar y transmisión luminosa de acristalamientos de control solar neutros.

VIDRIOS NEUTROS DE CONTROL SOLAR		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE KNT 164 6/12/6	0,46	57
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE KNT 155 6/12/6	0,37	47
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE KNT 140 6/12/6	0,28	37

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.

Puede observarse que la reducción de factor solar va acompañada de una reducción prácticamente en paralelo de la transmisión luminosa. Este efecto que puede parecer a priori una pérdida de aportes luminosos se convierte en algo positivo cuando las superficies acristaladas son de grandes dimensiones ya que en nuestras latitudes y climatologías los aportes luminosos pueden llegar a ser excesivos produciendo deslumbramientos y pérdida de confort visual. Es lógico pensar que donde existe mucho sol del que protegerse buscando un bajo factor solar, se produce también un elevado aporte luminoso por el mismo sol. Consecuentemente la reducción de transmisión luminosa no es un factor limitante como inicialmente podría entenderse.

D – Vidrios Altamente Selectivos

Finalmente como una evolución de los anteriores encontramos los vidrios selectivos y altamente selectivos. Estos acristalamientos permiten un altísimo paso de luz (hasta transmisiones luminosas en torno al 70 % cuando el de un doble acristalamiento banal es del entorno del 80 %) a la vez que impiden el paso de hasta 67 % del calor por radiación del sol, es decir su factor solar se sitúa en valores en torno a 33 %.



Foto 9.7. Fachada de residencial ejecutado con vidrio de control Solar de alta selectividad. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass.

La relación entre transmisión luminosa y factor solar se conoce como selectividad del acristalamiento y es una medida de la protección solar que nos ofrece sin renunciar a los aportes de luz y visibilidad a través de la zona acristalada. Hoy en día encontramos valores de selectividad extremadamente elevados, teniendo en cuenta la limitación física debida a la propia naturaleza de la radiación solar. Vidrios de selectividades 70/33, 62/28 o 50/22 son habituales en los acristalamientos de fachadas pero también aplicables a ventanas de zonas soleadas donde se busca buena protección solar para una mayor eficiencia energética.

La Fig. 9.27 muestra el comportamiento de este tipo de acristalamientos frente a la transmisión de luz natural y la protección solar ofrecida.

La mayor parte, por no decir la totalidad, de estos vidrios de control solar ofrecen también prestaciones de aislamiento térmico reforzado, lo que hace que sobre un único vidrio se combinen los más altos niveles de prestaciones energéticas y luminosas que hoy en día pueden aportar los acristalamientos.



Al igual que en los casos anteriores, existe una amplia gama de posibilidades con diferentes niveles de factor solar y transmisión luminosa como puede observarse en la Tabla 9.13.

Tabla 9.13. Factor solar y transmisión luminosa de acristalamientos de control solar selectivos y altamente selectivos.

VIDRIOS DE ALTA SELECTIVIDAD		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 174 6/12/6	0,41	68
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 165 6/12/6	0,34	60
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE SKN 154 6/12/6	0,28	50
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE XTREME 60/28 6/12/6	0,29	60
SGG CLIMALIT PLUS COOL-LITE XTREME 70/33 6/12/6	0,33	70

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.

Los acristalamientos de alta selectividad son acristalamientos que aúnan elevada transmisión luminosa con bajo factor solar, pero además su estética es muy neutra debido a su baja reflexión, donde se mantienen niveles similares al doble acristalamiento tradicional muy próximos a los de un vidrio monolítico, y a que la capa es tan transparente que es prácticamente imperceptible al ojo humano. Esta neutralidad es más patente en los productos de mayor transmisión luminosa.

El uso de acristalamientos de control solar en las instalaciones hoteleras, tanto en zonas comunes como en habitaciones, es algo imprescindible si se quiere alcanzar un nivel mínimo de eficiencia energética y confort. La instalación de cortinas de sombreamiento por el interior de la habitación no impide que el calor penetre en la habitación y deba ser evacuado para evitar el recalentamiento. Las cortinas impiden la radiación solar directa pero no evitan la entrada de esa energía en la habitación. El huésped hará uso del aire acondicionado para alcanzar el nivel de confort lo antes posible, forzando el régimen de enfriamiento, con el consiguiente gasto de energía.

El uso de acristalamientos de control solar y baja emisividad, con Aislamiento Térmico Reforzado (ATR) permite obtener unas prestaciones de la parte acristalada de la envolvente que combinan también estética y privacidad. Los vidrios reflectantes en muchas ocasiones pueden ser utilizados como elementos de privacidad al limitar la visión desde el exterior, permitiendo mantener el contacto visual desde el interior hacia afuera.

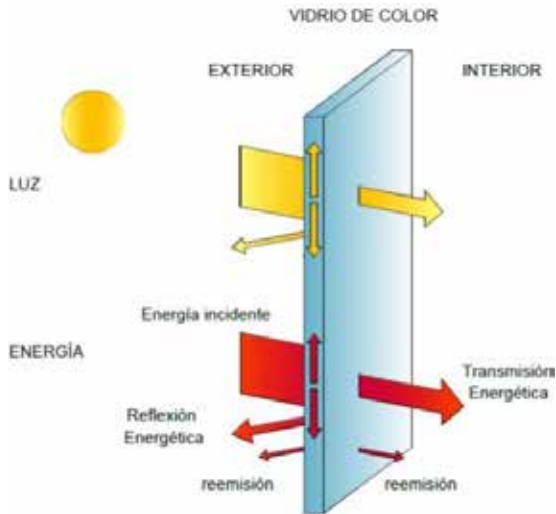


Figura 9.24. Control solar ofrecido por un vidrio de color.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climalit Plus.

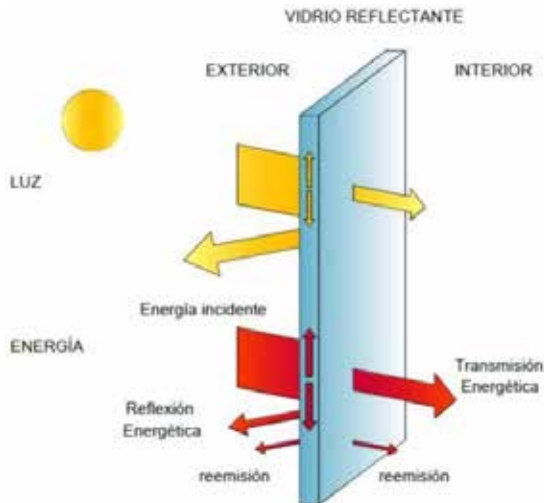


Figura 9.25. Control solar ofrecido por un vidrio reflectante.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climalit Plus.

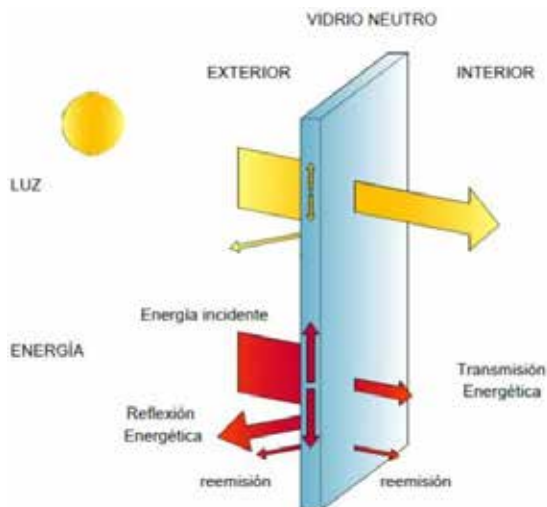


Figura 9.26. Control solar ofrecido por un vidrio neutro.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climait Plus.

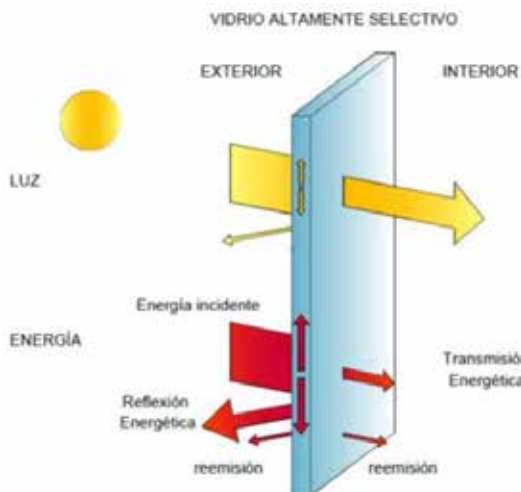


Figura 9.27. Control solar ofrecido por un vidrio altamente selectivo.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climait Plus.



9.2.3.5. Confort

El confort, en su concepto más amplio, en una instalación hotelera es el principal valor que puede buscar un huésped. Si nos centramos en los aspectos de confort térmico y luminoso encontramos que los acristalamientos son la clave para lograr dicho confort con la mayor eficiencia posible. Los equipos instalados, tanto de calefacción como aire acondicionado, permitirán regular las condiciones y alcanzarlas más o menos rápidamente siempre a un coste energético superior al que supone mantener el espacio habitable en dichas condiciones.

Es sabido que el huésped que accede a la habitación de un hotel, cuando las condiciones de confort no son las esperadas, lo primero que hace es poner en marcha el sistema de calefacción/aire acondicionado o abrir la ventana incluso cuando inmediatamente abandona la habitación. El mantenimiento de un ambiente agradable puede evitar esa primera reacción y con ello la reducción de consumos innecesarios.

Puede existir una gran diferencia del confort alcanzado con la instalación de acristalamientos de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR) o instalar acristalamientos de menores prestaciones. Tanto en régimen de invierno como en régimen de verano el aislamiento proporcionado por el acristalamiento es clave para el confort y la eficiencia energética.



Figura 9.28. Temperaturas superficiales en régimen de invierno.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climalit Plus.

La Fig 9.28 muestra la diferencia de temperatura superficial interior de distintos tipos de acristalamiento en función de su capacidad aislante, en condiciones



medias de radiación, cuando en el exterior se registra una temperatura de -5°C y el interior se mantiene a una temperatura ambiente de 20°C .

El aumento de temperatura superficial del vidrio interior no solamente muestra que se producen menos pérdidas de energía, en términos coloquiales se diría que "entra menos frío por la ventana", sino que se reduce fuertemente el riesgo de formación de condensaciones sobre los acristalamientos. La aparición de vaho sobre las ventanas produce una sensación de falta de ventilación asociada a menudo a malas condiciones ambientales además de suponer un coste extra de mantenimiento ya que deben ser limpiadas con mayor frecuencia para eliminar los cercos y rastros que deja la condensación sobre los cristales. Impedir la formación de condensaciones evita esta situación y la percepción del huésped de encontrarse en un entorno con poca calidad de aire interior y falta de ventilación.

En régimen de verano el acristalamiento tiene una incidencia muy elevada en el confort térmico que se alcanza en una habitación de un establecimiento hotelero. Como ha quedado expuesto anteriormente, la instalación de cortinas (siempre correctamente separadas de los acristalamientos para reducir el riesgo de roturas de origen térmico de los vidrios) evita la sensación de calor producida por la radiación directa sobre la piel, pero no evita que el calor ya haya entrado en la estancia climatizada.

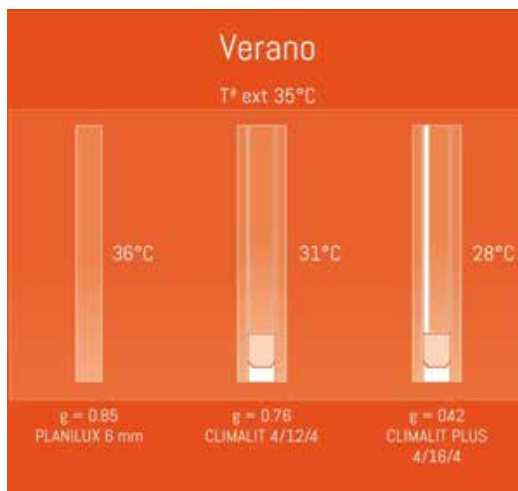


Figura 9.29. Temperaturas superficiales en régimen de verano.

Fuente: Fondo fotográfico SGG Climalit Plus.

La Fig. 9.29 muestra la temperatura superficial alcanzada por el vidrio interior en condiciones de verano, con condiciones de radiación medias, cuando en



el exterior se registra una temperatura de 35°C mientras que la temperatura del interior se mantiene a 20°C. Las condiciones de confort frente a una superficie que radia calor a 36 °C o frente a una que se encuentra a 28°C son muy diferentes y el consumo energético para mantener un ambiente agradable también se ven afectadas. La utilización de vidrios con bajo factor solar, alta protección solar, permite reducir el recalentamiento interior y de la superficie del vidrio interior manteniendo el aporte de luz natural y el contacto visual con el exterior.

En términos de eficiencia energética y dados los hábitos del huésped que accede a unas instalaciones hoteleras, buscando el confort inmediato, es fundamental conservar el interior en un régimen de temperaturas lo más próximo posible al confort, evitando situaciones que pasan de calor excesivo a frío excesivo y viceversa. La correcta elección del acristalamiento debe llevar consigo una reducción de la demanda y con ello permitir un mejor dimensionamiento de los equipos de climatización.

Como consideración final sobre el acristalamiento en establecimientos turísticos y hoteleros es bueno tener presente que la rehabilitación de los huecos es una inmejorable oportunidad para abordar también otros aspectos transversales pero no por ello menos importantes como son las prestaciones acústicas tan intrínsecamente relacionadas con el confort y el descanso, así como aquellas prestaciones de seguridad física que reducen el riesgo de accidentes en el caso de rotura de puertas y ventanas. Y recíprocamente, la intervención sobre los cerramientos acristalados por motivos de acústica, seguridad, etc... es una ocasión inmejorable para abordar la mejora energética de los mismos.

Todas las prestaciones mencionadas; aislamiento térmico y acústico, control solar y seguridad pueden ser integradas en un único acristalamiento multifunción.



10

SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN ASCENSORES

10.1. CONCEPTOS GENERALES

10.1.1. Sector de la edificación, ascensores y energía

El sector de la edificación es un gran consumidor de energía, incluso su porcentaje se sitúa por encima de sectores como el de la industria o el transporte. Es por ello que en este sector el impacto medioambiental que se produce es muy considerable y debemos centrar nuestros esfuerzos para aumentar la eficiencia energética y consecuentemente reducir el impacto medioambiental.

Como parte de los edificios, encontramos equipos de transporte vertical como los ascensores, los cuales tienen un porcentaje de consumo energético de alrededor de entre un 5 - 8 % del total de la energía que se consume en los edificios.

Hoy en día los avances tecnológicos en materia de equipos de elevación vertical, nos permiten reducir significativamente ese porcentaje hasta llegar a ser de alrededor del 2 - 3 % del total de la energía consumida en el edificio.

10.1.2. Consumo energético en el ciclo de vida útil del ascensor

A lo largo de la vida útil de un ascensor, distinguimos diversas fases. Desde la fase de extracción de materias primas hasta la fase de desmantelamiento y reciclaje, se encuentran las fases de fabricación, instalación, uso, servicio y mantenimiento.

Para identificar los consumos energéticos y los impactos medioambientales producidos, realizamos el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) del ascensor. El ACV se realiza de acuerdo a las Normas ISO 14040 e ISO 14044, de esta manera se identifica y cuantifica el impacto ambiental producido en cada una de las fases. En un edificio residencial podemos observar que es en las fases de uso y servicio donde se producen los mayores consumos energéticos e impactos



medioambientales, llegando a suponer alrededor de un 75 % de todo el consumo energético.

Será por tanto en estas fases donde haya que actuar para reducir consumos energéticos, dotando al ascensor de los elementos necesarios que logren aumentar el grado de eficiencia energética de la instalación.

10.1.3. Marco Normativo

Existen dos normas de referencia básicas en lo que respecta a la medida del consumo energético en los ascensores y a su valoración y comparación con el de otros ascensores:

- ISO 25745-1. Eficiencia energética de los ascensores y escaleras mecánicas. Parte 1: Medición de la energía y de la conformidad.
- VDI 4707. Parte 1. Eficiencia energética de los ascensores.

Estas normas nos proporcionan un método objetivo para evaluar la eficiencia energética de cualquier ascensor independientemente de su tecnología y fabricante. De esta forma, poder comparar estos equipos entre sí de igual forma a lo que se hace con otros productos de la industria.

Atendiendo a la normativa alemana VDI 4707 que fue la primera norma en esta materia dentro del sector, es afectada por tres factores principales; el consumo del ascensor en funcionamiento, el consumo del ascensor en reposo y la categoría de uso del ascensor. Los dos primeros factores en el próximo apartado ampliamos la información sobre estos dos estados y en relación a la categoría de uso, se hace distinción de cada edificio dependiendo del uso del mismo, es decir; residencial, publica concurrencia, oficina, hospital, centro comercial...

De esta manera, la clasificación, en el caso de los ascensores, la tiene una unidad en concreto, no un modelo genérico de ascensor. No obstante otra unidad con una configuración parecida, en las mismas condiciones de uso debe resultar en una eficiencia energética parecida.

En cualquier caso es conveniente establecer por cálculo la clasificación energética de cada unidad de ascensor pudiendo ser esta desde categoría con clase A, la más eficiente hasta categoría con clase G, la menos eficiente.

10.1.4. Descomposición de consumos

De acuerdo a las normas mencionadas en el apartado anterior podemos dividir el consumo de un ascensor en dos grupos:



- Energía principal. Es la que consume en la maniobra del ascensor, el grupo tractor y el convertidor de potencia (si existe). Podríamos decir que es la asociada a los sistemas que permiten el movimiento del ascensor.
- Energía auxiliar. Es la que consume la iluminación de la cabina, ventilación/extracción (si existe), sistema de alarma y monitorización y la fuente de alimentación de emergencia.

Existe un tercer grupo, relacionado con el ascensor pero que no se incluye en el consumo de éste. Es el relativo al alumbrado, refrigeración y ventilación del hueco o cuarto de máquinas (si existen). Estos elementos se consideran constitutivos de los consumos generales del edificio.

Por otro lado debemos distinguir dos estados en el ascensor con consumos energéticos muy diferentes, el de funcionamiento y el de reposo. Asociados a los mismos podemos también dividir el consumo del ascensor según este criterio en:

- Energía de funcionamiento. Es la que se consume durante el movimiento del ascensor.
- Energía de reposo. Es la asociada al consumo remanente del ascensor cuando este está parado.

Combinando todas estas tipologías de consumo obtenemos cuatro categorías:

- Energía principal de funcionamiento.
- Energía auxiliar de funcionamiento.
- Energía principal de reposo.
- Energía auxiliar de reposo.

Para la medición de las energías de funcionamiento se establece un ciclo normalizado consistente en un recorrido completo del ascensor vacío en subida y en bajada incluyendo los ciclos de apertura y cierre de puertas correspondientes.

La medición de las potencias en reposo se hace cuando han transcurrido cinco minutos desde el final de un viaje, de modo que se haya permitido al ascensor comenzar su estado de bajo consumo (si dispone de éste).



10.2. SOLUCIONES PARA LA MODERNIZACIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE

10.2.1. Proceso de auditoría energética (previo a la modernización)

La decisión de modernización de un ascensor o de un parque de ascensores viene originada por muy diversos factores como por ejemplo el incremento de la seguridad, de la fiabilidad, la adaptación para personas con necesidades especiales, una mejora estética o sencillamente porque uno de sus subsistemas ha llegado al final de su vida útil, en condiciones aceptables de funcionamiento. El ahorro energético también puede ser un factor decisorio pero, en cualquier caso, aunque la modernización hubiera sido decidida por otros motivos, es deseable que la solución adoptada se aproxime tanto como sea posible a la de las instalaciones nuevas, teniendo en cuenta el presupuesto de modernización de que se disponga.

Se hace necesario, en cualquier caso, disponer de una metodología y herramientas para que los responsables de la inversión puedan tomar la mejor decisión teniendo en cuenta el mayor importe que supongan los sistemas ahorradores en comparación con otros menos respetuosos con el medio ambiente. Existen soluciones cuyo extra coste se amortiza muy rápidamente en relación a los ahorros que producen. Otros, sin embargo, tardarán más, e incluso son extraordinariamente dependientes del nivel de uso del ascensor y de sus características.

Para dar cumplimiento a esta necesidad se ha desarrollado una metodología en cuatro pasos que posibilita la decisión de modernización. La citada decisión tendrá en cuenta no solo el coste económico inicial sino también el retorno producido por el ahorro energético en comparación a la situación actual y a otras hipótesis de modernización con sistemas más o menos eficientes o costosos. Dicha metodología tiene las siguientes etapas:

1. Toma de datos. Consiste en la recogida de datos en la obra o la obtención a través de una base de datos.
2. Medición. Es una etapa opcional que permite medir los consumos en las condiciones que establece la VDI 4707 y obtener la calificación energética actual del ascensor. Dicha medición se puede contrastar con otra posterior una vez realizada la modernización. Es una etapa costosa pero es muy interesante cuando la decisión de inversión afecta a muchas unidades similares y se desea realizar un piloto que asegure con una alta fiabilidad los resultados de la inversión.
3. Estudio energético. Este estudio es realizado con un software de cálculo energético de ascensores. Los datos generales del ascensor proporcio-



nan resultados muy detallados de los consumos energéticos tanto de los ciclos normalizados VDI como de los consumos anuales esperados y de los ahorros energéticos comparados con la situación inicial y diversas hipótesis de modernización. También proporciona el periodo de amortización de los extra costes incurridos y la huella de carbono de las diferentes posibilidades.

4. Propuesta de modernización. En función del estudio energético realizado en la fase anterior y de la propia política de sostenibilidad del cliente o responsable de la instalación se realiza una propuesta detallada valorada de la modernización o modernizaciones más recomendables.

10.2.2. Soluciones para la modernización energética eficiente

La posibilidad más evidente de modernización de una instalación es la sustitución completa de la misma. Utilizando los modernos ascensores de tracción gearless con recuperación de energía gobernados por maniobras con sistemas de autoapagado e iluminación con tecnología LED de la cabina habríamos conseguido un alto grado de ahorro energético (típicamente se puede llegar a una categoría A o B dependiendo del uso y características del ascensor) pero quizás no sea esta la solución más apropiada desde el punto de vista de la eficiencia económica, dado que pueden existir todavía sistemas del ascensor en buen estado e incluso con un rendimiento energético adecuado.

En lo que respecta a las modernizaciones parciales típicas, si nos centramos en aquellas que pueden afectar más al consumo energético, podemos considerar las relativas a la maniobra, al sistema de tracción y a la cabina del ascensor.

Dichas modernizaciones las podemos analizar desde el punto de vista de los consumos en reposo y funcionamiento del ascensor y dentro de estos desde el punto de vista de los consumos principal y auxiliar según hemos visto en un apartado anterior.

Con todas estas consideraciones veremos que la inversión en soluciones energéticamente ahorradoras en sistemas de tracción será tanto más interesante cuanto mayor sea el uso del ascensor. Por el contrario modernizaciones en sistemas de iluminación son más importantes en los ascensores de menor uso. Existen modernizaciones de maniobra que permiten un ahorro en ascensores con cualquier tipología de uso.

En la tabla siguiente hemos recopilado algunos de los paquetes básicos diseñados para estas tipologías de modernizaciones.

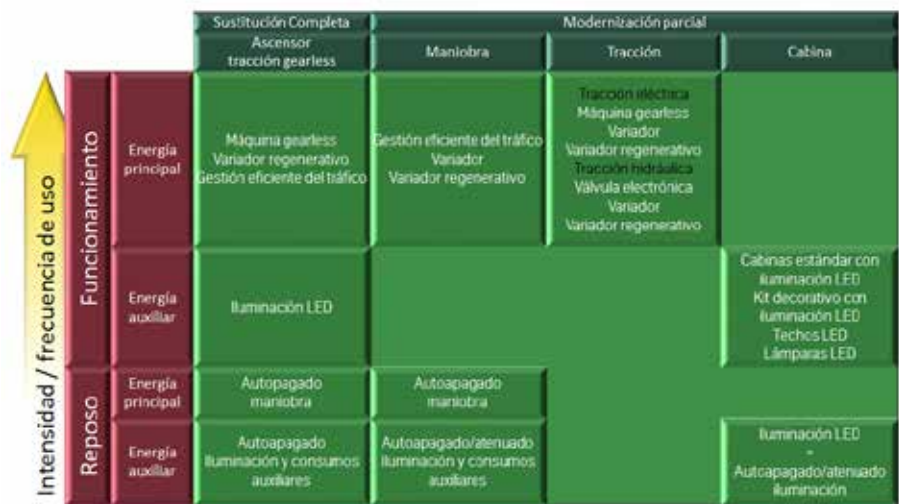


Figura 10.1. Principales estrategias de ahorro energético.
Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

En los siguientes apartados se señalan las principales soluciones de modernización que conllevan un ahorro energético considerable en las instalaciones de ascensor existente.

10.2.3. Máquina sin reductor

Los ascensores han venido utilizando un reductor mecánico para reducir la velocidad del motor (1000-1500 rpm) al nivel de la velocidad necesaria para el ascensor.

En la actualidad, se utilizan motores de baja velocidad (120 – 240 rpm) que unidos a una tracción regulada hacen innecesario el reductor mecánico. Los motores de baja velocidad, son siempre recomendables, por lo que es prioritaria la incorporación de una máquina Gearless o sin reductor cuando vayamos a sustituir la máquina.

Estas máquinas representan el estado actual de la técnica y siempre es recomendable su utilización.

La tracción con máquina sin reductor típicamente ahorra una media de entre un 20 % y un 40 % de la energía principal de funcionamiento respecto a un ascensor de 2 velocidades con reductor.



Tabla 10.1. Comparación de consumo energético instalación con máquina sin reductor.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Maquina con reductor 2v	Maquina gearless
Uso del ascensor	Pasajeros	Pasajeros
Nº de paradas	11	11
Recorrido (m)	30,00	30,00
Nº de viviendas (Uso viviendas)	30	30
Velocidad (m/s)	1,00	1,00
Carga nominal (kg)	450	450
Categoría de usoVDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Media/Ocasional	Media/Ocasional
Grupo tractor		
Tipo de máquina	Reductor de bajo rendimiento	GearlessAC
Tecnología de tracción	2 velocidades	VVVF
RESULTADOS		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	D	C
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)		49,35

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

A continuación, en la Fig. 10.2 se muestra un ejemplo de medición real de la potencia instantánea a lo largo de un ciclo normalizado de un ascensor con máquina 2 velocidades y otro con máquina gearless o sin reductor:

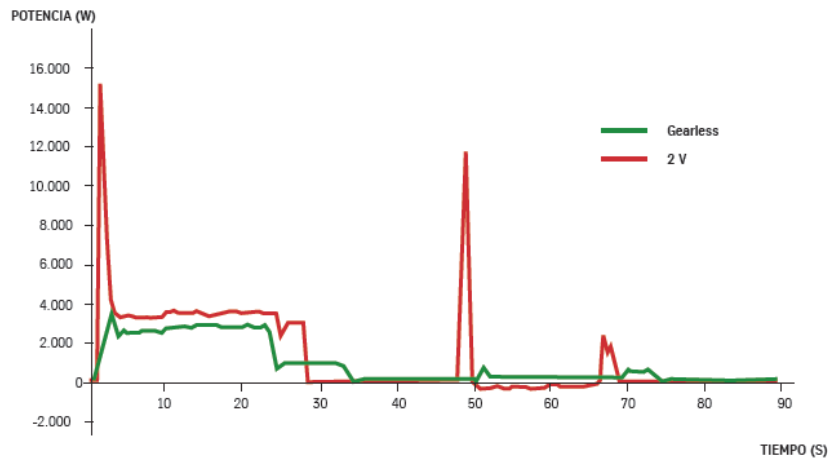


Figura 10.2. Medición real de potencia instantánea instalación 2 velocidades y gearless. **Fuente:** thyssenkrupp Elevadores.



10.2.4. Variador regenerativo

Los ascensores con variadores convencionales disipan la energía generada por el ascensor en los estados favorables de carga (cuando se mueve por efecto de la gravedad). Actualmente, con el variador regenerativo, se obtiene la ventaja de devolver esta energía a la red de alimentación.

Su utilización está recomendada en ascensores de gran potencia, recorrido largo y mucho tráfico.

Tener instalado un variador regenerativo, puede implicar un ahorro de entre un 20 % y un 30 % de la energía principal de funcionamiento si se dan las condiciones anteriormente indicadas.

Esta es una comparativa de los resultados obtenidos entre un ascensor con variador convencional y otro con variador regenerativo.

Tabla 10.2. Comparación de consumo energético instalación con variador convencional y regenerativo.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Con variador convencional	Con variador regenerativo
Uso del ascensor	Pasajeros	Pasajeros
Nº de paradas	11	11
Recorrido (m)	32,00	32,00
Nº de viviendas (Uso viviendas)	30	30
Velocidad (m/s)	1,60	1,60
Carga nominal (kg)	1.000	1.000
Categoría de usoVDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Muy alta/ Muy frecuente	Muy alta/ Muy frecuente
Grupo tractor		
Tipo de máquina	Gearless AC	Gearless AC
Tecnología de tracción	VVVF	VVVF Regenerativo
RESULTADOS		
Resultado VDI 4707		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	B	A
Calificación energética reposo (VDI 4707)	A	A
Calificación energética ascensor (VDI 4707)	B	A
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)		24,90
Ahorro energía reposo respecto a situación 1 (%)		0,00
Ahorro energía total respecto a situación 1 (%)		22,45

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.



A continuación, en la Fig. 10.3 se observa un ejemplo de medición real de la potencia instantánea a lo largo de un ciclo normalizado:

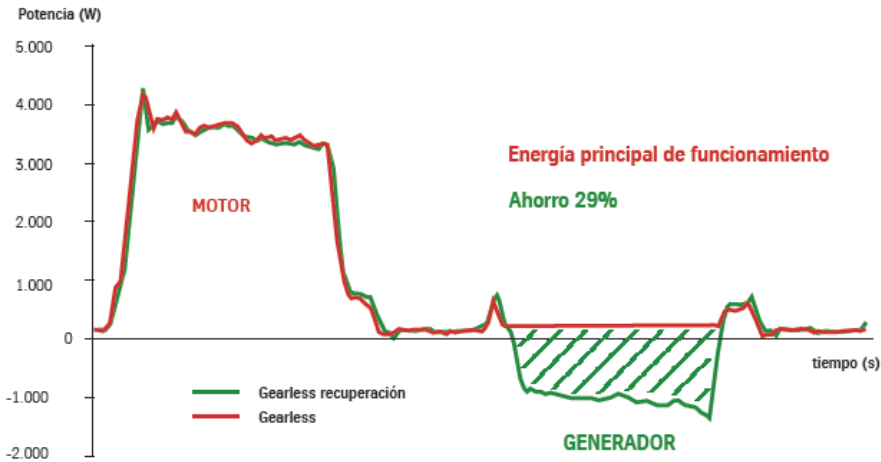


Figura 10.3. Medición real de potencia instantánea a lo largo de un ciclo normalizado.
Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

10.2.5. Modernización en Ascensores Hidráulicos (HD)

Aunque estos sistemas llevan en el mercado bastante tiempo, deja de ser frecuente la utilización de ascensores hidráulicos en instalaciones nuevas.

Sin embargo, en el mercado de las modernizaciones o ascensores existentes de edificios residenciales todavía nos encontramos un alto número de equipos, por lo que merece la pena destacar el uso de la válvula de control electrónico que a un coste razonable permite conseguir un ahorro energético considerable.

Cabe destacar que una modernización básica de la tracción hidráulica combinada con la utilización de una iluminación con tecnología LED puede suponer un ahorro del 40 %. El cambio a tracción eléctrica con máquina sin reductor de última tecnología puede llegar al 80 %.

10.2.6. Maniobra con gestión eficiente del tráfico

Una gestión eficiente del tráfico redundante, para un mismo nivel de servicio, en un número de arranques y tiempo de funcionamiento menor y de aquí un menor consumo energético.



La gestión eficiente del tráfico más sencilla es utilizar una maniobra colectiva en lugar de una universal en un edificio de viviendas. Siempre es necesario utilizar la tipología de maniobra más adecuada al tráfico del edificio para proporcionar el nivel de servicio adecuado de una forma eficiente.

Cuando se dimensionan grandes edificios es conveniente evaluar, por simulación, el consumo energético de las diferentes soluciones de gestión del tráfico posibles, junto con la evaluación de la tecnología más adecuada que se ha hecho por cálculo.

A continuación, la Fig. 10.4 muestra una comparativa entre el consumo de una maniobra con otra de consumo eficiente:

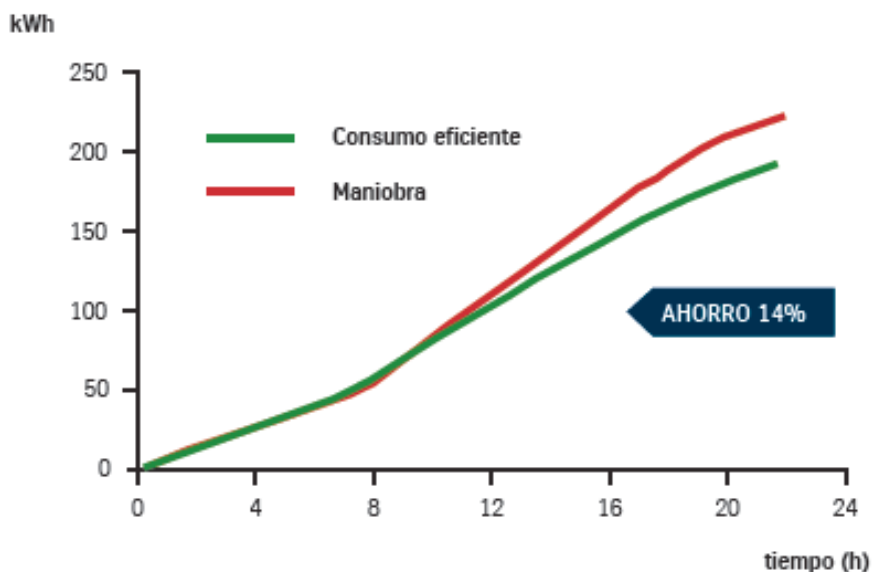


Figura 10.4. Comparación de consumo energético entre tipologías de maniobra.

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

10.2.7. Autoapagado de la maniobra

Los ascensores con tracción regulada convencionales mantienen el variador energizado incluso cuando el ascensor no está en uso. Lo mismo ocurre con los indicadores de posición.

Una maniobra con esta función de ahorro de energía en reposo apaga los sistemas de potencia y la señalización para reducir el consumo al mínimo en los estados de reposo. Siempre es interesante y en ascensores de bajo uso representa una de las principales fuentes de ahorro.



Una maniobra con esta función puede ahorrar desde un 30 % hasta un 50 % de la energía principal en reposo.

En la Tabla 10.3 se refleja una comparativa entre una maniobra convencional y otra con autoapagado:

Tabla 10.3. Comparación de consumo energético instalación con maniobra con y sin autoapagado.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Maniobra convencional	Maniobra con autoapagado
Uso del ascensor	Pasajeros	Pasajeros
Nº de paradas	1	1
Nº de ascensores	6	6
Recorrido (m)	15,00	15,00
Velocidad (m/s)	1,00	1,00
Carga nominal (kg)	450	450
Categoría de usoVDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Baja/Rara	Baja/Rara
RESULTADOS		
Resultado VDI 4707		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	C	C
Calificación energética reposo (VDI 4707)	B	A
Calificación energética ascensor (VDI 4707)	B	A
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)	0,00	0,00
Ahorro energía reposo respecto a situación 1 (%)	0,00	50,75
Ahorro energía total respecto a situación 1 (%)	0,00	44,84

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

10.2.8. Iluminación con tecnología LED y autoapagado

Otra alternativa de ahorro energético consiste en sustituir la iluminación convencional de alto consumo por iluminación con tecnología LED e incluyendo el kit de autoapagado en cabina, cuando ésta se encuentra en reposo (en caso de que la maniobra no disponga de él).

Siempre es recomendable incorporar este tipo de iluminación, aunque el beneficio relativo se incrementa en los ascensores de poco uso. La iluminación con tecnología LED puede suponer hasta un 80 % de ahorro de la iluminación del ascensor si se combina con el kit de autoapagado.



Se puede observar un ejemplo comparativo entre la iluminación fluorescente e iluminación con tecnología LED con autoapagado en la Tabla 10.4.

Tabla 10.4. Comparación de consumo energético instalación con iluminación eficiente y autoapagado.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Iluminación fluorescente	Iluminación LED con autoapagado
Nº de caso	1	2
Nº de paradas	3	3
Recorrido (m)	9,40	9,40
Velocidad (m/s)	1,00	1,00
Carga nominal (kg)	630	630
Categoría de usoVDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Baja/Rara	Baja/Rara
Grupo tractor		
Tipo de máquina	Gearless AC	Gearless AC
Tecnología de tracción	VVVF Regenerativo	VVVF Regenerativo
RESULTADOS		
Resultado VDI 4707		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	B	B
Calificación energética reposo (VDI 4707)	C	A
Calificación energética ascensor (VDI 4707)	C	A
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)	0,00	15,14
Ahorro energía reposo respecto a situación 1 (%)	0,00	73,93
Ahorro energía total respecto a situación 1 (%)	0,00	69,99

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

10.2.9. Conclusiones - Instalación ineficiente a eficiente energéticamente

Como se ha visto en apartados anteriores, el estado actual de la técnica permite incorporar estrategias de ahorro energético muy eficaces para modernizaciones de equipos de transporte vertical, de tal manera que el grado de eficiencia energética aumente con las soluciones adoptadas que dependerán del tipo de instalación que pretendamos modernizar.

La estrategia de modernización puede abordar la reducción del consumo de energía del ascensor en el estado de funcionamiento o en el estado de reposo dependiendo del caso concreto que se pretenda abordar.



Tras un proceso de toma de datos, evaluación y comparación, podemos elegir la alternativa de modernización más adecuada a cada instalación.

Cuando modernizamos el ascensor en un edificio de viviendas debemos optar por maniobras colectivas, incorporar soluciones de tracción regulada y auto apagado de elementos eléctricos y electrónicos en el estado de reposo del ascensor.

10.3. TENDENCIAS ENERGÉTICAS Y MEDIOAMBIENTALES DEL SECTOR

10.3.1. Reducción del consumo energético y del impacto ambiental

El sector del transporte vertical está continuamente a la vanguardia de las últimas tecnologías que permiten disminuir el consumo energético, así como disminuir los impactos medioambientales, reduciendo de esta manera la huella de carbono producida en la actividad u optimizando al máximo los residuos generados.

Están en estudio, incluso estando instalados algunas instalaciones piloto, los ascensores que incluyen sistemas de acumulación de energía, de tal manera que la energía generada por el ascensor cuando éste se mueve en los estados favorables de carga no se pierde en forma de calor a través de una resistencia ni tampoco se utiliza esa energía en el sistema eléctrico del edificio, sino que se utiliza en el propio consumo energético del ascensor cuando éste actúa como consumidor de la misma.

También en el sector se incorporan cada vez más materiales de bajo impacto ambiental, vegetales, reciclados, reciclables... o incluso rápidamente renovables o que son considerados regionales. Empieza a ser habitual el uso de materiales ligeros y denominados ecológicos en las decoraciones de cabina de ascensor. Incluso maderas con el sello FSC (Forest Stewardship Council) que quiere decir que provienen de bosques socialmente y medioambientalmente responsables.

Otra técnica en estudio y habiendo sido implantada es el uso de aceites vegetales y biodegradables. Éstos se utilizan en componentes de ascensor como centrales de ascensores hidráulicos, amortiguadores, guías de tracción o máquinas con reductor.

Por lo que respecta a certificaciones y eco etiquetas, empieza a ser habitual dentro de las empresas del sector el hecho de certificarse bajo la ISO 14006 de ecodiseño, lo cual implica realizar el Análisis del Ciclo de Vida a



lo largo del proceso de diseño o modernización del ascensor o de sus componentes. Además, al hacer el Análisis del Ciclo de Vida, nos permite emitir Declaraciones Ambientales de Producto que vienen a ser eco etiquetas de tipo III.

10.3.2. Certificaciones medioambientales de edificios

Como comentamos en el primer apartado, los ascensores son una parte importante del edificio. Dependiendo de las características de los mismos, estaremos contribuyendo en mayor o menor medida al ahorro energético y al impacto medioambiental del propio edificio. Por ello, uno de los temas con más demanda en los últimos tiempos son las certificaciones medioambientales de edificios, que afectan al propio edificio que opta a conseguir la certificación.

Las certificaciones más demandadas en nuestro país son las siguientes:

- BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*.
- LEED – *Leadership in Energy and Environment Design*.
- VERDE – *Valoración de Eficiencia de Referencia De Edificios*.

Estas certificaciones son un método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación, las dos primeras tienen un reconocimiento de ámbito internacional y la tercera tiene un ámbito nacional.

Las certificaciones medioambientales de edificios tienen un reconocimiento en el mercado de los edificios de bajo impacto medioambiental y suponen una garantía de implantación de la mejor solución en el ámbito de la sostenibilidad, así como suponer una buena herramienta para reducción de costes de operación y mejorar las condiciones de confort y ocupación.

Los ascensores y equipos de elevación pueden contribuir a la consecución de puntos y créditos dentro de estas certificaciones, desde acogerse en fase de instalación al plan de gestión de residuos implantado en obra en fase de construcción hasta dotar al equipo de elevación de elementos como iluminación con tecnología LED, apagado automático de elementos eléctricos y electrónicos en el modo de espera o variador regenerativo. Cada una de las alternativas hay que estudiarla para cada edificio en cuestión mirando por aquellas que supongan el mayor ahorro energético. Además, análisis de tráfico son llevados a cabo con el fin de garantizar el que número de ascensores de los que consta el edificio es el apropiado y no está sobre dimensionado.

Con todas estas premisas, las empresas del sector están especializadas y formadas en cada una de las certificaciones existentes para edificios ya sean éstas para nueva construcción o para edificios existentes. Entre las empresas del sector se conocen los criterios de evaluación utilizados sabiendo dónde y de qué manera se puede contribuir para que el propietario logre la mayor puntuación en sus certificaciones que tengan que ver con los equipos de elevación vertical instalados.



11

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA



11.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE A.C.S. EN INSTALACIONES DE TIPO HOTELERO

Las instalaciones centralizadas de agua caliente sanitaria para aplicaciones de tipo hotelero se caracterizan por ser muy exigentes en cuanto a los consumos energéticos que hay que destinar a las mismas para asegurar el confort de sus usuarios.

Históricamente se han utilizado grandes volúmenes de acumulación para asegurar las puntas de consumo (con el correspondiente consumo energético asociado para mantener esta acumulación preparada para los momentos de máxima demanda). Esto, además del aspecto energético ya comentado, plantea la dificultad adicional en cuanto al espacio necesario en las salas de calderas para instalar los depósitos, así como la complicación hidráulica asociada. Este punto es especialmente sensible en instalaciones de reconversión con salas de reducidas dimensiones o accesos complicados (puede suponer un importe en obra civil importante).

En cualquier caso, no hay que olvidar el objetivo principal de una instalación de agua caliente, que es dimensionar el sistema para asegurar el confort de los usuarios en los momentos punta de consumo. Esta premisa es fundamental en las instalaciones para el sector hotelero, ya que una instalación insuficiente puede suponer potenciales clientes insatisfechos.

Hoy en día, además de asegurar las prestaciones del sistema en cuanto a producción de agua, también hay que tener en cuenta en el dimensionamiento tanto aspectos energéticos (para reducir la factura energética de la instalación), como económicos (planteando a las propiedades soluciones viables económicamente y con retornos de inversión lo más cortos posible). Por tanto, habrá que buscar un equilibrio entre las tres variables comentadas (prestaciones, consumo energético y viabilidad económica).



Figura 11.1. Equilibrio entre variables.

11.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA INSTALACIÓN DE A.C.S.

En cualquier instalación de producción de agua caliente sanitaria centralizada nos encontraremos tres elementos fundamentales.

- **Caldera:** Es el elemento que produce la energía necesaria para el sistema, compensando también las pérdidas energéticas que puedan existir en la instalación. Normalmente, por una cuestión de seguridad y redundancia, se deberían instalar un mínimo de dos calderas de la mitad de la potencia total necesaria (para, de esta forma, en caso de incidencia en alguna de ellas disponer de al menos de la mitad de la potencia necesaria). Se comentará más adelante, pero la caldera debe estar dimensionada para poder satisfacer la demanda de agua caliente en el período punta de la instalación (junto con la ayuda del acumulador seleccionado).
- **Sistema de intercambio:** Es el elemento que se encarga de transferir la energía producida por la caldera al lado de consumo de la instalación. Esta acción se puede realizar de dos maneras: instalando un elemento externo al sistema de acumulación para hacer esta función (generalmente un intercambiador de placas), o realizando el proceso de intercambio dentro de los acumuladores (hablaríamos en este caso de sistemas de interacumulación que se desarrollarán a lo largo del presente capítulo).
- **Depósito de acumulación:** Este elemento se encarga de almacenar a 60°C el agua necesaria para satisfacer la demanda de A.C.S. en los momentos



iniciales del período punta. De igual manera a como pasa con las calderas, es recomendable instalar al menos un mínimo de dos acumuladores de la mitad de tamaño del total necesario, para asegurar un mínimo servicio en caso de falla de alguno de los acumuladores. Más adelante se desarrollarán los tipos de acumuladores que se pueden utilizar, así como los posibles problemas asociados a este elemento en una instalación.

11.3. MÉTODOS DE CÁLCULO DEL CONSUMO PUNTA PARA UNA INSTALACIÓN DE A.C.S. DE TIPO HOTELERO

Ya se ha comentado anteriormente que la variable fundamental cuando se plantea el diseño de una instalación de agua caliente sanitaria, es satisfacer las necesidades de demanda de agua caliente en los períodos punta de los clientes de la instalación. Lógicamente este servicio es muy sensible para las propiedades hoteleras, ya que si el cliente no dispone de agua caliente cuando la solicita, puede suponer la pérdida del mismo (más hoy en día en que se plantean sistemas de agua caliente con un elevado confort de uso como duchas con efecto lluvia, jacuzzis, hidromasajes, etc...).

En el presente capítulo se mostrarán algunos criterios de cálculo para dimensionar las necesidades de agua caliente para una instalación de tipo hotelero, teniendo en cuenta que el cálculo de una instalación de A.C.S. no es un proceso mecánico y universal (como se podría plantear para una instalación de calefacción), ya que cuando se calcula una instalación se maneja un componente de incertidumbre muy elevado al no conocer el momento exacto en que los usuarios demandarán el agua caliente.

Se puede plantear un proceso de cálculo formado por cuatro fases:

- Fase inicial de análisis del posible comportamiento de la instalación, intentando definir una curva de consumo de la instalación.
- Fase de dimensionamiento y cálculo de las necesidades de agua en el período punta, así como definición de la duración del mismo.
- Selección del sistema de acumulación adecuado a las necesidades del período punta.
- Selección de la potencia necesaria a partir de la acumulación escogida.

Las fases anteriores son las que se desarrollan a continuación (planteando a lo largo del capítulo un ejemplo real de cálculo para dimensionar una instalación de A.C.S. para un hotel urbano de negocios de 4 estrellas y 100 habitaciones ubicado en Madrid).



11.3.1. Análisis del comportamiento de la instalación

Es fundamental, antes de empezar el proceso de cálculo, intentar entender cómo se va a comportar la curva de demanda de agua caliente en la instalación (aun trabajando con consumos de A.C.S. iguales en el total del día, la distribución de consumo horario no será igual en un hotel urbano de negocio que en uno vacacional de costa). Para ello, es recomendable analizar curvas de consumo de instalaciones similares ya realizadas anteriormente, en vía de disponer de una información inicial que permita una definición más precisa y óptima del sistema de producción de A.C.S. En el cálculo de agua caliente hay un componente de incertidumbre muy elevado que será tanto mayor cuanto más períodos punta aleatorios tengamos en la instalación. Si consideramos un hotel urbano de negocios, este tiene unos períodos punta más o menos definidos en el tiempo (generalmente, una instalación de este tipo tiene una punta matutina en el que en una hora aproximadamente se consume hasta el 50-60 % del total diario). La instalación puede tener un consumo de agua elevado, pero tenemos cierta precisión de cuándo va a ocurrir la demanda de A.C.S. en vías de dimensionar el sistema para este uso.

Un hotel vacacional de costa tendría una dificultad mayor para calcular y dimensionar la instalación, ya que en este caso nos encontramos con una instalación con períodos punta aleatorios en el tiempo, ya que habrá aspectos externos como puede ser las condiciones climatológicas que nos pueden generar consumos punta muy elevados. Lógicamente, en este tipo de instalaciones con un alto componente aleatorio, se manejarán coeficientes de seguridad más elevados para anticiparnos a estos consumos. En cualquier caso, es muy recomendable y de gran utilidad analizar instalaciones similares antes de empezar el proceso de dimensionamiento, para buscar la solución más precisa al sistema.

11.3.2. Cuantificación de períodos y caudales punta de consumo

Una vez se conozca mínimamente el comportamiento de la curva de consumo de la instalación, habrá que definir el consumo de agua en el período punta, así como la duración del mismo. Para el diseño del sistema, habrá que calcular y definir las siguientes variables:

- Consumo total de agua caliente a lo largo del día.
- Consumo de agua caliente durante el período punta.
- Consumo de agua máximo instantáneo durante los primeros 10-15 minutos de la punta.



11.3.2.1. Consumo total de agua caliente (Qd)

Para definir cuánta agua caliente se va a consumir en el hotel a lo largo del día, se puede utilizar como criterio de cálculo el Código Técnico de la Edificación CTE DB-HE 4, 2013, donde a partir del número de usuarios y el consumo unitario por uso tendremos la demanda total diaria a 60°C.

Tabla 11.1. Consumo de agua caliente.
Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾.

CRITERIO DE DEMANDA	LITROS/DÍA · UNIDAD	UNIDAD
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/Hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/Pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

(1) Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de la tabla 2.1. Las demandas de ACS a 60 °C se han obtenido de la norma UNE 94002. Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2.) con los valores de $T_i = 12^\circ\text{C}$ (constante) y $T = 45^\circ\text{C}$.

Fuente: CTE DB-HE 4. 2013.

Si planteamos el ejemplo para el hotel de 4 estrellas 100 habitaciones ya comentado (considerando 60 habitaciones como uso doble y 40 como uso individual), tendremos un consumo diario de 8.800 litros a 60°C (55 litros/pax x 160 pax).



Aunque todas las habitaciones sean dobles, en el cálculo se suele considerar un porcentaje de uso de la habitación doble como individual a efectos de cálculo de consumo de agua caliente (porcentaje que suele aumentar en relación a las estrellas, así como en el caso de hoteles de tipo vacacional).

11.3.2.2. Consumo en el período punta (Qp)

Este es el punto más complejo cuando se dimensiona una instalación centralizada de agua caliente, ya que no existe un criterio de cálculo válido para todas las tipologías de hoteles que nos podemos encontrar. En este caso, hay que definir dos variables fundamentales:

- Porcentaje de agua caliente consumido en el período punta respecto al total diario.
- Duración del periodo punta en horas.

Para definir lo anterior hay que conocer la curva funcional de instalaciones similares a partir del análisis inicial realizado, así como la exigencia en seguridad que tengamos para la instalación (definida muchas veces como una relación directa en el número de estrellas del hotel). Como criterio general que puede ser de utilidad para hoteles urbanos, se suelen considerar porcentajes de consumo en el período punta del 50-60 %, que ocurren en un período punta matutino de una hora. Para hoteles vacacionales, se podrían manejar porcentajes punta similares, pero repartidos en periodos más largos de hasta 2 horas. En cualquier caso, siempre la solución propuesta debe ser suficiente para asegurar los consumos en este período punta.

Siguiendo con el ejemplo antes comentado, podríamos considerar un periodo punta de una hora, en el que se consume el 50 % del total diario, con lo que tendremos un consumo de agua en una hora a 60°C de 4.400 litros.

11.3.2.3. Consumo en el periodo crítico de consumo (Qc)

Este valor se obtiene a partir de la suma de caudales de todos los puntos terminales del edificio durante un período de tiempo dado, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo. No existe una norma de obligado cumplimiento en este sentido, pero pueden utilizarse con bastante precisión en los resultados los valores de consumo unitario y coeficientes de simultaneidad indicados la Norma UNE 149.201/08.



Tabla 11.2. Consumo en el periodo crítico de consumo.

CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO PARA CADA TIPO DE APARATO	AGUA FRÍA	ACS
TIPO DE APARATO	[dm³/s]	[dm³/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10

TIPO DE EDIFICIO	CAUDALES (l/s)		COEFICIENTES		
	Q _c	Q _T	A	B	C
Hoteles, discotecas, museos	<0,5	≤20	0,698	0,500	-0,120
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,000	0,366	0,000
	→ Sin límite	>20	1,080	0,500	-1,830

$$Q_c (10 - 15 \text{ min}) = A \cdot (Q_T)^B + C$$

Fuente: Norma UNE 149.201/08.

Este valor de cálculo se suele utilizar para dimensionar la acumulación mínima de la instalación, considerando una duración del período crítico de unos 10 – 15 minutos. La acumulación debería poder aportar el consumo de A.C.S. durante este período sin considerar la aportación de la caldera. Para el hotel que hemos tomado como ejemplo, y considerando un período crítico de 15 minutos, tendríamos un consumo de agua a 60 °C de 1.701 litros. En el cálculo, se ha considerado que aunque todas las habitaciones tengan bañera, solo el 30 % de las mismas se utilizarán como tal a efectos de cálculo de consumo de agua caliente (el 70 % restante se valoran como uso como ducha). General-



mente, cuantas más estrellas tenga el hotel más alto es el porcentaje de usos de las bañeras como tal en el cálculo de la necesidad de A.C.S.

11.3.3. Selección del sistema de acumulación adecuado

Para dimensionar la instalación de producción de A.C.S. debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) debe igualar a la consumida en el período punta; por eso si los volúmenes de acumulación son menores las potencias deberán ser mayores (sistemas de semi-acumulación, o semi-instantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación).

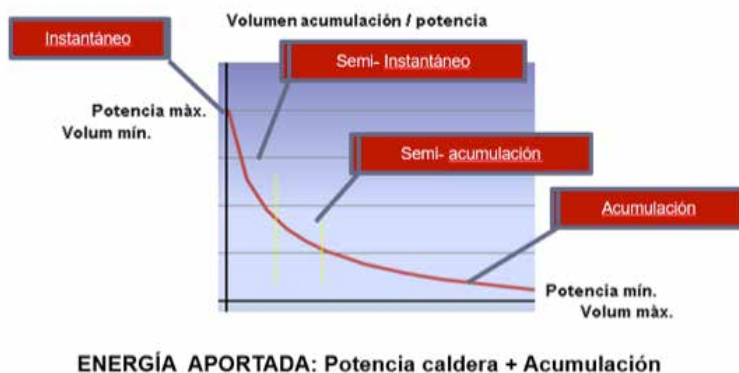


Figura 11.2. Volumen acumulación/potencia.

Ya se ha comentado que la acumulación debería por si misma aportar el consumo de agua durante el período crítico seleccionado. En principio, siempre que no hablemos de instalaciones particulares con puntas especialmente elevadas, se consideraran períodos de consumo crítico de no más de 20 minutos (a partir de ese valor se entiende que la instalación está sobredimensionada en acumulación). Hoy en día, por motivos tanto de instalación, como energéticos, como sanitarios, dentro de lo posible se intenta reducir al máximo la acumulación instalada en la salas de calderas de los hoteles. Existen soluciones técnicas novedosas, que permiten reducir al máximo este elemento, trabajando con tecnologías que producen gran cantidad de agua caliente sanitaria para asegurar el confort de la instalación, sin necesidad de tener una gran cantidad de agua almacenada (soluciones semi-instantáneas de condensación total o de semi-acumulación doble tanque).

Más adelante, se plantearan los tipos de acumuladores que nos podemos encontrar en el mercado así como las características de cada uno.



Para el hotel considerado, teniendo en cuenta que tenemos un consumo crítico en 15 minutos de 1.701 litros y adaptando esta necesidad a volúmenes de acumulación estándar de mercado, se podrían plantear 2.000 litros de acumulación (repartida en dos acumuladores de 1.000 litros para una mayor seguridad y disponibilidad del sistema).

11.3.4. Selección de la potencia necesaria

Una vez seleccionado el tipo y tamaño de acumulación para la instalación, la selección de la potencia necesaria es un proceso de cálculo relativamente sencillo. Teniendo en cuenta la energía ya disponible en los acumuladores escogidos, la diferencia para poder satisfacer el consumo de agua durante el período punta más la compensación de las pérdidas energéticas de la instalación, deben estar cubiertas con las calderas instaladas.

Energía total necesaria = (Energía necesaria consumo en el período establecido – Energía almacenada en acumulación) / coeficiente pérdidas del sistema

$$E_{cal} = (E_{acs} - E_{ac})/f$$

$$P(Wh) = \left[\left[V_{acs} (l.) \cdot (T^{\circ}Acs - TAF) \right] \cdot \left[(V_{ac} \cdot (T^{\circ}Ac - TAF) \cdot F_{ua}) \right] \cdot 1.16 (Wh \cdot l. \cdot ^{\circ}C) \cdot T(h) \right] / f$$



**Para cubrir
consumo en
período punta**



**Para cubrir
consumo en
período crítico**

Figura 11.3. Selección de la potencia necesaria.

Para el ejemplo que se ha ido planteando en el presente capítulo, y partiendo de los 2.000 litros de acumulación, se requerirían 139 kW para cubrir los 4.400 litros a 60°C durante los 60 minutos del período punta. Teniendo en cuenta un rendimiento de la caldera trabando en producción de A.C.S. del 95 % s/PCI, unas pérdidas en el intercambiador de placas del 12 % y unas pérdidas en distribución y acumulación del orden del 5 %, tendremos que la potencia necesaria a instalar en la instalación sería de unos 175 kW. Seleccionaríamos dos calderas estándar de condensación del mercado, con potencias unitarias de 90 kW.



11.4. TIPOLOGÍA DE DEPÓSITOS ACUMULADORES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MISMOS

Básicamente se pueden considerar dos familias principales:

- Acumuladores puros. Son aquellos que únicamente almacenan agua para el circuito de A.C.S., existiendo un elemento externo a los mismos para hacer la transferencia de energía del lado caldera al lado consumo. Generalmente este elemento es un intercambiador de placas (ya sea de placas desmontables o electrosoldado).
- Interacumuladores. Este tipo de acumuladores, además de almacenar el agua de consumo incorporan en su interior el elemento de intercambio. Este puede ser mediante un serpentín, mediante un haz tubular, o mediante un sistema de acumulación de doble envolvente o "Tank in Tank". Este último sistema de interacumulador, permiten trabajar con acumulaciones mucho más reducidas en comparación de otros sistemas de acumulación, gracias a disponer de una elevada superficie de intercambio en comparación con la cantidad de agua almacenada. Son sistemas de acumulación que permiten absorber las puntas de consumo de la instalación almacenando muy poca agua, gracias a su rapidez en la transferencia de energía. Con este tipo de tecnologías se manejan acumulaciones del orden del 50 % en comparación con otros sistemas de acumulación tradicionales.

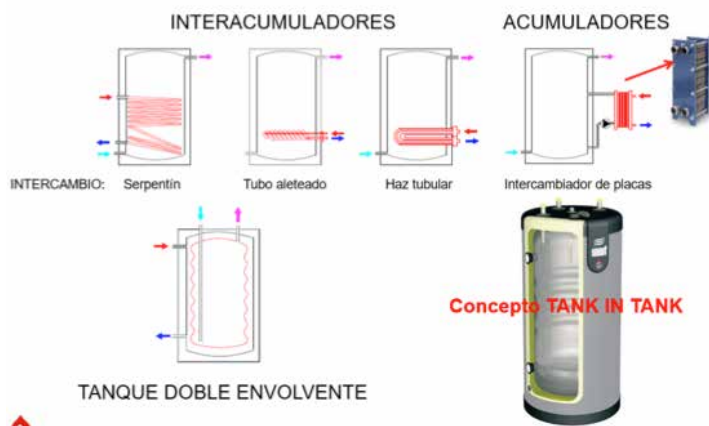


Figura 11.4. Tipología depósitos acumuladores.

Independientemente del tipo y tamaño de acumulador utilizado, hoy en día se intentan reducir al máximo los volúmenes de acumulación utilizados en las instalaciones de producción de A.C.S. en instalaciones de tipo hotelero. Fundamentalmente, esta tendencia de diseño viene dada por los problemas que han aparecido tradicionalmente en las instalaciones, y que se pueden resumir según los siguientes puntos:



- Gran espacio necesario en la sala de calderas para su instalación.
- Dificultad para realizar las acciones de reconversión en ciertas salas de calderas con acceso complicados. La sustitución de grandes acumuladores puede implicar costosas inversiones en cuanto obra civil, o bien la necesidad de fabricar los acumuladores in situ. Una alternativa a este problema, pueden ser los interacumuladores doble tanque, dadas sus reducidas dimensiones que permiten su acceso por puerta.
- Problemas de calcificación en los interacumuladores en zonas con durezas de agua elevadas. En estos casos, puede ser recomendable el uso de intercambiadores de placas externos (por su mayor facilidad de limpieza en caso de descalcificación), o interacumuladores de doble tanque por su menor sensibilidad en cuanto a incrustaciones calcáreas (por su tecnología con efecto autodesincrustante).
- Dificultad en cuanto al cumplimiento de la normativa sanitaria vigente en cuanto a prevención y control de la legionelosis (RD 865/2003). El hecho de trabajar con acumulaciones más compactas, permite una mayor renovación de agua en los acumuladores, y por tanto, una menor posibilidad de estancamiento y los riesgos sanitarios asociados.

11.5. PROPUESTAS DE MEJORA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Siempre partiendo de la premisa de que la solución planteada ha de ser suficiente para cubrir las puntas de consumo en la instalación, hoy en día es fundamental el proponer soluciones lo más eficientes en términos energéticos que reduzcan los costes de explotación (básico en una instalación de tipo hotelero, en la que los

consumos de agua caliente sanitaria son muy elevados pudiendo suponer del orden del 25 % de la factura energética). En la Fig. 11.5 se presenta una distribución de consumos para un hotel (fuente a partir de la Agencia Valenciana de la Energía).

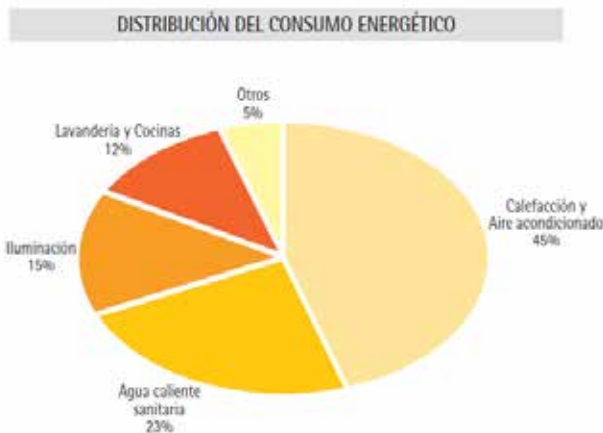


Figura 11.5. Distribución de consumos Hotel.



El objetivo, por tanto, es reducir al máximo las pérdidas energéticas de la instalación. De forma general se pueden considerar cuatro familias de pérdidas térmicas en una instalación centralizada de producción de A.C.S.:

- Pérdidas en generación (directamente ligadas al rendimiento de la caldera).
- Pérdidas en el sistema de intercambio.
- Pérdidas térmicas en la acumulación.
- Pérdidas en distribución.

Seguidamente se plantean unos criterios de diseño para reducir las pérdidas energéticas en cada una de las familias antes indicadas.

11.5.1. Pérdidas en generación

Desde la entrada de la Directiva de Ecodiseño el 26 de Septiembre de 2015, los fabricantes de productos relacionados con la energía estamos obligados a lanzar al mercado productos más eficientes, que dentro del ámbito de las calderas de gas, supone el uso de calderas de condensación para cumplir los estrictos requisitos de rendimiento que marca la Directiva ErP. Esto ha supuesto que en la actualidad en el mercado solo existan calderas de gas de condensación. Independientemente de esta cuestión normativa, hay que tener presente que aunque una caldera de condensación siempre alcanzará un rendimiento instantáneo mayor que una caldera estándar o baja temperatura por la menor temperatura en los humos, es prácticamente imposible que pueda condensar en continuo cuando trabaje para la producción de agua caliente sanitaria. Esto es debido a que si se requieren 60 °C en acumulación, teniendo en cuenta que hay un elemento de intercambio de energía entre el circuito primario y el secundario, implica que la caldera tiene que trabajar con unas temperaturas de impulsión y retorno (80-65°C) que no son lo suficientemente bajas para alcanzar un régimen de condensación. Una caldera de condensación con un buen diseño del intercambiador humos-agua puede alcanzar un rendimiento instantáneo de hasta el 95 % s/PCI. Este es un rendimiento mejor en 3-4 puntos en comparación con otras calderas no de condensación, pero al que realmente no se le está sacando todo el potencial posible para esta tecnología.

En el mercado existe una tipología de calderas específicamente diseñadas para instalaciones con elevados consumos de A.C.S. como pueden ser los hoteles, que si permiten trabajar en curva de condensación en producción de agua caliente.

Estas calderas se caracterizan por trabajar con acumulaciones y con pérdidas energéticas muy reducidas en comparación con las calderas convencionales



en diseño (pudiendo trabajar en curva de condensación para producción de A.C.S. con rendimientos instantáneos de hasta el 105 % s/PCI en este uso), y por permitir simplificar la instalación hidráulica así como conseguir una reducción significativa en el espacio ocupado en la sala de calderas. En la figura siguiente se presenta un esquema constructivo de este tipo de calderas.



Figura 11.6. Esquema constructivo calderas diseñadas para instalaciones con elevados consumos de A.C.S.

Estos sistemas semi-instantáneos "Total Condensing" plantean una solución a las exigentes necesidades de consumo de este tipo de instalaciones, trabajando con tecnologías que permiten una notable reducción del volumen de acumulación y aumentando el rendimiento global de la instalación en comparación con sistemas convencionales de generación de A.C.S.

Para hacerlo, se trabaja con sistemas de interacumulación "Tank in tank" con una altísima capacidad de transferencia de la energía generada mediante un quemador pre-mix modulante de alta eficiencia y con un bajo nivel de emisiones, gracias a que la pared del tanque acumulador interior actúa como superficie de intercambio en su totalidad. Esto permite tiempos de puesta a régimen y recuperación extremadamente cortos (entre 20 y 30 minutos según modelo considerado), así como una gran adaptabilidad ante variaciones de consumo no previstas o ante puntas de consumo muy próximas en el tiempo.

El tanque interior en acero inoxidable está totalmente rodeado de fluido primario caliente, con lo que la estratificación es mínima y se consigue de esta forma una temperatura homogénea en todo el volumen acumulado.



Los gases de la combustión descienden por un intercambiador humos/agua en acero inoxidable, hasta terminar en un recuperador de humos inferior que precalienta al agua de red que entra al generador, consiguiendo de esta forma aprovechar el calor latente presente en los humos de la combustión mediante un proceso de condensación del vapor de agua de los mismos.

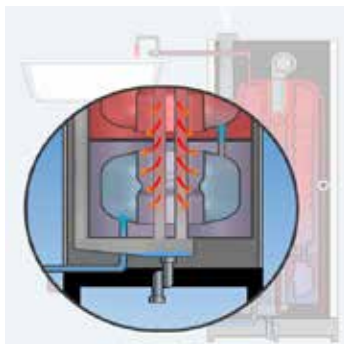


Figura 11.7.

Además de la mejora en cuanto a rendimiento instantáneo del generador planteado, la tecnología propuesta permite reducir las pérdidas por intercambio, acumulación y distribución presentes en un sistema convencional con gran acumulación, aumentando la eficiencia general de la instalación. Todo ello supone un elevado ahorro de combustible.

La tecnología planteada también permite simplificar notablemente la instalación hidráulica reduciendo los espacios necesarios para su montaje y disminuyendo el número de elementos del circuito de A.C.S. (intercambiador de placas, bomba circuladora, etc...), con el consecuente ahorro económico asociado.

Además de la tecnología y tipo de la caldera seleccionado, la gestión del quemador es otra variable fundamental para aumentar la eficiencia del sistema de producción. Hoy en día es una práctica extendida por la mayoría de fabricantes el uso de calderas con gestión del quemador modulante (en que a partir de un nivel mínimo de potencia del orden del 15-20 % del total la caldera sigue una curva de funcionamiento en función de la demanda de la instalación). El uso de este tipo de quemadores supone un ahorro en gas por el menor número de arrancadas y paros del sistema, que puede ser del 4 % si lo comparamos con un quemador dos etapas, y de hasta el 9 % si lo comparamos con un quemador todo-nada.



11.5.2. Pérdidas en el sistema de intercambio

Independientemente de aspectos de mantenimiento y facilidad de limpieza, en términos energéticos el uso de un intercambiador de placas externo a los acumuladores es la forma menos eficiente de realizar el proceso de intercambio en comparación con los depósitos interacumuladores. Pensemos que en un intercambiador de placas, dependiendo de su relación entre la anchura y la altura de las placas, hasta el 10-12 % de la energía transferida pueden ser pérdidas térmicas (es un sistema muy poco eficiente por ser un elemento que está a alta temperatura y que está cediendo calor constantemente al ambiente de la sala de calderas donde está instalado).

Si se decide utilizar este sistema de intercambio externo en lugar de con interacumuladores, una medida recomendable sería aislar estos intercambiadores de placas para reducir las pérdidas por convección y radiación de este elemento.

11.5.3. Pérdidas en acumulación

Los depósitos acumuladores de A.C.S. son elementos que almacenan agua a alta temperatura (60°C), y que generalmente suelen tener un gran tamaño. Esto supone un consumo energético a tener en cuenta en la instalación, tanto por la energía que hay que destinar para mantener el agua a 60°C preparada para cuando llegue el momento de consumo punta, como por la energía que hay que utilizar para compensar las pérdidas del sistema de acumulación.

Obviamente, una medida adecuada para reducir las pérdidas en esta parte de la instalación, es trabajar con acumuladores del menor tamaño posible, para reducir la cesión de energía por convección y radiación al ambiente de la sala.

Por otro lado, e independientemente del tipo y tamaño de los acumuladores utilizados, estos deben estar bien aislados para reducir el factor de pérdidas a la instalación. Comentar que en Septiembre de 2017, a partir de la cronología de la Directiva de Ecodiseño, se aplicará un criterio muy restrictivo en cuanto a las pérdidas energéticas admisibles para los depósitos acumuladores de hasta 2.000 litros.

11.5.4. Pérdidas en distribución

Como en cualquier instalación térmica, una medida recomendable es reducir, dentro de lo posible, los metros de las tuberías de distribución así como aislar adecuadamente tanto estas conducciones como los elementos singulares. En instalaciones de cierto diámetro, puede ser muy interesante aislar elementos tales como las válvulas de corte, sistemas de bombeo, etc...



11.6. EJEMPLO DE INSTALACIÓN

A modo de resumen final, se van a presentar los resultados obtenidos para el ejemplo que se ha ido comentando en el presente capítulo, resuelto con tres sistemas posibles de producción de agua caliente sanitaria. Como recordatorio, se consideraba el siguiente hotel de partida:

- Hotel urbano de negocios de 4**** en Madrid.
- 100 habitaciones (considerando 60 dobles y 40 individuales).
- No se considera consumo de caldera para calefacción.
- Necesidades en ACS: 1 lavamanos por habitación, 30 % de usos como bañera, y 70 % usos como duchas.
- No se consideran consumos adicionales de A.C.S. por lavandería, cocina, etc...
- No se considera el aporte de energía solar en los cálculos (se pretende comparar los ahorros entre sistemas de producción convencional con generadores de gas).

Si recordamos las necesidades de agua a 60°C para esta instalación:

- Consumo total diario, $Q_t = 8.800$ litros.
- Consumo período punta (50 % del total en 60 minutos), $Q_p = 4.400$ litros.
- Consumo en período crítico (15 minutos), $Q_c = 1.701$ litros.

Para la comparación, se plantean tres formas de resolver la instalación de producción de agua caliente para el hotel:

- Sistema convencional con gran acumulación.
- Sistema con tecnología de semi-acumulación.
- Sistema con tecnología semi-instantáneas de condensación.

11.6.1. Sistema convencional con gran acumulación

Históricamente se han planteado en las instalaciones de A.C.S. para el sector hotelero, grandes volúmenes de acumulación para no tener nunca un defec-



to en producción de agua caliente. Hay hoteles de cierta antigüedad, que incluso llegan a almacenar el total de agua consumida durante el día. Esto lógicamente hace que la instalación nunca tenga un defecto en agua caliente, pero en términos energéticos y de espacio de instalación no es en absoluto la solución más óptima.

Como en la actualidad se dispone de más información del comportamiento de las instalaciones y de sus curvas de consumo, se puede ajustar mucho más la acumulación instalada. Ya se ha comentado, que el sistema de acumulación debería cubrir por sí mismo los primeros 10-15 minutos de consumo punta. En porcentaje de agua respecto al total, esto supone que aproximadamente habría que manejar acumulaciones que representen el 20-25 % del total consumido durante el día. Acumulaciones mayores indicarán que esta parte de la instalación está sobredimensionada (aunque este criterio puede variar en instalaciones particulares con puntas de consumo especialmente elevadas).

En la figura siguiente se presenta un esquema hidráulico según el sistema convencional de producción e A.C.S. propuesto así como el material asociado.

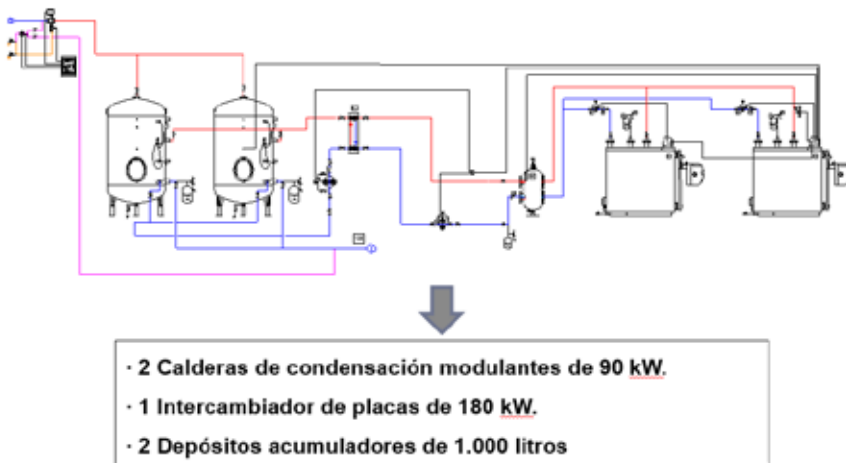


Figura 11.8. Esquema hidráulico según el sistema convencional de producción e A.C.S.

Recordar que siempre por un aspecto de seguridad y redundancia de la instalación, es recomendable el uso de un mínimo de dos calderas y dos acumuladores para la producción de A.C.S. (de al menos la mitad de lo requerido en la instalación). En función del grado de seguridad que se quiera conseguir en la instalación, y del presupuesto disponible, puede aumentarse el criterio de redundancia (instalando tres calderas cada una de un tercio de la potencia total, de la mitad de la potencia total para tener una reserva, duplicando las bombas circuladoras, trabajando con dos intercambiadores de placas en paralelo, etc...). Suele ser habitual aumentar esta redundancia a media que

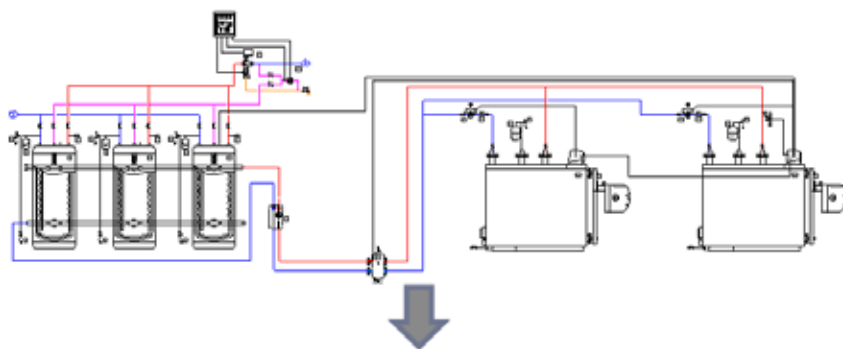


aumenta el número de estrellas del hotel, por considerarse instalaciones con clientes con una mayor exigencia y en las que el servicio de A.C.S. es prioritario y fundamental para el negocio.

11.6.2. Sistema con tecnología de semi-acumulación

Una primera propuesta de mejora sería trabajar con interacumuladores doble tanque en lugar de con un intercambiador de placas y los dos acumuladores de 1.000 litros.

El esquema hidráulico y material necesario con esta solución quedaría según lo siguiente:



- 2 Calderas de condensación de 90 kW.
- 3 Depósitos SMART SL 420 (acumulación 1.074 litros)

Figura 11.9. Sistema con tecnología de semi-acumulación.

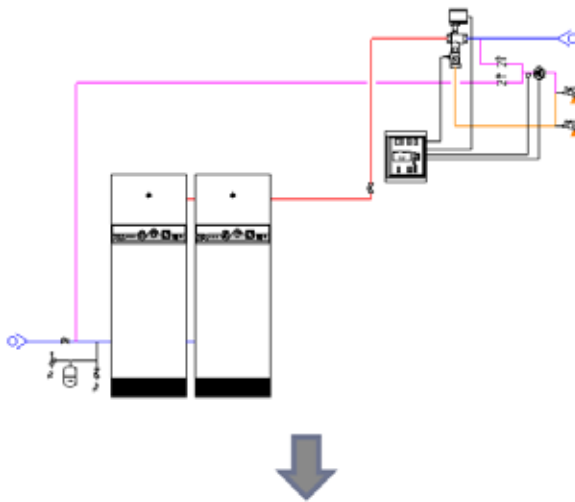
En este caso se plantea una solución que permite reducir a prácticamente la mitad la acumulación inicial. Esto es posible ya que la tecnología de interacumuladores planteada permite producir una cantidad de agua muy elevada gracias a disponer de una superficie de intercambio muy elevada en comparación con el volumen de acumulación. Esto permite tiempos de recuperación muy cortos, que aseguran la producción en el período punta trabajando con menor cantidad de agua almacenada. Esto supone una reducción de las pérdidas energéticas del sistema en cuanto a distribución y acumulación, así como en el proceso de intercambio (ya que es interno a los acumuladores). También se simplifica la instalación hidráulica, así como puede facilitar una posible actuación de reconversión (los sistemas doble tanque son muy compactos y pueden pasar por la puerta de una sala de calderas).



11.6.3. Sistema con tecnología semi-instantánea de condensación

Un sistema diferencial y novedoso que se podría plantear para satisfacer la demanda de agua caliente de la instalación analizada, sería utilizar sistemas semi-instantáneos de condensación total, en lugar de calderas tradicionales y acumuladores.

La instalación quedaría resuelta según lo siguiente:



**• 2 Generadores doble servicio HEAT MASTER TC 120
(Potencia total 223,2 Kw y acumulación 380 litros).**

Figura 11.10. Sistema con tecnología semi-instantánea de condensación.

Es evidente la reducción en acumulación del sistema (es interna a los generadores), así como la simplificación hidráulica en la instalación. Los generadores HEAT MASTER TC son calderas de condensación especialmente diseñadas para ser un gran productor de agua caliente sanitaria. Esta caldera realiza la función de productor, sistema de intercambio, así como dispone de un pequeño volumen de acumulación interna para satisfacer el momento inicial de consumo punta. El generador tiene tiempos de respuesta muy rápidos, que le permiten producir gran cantidad de A.C.S. de forma semi-instantánea.

Estas calderas, al trabajar en curva de condensación en producción sanitaria, tienen rendimientos instantáneos de hasta el 105 % s/PCI. Esto combinado con la reducción en las pérdidas en acumulación, proceso de intercambio y distribución, permite ahorros de gas de hasta el 25 % en comparación con sistemas



convencionales nuevos con calderas de condensación y grandes volúmenes de acumulación.

11.6.4. Comparativa energética y económica

En este punto se presenta una comparativa tanto energética como económica para las tres formas de resolver la instalación hotelera ejemplo del presente capítulo. La tabla resumen siguiente plantea los resultados.

Tabla 11.3. Comparativa energética y económica.

TIPO SISTEMA	MATERIAL	COSTE NETO (€)	AHORRO INSTALACIÓN (MO+mat ad)	AHORRO ENERGÉTICO	AHORRO ENGAS ANUAL
Convencional	2 Calderas cond. 90 kW + IT 180 kW + 2 Acumuladores inox 1.000 litros	21.245	-	-	-
Acumulación SMART	2 Calderas cond. 90 kW + 3 Acumuladores SL 420	20.185	5,0 % (10,1 %)	8,1 %	754 €
HEAT MASTER TC	2 Generadores HEAT MASTER TC 120	18.545	12,7 % (36,1 %)	18,4 %	1.709 €

NOTA: En el cálculo de costes se ha considerado material adicional (valvulería, bombas, ...) y mano de obra.

Fuente: ACV.

Se observa que las soluciones que manejan volúmenes de acumulación inferiores (ya sea con sistemas de semi-acumulación o con generadores semi-instantáneos), plantean ahorros energéticos significativos (de hasta el 18 % para el caso de la instalación resuelta con generadores HEAT MASTER TC). Estos ahorros de energía en esta segunda opción, se fundamentan en el mejor rendimiento instantáneo de este tipo de calderas (que pueden trabajar en curva de condensación en producción de A.C.S.). En ambas opciones comparadas con la solución convencional de gran acumulación, se aporta también una reducción de las pérdidas energéticas significativa por el hecho de trabajar con acumulaciones notablemente inferiores.

Además del aspecto energético, es interesante también la comparativa en cuanto a costes de instalación de las tres soluciones planteadas. En la comparativa, hay que tener en cuenta que se han considerado calidades iguales para los materiales planteados (calderas de condensación y acumuladores



en acero inoxidable), así como los costes de mano de obra para la instalación de cada solución y del material adicional necesario para el planteo hidráulico (válvulas de corte, bombas, etc...).

Es destacable la comparativa económica tanto total, como parcial teniendo en cuenta solo la mano de obra y el material adicional (porcentaje entre paréntesis en la Tabla 11.3.). Es evidente la reducción de costes en este aspecto por la mayor simplificación hidráulica planteada con las soluciones de semi-acumulación y semi-instantáneas (en la Foto 11.1. se presenta una sala de calderas reformada y resuelta con estos generadores semi-instantáneos de condensación). Esto repercute en tiempos de retorno de inversión más reducidos en comparación con los sistemas con gran acumulación.



Foto 11.1. Sala de calderas reformada y resuelta con estos generadores semi-instantáneos de condensación.

11.7. CONCLUSIONES FINALES

Independientemente de la solución adoptada para la instalación de agua caliente sanitaria de un hotel, no hay que olvidar de que la misma ha de satisfacer en todo momento la demanda de agua caliente de sus usuarios. Es evidente que hoy en día el A.C.S. es una instalación prioritaria que ha de ofrecer el mejor servicio y confort a los clientes, pero en el diseño de la misma se deberían aplicar también criterios racionales en cuanto a plantear soluciones lo más eficientes y económicamente viables dentro de las diversas tecnologías existentes en el mercado. Soluciones más óptimas y más eficientes permitirán reducir los costes tanto de instalación como de explotación para la propiedad hotelera (teniendo en cuenta que pueden llegar a ser de hasta el 25 % respecto al total de la factura energética).



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

La tendencia en diseño es ir a soluciones lo más compactas posibles en acumulación, para de esa manera reducir el espacio de instalación necesario. Salas de calderas de dimensiones más reducidas, permitirán destinar esa superficie para otros servicios que aporten valor añadido a la propiedad hotelera (tales como servicio de lavandería, plazas de parking, etc...). Igualmente, dentro del ámbito de la reconversión, soluciones más compactas en tamaño pueden implicar costes tanto de instalación como de obra civil más reducidos que pueden ayudar a promover la reforma de las instalaciones hoteleras a tecnologías más eficientes.

En la actualidad existen alternativas técnicas a los sistemas tradicionales con gran acumulación (sistemas semi-instantáneos de condensación por ejemplo), que se adaptan perfectamente a las elevadas puntas de consumo de agua caliente presentes en una instalación de tipo hotelero sin necesidad de tener preparada una gran cantidad de agua caliente. Estas tecnologías, altamente eficientes, pueden ser una solución interesante para resolver los tradicionales problemas de las instalaciones centralizadas de agua caliente sanitaria.



12

NORMAS TÉCNICAS

12.1. INTRODUCCIÓN

Para el sector hotelero se pueden identificar dos bloques diferenciados de documentación tanto técnica como reglamentaria relacionada con la eficiencia energética. Por un lado, el formado por las normas técnicas específicas sobre eficiencia energética en edificios y la Directiva 2010/31/UE y, por otro, el que componen las normas técnicas relacionadas con la gestión de la energía y auditoría energética y la Directiva 27/2012/UE.

Tabla 12.1. Diferenciación de áreas en la eficiencia energética en el sector hotelero.

EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO		GESTIÓN DE LA ENERGÍA/AUDITORÍA ENERGÉTICA	
Normas técnicas	Reglamentación	Normas técnicas	Reglamentación
- UNE EN 15603 Uso de la energía para calefacción, refrigeración, ventilación, ACS e iluminación. - UNE-EN ISO 13790 Cálculo del consumo en calefacción y refrigeración. - ...	Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios.	- UNE-EN ISO 50001 Sistema de gestión de la energía. - UNE-EN 16247 (serie) Auditorías energéticas. - ISO 50006 Medición de la eficiencia energética utilizando líneas base e indicadores de eficiencia. - ...	Directiva 27/2012/UE relativa a la eficiencia energética.

Fuente: AENOR.

Este capítulo se dedica a presentar y profundizar en las normas técnicas relevantes para el sector hotelero, tanto desde el punto de vista específico de



eficiencia energética del edificio como desde el punto de vista de la gestión/ auditoría, en ambos casos sin entrar en detalles sobre la legislación aplicable, si bien en el siguiente apartado se indica la relación entre las normas técnicas y legislación.

12.2. AENOR Y LAS NORMAS TÉCNICAS

Las normas técnicas son estándares desarrollados por consenso entre las partes interesadas en el seno de un organismo reconocido y representan el acuerdo alcanzado de manera voluntaria y transparente, por multitud de expertos que representan las entidades interesadas en una actividad económica, en las características esenciales de un producto o servicio. Este carácter abierto, tanto en su desarrollo como en las sucesivas consultas a las que se someten los textos, y el conocimiento, la experiencia y el acuerdo que representan, confieren a las normas técnicas una confianza contrastada que se traduce en un reconocimiento global.

AENOR, como organismo de normalización español, es la entidad responsable del desarrollo de las normas técnicas en España y de trasladar la posición de la industria española en el desarrollo de las normas europeas e internacionales. La actividad de normalización se organiza en distintos Comités Técnicos de Normalización (CTN) establecidos para cada sector de actividad donde se agrupan las distintas partes interesadas mencionadas anteriormente. En el caso de la eficiencia energética en el sector hotelero las normas son desarrolladas a nivel europeo y/o internacional, con la participación de los distintos países que forman partes de los correspondientes comités de normalización europeos e internacionales, para después ser adoptadas por estos mismos países como normas nacionales.

A continuación se muestran los comités de normalización europeos, internacionales y nacionales con principal implicación en las normas que se van a tratar en este capítulo. En ellos se diferencian aquellos de ámbito europeo, es decir, los que pertenecen al Comité Europeo de Normalización (CEN) y su equivalente para el ámbito electrotécnico (CENELEC); los de ámbito internacional, pertenecientes a la Organización Internacional de Normalización (ISO) y los de ámbito nacional (AENOR).



Tabla 12.2. Comités de normalización implicados en las normas de eficiencia energética del edificio.

EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO			
CEN y CENELEC		ISO	AENOR
CEN/TC 89 Thermal performance of buildings and building components.	CEN/TC 228 Heating systems and water based cooling systems in buildings.	ISO/TC 163 Thermal performance and energy use in the built environment.	CTN 100 Climatización.
CEN/TC 156 Ventilation for buildings.	CEN/TC 169 Light and lighting.		CTN 92 Aislamiento térmico.
CEN/TC 371 Energy Performance of Buildings project group.	CEN/TC 247 Building Automation, Controls and Building Management.		CTN 72 Iluminación y color.

Fuente: AENOR.

Tabla 12.3. Comités de normalización implicados en las normas de gestión de la energía y auditorías energéticas.

GESTIÓN DE LA ENERGÍA/AUDITORÍA ENERGÉTICA		
CEN y CENELEC	ISO	AENOR
CEN/CLC/JWG 1 Energy audits	ISO/TC 242 Energy Management	CTN 216 Eficiencia energética y cambio climático
CEN/CLC/JWG 3 Energy Management and related services - General requirements and qualification procedures		

Fuente: AENOR.

Las normas técnicas tienen, por definición, carácter voluntario, sin embargo, es frecuente encontrar normas técnicas citadas en documentos legislativos, ya sea de manera completa o parcial, bien como requisito o bien como alternativa para cumplir esa parte de la legislación correspondiente. Las normas tienen el objetivo de dar respuesta a las necesidades de los distintos sectores de actividad económica y de resultar de utilidad para las empresas y ciudadanos, pero nacen y se desarrollan como documentos de aplicación voluntaria. Es decisión de la Administración el apoyarse en el reconocimiento de las normas técnicas para recoger requisitos reglamentarios incluyéndolas en sus textos legislativos y dotándolas, en estos casos, de carácter obligatorio.



12.3. NORMAS TÉCNICAS PARA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

12.3.1. Introducción

Es habitual que la Comisión Europea se apoye en el desarrollo de normas técnicas para dar soporte a políticas y estrategias a nivel comunitario. Este es el caso de la eficiencia energética de edificios en el que la Comisión Europea encomienda formalmente a los organismos europeos de normalización la elaboración de normas técnicas en este campo a través de mandatos específicos.

Las Directivas 2002/91/CE, sobre Eficiencia Energética de los Edificios, y su refundición en la Directiva 2010/31/UE tienen el objetivo de promover la mejora de la eficiencia energética de los edificios en la Unión Europea, considerando todos los tipos de usos de la energía (calefacción, iluminación, refrigeración, aire acondicionado y ventilación) así como las condiciones climáticas y las condiciones locales, junto con los requisitos de clima interior y la viabilidad económica. Para dar soporte a este objetivo se han desarrollado normas técnicas a nivel europeo que pretenden la armonización de la metodología para el cálculo de la eficiencia energética de los edificios.

El uso de las normas técnicas incrementa el acceso, transparencia y objetividad de la evaluación de la eficiencia energética en los Estados Miembros facilitando la comparación de las mejores prácticas y dando apoyo al mercado interior de los productos de construcción. Adicionalmente, el empleo de estas normas para el cálculo de la eficiencia energética, así como para la certificación y la inspección de sistemas de calefacción y calderas, sistemas de ventilación y aire acondicionado reduce los costes comparado con el desarrollo de distintas normas a nivel nacional.

En este apartado se tratan las normas europeas (ENs) más relevantes que sirven de apoyo a la Directiva 2010/31/UE suministrando los métodos de cálculo y material asociado para conseguir la eficiencia energética global de un edificio.

12.3.2. Descripción de las normas técnicas sobre eficiencia energética de los edificios

Las normas técnicas que tratan aspectos relacionados con la eficiencia energética de los edificios se presentan agrupadas en cinco bloques.

12.3.2.1. Normas para el cálculo del uso global de energía en los edificios

Las normas de este bloque relacionan la energía suministrada y los índices de eficiencia energética de los edificios. Puesto que un edificio utiliza generalmen-



te más de un combustible (por ejemplo gas y electricidad), en estas normas las diferentes fuentes de energía se suman por agente energético. La calificación global se basa en la suma ponderada de los agentes energéticos suministrados.

La Norma UNE-EN 15603 define los usos de la energía que deben ser considerados y suministra métodos para evaluar la eficiencia energética y la calificación energética para edificios nuevos y existentes.

La Norma UNE-EN 15217 establece formas de expresión de la eficiencia energética en un certificado y formas de expresar los requisitos en relación a la eficiencia energética.

La Norma UNE-EN 15459 proporciona un método de cálculo para temas económicos de los sistemas de calefacción y otros sistemas que están relacionados con la demanda de energía y el consumo energético del edificio.

Tabla 12.4. Normas para el cálculo del uso global de energía en los edificios.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN 15217	Eficiencia energética de los edificios. Métodos para expresar la eficiencia energética y para la certificación energética de los edificios. Define: a) Indicadores globales para expresar la eficiencia energética del edificio completo, incluyendo sistemas de calefacción, ventilación, acondicionamiento de aire, agua caliente sanitaria e iluminación. Esto incluye los diferentes posibles indicadores así como un método para estandarizarlos. b) Maneras de expresar los requisitos energéticos para el diseño de edificios nuevos o renovación de los existentes. c) Procedimientos para definir los valores de referencia y de comparación. d) Maneras de diseñar esquemas de certificación energética.
UNE-EN 15603	Eficiencia energética de los edificios. Consumo global de energía y definición de las evaluaciones energéticas. Recopila resultados de otras normas que especifican cálculos de consumo energético dentro del edificio; evalúa la energía generada en el edificio, alguna de las cuales pueden ser exportadas para uso en otros lugares; presenta el resumen en formato tabla del uso de la energía total del edificio. Define el uso de la energía a considerar para definir la evaluación de la eficiencia energética edificios nuevos y existentes, y suministra: a) Un método para medir la calificación energética estándar calculada, una energía estándar de uso que no depende del comportamiento ocupacional, el clima real y otros condicionantes (entorno o entradas) reales. b) Un método para evaluar la energía medida de diseño, basado en la energía suministrada y exportada. c) Una metodología para incrementar la confianza en el modelo de cálculo del edificio por comparación con el consumo energético real. d) Un método para evaluar la efectividad energética de posibles mejoras.
UNE-EN 15459	Eficiencia energética de los edificios. Procedimiento de evaluación económica de los sistemas energéticos de los edificios. Suministra datos y métodos de cálculo para temas económicos de los sistemas de calefacción y otros sistemas involucrados en la demanda energética y el consumo del edificio.



12.3.2.2. Normas para el cálculo de la energía suministrada

Estas normas relacionan las necesidades de energía del edificio y la energía suministrada para la calefacción y refrigeración del recinto, así como los requisitos para ventilación, agua caliente sanitaria e iluminación. Los usos de energía se calculan separadamente:

- A. Calefacción de recintos: UNE-EN 15316-1, UNE-EN 15316-2-1, UNE-EN 15316-2-, las partes de la Norma UNE-EN 15316-4 (dependiendo del tipo de sistema de calefacción), incluyendo pérdidas y aspectos de control, y la Norma UNE-EN 15377 para sistemas embebidos. La entrada al cálculo es el resultado de la Norma UNE-EN ISO 13790 (usando o un método simplificado o una simulación dinámica).
- B. Refrigeración de recintos: UNE-EN 15243, incluyendo pérdidas y aspectos de control, y energía para deshumidificación si es aplicable. La entrada al cálculo es el resultado de la Norma UNE-EN ISO 13790 (usando o un método simplificado o una simulación dinámica).
- C. Agua caliente sanitaria: las partes de UNE-EN 15316-3, que incluyen la especificación de los requisitos de agua caliente sanitaria para diferentes tipos de edificios y el cálculo de la energía necesaria para suministrarla.
- D. Ventilación: UNE-EN 15241, energía necesaria para suministrar y extraer aire, basada en la potencia de ventilador instalada y controles, incluyendo energía para humidificación si es aplicable.
- E. Iluminación: UNE-EN 15193, basada en la potencia de iluminación instalada y al uso anualizado de acuerdo al tipo de edificio, ocupación y controles de iluminación.
- F. Sistemas integrados de gestión técnica y controles de edificios: UNE-EN 15232, toma en consideración la optimización de la energía adicional basada en funciones de control interdisciplinarias y aplicaciones para calefacción, ventilación, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación en recintos.

Todas estas normas tienen en cuenta las fuentes de energía renovables cuando sea apropiado. A continuación se muestra una relación no exhaustiva de estas normas.



Tabla 12.5. Normas para el cálculo de la energía suministrada.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN 15316-1	Sistemas de calefacción en los edificios. Método para el cálculo de los requisitos de energía del sistema y de la eficiencia del sistema. Parte 1: Generalidades. Normaliza las entradas requeridas, las salidas y la estructura del método de cálculo para los requisitos de energía del sistema. La eficiencia energética puede ser evaluada por los valores de eficiencia del sistema o por los valores de las pérdidas del sistema debidos a ineficiencias. Basado en un análisis de las siguientes partes de la calefacción de un recinto y el sistema de agua caliente sanitaria: - La eficiencia energética del sistema de emisión incluyendo el control. - La eficiencia energética del sistema de distribución incluyendo el control. - La eficiencia energética del sistema de almacenaje incluyendo el control. - La eficiencia energética del sistema de generación incluyendo el control (por ejemplo: calderas, paneles solares, bombas de calor, unidades de cogeneración).
UNE-EN 15316-3	Sistemas de calefacción en los edificios. Método para el cálculo de los requisitos de energía del sistema y de la eficiencia del sistema. Parte 3: Sistemas de agua caliente sanitaria. Cálculo de los requisitos energéticos de los sistemas de agua caliente sanitaria incluyendo el control para todo tipo de edificios. En tres partes: - Parte 3-1: Caracterización de necesidades (requisitos de acometida). - Parte 3-2: Distribución. - Parte 3-3: Generación.
UNE-EN 15316-4	Sistemas de calefacción en los edificios. Método para el cálculo de los requisitos de energía del sistema y de la eficiencia del sistema. Parte 4: Sistemas de generación para calefacción de locales. Suministra métodos para los rendimientos del sistema y/o pérdidas y energía auxiliar. Se compone de siete partes: - Parte 4-1: Sistemas de combustión (calderas). - Parte 4-2: Sistemas de bomba de calor. - Parte 4-3: Sistemas solares térmicos. - Parte 4-4: Sistemas cogeneración integrados en el edificio. - Parte 4-5: Calidad y prestaciones de los sistemas de calefacción urbana y de los sistemas de gran volumen. - Parte 4-6: Sistemas fotovoltaicos. - Parte 4-7: Sistemas de combustión de biomasa.
UNE-EN 15243	Ventilación de los edificios. Cálculo de la temperatura de los recintos, de la carga y de la energía para los edificios con sistemas de acondicionamiento de aire. Define procedimientos para calcular temperaturas, cargas sensibles y demandas energéticas de los recintos, carga latente de calefacción y refrigeración, las cargas de calefacción, refrigeración, humidificación, y deshumidificación del edificio y de las cargas de calefacción, refrigeración, humidificación, y deshumidificación del sistema. Proporciona métodos de cálculos horarios y simplificados.
UNE-EN 15232	Eficiencia energética de los edificios. Métodos de cálculo de las mejoras de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios. Define y especifica las prestaciones de las funciones y rutinas estándar de optimización y ahorro de energía de los sistemas de Automatización y Control de los Edificios (BACS) y de los sistemas y servicios de Gestión Técnica de los Edificios (TBM). Recapitula las metodologías para calcular/estimar la demanda energética para calefacción, ventilación, refrigeración, agua caliente e iluminación de los edificios y expresa los resultados del ahorro energético y de la eficiencia en los edificios mediante la aplicación de las diferentes funciones de ahorro de energía de los BACS.
UNE-EN 15193	Eficiencia energética de los edificios. Requisitos energéticos para la iluminación. Especifica la metodología de cálculo para la evaluación de la cantidad de energía utilizada por la iluminación del edificio y suministra el índice numérico para los requisitos de energía para iluminación usados para la certificación. También suministra una metodología para el cálculo de la energía dinámica de iluminación usada para la estimación de la eficiencia total del edificio.

Fuente: AENOR.



12.3.2.3. Normas para el cálculo de las necesidades de energía para calefacción y refrigeración

Las normas de esta sección suministran métodos para el cálculo de las necesidades de energía para calefacción y refrigeración. La Norma UNE-EN ISO 13790 define dos rutas para ello:

- A. Métodos simplificados, basados en cálculos mensuales u horarios y descripción simplificada del edificio (en términos de elementos valores-U, etc.) Las entradas a estos cálculos se obtienen utilizando las normas de la apartado 12.3.2.D.
- B. Cálculos numéricos detallados. El procedimiento de cálculo detallado no se especifica en la norma. La Norma UNE-EN 15265 proporciona criterios que debería seguirse conjuntamente con pruebas para la validación del software del ordenador (aunque las pruebas solo cubren casos sencillos y no incluyen sistemas).

La elección del método de cálculo a aplicar se debe tomar a nivel nacional. La elección puede determinarse por criterios tales como reproducibilidad (para comparación y en caso de requisitos legales), precisión (para apreciar las necesidades del edificio y sistemas y/o condiciones específicas), y optimización del coste (al reunir los datos de entrada). Estos criterios pueden ser conflictivos. Por esa razón la elección dependerá típicamente del uso del edificio (residencial, oficina, etc.), la complejidad del edificio y/o los sistemas, y la aplicación (por ejemplo requisitos reglamentarios, certificación energética, nuevos edificios, edificios existentes).

Las reglas dadas en la Norma UNE-EN ISO 13790 para el uso de diferentes métodos de cálculo aseguran la compatibilidad y consistencia entre ellas. La norma proporciona, por ejemplo, reglas comunes para las condiciones límites y datos de entrada físicos independientemente del enfoque de cálculo elegido.

Los cálculos tienen en cuenta aspectos de control que afectan a las ganancias y pérdidas de calor del edificio, tales como control de la temperatura interna, ventilación y protección solar.



Tabla 12.6. Normas para el cálculo de las necesidades de energía para calefacción y refrigeración.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN ISO 13790	Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. (ISO 13790:2008). Da métodos de cálculo para evaluar el uso anual de energía para la calefacción y refrigeración de locales de edificios residenciales y no residenciales, o una parte de él. Incluye el cálculo de la transferencia de calor del edificio por transmisión y ventilación cuando se calienta o refrigera a temperatura interior constante; la contribución de las fuentes internas y solar al balance térmico del edificio; las necesidades anuales de energía para calefacción y refrigeración; la energía anual requerida por los sistemas de calefacción y refrigeración del edificio para la calefacción y refrigeración del recinto; la cantidad adicional de energía requerida por un sistema de ventilación. El edificio puede tener varias zonas con diferentes puntos de consigna de temperatura, y puede existir calefacción y refrigeración intermitente. El periodo de cálculo puede ser un mes o una hora o (para edificios residenciales) la temporada de calefacción o refrigeración. Suministra reglas comunes para las condiciones límites y entrada para datos físicos independientemente del enfoque de cálculo elegido.
UNE-EN 15255	Prestaciones térmicas de edificios. Cálculo de la carga de calefacción sensible de un local. Criterios generales y procedimientos de validación. Define los niveles de datos de entrada y salida, y describe los límites de las condiciones requeridas para un método de cálculo de la carga sensible de refrigeración en un recinto bajo temperatura constante y/o flotante considerando el límite de la punta de la carga de refrigeración del sistema. Incluye un esquema de clasificación del método de cálculo y los criterios que debe observar un método de cálculo que cumpla con esta norma. El propósito es validar métodos de cálculo utilizados para evaluar la carga máxima de refrigeración para la selección del equipo y el diseño de los sistemas de HVAC; evaluar el perfil de temperatura cuando la energía de refrigeración del sistema se reduce; suministra datos para la evaluación de la optimización de las posibilidades de reducción de la carga; permite análisis de las cargas parciales según se requieren para el diseño del sistema, operación y control.
UNE-EN 15265	Prestaciones térmicas de los edificios. Cálculo de las necesidades energéticas para calefacción y acondicionamiento de aire. Criterios generales y procedimientos de validación. Especifica los supuestos, condiciones límite y ensayos de validación de un procedimiento de cálculo del uso de la energía anual para la calefacción y refrigeración de recintos en un edificio (o parte de él) en los que los cálculos se realizan en base horaria. No impone técnica numérica específica alguna. El propósito de esta norma es validar métodos de cálculo usados para describir la eficiencia energética de cada recinto de un edificio; suministra datos sobre energía para ser usados como interconexión con el análisis de eficiencia del sistema (HVAC; alumbrado, agua caliente sanitaria, etc.).

Fuente: AENOR.

12.3.2.4. Normas de apoyo

Estas normas suministran datos de entrada para el cálculo de las necesidades de energía por los métodos del apartado 12.3.2.3.

A – Prestaciones térmicas de los componentes de los edificios

El coeficiente global de pérdidas de calor por transmisión se obtiene por la Norma EN ISO 13789, que hace referencia a otras normas para el cálculo de los valores-U. Las normas para valores-U se dividen en dos grupos:



Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero

- Métodos simplificados (UNE-EN ISO 6946, UNE-EN ISO 13370, UNE-EN ISO 10077-1, UNE-EN 12631), que se pueden usar para componentes dentro del alcance de estas normas.
- Métodos detallados (UNE-EN ISO 10211, UNE-EN ISO 10077-2), que se pueden usar como una alternativa, o para casos para los cuales no hay un método simplificado aplicable.

Los valores-U de los componentes, incluyendo ventanas y puertas, pueden ser alternativamente establecidos por medición de acuerdo a los métodos de prueba citados en una norma aplicable al producto.

Los puentes térmicos (en las uniones entre elementos, etc.) están cubiertos por las Normas UNE-EN ISO 10211 y UNE-EN ISO 14683.

Las normas de este grupo incluyen también aquellas para obtener los valores térmicos de los materiales de construcción (UNE-EN ISO 10456).

La tabla que se presenta a continuación contiene sólo algunas de las normas existentes en este campo.

Tabla 12.7. Normas sobre prestaciones térmicas de los componentes de los edificios.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN ISO 13789	Prestaciones térmicas de los edificios. Coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación. Método de cálculo. (ISO 13789:2007). Especifica el método y suministra los supuestos para el cálculo de los coeficientes de transmisión en régimen estacionario y de transferencia de calor por ventilación del edificio completo y de partes del edificio. Aplicable tanto a las pérdidas térmicas (temperatura interna mayor que la exterior) como ganancia de calor (temperatura interna menor que la temperatura exterior).
UNE-EN ISO 6946	Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo (ISO 6946:2007). Método de cálculo de la resistencia y transmisión térmica de los componentes y elementos del edificio, excluyendo puertas, ventanas y otros acristalamientos, componentes que supongan transferencia térmica con el suelo, y componentes a través de los cuales se diseña la infiltración de aire.

Fuente: AENOR.

B – Ventilación e infiltración de aire

Aquí se incluyen las normas para verificar los caudales de aire y de ventilación. La Norma UNE-EN 15242 suministra métodos para calcular edificios ventilados mecánicamente (incluyendo aquellos con acondicionamiento de aire. La Norma UNE-EN 13779 cubre edificios ventilados mecánicamente (incluyendo aquellos con acondicionamiento de aire).



La tabla que se presenta a continuación contiene sólo algunas de las normas existentes en este campo.

Tabla 12.8. Normas sobre ventilación e infiltración de aire.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN 15242	Ventilación de los edificios. Métodos de cálculo para la determinación de las tasas de los caudales de aire en edificios, incluyendo la infiltración. Describe el método para calcular los caudales de aire de ventilación de los edificios para ser usado en aplicaciones tales como cálculos energéticos, cálculo de la carga calorífico y de refrigeración, confort en verano y evaluación de la calidad del aire interior. Aplica a edificios ventilados mecánicamente; conductos pasivos; sistemas híbridos que alternan ventilación mecánica y modos naturales; apertura manual de ventanas para aireación o para confort veraniego.
UNE-EN 13779	Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos. Da los requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación. Aplica al diseño de los sistemas de ventilación y acondicionamiento del recinto en edificios no residenciales sujetos a ocupación humana, excluyendo aplicaciones tales como procesos industriales. (Aplicaciones para ventilación residencial se tratan en la Norma EN 14788).

Fuente: AENOR.

C – Sobrecalentamiento y protección solar

Este apartado considera las normas existentes para estimar las temperaturas internas sin acondicionamiento de aire, y para calcular el efecto de los dispositivos de protección solar. Estos cálculos pueden ser usados para determinar si es necesario considerar el acondicionamiento de aire.

La tabla que se presenta a continuación contiene sólo algunas de las normas existentes en este campo.

Tabla 12.9. Normas sobre sobrecalentamiento y protección solar.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN 13363-1+A1	Dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 1: Método simplificado. Especifica un método simplificado basado en la transmisión térmica y en la transmisión de energía solar total del acristalamiento y la reflexión del dispositivo de protección solar para estimar la transmisión de energía solar total del dispositivo de protección solar combinado con el acristalamiento. Aplicable a todos los tipos de dispositivos de protección solar paralelos al acristalamiento. Persianas venecianas o ciegas se suponen ajustadas para que no haya penetración solar directa.
UNE-EN 13363-2	Dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 2: Método de cálculo detallado. Especifica un método detallado, basado en los datos de transmisión espectral de los materiales, incluyendo los dispositivos de protección solar y el acristalamiento, para determinar la transmisión total de energía solar y otros datos solar-ópticos de relevancia de la combinación. Válida para todo tipo de dispositivos de protección solar paralelos al acristalamiento. Se permite la ventilación de la persiana en cada una de las posiciones para la determinación de la energía solar absorbida por el acristalamiento o los componentes de la persiana, en la orientación vertical del acristalamiento.

Fuente: AENOR.



D – Condiciones interiores y clima exterior

Aquí se incluyen normas relacionadas con las condiciones interiores (EN 15251) y las especificaciones para el cálculo y la presentación de los datos climáticos (EN ISO 15927).

La tabla que se presenta a continuación contiene sólo algunas de las normas existentes en este campo.

Tabla 12.10. Normas sobre condiciones interiores y clima exterior.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-CR 1752 IN	Ventilación de edificios. Criterios de diseño para el ambiente interior. Especifica los requisitos, y los métodos para expresar la calidad del ambiente interior para el diseño, la puesta en marcha, la operación y el control de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire. Cubre los ambientes interiores en los que la preocupación principal es la ocupación humana, pero excluye viviendas y edificios en los que se llevan a cabo procesos industriales u operaciones similares que requieren condiciones especiales.
UNE-EN 15251	Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido. Especifica los parámetros del impacto y/o criterios del ambiente interior y como establecer parámetros de entrada del ambiente interior para el diseño de los sistemas de los edificios y los cálculos de rendimiento energético. También especifica métodos para la evaluación a largo plazo del ambiente interior obtenido como resultado de los cálculos y las mediciones. Aplicable principalmente en edificios no industriales donde los criterios del ambiente interior se definen por la ocupación humana y donde la producción o el proceso no tienen un impacto importante sobre el ambiente interior.
UNE-EN ISO 15927-4	Comportamiento higrotérmico de edificios. Cálculo y presentación de datos climáticos. Parte 4: Datos horarios para la evaluación de la energía anual utilizada en calefacción y refrigeración.(ISO 15927-4:2005). Especifica un método para construir un año de referencia de valores horarios de datos de meteorología apropiada para evaluar la energía anual media para calefacción y refrigeración.

Fuente: AENOR.

E – Definiciones y terminología

En este bloque se recogen las normas UNE-EN ISO 7345, UNE-EN ISO 9288, UNE-EN ISO 9251 y EN 12792, que contienen definiciones de términos y cantidades usadas por otras normas.

La tabla que se presenta a continuación contiene sólo algunas de las normas existentes en este campo.



Tabla 12.11. Normas sobre definiciones y terminología.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN 12792	Ventilación de edificios. Símbolos, terminología y símbolos gráficos. Comprende los símbolos y la terminología incluida en las normas europeas, relativas a "Ventilación de edificios" producidas por CEN/TC 156.
UNE-EN ISO 9251	Aislamiento térmico. Condiciones de transmisión térmica y propiedades de los materiales. Vocabulario. (ISO 9251:1987). Define los términos usados en el campo del aislamiento térmico para describir las condiciones de transferencia de calor y las propiedades de los materiales.

Fuente: AENOR.

12.3.2.5. Normas para la monitorización y la verificación de la energía

Estas normas incluyen la determinación de los coeficientes de fugas y la termografía infrarroja, que se puede usar en la verificación de la eficiencia energética de los edificios. Se incluyen también normas sobre inspección de los sistemas de calefacción y de acondicionamiento de aire.

La tabla que se presenta a continuación contiene sólo algunas de las normas existentes en este campo.

Tabla 12.12. Normas sobre monitorización y verificación de la energía.

CÓDIGO DE LA NORMA	TÍTULO Y CONTENIDO
UNE-EN 12599	Ventilación de edificios. Procedimientos de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados. Especifica controles, métodos de ensayo e instrumentos de medida en orden a verificar la adecuación a la finalidad de los sistemas instalados en el momento de la entrega. Ofrece alternativas entre ensayos sencillos y mediciones extensivas. Aplica a los sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire operados mecánicamente especificados en La Norma EN 12792 e incluye cualquiera de los siguientes: - Dispositivos terminales de aire y unidades. - Unidades de tratamiento de aire. - Sistemas de distribución de aire (entrada, extracción, salida). - Dispositivos de protección contra el fuego. - Dispositivos de control automáticos. No define el procedimiento por el cual el sistema se implementa, ajusta o equilibra o el procedimiento de control interno de la calidad previo a la entrega.
UNE-EN 13829	Aislamiento térmico. Determinación de la estanquidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador. (ISO 9972:1996, modificada). Medida de la permeabilidad del aire del edificio o partes del mismo en campo. Especifica el uso de la presurización mecánica o despresurización de un edificio o parte de un edificio. Describe la medida resultante del caudal de aire en un rango de diferencias de presión estática interna-externa.

Fuente: AENOR.



12.4. NORMAS TÉCNICAS PARA LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS Y LA GESTIÓN DE LA ENERGÍA

12.4.1. Introducción

En este apartado se comentan las normas más universalmente aplicadas tanto para la realización de auditorías energéticas como para la implantación de sistemas de gestión de la energía.

□ Auditorías energéticas

Una auditoría energética constituye un paso importante para una organización de cualquier tipo o tamaño que desee mejorar su eficiencia energética, reducir el consumo de energía y obtener los beneficios medioambientales consiguientes.

Las normas europeas que se comentan a continuación definen los atributos de una auditoría energética de buena calidad. Indican los requisitos para las auditorías energéticas y las obligaciones correspondientes dentro de un proceso de auditoría energética.

Existen diferencias en el planteamiento de las auditorías energéticas en términos de alcance, objetivos y grado de detalle, sin embargo estas normas pretenden armonizar los aspectos comunes de las auditorías energéticas con el fin de aportar claridad y transparencia al mercado en relación con los servicios de auditoría energética.

El proceso general de una auditoría energética se presenta como la secuencia cronológica de actuaciones que se muestra en la Fig. 12.1., lo cual no excluye, sin embargo, la realización repetida de algunos pasos o la inclusión de otros, específicos de la actividad concreta que se audita, como pueden ser los indicados en la Fig. 12.2. En particular, estas normas se aplican a organizaciones comerciales, industriales, residenciales y del sector público, excluyendo las viviendas particulares individuales.

Además, una auditoría energética es el mejor instrumento para cumplir con la realización de una revisión energética, que es uno de los requisitos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 50001:2011, constatándose así la fuerte relación que hay en una organización entre una auditoría energética y un sistema de gestión de la energía.

Dentro de un sistema de gestión energética es necesario el establecimiento de objetivos de mejora. Una auditoría energética puede ayudar a una organización a identificar oportunidades de mejorar la eficiencia energética.



❑ Sistemas de gestión de la energía

La norma más conocida que incluye requisitos certificables de un sistema de gestión es la Norma UNE-EN ISO 50001:2011. Sin embargo, la Norma ISO 50004:2014 es una guía con ejemplos prácticos para el establecimiento, implantación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la energía de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 50001:2011. Esta guía es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, actividad, ubicación o nivel de madurez en el ámbito energético.

La Norma ISO 50003:2014 especifica los requisitos de competencia, consistencia e imparcialidad de las entidades proveedoras de servicios de auditoría y certificación de los sistemas de gestión de energía. Para asegurar la eficiencia de los procesos de auditoría de certificación, establece requisitos de competencia de los auditores, la duración de los procesos de auditoría y los requisitos de muestreo en procesos "multisite".

Finalmente, la Norma ISO 50006:2014 ofrece una guía a las organizaciones para el establecimiento, uso y mantenimiento de indicadores de desempeño energético y líneas de base energéticas, como parte del proceso de medición del desempeño energético. Como la anterior, también es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, actividad, ubicación o nivel de madurez en el ámbito energético.

A continuación se introducen algunas de las normas mencionadas.

12.4.2. Descripción de las normas sobre gestión de la energía y auditorías energéticas

12.4.2.1. Norma UNE-EN 16247-1: 2012 Auditorías energéticas. Parte 1: Requisitos generales

La parte 1 de esta norma europea especifica los requisitos generales, la metodología común y los entregables de las auditorías energéticas. Se aplica a todo tipo de instalaciones y organizaciones, y a todos los tipos de consumos y usos de la energía, excluyendo las viviendas particulares individuales.

Los requisitos generales se completan con requisitos específicos en otras partes de esta norma, dedicadas específicamente a las auditorías energéticas para edificios, procesos industriales y transportes.

12.4.2.2. Norma UNE-EN 16247-2: 2014 auditorías energéticas. Parte 2: Edificios

El uso y el funcionamiento de los edificios requieren la provisión de servicios y procesos tales como calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación, agua



caliente sanitaria, sistemas de transporte (por ejemplo, ascensores, escaleras mecánicas y pasillos rodantes). Además, la energía es utilizada por equipamientos concretos dentro del edificio.

El consumo de energía depende de:

- Las condiciones climáticas locales.
- Las características de la envolvente del edificio.
- Las condiciones del ambiente interior diseñadas.
- Las características y la configuración de los sistemas técnicos del edificio.
- Las actividades y los procesos en el/del edificio.
- El comportamiento del ocupante y el régimen operacional.

Al tratar con edificios, los objetos auditados a menudo son similares, técnicamente simples y numerosos (como en el sector residencial), pero también pueden ser únicos, complejos y altamente técnicos (como hospitales, piscinas y spas, etc.).

Las auditorías energéticas en edificios pueden incluir al edificio entero, partes del edificio o algún sistema técnico individualizado.

Los indicadores del desempeño energético (valores de puntos de referencia, si están disponibles) o los datos de la media estadística del consumo específico de energía son publicados normalmente a nivel nacional para distintos tipos de edificios y antigüedades. Esta información puede utilizarse en el análisis para proporcionar una evaluación comparativa del desempeño energético.

Las auditorías energéticas cubiertas por esta norma podrían ser independientes de la certificación del desempeño energético del edificio y de otros requisitos legislativos.

12.4.2.3. Norma UNE-EN 16247-3: 2014 Auditorías energéticas. Parte 3: Procesos

Esta norma especifica los requisitos, metodología y documentación a generar en una auditoría de un proceso en los tres pasos siguientes respectivamente:

- Organización y ejecución de la auditoría energética.
- Análisis de los datos auditados.
- Informes y documentación de los hallazgos efectuados.



Los diferentes sectores de actividad humana mantienen importantes diferencias en procesos y portadores de energía. Hay muchos tipos de procesos para cada tipo de industria y para el comercio. En general, la energía es utilizada:

- Directamente por un proceso (por ejemplo, hornos, secadores por combustión directa, etc.).
- Indirectamente por un proceso (por ejemplo, intercambio de calor, destilación, extrusión, etc.), incluyendo las condiciones específicas de producción (por ejemplo, puesta en marcha, apagado, cambio de producto, limpieza, mantenimiento, transferencia de laboratorio y de producto).
- En un proceso, para proporcionar el portador de energía (por ejemplo, sistemas impulsados por motores: ventiladores, bombas, motores, compresores, etc., con diferentes portadores: vapor, agua caliente), incluyendo centrales eléctricas in situ.
- En otros procesos (por ejemplo, esterilización en hospitales, campanas de humos, laboratorios, etc.).

12.4.2.4. Norma UNE-EN 16247-4: 2014 Auditorías energéticas. Parte 4: Transporte

Esta norma europea tiene la intención de ser utilizada para la auditoría de activos móviles, por ejemplo, vehículos, ferrocarriles, buques marinos o aviones, así como plantas móviles, tanto en un ámbito territorial local como global para el transporte de bienes y personas, y por operadores públicos o privados.

Debido a la movilidad de los activos en el transporte, la auditoría energética en esta área es especialmente desafiante. Por ejemplo, las reuniones son más difíciles de organizar y las actividades implicadas son más difíciles de inspeccionar.

La primera parte de esta norma armoniza los procedimientos para la auditoría energética en sistemas de transporte. Por otra parte, hay ciertos aspectos que son particulares para cada modo de transporte. Por ejemplo, mientras que los activos móviles en el transporte por carretera son numerosos, similares y se reemplazan frecuentemente, los activos para los transportes marítimo y aéreo son grandes y de larga duración.

Para establecer las características de la auditoría energética de cada modo de transporte, hay una sección específica para cada uno de ellos al final de la norma.

Además, la posibilidad de planificar y seleccionar el modo de transporte (y, a veces, de utilizar diferentes modos para un único servicio de transporte), fa-



ilitando el diseño de infraestructuras, transportes intermodales e inversiones asociadas, también es un aspecto específico de la actividad de transporte y esta norma pone especial atención en este tema.

12.4.2.5. Norma UNE-EN 16247-5: 2015 Auditorías energéticas. Parte 5: Competencia de los auditores energéticos

La confianza en el proceso de auditoría energética y la capacidad de alcanzar sus objetivos depende de la competencia del auditor energético.

Esta norma europea especifica la competencia que necesita el auditor energético para la implantación eficaz de los requisitos de la Norma UNE-EN 16247-1, que puede completarse con las partes específicas sectoriales UNE-EN 16247-2, UNE-EN 16247-3 o UNE-EN 16247-4.

Esta norma europea busca armonizar la formación, las habilidades y la experiencia necesarias para que el auditor o los auditores energéticos aporten la calidad adecuada a los servicios de auditoría energética. La competencia se aplica a un individuo pero también se aplicaría a un equipo o grupo de auditores cuando se necesite una amplia gama de habilidades.

Cuando el auditor energético no sea un solo individuo, es necesario nombrar a un miembro del equipo como jefe de la auditoría energética.

Las habilidades, la experiencia y los atributos del auditor energético son personales. Sin embargo, emplazamientos o instalaciones más grandes y organizaciones más complejas pueden necesitar las habilidades de una variedad de expertos técnicos trabajando conjuntamente. Si se designa un equipo de auditoría energética, debería estar compuesto por un jefe de auditoría y por expertos técnicos, cuando sea necesario, para cumplir los requisitos de competencia técnica. El enfoque del equipo de auditoría energética no diluye la necesidad de todos los atributos individuales observados en los capítulos de la Norma.

Los requisitos incluidos en la Norma deberían permitir al auditor comprender los propósitos, las necesidades y las expectativas de la organización relativas a la auditoría energética.

Los requisitos de competencia de auditores establecidos en esta Norma pueden ser utilizados tanto por organizaciones proveedoras de servicios de auditoría energética como por administraciones, para el diseño de esquemas de acreditación nacionales.



12.4.2.6. Norma ISO 50004: Sistemas de Gestión de la Energía: Guía para la implementación, mantenimiento y mejoramiento de un Sistema de Gestión de la Energía

Esta norma internacional es una guía para la implantación de los requisitos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 50001:2011 y orienta las actividades de la organización para conseguir la mejora continua en la gestión y desempeño energéticos.

Esta norma ofrece orientación a organizaciones de diversos niveles de experiencia en la gestión energética, como pueden ser:

- Con poca o ninguna experiencia en gestión de energía o en sistemas de gestión de energía.
- Con experiencia en ejecución de proyectos de eficiencia energética pero con poca o ninguna experiencia en sistemas de gestión de energía.
- Con un sistema de gestión de energía implantado pero no necesariamente de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 50001:2011.
- Con experiencia en la Norma UNE-EN ISO 50001:2011 y buscando ideas y sugerencias adicionales de desarrollo.

Un sistema de gestión de energía es sostenible y más eficiente cuando se integra en el contexto de los procesos de negocio de la organización (p.e. operaciones, financiero, calidad, mantenimiento, recursos humanos, compras, seguridad e higiene y medio ambiente).

La norma UNE-EN ISO 50001:2011 se puede integrar con otras normas de sistemas de gestión como las normas UNE-EN ISO 9001:2015, UNE-EN ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007. La integración puede tener efectos positivos en la cultura y ejecución integral del negocio, incorporando la gestión de la energía dentro de las prácticas de gestión habituales, con un enfoque hacia la eficiencia y optimización de los costes de operación de los sistemas de gestión.

Los ejemplos y aproximaciones prácticas presentados en esta norma internacional tienen un objeto ilustrativo y no son las únicas posibilidades de aplicación puesto que no necesariamente son aplicables a todo tipo de organizaciones. En la implantación, mantenimiento o mejora de un sistema de gestión de la energía es importante que cada organización adapte las orientaciones a sus propias circunstancias.

Esta norma internacional incluye cuadros prácticos de apoyo diseñados para ofrecer ideas, ejemplos y estrategias para implantar un sistema de gestión de la energía.



El compromiso de la alta dirección es esencial para una efectiva implantación, mantenimiento y mejora del sistema de gestión de energía, con el objeto de lograr los beneficios en la mejora del desempeño energético. La alta dirección demuestra su compromiso a través de acciones de liderazgo y un involucramiento activo en el sistema de gestión de la energía, asegurando la provisión de recursos, incluyendo las personas que deberán implantar y sostener el sistema de gestión de la energía en el tiempo.

12.4.2.7. Norma ISO 50006: Líneas de base energéticas e indicadores de desempeño -Principios generales y directrices

Esta norma internacional ofrece a las organizaciones una guía práctica acerca de cómo cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 50001:2011 en relación con el establecimiento, uso y mantenimiento de indicadores de desempeño energético y líneas de base energética para la medición del desempeño energético y sus variaciones.

Los indicadores de desempeño energético y las líneas de base energética son dos elementos clave interrelacionados en un sistema de gestión de energía de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 50001:2011 que dan sentido a la medición y, por tanto, a la gestión del desempeño energético en una organización. El desempeño energético es un concepto amplio relacionado con los consumos y usos de la energía, así como de la eficiencia energética.

Para una gestión eficiente del desempeño energético de las instalaciones, sistemas, procesos y equipos, las organizaciones tienen que conocer cómo es utilizada la energía y cuánta se consume en el transcurso del tiempo. Un indicador de desempeño energético es un valor o medición que cuantifica resultados relacionados con la eficiencia energética, usos y consumos en las instalaciones, sistemas, procesos y equipos. Las organizaciones utilizan indicadores de desempeño energético de su desempeño energético.

Una línea base es una referencia que caracteriza y cuantifica el desempeño energético de una organización durante un periodo de tiempo especificado. La línea de base permite a una organización gestionar cambios en el desempeño energético en periodos temporales seleccionados. Las líneas de base son usadas también a modo de referencia para calcular ahorros energéticos antes y después de la implantación de acciones de mejora.

Las organizaciones definen objetivos de desempeño energético como parte del proceso de planificación energética dentro del sistema de gestión de la energía. La organización tiene que considerar objetivos de desempeño energético al tiempo que identifica y diseña indicadores de desempeño energético y líneas de base energética.



Esta norma internacional incluye cuadros prácticos de apoyo diseñados para ofrecer ideas, ejemplos y estrategias para medir el desempeño energético utilizando indicadores de desempeño energético y líneas de base energéticas.

Los conceptos y métodos establecidos en esta norma internacional pueden ser utilizados por organizaciones que no disponen de sistema de gestión de la energía. Por ejemplo, indicadores de desempeño y líneas de base pueden ser usadas a nivel de instalación, sistema, proceso o equipo o para una evaluación de acciones individuales de mejora del desempeño energético.

En conclusión, la aplicación de las normas relacionadas con auditorías energéticas y con la gestión de la energía está impulsando la implantación de sistemas de gestión como el propuesto por la Norma UNE-EN ISO 50001:2011, (que incluye actividades de auditoría energética en el apartado de revisión energética), comprobándose un mayor crecimiento en la implantación de estos sistemas de gestión que el que se produjo en su momento para los sistemas de gestión de calidad o medio ambiente (Fig.12.3).



Figura 12.1. Etapas de una auditoría energética.



Herramientas: Normas de Auditorías Energéticas



Figura 12.2. Actividades específicas para auditorías energéticas de edificios, procesos y transporte.

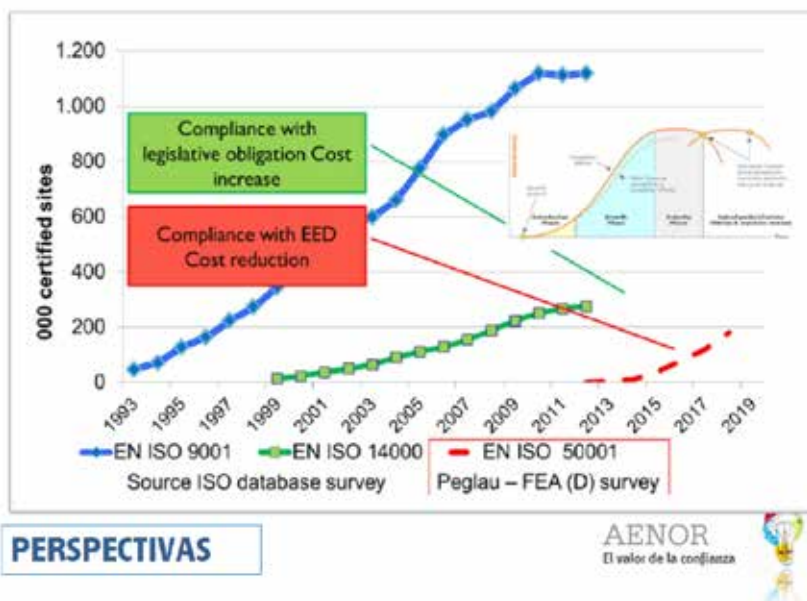
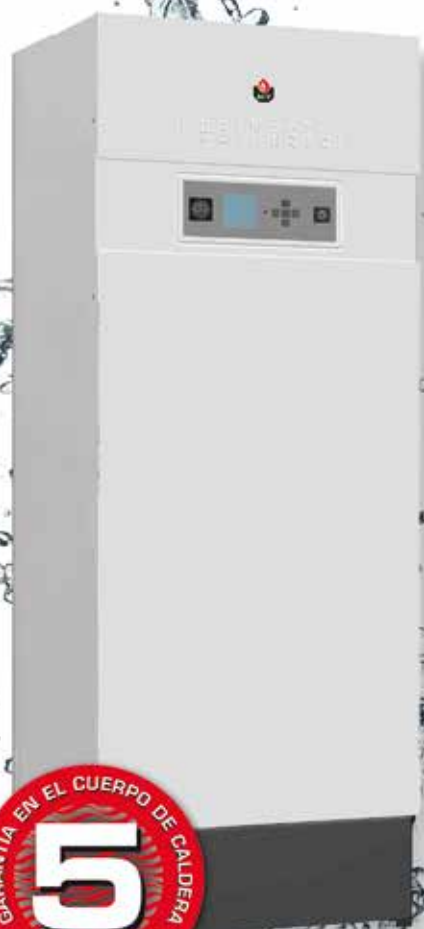


Figura 12.3. Crecimiento de los sistemas de gestión de la energía en comparación con los de calidad o medio ambiente.

**MÁXIMA PRODUCCIÓN DE AGUA
EN EL MÍNIMO ESPACIO OCUPADO**

**MÁXIMA EFICIENCIA ENERGÉTICA,
CONDENSACIÓN INCLUSO
EN PRODUCCIÓN DE ACS**

**HEAT
MASTER TC**
CONDENSACIÓN TOTAL



Más información en:
www.acv.com

**EXCELLENCE
IN HOT WATER**



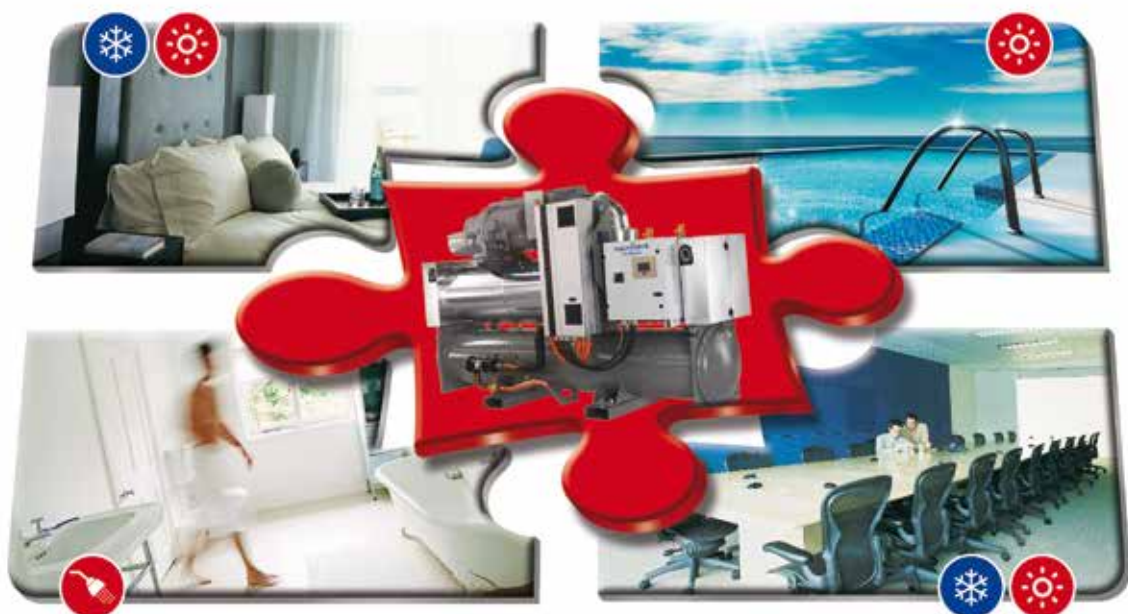


United Technologies

DESIGNING INNOVATIVE SOLUTIONS

AQUAFORCE PUREtec

LA PIEZA CLAVE PARA SU INSTALACIÓN



Máquinas térmicas con refrigerante HFO
para la producción de frío, calor y ACS



Solución
Global
Frío/Calor/ACS



Refrigerante
HFO con
PCA < 1



Temperatura
de agua
hasta 85°C



Grandes
Ahorros
Energéticos



Herramientas
de Diseño y
Simulación

Consúltenos y vea lo que Carrier puede hacer por su negocio



iCONNECTA

Plug-In ISOVER para Ce3X



**Complemento de ISOVER para verificar
los requisitos del CTE con Ce3X**

ISOVER
SAINT-GOBAIN

Construimos tu futuro

Panasonic

LO MEJOR EN CLIMATIZACIÓN PROFESIONAL



RESIDENCIAL



COMERCIAL



CALEFACCIÓN

Panasonic te conecta con el futuro:
Soluciones en climatización profesional,
innovadoras y de alta eficiencia.

<http://aircon.panasonic.es>

**Building Passion,
Building Solutions.**



heating & cooling solutions



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com



EXCELLENCE
IN HOT WATER



Panasonic
heating & cooling solutions



**Comunidad
de Madrid**