

**AUDITORÍA
ENERGÉTICA EN
ESTABLECIMIENTO
DE SALUD URBANO:
"CENTRO DE FITNESS Y SPA"**

(c) 2011 - Diego Oñate Arresti - mail@diegoonate.es

A.1. Datos generales del local auditado

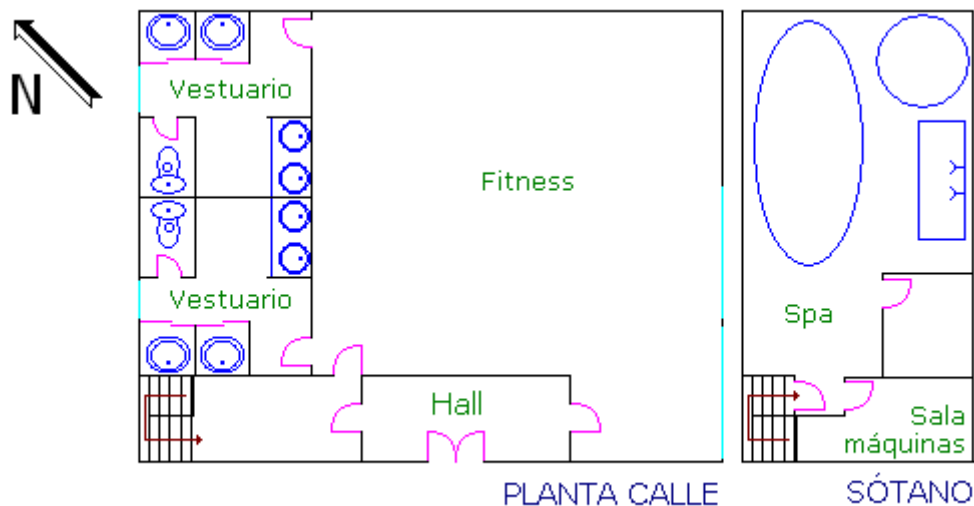
El local auditado corresponde a un pequeño establecimiento de salud urbano, situado al norte de la provincia de Huesca a una altitud de 860 msnm, que combina un centro de spa, para tratamientos y sistemas de relajación, utilizando como base principal el agua; y un centro de fitness para la realización de actividades físicas de rehabilitación y mantenimiento.

El local aprovecha superficies en dos niveles, en planta calle, la superficie es de 300 m² (altura de 3 m), de los cuales 200 m² corresponden a la sala de fitness, 80 m² a la zona de vestuarios, y 20 m² a la zona de recepción (hall).

En planta sótano se dispone de la zona de spa, de una superficie total de 100 m² (altura de 2,5 m), con varias piscinas, en diferentes compartimentos, con un total de 80 m² de lámina de agua y una pequeña sala para terapias y masajes. También se ubica allí la sala de máquinas.

En la siguiente figura se muestra un plano (no acotado) del local auditado:

Gráfico 1.1. Plano de superficies del local auditado



El horario de apertura del centro es de lunes a sábados, de 10:00 a 22:00 h, una media de 300 días al año.

La ocupación media horaria de la zona de fitness es de 5 usuarios/hora y de 3 usuarios/hora para el spa. La mayor concentración de usuarios tiene lugar entre las 19:00 y las 21:00 h, alcanzando picos de 10 usuarios/hora en la zona de fitness y 5 usuarios/hora en el spa.

El local dispone de dos recintos vestuarios, uno para cada sexo, con dos servicios de ducha, dos lavabos y un WC cada uno.

Existe una zona acristalada (practicable - oscilobatiente) en orientación SSE en la zona de fitness y dos pequeñas ventanas de cristal translúcido (practicable - oscilobatiente) en orientación NNW en cada uno de los vestuarios. La zona de spa no dispone de iluminación natural.

A.2. Suministro energético

Fase I. Inventario

El centro posee dos fuentes de energía primaria: electricidad y gas natural (G20). Del análisis de las facturas de los últimos 12 meses, podemos inferir las demandas mensuales para ambas fuentes energéticas como se muestra a continuación en los siguientes gráficos:

Gráfico 2.1. Consumo de gas natural

Consumo de gas natural (G20)

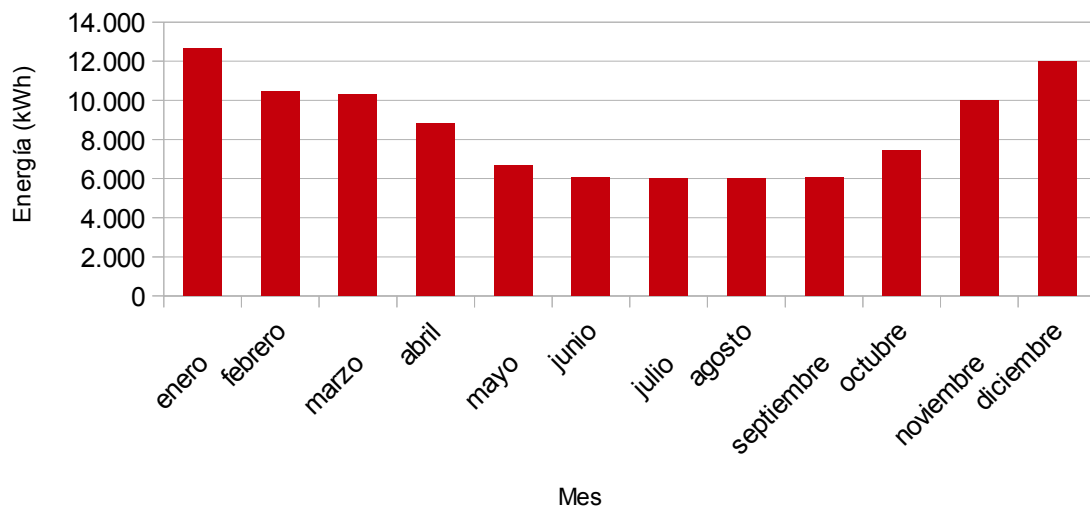
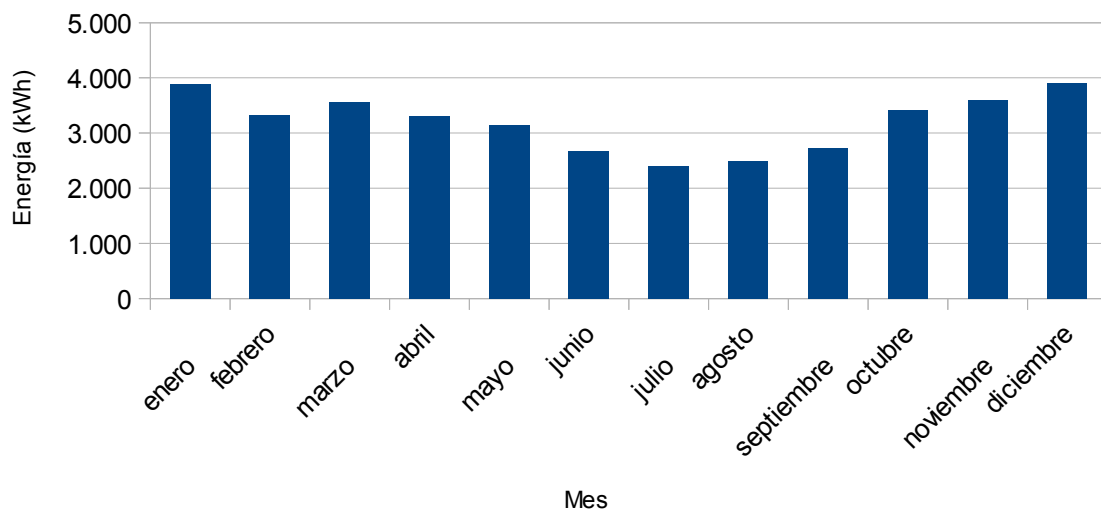


Gráfico 2.2. Consumo de electricidad (energía activa)

Demanda eléctrica global



En total se consumen un total de 105.323 kWh de gas natural y 38.412 kWh de electricidad.

Fase II. Mediciones

El suministro eléctrico se lleva a cabo en baja tensión con tarificación general tipo **3.0 A** en mercado liberalizado, en la cual existen tres periodos horarios de facturación (punta: 18:00 – 22:00; llano: 08:00 – 18:00 y 22:00 – 24:00; valle: 00:00 – 08:00 h). Dentro de cada uno de estos periodos existen unos cargos por términos de potencia (14,093; 8,456; 5,637 €/kWe·año) que son aplicados a la potencia realmente demandada (medida) del siguiente modo:

- **1.-** Si la potencia real demandada está comprendida entre el 85 y el 105 % de la potencia contratada, se factura esa potencia real.
- **2.-** Si la potencia real demandada es superior al 105 % de la potencia contratada, se factura esa potencia real más el doble de la diferencia entre esa potencia real y la correspondiente al 105 % de la potencia contratada.
- **3.-** Si la potencia real demandada es inferior al 85 % de la potencia contratada, se factura el 85 % de la potencia contratada.

En el caso que nos ocupa se ha contratado, de un modo conservador, la siguiente potencia en los respectivos periodos (30; 30; 5 kWe), pero en las observaciones de facturación se constata que la máxima potencia demandada a lo largo de todo un año son 18,5 kWe en horario punta (19:00 h), mientras que en horario llano no se han superado los 17 kWe (18:00 h). En horario valle (noche) no se han superado los 3 kWe (08:00 h). El consumo de energía reactiva (dado que las cargas inductivas son bajas) es pequeño (factor de potencia superior a 0,85).

Fase III. Mejoras propuestas

Se propone reducir la potencia contratada en horario punta y llano hasta los 20 kWe, manteniendo los 5 kWe en horario valle (noche).

Tabla 2.1. Mejora propuesta en la contratación de potencia eléctrica

Contratación eléctrica								
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro	Inversión	Pay-back
Potencia (kWe)	Peaje (€/kWe·año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Peaje (€/kWe·año)	Gasto (€/año)			
30	14,1	359	20	14,1	261	170	0	0
30	8,4	216	20	8,4	144			
5	5,6	24	5	5,6	24			
		599			429			

A.3. Iluminación

Fase I. Inventario

La iluminación tiene una duración de 12 horas al día, durante una media de 300 días al año. No existe ningún tipo de regulador o programador horario para controlar su uso.

Tabla 3.1. Inventario de iluminación

Zona	Lámpara	Equipo auxiliar	Regulación	Potencia (W)	Unidades (nº)	Potencia total (W)	Horas uso (h/día)	Consumo* (kWh/día)
Fitness	Fluorescente 79 lm/W	Balasto magnético	NO	58	20	1.160	12	16,70
Spa	Halógeno 29 cd/W	Trafo. magnético	NO	35	30	1.050	12	14,49
Duchas	Fluorescente 79 lm/W	Balasto magnético	NO	36	6	216	12	3,11
Recepción	Fluorescente Compacta 65 lm/W	Balasto electrónico integrado	NO	18	4	72	12	0,96
TOTAL						2.498		35,26

Fase II. Mediciones

Se realiza una serie de mediciones por zonas de uso, tanto en horario diurno como nocturno, para verificar los niveles de iluminancia existentes.

Tabla 3.2. Medidas de iluminancia existente

Zona	Fecha	Hora	Iluminancia (lux)	Altura med. (m)	Observaciones
Fitness	15/11/11	10:00	350	0,85	Buena irradiación solar (SSE). Valor medio
Fitness	15/11/11	10:00	450	0,85	Valor en las proximidades de ventanas (SSE)
Fitness	15/11/11	20:00	320	0,85	Valor medio en horario nocturno
Spa	15/11/11	10:00	110	0,00	Zona interior (sin luz natural)
Duchas	15/11/11	10:00	320	1,75	Zona interior. A menudo sin usuarios
Recepción	15/11/11	10:00	330	0,85	Zona con baja irradiación solar (NNW)

Se aprecia que en la zona de fitness, en las proximidades de la zona con aporte de luz natural (orientación SSE), la iluminación combinada (natural+artificial) es excesiva para la actividad que se desarrolla en dicha sala, por lo que es de interés reducir la iluminación en dicha zona.

Fase III. Mejoras propuestas

A la vista de la auditoría en iluminación realizada, se proponen las siguientes modificaciones:

1.- Zona de fitness. Sustituir las lámparas fluorescentes convencionales por unas de alta eficiencia, manteniendo los niveles actuales de iluminancia. Sustituir los balastos electromagnéticos por equipos electrónicos. Incorporar células fotosensibles en las luminarias próximas a la zona de ventanas de manera que las primeras sean encendidas/apagadas automáticamente según la irradiación natural presente.

Tabla 3.3. Mejoras propuestas en zona de fitness

Fitness									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
20 fluorescentes - 58 W (79 lm/W)			20 fluorescentes - 51 W (89 lm/W) Células fotosensibles de luz natural						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
1.160	5.010	601	1.020	2.975	357	2.035	244	400	20

2.- Zona de spa. Sustituir las lámparas halógenas convencionales por unas de alta eficiencia, manteniendo los niveles actuales de iluminancia. Sustituir los transformadores electromagnéticos por equipos electrónicos.

Tabla 3.4. Mejoras propuestas en zona de spa

Spa									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
30 halógenos - 35 W (29 cd/W)			30 halógenos - 20 W (50 cd/W)						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
1.050	4.347	522	600	2.268	272	2.079	250	350	17

3.- Zona de duchas. Sustituir las lámparas fluorescentes convencionales por unas de alta eficiencia, manteniendo los niveles actuales de iluminancia. Sustituir los balastos electromagnéticos por equipos electrónicos. Incorporar sensores de presencia para encender/apagar luminarias en función de la presencia o no de usuarios.

Tabla 3.5. Mejoras propuestas en zona de duchas

Duchas									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
6 fluorescentes - 36 W (79 lm/W)			6 fluorescentes - 32 W (82 lm/W) Sensores de presencia						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
216	933	112	192	373	45	560	67	120	21

*: Incluidos consumos de los equipos auxiliares

A.4. Climatización y ACS

Fase I. Inventario

Las necesidades de calefacción para climatización y ACS (agua caliente sanitaria) son cubiertas por medio de una caldera modulante de gas natural de 49 kWt modelo **BAXI ROCA G200-50 GTA**. Esta caldera posee un depósito acumulador de ACS propio (130 litros a 70 C) y es capaz de generar 800 litros/hora (desde 10 C hasta 40 C). La eficiencia de esta caldera, en un margen de modulación comprendida entre el 30 y el 100 %, es del 90,3 % (sobre PCI).

Dada la ubicación septentrional del local y su altitud (con inviernos fríos y veranos suaves), el local no dispone de sistemas de refrigeración ambiental (aire acondicionado).

Existen dos circuitos de calefacción independientes alimentados y controlados por la caldera:

- **1.-** Climatización con agua caliente (80 / 70 C) mediante radiadores convectores de inyección de aluminio, distribuidos por la zona de fitness, duchas y recepción.
- **2.-** Calefacción del agua del vaso de piscina del spa.

Las necesidades de ventilación (renovación de aire) en la zona de fitness y duchas, son cubiertas mediante un circuito de impulsión - extracción de aire exterior, por medio de sendos ventiladores de dos velocidades, la menor para una renovación ambiental mínima de 500 m³/h operativa continuamente y la mayor de 1.000 m³/h, para momentos de una mayor necesidad de ventilación por la mayor actividad realizada en la sala. No existe mecanismo de recuperación de calor entre ambas corrientes.

Las necesidades de deshumectación de la piscina del spa son cubiertas mediante ventilación por medio de un circuito de impulsión - extracción de aire exterior (más seco). Para ello se emplean sendos ventiladores de dos velocidades, la menor corresponde a una ventilación ambiental mínima de 1.500 m³/h, empleada en periodos fríos (otoño-invierno), y la mayor de 3.000 m³/h, empleada en periodos cálidos (primavera-verano). La regulación se basa en el control de temperatura y humedad del recinto. Existe un recuperador de calor sensible (intercambiador de calor de placas en flujo cruzado) entre las corrientes de extracción e impulsión de una eficiencia media del 50 %. Las necesidades finales de calefacción de la corriente de aire de impulsión (una vez atemperada en el recuperador) son satisfechas por medio de una resistencia eléctrica de 6 kWe.

En la siguiente tabla se muestran los distintos usos de energía final requeridos para la climatización y generación de ACS en el conjunto del recinto estudiado.

Tabla 4.1. Inventario de climatización y ACS

Zona	Uso	Tipo energía	Potencia máx. (W)	Consumo (kWh/año)
Fitness Vestuarios	Calefacción ambiente 50 W/m ²	Agua caliente 80 / 70 C	15.000	22.946
Fitness	Ventilación ambiente 500 m ³ /h (80%) 1.000 m ³ /h (20%)	Eléctrica	500	900
Spa	Calefacción piscina 250 W/m ² piscina	Agua caliente 80 / 70 C	20.000	66.879
Spa	Ventilación ambiente 1.500 m ³ /h (50%) 3.000 m ³ /h (50%)	Eléctrica	1.250	3.375
Spa	Calefacción ambiente 75 W/m ² piscina	Eléctrica	6.000	11.540
Duchas	ACS 50 usuarios/día	Agua caliente 40 C	11.000	12.726
TOTAL				102.551 kWh(t) / 15.815 kWh(e)

Fase II. Mediciones

Se realizan una serie de mediciones por zonas de uso, tanto en horario diurno como nocturno, para verificar los niveles de confort termo-higrométrico existentes.

Tabla 4.2. Medidas termo-higrométricas existentes por zonas de uso

Zona	Fecha	Hora	Temperatura (C - seco)	Humedad (%)	Observaciones
Fitness	15/11/11	10:00	16	49	Ventilador en velocidad mínima (500 m ³ /h)
Fitness	15/11/11	20:00	17	65	Ventilador en velocidad mínima (500 m ³ /h)
Spa	15/11/11	10:00	28	70	Medida de aire ambiental
Spa	15/11/11	10:00	27	-	Medida de temperatura del vaso de piscina
Duchas	15/11/11	10:00	22	80	Dos usuarios (de cuatro duchas disponibles)
Recepción	15/11/11	10:00	18	49	Frecuente apertura de la puerta de acceso a calle

Se aprecia que en la zona de spa, una temperatura diferencial entre el agua y el aire muy baja (1 C), lo que provoca una alta tasa de evaporación y una humedad ambiental (70 %) por encima del valor máximo admisible del 65 %.

Fase III. Mejoras propuestas

A la vista de la auditoría en climatización y ACS realizada, se proponen las siguientes modificaciones:

1.- Zona de spa. Elevar la temperatura ambiental desde los 27 hasta los 29 C, lejos de aumentar el consumo, debido a la menor evaporación del agua del vaso, disminuye eficazmente la tasa de calefacción del agua del vaso. Incorporamos asimismo un recuperador de calor de placas (para calentar el volumen de agua de sustitución ~ 5 % total) de mayor eficiencia.

Tabla 4.3. Mejoras propuestas en calefacción de agua de piscina en zona spa

Spa									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
Agua de piscina a 26 C Aire ambiental a 27 C (65% hr) Recuperador de calor (eficiencia 50%)			Agua de piscina a 26 C Aire ambiental a 29 C (65% hr) Recuperador de calor (eficiencia 70%)						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
20.000	66.879	3.344	13.000	45.922	2.296	20.957	1.048	400	5

2.- Zona de spa. Elevar la temperatura ambiental desde los 27 hasta los 29 C, lejos de aumentar el consumo, debido a la menor evaporación del agua, disminuye eficazmente la tasa de ventilación para la deshumectación necesaria. Incorporamos asimismo un recuperador de calor de mayor eficiencia. Sustituimos la resistencia eléctrica por una batería de agua caliente.

Tabla 4.4. Mejoras propuestas en calefacción de aire ambiental en zona spa

Spa									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
Agua de piscina a 26 C Aire ambiental a 27 C (65% hr) Recuperador de calor (eficiencia 50%) Resistencia eléctrica			Agua de piscina a 26 C Aire ambiental a 29 C (65% hr) Recuperador de calor (eficiencia 70%) Batería de agua caliente						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
6.000	11.540	1.385	2.500	4.953	248	6.587	1.137	1.500	16

3.- Zona de fitness. Incorporar un recuperador de calor entre el aire de extracción y el aire de impulsión de mediana eficacia para lograr recuperar parte del calor de otro modo eliminado.

Tabla 4.5. Mejoras propuestas en calefacción de aire ambiental en zona fitness

Fitness									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
Aire ambiental a 15 C Sin recuperador de calor			Aire ambiental a 15 C Recuperador de calor (eficiencia 50%)						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
15.000	22.946	1.147	13.000	20.174	1.009	2.772	138	300	26

4.- Zona de duchas. Por un lado reducir el consumo de ACS, para lo cual introducimos unos “perlizadores” que mejoran la turbulencia del agua al salir del rociador a la vez que aumenta la aireación del mismo, el resultado es una disminución del caudal de ACS, sin que el usuario vea disminuir las prestaciones de la ducha. Incorporamos asimismo un recuperador de calor tipo serpentin de mediana eficiencia para calentar el agua fría sanitaria que accede al termo de acumulación de la caldera, de este modo podemos aprovechar parte del calor del agua de ducha una vez utilizado, que de otro modo sería disipado por el colector de desagüe.

Tabla 4.6. Mejoras propuestas en ACS en zona de duchas

Duchas									
Situación actual			Situación propuesta			Ahorro		Inversión	Pay-back
50 usuarios/día 25 litros 40 C/usuario Sin perlizadores de rociado Sin recuperador de calor			50 usuarios/día 15 litros 40 C/usuario Con perlizadores de rociado Recuperador de calor (eficiencia 40%)						
Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	Potencia (W)	Consumo* (kWh/año)	Gasto (€/año)	kWh/año	€/año	€	meses
11.000	12.726	636	4.000	4.581	229	8.145	407	800	24

***: Incluida eficiencia del equipo generador**

A.5. Cuadro resumen de la auditoría

A modo de resumen se recogen en la siguiente tabla el conjunto de actuaciones de mejora propuestas, para el recinto auditado:

Tabla 5.1. Cuadro resumen de la auditoría

Mejora	Ahorro energético (kWh/año)	% Ahorro energético	Ahorro económico (€/año)	% Ahorro económico	Inversión (€)	Pay-back (meses)	Emisiones CO ₂ evitadas (kg/año)
Estudio tarifario	0	0	170	28	0	0	0
Fitness – Sustitución fluorescentes	2.035	41	244	41	400	20	733
Spa – Sustitución halógenos	2.079	48	250	48	350	17	748
Duchas – Sustitución fluorescentes	560	60	67	60	120	21	202
Spa – Recuperador de calor agua	20.957	31	1.048	31	400	5	4.191
Spa – Recuperador de calor aire	6.587	57	1.137	82	1.500	16	3.164
Fitness – Recuperador de calor aire	2.772	12	138	12	300	26	554
Duchas – Recuperador de calor agua	8.145	64	407	64	800	24	1.629
TOTAL	43.135	30	3.461	35	3.870	14	11.221

Para el conjunto de mejoras propuestas, ahorraríamos un 30 % de consumo de energía, que representaría un 35 % en los costes de la misma.

La inversión conjunta tendría un periodo de retorno (pay-back) de 14 meses, con una tasa interna de rentabilidad (T.I.R) del 83 % a 5 años.

A.6. Otras medidas de ahorro propuestas

Además de las anteriores medidas de ahorro propuestas, expondremos aquí otras, para las cuales es más difícil cuantificar con exactitud su ahorro, o bien pueden plantear periodos de amortización mayores, pero que de cualquier modo pueden contribuir, sin lugar a dudas, a reducir los costes de los suministros energéticos. Entre otros planteamos:

1.- Instalar una manta térmica sobre los vasos de piscina de spa. para impedir la evaporación en horario nocturno y con ello evitar la saturación ambiental que a primera hora de la mañana se encuentra el local al iniciar su actividad.

2.- Aumentar ligeramente el caudal de extracción del aire del spa, sobre el del aire impulsado, para favorecer un local (sótano) en depresión y evitar la difusión de humedad por la zona de escaleras al piso superior. Instalar un resorte de cierre automático en la puerta de escaleras para evitar que esta quede abierta involuntariamente impidiendo el efecto deseado anterior.

3.- Sustituir motores eléctricos estándar (eficiencia del 75 %) por motores de alta eficiencia (95 %), en equipos que trabajen muchas horas tales como ventiladores y bombas. Este hecho favorece directamente una disminución en los costes eléctricos de esos equipos del 20 %.

4.- Instalar un depósito acumulador del agua de rechazo de piscina del spa (renovación) de manera que ésta pueda alimentar las cisternas de los WC (este agua está ya tratada e higienizada sólo requiere de un pequeño filtrado previo a su uso). Instalar pulsadores de doble descarga en las cisternas de los WC, para evitar la descarga completa para usos menores.

5.- Instalar grifos monomandos modificados con maneta de agua fría en posición central y derecha y ACS sólo en posición izquierda. De este modo se evita el uso involuntario de ACS para usuarios que levantan la maneta verticalmente en su posición central (un monomando normal en esa posición mezclará agua fría y ACS en un 50 %). Instalar perlizadores de ahorro de agua en los mismos.

6.- Instalar carteles informativos en zona de vestuarios, donde se indique a modo de resumen las propuestas de ahorro planteadas en esta auditoría, así como con otras de índole general, tales como usar el agua imprescindible para cada uso, apagar las luces al salir de un local no ocupado, y regular las temperaturas de consigna en termostatos de calefacción a valores comprendidos entre 15 y 20 C (según estancias y usos).