

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO CENTRO DEPORTIVO MUNICIPAL

FERNANDO MARTÍN



Distrito: Moncloa-Aravaca

1. OBJETIVO. INFORMACIÓN RECABADA. ANÁLISIS INICIAL

OBJETIVO, PROCEDIMIENTO Y ALCANCE TÉCNICO DEL ESTUDIO ENERGÉTICO

El objetivo del estudio energético consiste en identificar la situación actual de la totalidad de los Centros Deportivos Municipales de gestión directa en el ámbito de la eficiencia energética. En base a esta evaluación podrá realizarse una clasificación de cara a señalar en cada caso las medidas de ahorro más convenientes y priorizar su ejecución u otras acciones posteriores.

El procedimiento seguido para el estudio energético, ha sido el siguiente:

1. Recepción y análisis previo de documentación, en base a los formularios remitidos por el Ayuntamiento a los gestores de dichos centros.
2. Visitas programadas. Después de un breve análisis de la documentación recogida, se realizaron las visitas correspondientes a cada centro, previa planificación y confirmación de cita con los gestores energéticos, tanto del distrito como del centro deportivo. El alcance de la visita fue:
 - Comprobación de la documentación aportada.
 - Análisis visual de instalaciones.
 - Documentación fotográfica.
 - Evaluación visual del estado de conservación (mantenimiento) de las instalaciones.

La visita se realizó el 25/09/2012 y tuvo una duración aproximada de 1 hora.

3. Análisis de las medidas más adecuadas en cada caso.
4. Elaboración del presente informe para cada centro deportivo.

El objetivo del informe, es detallar las medidas propuestas para el ahorro energético en los centros, estimando en la medida de lo posible (y con los datos disponibles) los siguientes apartados:

- Potencial de ahorro
- Inversión asociada
- Retorno previsto

Se prestará especial atención a aquellas medidas que impliquen una baja inversión, o que supongan actuaciones en lo relativo a protocolos de actuación en las instalaciones, de manera que conlleven un ahorro y un retorno inmediatos, aunque sean de pequeña entidad.

La identificación de las medidas se llevarán a cabo con la máxima precisión posible, teniendo en cuenta que se trata de un diagnóstico energético con inspección visual y apoyado en la información recopilada mediante un formulario remitido por la Agencia de la Energía a los gestores energéticos de Distrito y por la información relativa a suministros energéticos y de agua (consumos y gastos del 2011, potencias registradas,...) facilitada por la Dirección General de Contratación.

DOCUMENTACIÓN APORTADA / RECABADA PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO ENERGÉTICO

Se ha contado por norma general con documentación enviada desde cada uno de los distritos o centros, de forma que se ha podido corroborar y confirmar con la visita realizada. No se han contrastado inventarios (aunque sí tipología) de instalaciones tipo luminarias, radiadores, secamanos, puntos de agua, etc.... y, en la medida de lo posible, características y horarios de funcionamiento de los equipos de las principales instalaciones (calderas, climatizadoras, enfriadoras, acumuladores de agua caliente, deshumectadoras, sistemas de bombeo, sistema de iluminación...).

La totalidad de las visitas, se han realizado en colaboración con el personal de mantenimiento del centro y/o distrito, gestor energético del distrito y/o centro, encargado y/o personal de dirección; pudiendo contrastar y completar con dicho personal la documentación aportada.

La documentación de carácter general recabada para este estudio ha consistido en:

- Listado general de centros: nombre de la instalación, dirección, uso, código del edificio, consumos y gastos (energéticos y de agua del año 2011), superficie, número de contadores energéticos y de agua, depósitos de combustible, potencias eléctricas contratadas y reportes de potencias máximas registradas.
- Listado general de superficies desglosadas
- Formulario remitido a los gestores:
 - Características generales del CDM.
 - Tipología de instalaciones de calefacción, refrigeración y ACS.
 - Tipología de instalaciones electricidad: tipología luminarias, cantidad y potencia...
 - Otras instalaciones: asociadas a piscinas (bombeo y depuración); ascensores; riego...
- Planos: Proyecto de Ejecución o Manual de Autoprotección.
- Relación de actividades.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DEPORTIVO

El Centro Deportivo Municipal Fernando Martín está ubicado en la Avenida Santo Angel de la Guarda, 6 28039 Madrid, y cuenta con las siguientes superficies:

- Superficie construida: 7.039 m²
- Superficie libre de parcela: 4.161 m²

Año de construcción o remodelación: 1982. El centro deportivo consta de dos plantas sobre rasante (baja y alta) y una bajo rasante (sótano: sala maquinas piscina).

La forma de gestión es directa y se realiza por parte del Ayuntamiento de Madrid.

El **horario de funcionamiento**, lunes a domingo de 07:00 a 24:00 h.

Unidades Deportivas al Aire Libre:

- Pista Polideportiva.
- 2 Pistas de Tenis.

Unidades Deportivas Cubiertas:

- Pabellón Polideportivo.
- Piscina (1 vaso de 25m).
- Sala de Musculación.
- Sala Multiusos.

Accesibilidad: instalación adaptada, con ascensor, plataforma y grúa de piscina.

Deportes practicables: Bádminton, Baloncesto, Futbol Sala, Musculación, Natación y Voleibol.

ANÁLISIS DE CONSUMOS

Los datos de **consumo energético y agua**, correspondiente al año 2011:

- Electricidad: 413.733 kWh. Con un contador de compañía y potencia contratada con tarifa de tres periodos: 150 kW.
- Gasóleo¹: 2.082.217 kWh². Dos contadores.
- Agua: 9.731 m³. Tres contadores.

Las emisiones asociadas a estos consumos son las siguientes:

- Electricidad: 136.532 kg de CO₂
- Gasóleo: 547.623 kg de CO₂
- *Total: 684.155 kg de CO₂*

Los datos de **coste energético y agua**, correspondiente:

- Electricidad: 62.368 €
- Gasóleo: 155.516 €
- Agua: 19.822 €

Los **consumos específicos**:

- Gasóleo: 295,8 kWh/m² (83%).
- Electricidad: 58,8 kWh/m² (17%).

En el contador eléctrico con potencia contratada de 150 kW se registran potencias de 183 kW. Esto indica que se pueden estar pagando penalizaciones en las facturas por exceso de la potencia contratada.

¹ El valor del PCI utilizado para el Gasóleo C de calefacción es el especificado en la Guía de Contabilización de consumos del IDAE (Ministerio de Industria, Energía y Turismo): 10,14 kWh/l.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LAS INSTALACIONES**CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS****Sistemas primarios**

- SALA DE CALDERAS:
 - Combustible: Gasóleo.
 - *Equipos*: 2 calderas ROCA NTD 400 y SADECA 620
 - *Potencia y rendimiento nominal*: 465,1 kW y 620.000 kcal/h respectivamente.
 - *Quemador*: Dos etapas.
 - *Fecha fabricación/instalación*: 1991.
 - *Instalación/zona de abastecimiento*:
 - * ACS. Un acumulador de 2.500 litros.
 - * Calefacción. Fancoils (sala musculación, despachos y salas de planta alta) y Climatizadoras (Pabellón, pasillos, vestuarios y piscina cubierta).
 - * Calentamiento del agua de piscina.
 - *Regulación y control*:
 - Control por centralita mediante sondas de temperatura. Funcionamiento 24 h/día durante la totalidad del año. El funcionamiento de las calderas es en cascada, con una caldera principal y otra de apoyo.
 - *Relación de bombas de agua calefacción y ACS*:
 - * Primario caldera: 2 bombas.
 - * Secundario calor deshumectadoras y calentamiento piscina: 2 bombas.
 - * Secundario calor calefacción vestuarios, pasillos y pabellón: 2 bombas.
 - * Primario intercambiador ACS: 2 bombas.
 - * Secundario intercambiador ACS: 2 bombas.
 - * Retorno calor ACS: 2 bombas.

NOTA: Dentro del recinto de la piscina cubierta las temperaturas del agua para el vaso de 25m es de 27 °C. La temperatura del aire es de 29 °C, con una humedad del 55%.

La temperatura de consigna para la calefacción es de 21°C, durante el periodo comprendido entre los meses de octubre y abril.

- ENFRIADORA:
 - Enfriadora tipo YORK.
 - La enfriadora da servicio a todo el edificio salvo pabellón.
 - La enfriadora dispone de tres ramales de frío independientes.

NOTA: La temperatura de consigna para la refrigeración es de 24°C, durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y septiembre.



Sala calderas



Bombas calefacción y ACS



Bombas calefacción y ACS



Bombas calefacción y ACS



Enfriadora



Deposito de Inercia

CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS

Sistemas secundarios

Sistema formado por el sistema de fancoils, equipo autónomo y climatizadoras.

- 2 CLIMATIZADORAS
 - Baterías de frío-calor.
 - Regulación y control: Funcionamiento de 24 h/día durante la totalidad del año.
 - Servicio a planta baja y alta.

- CLIMATIZADORA-DESHUMECTADORA PISCINA
 - Regulación y control: manual. Funcionamiento en continuo.

- EQUIPO AUTÓNOMO TAQUILLA.
 - Regulación y control: manual mediante mando a distancia.

	
<p><i>Climatizadora pabellón</i></p>	<p><i>Deshumectadora piscina</i></p>
	
<p><i>Fancoils de sala de musculación</i></p>	<p><i>Difusores de piscina</i></p>

OTRAS INSTALACIONES

Depuración.

- **DEPURACIÓN DE PISCINA CUBIERTA.**
 - Relación de bombas de depuración: 2 bombas piscina 25 m (una en reserva), con una potencia de 8 kW, cada una.
 - Regulación y control: Control y regulación manual por cuadro eléctrico. Funcionamiento de 24 h/día durante la totalidad del año. El funcionamiento es alternativo y se realiza manualmente una vez al mes.



DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Los puntos de agua del edificio son: 33 lavabos, 60 duchas y 30 inodoros.
 Existe sistema de ahorro en la totalidad de las duchas y grifos temporizados.
 Existe sistema de aprovechamiento del agua desbordante de la piscina, mediante vaso de compensación.

INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

BATERÍAS DE CONDENSADORES, ASCENSOR, SECAMANOS.

- El centro dispone de batería de condensadores.
- El centro deportivo no dispone de centro de transformación, ni grupo electrógeno.
- Secamanos.
- Ascensor (sin dispositivo de ahorro).

ILUMINACIÓN INTERIOR

La tipología de luminarias existente en el centro es el siguiente:

- Fluorescentes de 4x36 W y 2x36 W, repartidas por la totalidad del centro deportivo: galerías del sótano, vestuarios, pasillos, etc. Equipos auxiliares electrónicos y electromagnéticos.
- Fluorescentes de 4x18 W. Vestuarios de Piscina Cubierta.
- Fluorescentes T5 de 2x39 W. Vestíbulo Pabellón.
- Halogenuros Metálicos de 250 W: Piscina Cubierta.
- Halogenuros Metálicos de 400 W. Pabellón Polideportivo.
- *Regulación y control general.* El encendido pasillos y vestuarios (tanto del pabellón como de la piscina) se realiza manualmente mediante un cuadro

eléctrico general, en horario de 07:00 a 23:00 h. El control de las oficinas se realiza mediante interruptores manuales, en horario de 08:15 a 22:00 h.

ILUMINACIÓN EXTERIOR

La tipología de luminarias existente en el centro es el siguiente:

- Halogenuros Metálicos de 250 W: Pistas exteriores. Control manual mediante botonera en cuarto del cuadro general.
- 6 Halogenuros Metálicos de 150 W. Fachada del centro deportivo. Control mediante reloj, en horario de 23:00 a 05:00 h.



Cuadro General



Cuadro pistas exteriores



Cuadro eléctrico Pabellón



Pabellón



Vestuario Pabellón



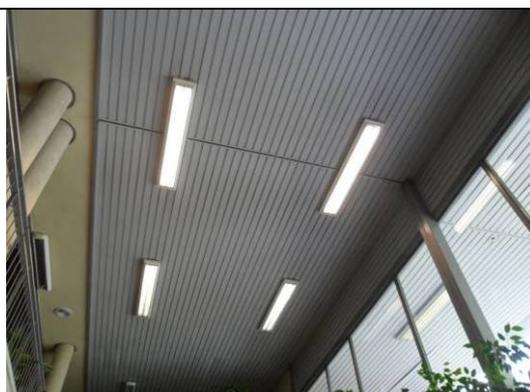
Pasillo Pabellón



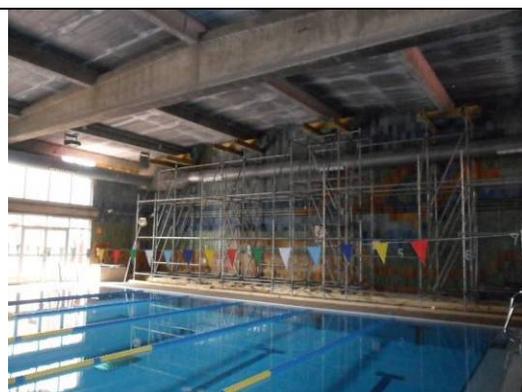
Pistas exteriores



Fachada



Vestíbulo



Piscina



Vestuario Piscina



Pasillos Piscina

CARACTERISTICAS DE LA CARPINTERIA EXTERIORES

Piscina Cubierta: Carpintería de aluminio con cristal doble (cámara de aire).

Pabellón Polideportivo: Carpintería de hierro y cristal simple



Ventana Piscina



Ventana Vestuarios Pabellón

2. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA – IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS

1. SUSTITUCIÓN CALDERAS DE GASOLEO

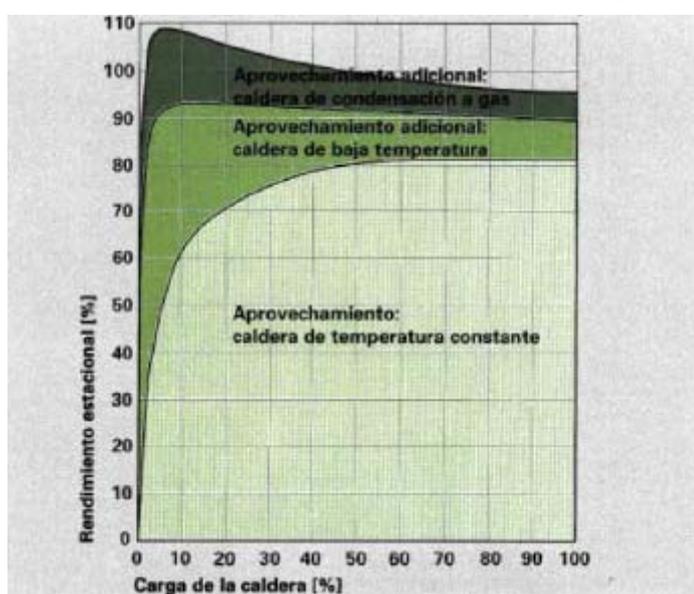
Descripción de la medida

Se propone la sustitución de las dos calderas de gasóleo por gas natural.

El desarrollo en las redes de distribución de gas natural ha aumentado la viabilidad de este tipo de actuaciones, que suponen de por sí un ahorro económico considerable (por la evolución del precio de ambos combustibles), así como un menor impacto ambiental (por las emisiones asociadas a cada uno de ellos).

El ahorro económico viene además medido por la propia instalación, que en el caso de calderas de condensación es posible alcanzar rendimientos estacionales de hasta el 110% frente al 80% de las calderas estándar o el 95% de las de baja temperatura, puesto que aprovechan el calor latente de los gases de combustión.

El comportamiento del rendimiento estacional puede observarse en la siguiente gráfica:



Potencial de ahorro

En base al rendimiento estacional de la caldera o calderas objeto de estudio, puede estimarse la diferencia entre la instalación existente y la propuesta.

³ Fenercom. Comunidad de Madrid.

Con la instalación de la nueva caldera podría llegar a aumentar el rendimiento en valores en torno a un 10-20%.

Cálculo estimativo del ahorro

- El cálculo se aplica a las dos calderas que utilizan gasóleo.
- Se procede a repartir el consumo anual de gasóleo entre calefacción-climatización piscina (90%) y ACS (10%).
- Se aplica sobre el valor correspondiente el rendimiento de las calderas de gasóleo, para tener la demanda de energía, y sobre ella se aplica el nuevo rendimiento de las calderas de gas natural.
- Con esto se tiene el ahorro energético por la mejora de la tecnología, que se traduce en el económico aplicando la diferencia de precios entre ambos combustibles gasóleo y gas natural (considerando para el gas natural 4,9 c€/kWh, como promedio del resto de Centros que ya cuentan con él).
- Se seleccionan las calderas de potencia disponible inmediatamente superior a las actuales, y se obtienen los precios según tarifa para calderas tipo BUDERUS o similar. Se le añaden las partidas correspondientes de montaje y desmontaje, así como un coeficiente de seguridad para una posterior valoración teniendo en cuenta el resto de instalaciones (conducciones...).

2. AJUSTE TEMPERATURA DE CONSIGNA REFRIGERACIÓN

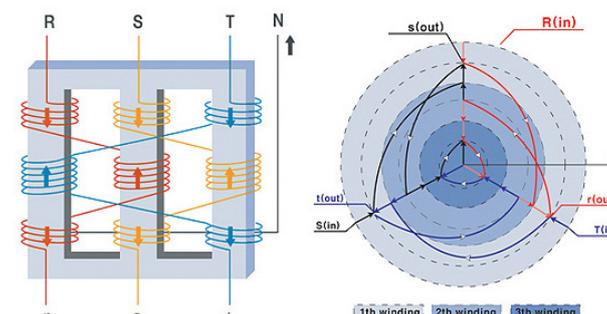
Descripción de la medida

Subir la temperatura de consigna de refrigeración de 24 °C a 26 °C.

Potencial de ahorro teórico

Se considera un **ahorro medio del 3 %** en el consumo eléctrico asociado al sistema de refrigeración por cada °C ajustado.

3. AJUSTE TEMPERATURA DE LA PISCINA CUBIERTA
Descripción de la medida
Bajar la temperatura de consigna del vaso de 27 °C a 26 °C, así como la temperatura de ambiente del recinto de 29°C a 28°C.
Potencial de ahorro teórico
Se considera un ahorro medio del 3 % en el consumo térmico asociado al recinto de la piscina, por el ajuste realizado.

4. INSTALACIÓN DE ESTABILIZADOR DE RED
Descripción de la medida
<p>Esta propuesta se basa en la instalación de un dispositivo tipo auto-transformador, que presenta las siguientes funcionalidades: disminución de energía reactiva (puede colocarse independientemente de la existencia de baterías de condensadores), compensación de fases, eliminación de alto porcentaje de armónicos.</p> <p>La base fundamental de esta medida es la tecnología ATW (Auto Transformer Winding), un sistema de bobinado en zig-zag de un autotransformador. La figura ilustra una instalación, constituida por una construcción ferro-magnética con un núcleo trifásico de tres columnas. En cada columna hay tres bobinas con polaridades opuestas. Conectando las bobinas de forma diferente a la de una designación en zig-zag clásica se obtienen composiciones transversales en las tres columnas.</p>
 <p>The diagram shows a three-phase transformer core with three vertical columns. Each column has three windings. The left column is labeled R, S, T from top to bottom, with corresponding output terminals r, s, t. The right column is labeled R(in), S(in), T(in) from top to bottom, with corresponding output terminals s(out), r(out), t(out). A legend below the diagram identifies the windings as 1th winding, 2th winding, and 3th winding.</p>
<p>El estudio en cualquier caso debe ir ligado a una prueba demo previa durante 2 semanas, de manera que se calcule detalladamente el porcentaje de ahorro.</p>
Potencial de ahorro
El potencial de ahorro está en torno a un 10-15 %, en función de las características de la instalación. Dicho potencial se comprueba con una instalación demo previa, que permite fijarlo

con más detalle, de cara a asegurar en la medida de lo posible el retorno asociado a la inversión.

Va a considerarse como estimación previa un valor del 10% como potencial de ahorro; valor bastante conservador, y casi siempre por debajo del potencial real calculado para este tipo de instalaciones.

El dimensionamiento del equipo va a ser en base a la potencia registrada (183 kW), entre un 80% y con un coeficiente de seguridad de un 20%, por lo que se tiene una potencia de equipo de 274 kVA.

5. SUSTITUCIÓN PROGRESIVA DE LAMPARAS FLUORESCENTES

Descripción de la medida

Se propone la sustitución progresiva de las lámparas fluorescentes de 18, 36 y 39 W con equipos electromagnéticos por otras de tipo PHILLIPS TLD POWER SAVER o similar, de potencias 12 y 23 W, respectivamente.

Potencial de ahorro

Según los horarios de funcionamiento (5.840 h) se tiene el ahorro directo por cada tubo fluorescente (18 / 36 W respectivamente):

- Potencial de ahorro: 35,04 / 75,92 kWh/año/lámpara.
- Potencial de ahorro económico: 5,29 / 11,46 €/año/lámpara.
- Inversión estimada: 6,59 / 9,29 €/lámpara.
- Retorno asociado: 1,2 / <1 años.

Ahorro total estimado del 30% sobre el consumo de alumbrado interior asociado a lámparas fluorescentes.

6. OPTIMIZACIÓN POTENCIA ELÉCTRICA

Descripción de la medida

Debido a que la potencia eléctrica registrada es superior a la contratada, se propone un estudio de optimización del contrato del suministro eléctrico.

Potencial de ahorro teórico

Dependerá del resultado del estudio.

3. RESULTADOS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

MEDIDA	AHORRO POTENCIAL (kWh/año)	% DE AHORRO	AHORRO POTENCIAL (€/año)	INVERSIÓN ESTIMADA (€)	RETORNO SIMPLE ASOCIADO (años)
<i>MEDIDA 1: Sustitución de calderas de gasóleo</i>	312.332	15% sobre el consumo térmico	23.425	189.900	8,1
<i>MEDIDA 2: Ajuste de temperatura consigna refrigeración</i>	8.275	2% sobre el total de consumo eléctrico	1.250	-	Inmediato
<i>MEDIDA 3: Ajuste de temperatura de la piscina cubierta</i>	33.732	1,6% sobre el consumo térmico	2.530	-	Inmediato
<i>MEDIDA 4: Instalación de estabilizador de red</i>	41.373	10% sobre el consumo eléctrico	6.247	21.900	3,5
<i>MEDIDA 5: Sustitución progresiva de lámparas fluorescentes</i>	12.412	3% sobre el consumo eléctrico	1.874	1.687	<1
<i>MEDIDA 6: Optimización potencia eléctrica</i>	Sujeto a estudio detallado	-% sobre el consumo eléctrico	-	-	-
Total al aplicar las medidas	408.124		35.326	213.487	6
Potencial de ahorro térmico					16,6%
Potencial de ahorro eléctrico					15%
POTENCIAL TOTAL DE AHORRO ENERGÉTICO					16,3%

Precios de la Energía Considerados en el estudio:

- Precio del gasóleo: 0,075 €/kWh
- Precio electricidad: 0,151 €/kWh

4. CONCLUSIONES

El **Centro Deportivo Municipal Fernando Martín** tiene un consumo energético total de 2.495.951 kWh/año.

Como medidas térmicas se propone la sustitución de las calderas de gasóleo y el ajuste de las consignas de temperatura dentro del recinto de la piscina cubierta.

En cuanto a medidas eléctricas se propone: instalación de un estabilizador de red, ajuste de consigna en el sistema de refrigeración, sustitución progresiva de lámparas fluorescentes por otras de tecnología más eficiente, así como la optimización de potencia en el contrato del suministro eléctrico.

Los resultados finales son por lo tanto:

- **Potencial mínimo de ahorro energético total: 408.124 kWh/año**
- **Porcentaje respecto al consumo energético total: 16,3%**
- **Potencial de ahorro económico estimado: 35.326 €/año**
- **Inversión prevista: 213.487 €**
- **Retorno asociado: 6 años**
- **Emisiones evitadas: 111.495 kg CO₂/año**

5. ANEXO: DOCUMENTACIÓN DE APOYO

PLANO DISTRIBUCIÓN

