

# DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO CENTRO DEPORTIVO MUNICIPAL

## CASA DE CAMPO



**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 26/09/2012 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 Casa de Campo está ubicado en el Pº Puerta del Angel, 7 28011 Madrid; y cuenta con las siguientes superficies:

- Superficie construida: 2.200 m<sup>2</sup>
- Superficie libre de parcela: 22.600 m<sup>2</sup>

Año de construcción o remodelación: 1953.

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

El **horario de funcionamiento**, lunes a viernes de 08:45 a 20:30 h. Horario de verano, de lunes a domingo de 11:00 a 20:30 horas.

Unidades Deportivas al aire libre:

- Piscina (vaso de 50m., vaso de recreo de 33m y vaso infantil).

Unidades Deportivas Cubiertas:

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

Accesibilidad: instalación convertible, con 2 grúas de piscina.

Deportes practicables: Musculación, Natación y Submarinismo.

## ANÁLISIS DE CONSUMOS

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

- Electricidad: 500.348 kWh. Con un contador de compañía y potencia contratada con tarifa de tres periodos: 115 kW.
- Gasóleo<sup>1</sup>: 2.318.074 kWh. Dos contadores.
- Agua: 166.204 m<sup>3</sup>. Un contador.

Las emisiones asociadas a estos consumos son las siguientes:

- Electricidad: 165.115 kg de CO<sub>2</sub>
- Gasóleo: 609.653 kg de CO<sub>2</sub>
- *Total: 774.768 kg de CO<sub>2</sub>*

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

- Electricidad: 67.709 €
- Gasóleo: 174.487 €
- Agua: 418.835 €

Los **consumos específicos**:

- Gasóleo: 1.053,7 kWh/m<sup>2</sup> (82%).
- Electricidad: 227,4 kWh/m<sup>2</sup> (18%).

*En el contador eléctrico con potencia contratada de 115 kW se observan registran picos de consumo superiores, de 156 kW. Esto indica que se pueden estar pagando penalizaciones en las facturas por exceso de la potencia contratada.*

---

<sup>1</sup> 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 OFICINAS Y PISCINA CUBIERTA:
  - Combustible: Gasóleo.
  - *Equipos:* 2 calderas YGNIS modelos EM 755 y ESM 202
  - *Potencia y rendimiento nominal:* 261 kW y 820 kW ambas rendimiento 88%.
  - *Quemador:* La caldera grande dispone que quemador de dos etapas y la menor dispone de quemador modulante. Sin datos.
  - *Fecha fabricación/instalación:* no se ha podido recabar la información.
  - *Instalación/zona de abastecimiento:* Oficinas, Piscina Cubierta y Gimnasio.
    - \* ACS. Acumulador de 1.500 litros.
    - \* Calefacción. Radiadores (oficinas), aerotermos (sala musculación) y climatizadora (piscina cubierta y vestuarios de piscina cubierta).
  - *Regulación y control.* Las calderas funcionan 24h al día durante casi toda la totalidad del año, salvo el mes de agosto.
  - *Relación de bombas de agua calefacción.*
    - \* Primario caldera: 2 bombas.
    - \* ACS retorno: 2 bombas.
    - \* ACS impulsión: 2 bombas.
    - \* Calefacción oficinas: 2 bombas.
    - \* Calefacción piscina y gimnasio: 2 bombas.
    - \* Piscina Primario: 2 bombas.
    - \* Radiadores: 2 bombas.

NOTA: No se han podido recabar los valores de temperaturas de calefacción y del agua de la piscina cubierta. No obstante, durante la visita se observó una baja temperatura en el ambiente del recinto de piscina y excesiva humedad, ya que no existe deshumectación. Los vestuarios de las piscinas de verano no disponen de agua caliente sanitaria ni calefacción.



*Calderas*



*Bombas de primario y acs*



*Bombas calefacción y piscina*



*Bombas mezcladoras piscina*



*Bombas de calefacción*



*Acumuladores ACS*

## CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS

### Sistemas secundarios

Sistema formado por el conjunto de radiadores, aerotermos, equipos autónomos y climatizadora.

- CLIMATIZADORA PISCINA CUBIERTA
  - Marca y modelo: Sin datos. Batería de calor, no deshumectadora.
  - Regulación y control: Funcionamiento de 24 h/día durante la totalidad del año.
  - Servicio al recinto de piscina, vestuarios y a pasillos.
  
- 2 EQUIPOS AUTÓNOMOS OFICINAS
  - Regulación y control: manual mediante mando a distancia.
  
- RADIADORES OFICINAS Y AEROTERMOS DE GIMNASIO
  - *No se han recabado datos de unidades.*



*Climatizadora Piscina Cubierta*



*Radiador Oficinas*

## OTRAS INSTALACIONES

### Depuración.

- **DEPURADORA PISCINA VERANO**
  - 3 bombas piscina 50 m. (una en reserva).
  - 2 bombas piscina infantil (una en reserva).
  - 2 bombas piscina 33 m (una en reserva).
  - *Regulación y control:* Funcionamiento de 24 h/día durante los meses de verano.
  
- **DEPURADORA PISCINA CUBIERTA**
  - 2 Bombas piscina 25 m. (una en reserva).
  - 1 bomba piscina fisioterapia.
  - *Regulación y control:* Funcionamiento de 24 h/día durante la totalidad del año salvo el mes de agosto.



*Piscina 33 m*



*Bombas piscina 33 m*



*Bombas piscina cubierta*



*Bombas piscina olímpica*



*Bombas piscina infantil*



*Piscina olímpica*

### **DISTRIBUCIÓN DE AGUA**

No se ha podido recabar un inventario de los puntos de agua del edificio.

Ninguna de las piscinas existentes en el centro cuenta con una instalación del aprovechamiento del agua desbordante, no existiendo vasos de compensación ni en la piscina cubierta ni en las de verano.

### **INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD**

#### **BATERÍAS DE CONDENSADORES, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

El centro dispone de batería de condensadores y centro de transformación.

- El centro dispone de una batería de condensadores en el CGBT y otra en la sala de maquinas de la piscina olímpica.
- El centro deportivo dispone de un transformador de 250 kVA, no existiendo grupo electrógeno.

#### **ILUMINACIÓN INTERIOR**

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

- No se ha podido recabar un inventario.
- Fluorescentes de 2x36 W y 1x18W. Vestuarios. Equipo electromagnético.
- Lámparas de bajo consumo de 2x26 W. Oficinas.
- Halogenuros Metálicos de 250 W: Piscina Cubierta.
- Regulación y control general: Manualmente mediante cuadro eléctrico.

#### **ILUMINACIÓN INTERIOR**

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

- Lámparas de vapor de sodio alta presión de 150 W. Control por célula.



*Cuadro General*



*Batería condensadores*



*Transformador 250 kVA*



*Alumbrado exterior*



*Cuadro eléctrico. Piscina Cubierta*



*Cuadro eléctrico. Piscina Olímpica*



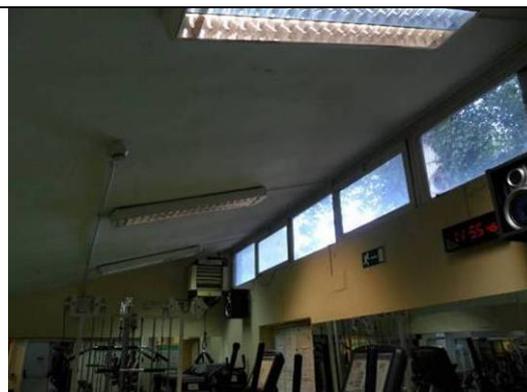
*Lámparas de bajo consumo. Oficinas*



*Iluminación. Piscina Cubierta*



*Vestuarios. Piscina Olímpica*



*Iluminación. Sala de musculación*

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARPINTERIA EXTERIORES**

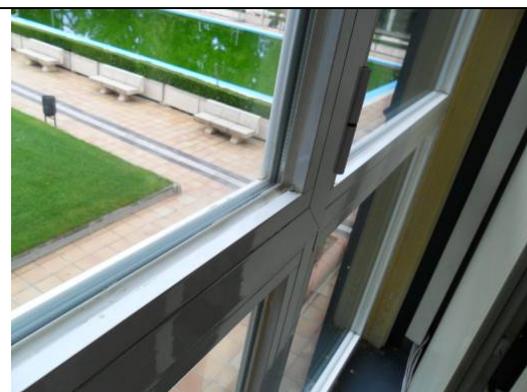
Piscina Cubierta: Carpintería de aluminio con cristal simple, en malas condiciones.

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

Vestuarios de Verano: Carpintería de aluminio con cristal simple.



*Piscina Cubierta*



*Ventana Oficinas*



*Oficinas*



*Vestuarios Verano*

## 2. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA – IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS

#### 1. SUSTITUCIÓN DE CALDERAS

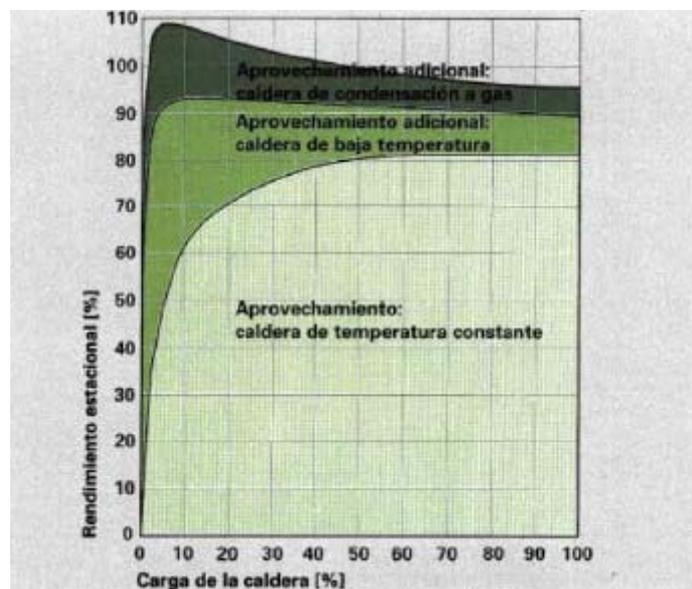
##### Descripción de la medida

Se propone la sustitución de las calderas de gasóleo por calderas de 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 para gas natural, tienen un rendimiento estacional mucho mayor que las estándar de gasóleo (y que aquellas 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.

Con la instalación de nuevas calderas se podría llegar a aumentar valores en torno a un 10-

20% sobre el rendimiento actual.

### Cálculo estimativo del ahorro

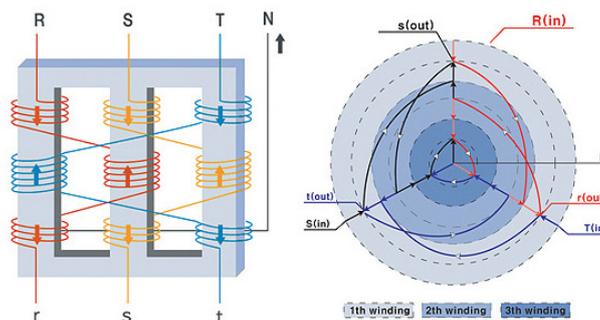
- Se procede a repartir el consumo anual de gasóleo entre calefacción-climatización (90%) y ACS (10%).
- Se aplica sobre el valor correspondiente el rendimiento de las calderas de gasóleo, para tener la demanda de energía, y sobre ella se aplica el nuevo rendimiento de las calderas de gas natural.
- 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 propone la instalación de nuevas calderas de potencia disponible inmediatamente superior a las actuales, considerando los precios según tarifa para calderas tipo BUDERUS o similar.

## 2. INSTALACIÓN DE ESTABILIZADOR DE RED

### Descripción de la medida

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.

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.



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.

#### **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.

Se considera 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 (156 kW), entre un 80% y con un coeficiente de seguridad de un 20%, por lo que se tiene una potencia de equipo de 234 kVA.

### **3. SUSTITUCIÓN PROGRESIVA DE LÁMPARAS FLUORESCENTES**

#### **Descripción de la medida**

Se propone la sustitución progresiva de las lámparas fluorescentes de 18 y 36 W, con equipos electromagnéticos, por otras de tipo PHILLIPS TLD Power Saver, o similar, de 12 y 23 W.

#### **Potencial de ahorro**

Según los horarios de funcionamiento (4.380 h/año) se tiene el ahorro directo por cada tubo fluorescente. Los datos por lámpara son los siguientes:

- Potencial de ahorro: 26,28 / 56,94 kWh/año/lámpara.
- Potencial de ahorro económico: 3,55 / 7,69 €/año/lámpara.
- Inversión estimada: 6,59 / 9,29 €/lámpara.
- Retorno asociado: 1,8 / 1,2 años.

El porcentaje de ahorro del cambio a la tecnología más eficiente se establece en algo más de un 30% para el conjunto de lámparas fluorescentes.

### **4. SUSTITUCION DE CLIMATIZADORA POR DESHUMECTADORA EN PISCINA**

#### **Descripción de la medida**

Se propone la sustitución de la actual climatizadora de la piscina cubierta por una deshumectadora para evitar las condensaciones de agua en los vidrios.

<b>Potencial de ahorro teórico</b>
------------------------------------

El porcentaje de ahorro estimado es del 3% sobre el consumo térmico asociado a la piscina.
--

<b>5. OPTIMIZACIÓN POTENCIA ELÉCTRICA</b>
---

<b>Descripción de la medida</b>
---------------------------------

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

<b>Potencial de ahorro teórico</b>
------------------------------------

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 calderas de gasóleo</i>	347.711	15% sobre el consumo térmico	26.078	125.580	4,8
<i>MEDIDA 2: Instalación de estabilizador de red</i>	50.035	10% sobre el consumo eléctrico	6.755	27.222	4
<i>MEDIDA 3: Sustitución progresiva de lámparas fluorescentes e incandescentes</i>	10.007	2% sobre el consumo eléctrico	1.351	1.858	1,4
<i>MEDIDA 4: Sustitución de climatizador de piscina por deshumectadora</i>	37.553	1,6% sobre el consumo térmico	2.816	50.100	17,8
<i>MEDIDA 5: Optimización potencia eléctrica</i>	Sujeto a estudio detallado	-% sobre el consumo eléctrico	-	-	-
<b>Total al aplicar las medidas</b>	<b>445.306</b>		<b>37.000</b>	<b>204.760</b>	<b>5,5</b>
<b>Potencial de ahorro térmico</b>					<b>16,6%</b>
<b>Potencial de ahorro eléctrico</b>					<b>12%</b>
<b>POTENCIAL TOTAL DE AHORRO ENERGÉTICO</b>					<b>15,8%</b>

Precios de la Energía Considerados en el estudio:

- Precio del gasóleo: 0,075 €/kWh
- Precio electricidad: 0,135 €/kWh

## 4. CONCLUSIONES

El **Centro Deportivo Municipal Casa de Campo** tiene un consumo energético total de 2.818.422 kWh.

Se propone la sustitución total de las calderas de gasóleo por otras de gas natural, así como la instalación de una deshumectadora para la piscina cubierta.

En cuanto al consumo eléctrico se propone: instalación de un estabilizador de red, la sustitución de las lámparas fluorescentes por otras de tecnología de bajo consumo y la optimización de la potencia del suministro eléctrico contratado.

Los resultados finales son por lo tanto:

- **Potencial mínimo de ahorro energético total: 445.306 kWh/año**
- **Porcentaje respecto al consumo energético total: 15,8%**
- **Potencial de ahorro económico estimado: 37.000 €/año**
- **Inversión prevista: 204.760 €**
- **Retorno asociado: 5,5 años**
- **Emisiones evitadas: 121.138 kg CO<sub>2</sub>/año**

## 5. ANEXO: DOCUMENTACIÓN DE APOYO

### PLANO DISTRIBUCIÓN



PLANO DISTRIBUCIÓN PISCINA

