






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Polideportivo el Arquillo)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_67_20160128

Elaborado por:		Revisado por:
		
Alberto Trueba Salas	Daniel Lozano Villamediana	Inés Simón García

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envolverte y cerramientos.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.5 Iluminación.....	5
1.5.1 Iluminación interior	6
1.5.2 Iluminación exterior	7
1.5.3 Sistemas de control	8
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	8
1.6 Otros equipos	9
1.7 Resumen de potencias instaladas	10
2. CONSUMOS ANUALES.....	11
2.1 Consumos eléctricos	11
2.2 Consumos térmicos.....	13
2.3 Consumos energéticos totales	13
2.4 Índices energéticos.....	14
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	14
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	14
3. MEDICIONES REALIZADAS	15
3.1 Medidas eléctricas.....	15
3.1.1 Registros trifásicos	15
3.1.2 Registros monofásicos.....	18
3.2 Medida de nivel de iluminación	20
3.3 Medidas térmicas.....	21
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	21
3.4 Análisis termográfico.....	23
3.5 Certificación energética	23
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	24
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	24
4.2 Desglose de consumos térmicos	25
4.3 Contribución de energías renovables	25
5. ACTUACIONES PROPUESTAS	26

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	26
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	28
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	28
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	30
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	32
7.1	Energía solar térmica.....	32
7.2	Biomasa	32
7.3	Fotovoltaica – Autoconsumo	32
8.	RESUMEN	33

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Polideportivo El Arquillo
Dirección	Calle Vega del Mar, 5 29670 San Pedro Alcántara, Málaga
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	-
Número de edificios	2
Referencia Catastral	1503103UF2410S0001BU

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Polideportivo El Arquillo** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Vega del Mar** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general Polideportivo El Arquillo

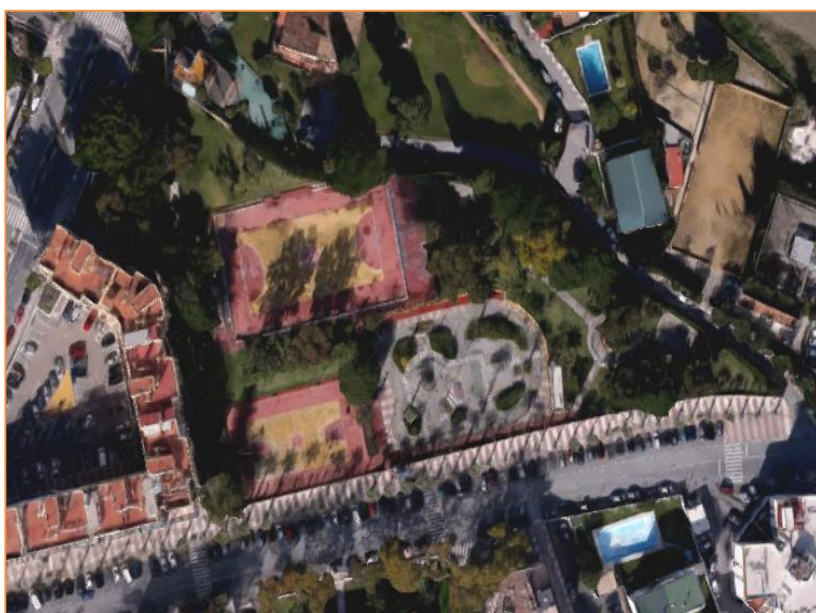


Imagen 2 Vista aérea Polideportivo El Arquillo

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida (m²)	Nº personas	Horario	Año de construcción
Edificio Sede Atletismo	1	35	Variable	19:00-21:30	1980
Edificio Aseos	1	20			

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

1.2 Planos y distribución

En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas.

USO	Planta 0 (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	11	11
Aseos	20	20
Usos múltiples	25	25
Sup. Total (m²)	55	55

Tabla 3 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a almacenaje, que está considerada como no habitable, abarca el 45% de la superficie total de las instalaciones cubiertas, mientras que el resto se reparte entre un despacho de la asociación de atletismo y los aseos, que representan el 36%

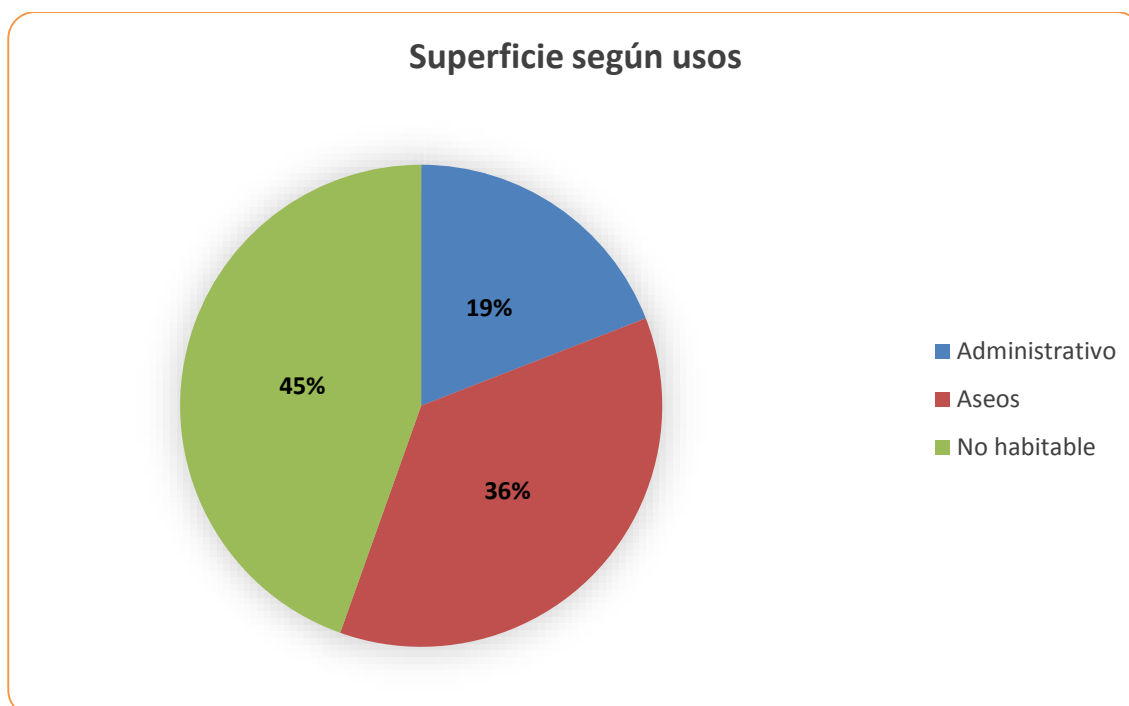
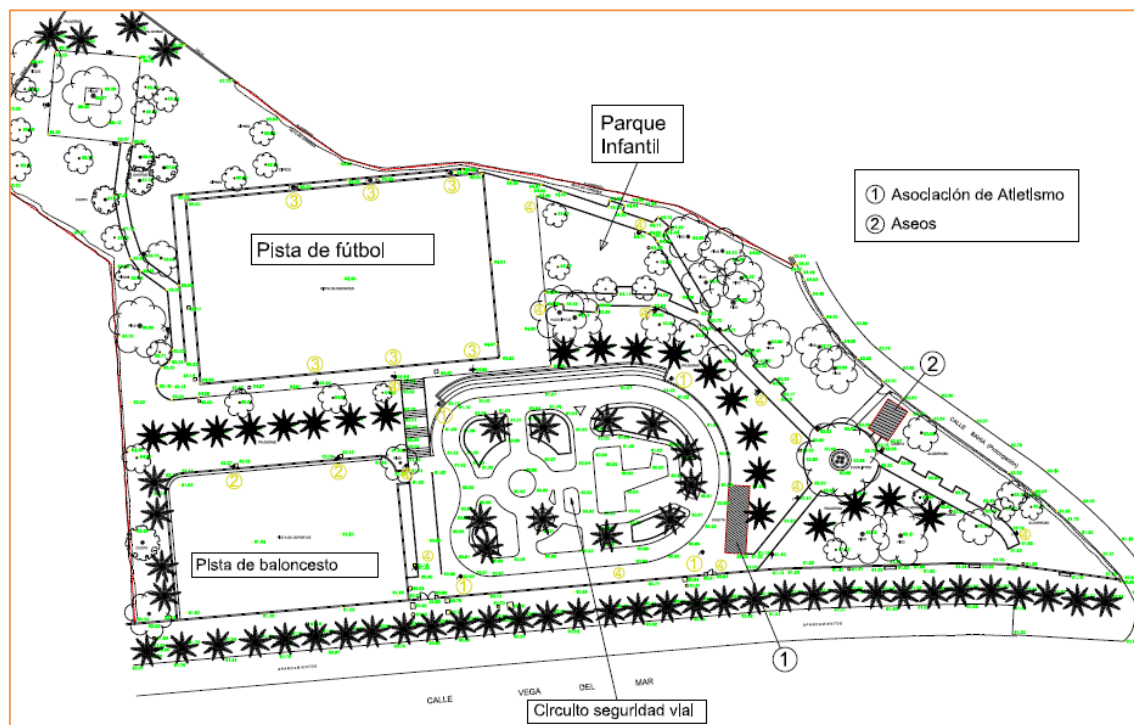
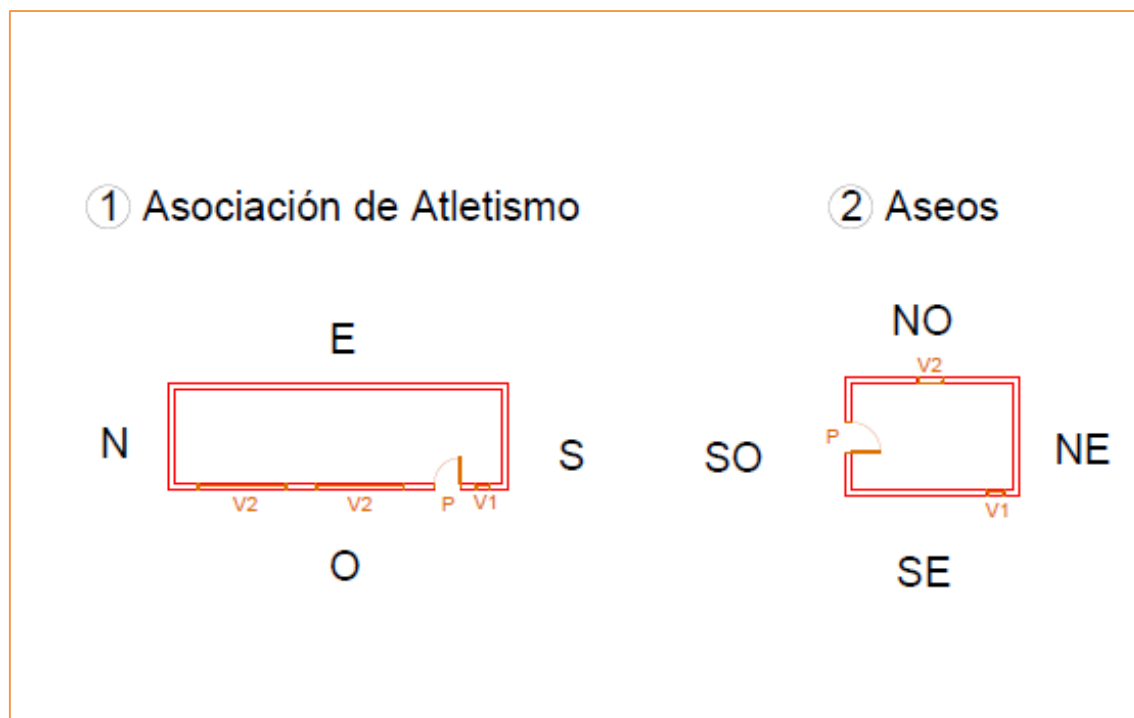


Gráfico 1 Superficie según Usos

A continuación se muestran los planos del complejo deportivo; en primer lugar se representa la ordenación del conjunto, y a continuación se muestran los planos de cada una de las edificaciones:



Plano 1 Vista General del Complejo



Plano 2 Edificaciones del Complejo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

1.3 Envolverte y cerramientos

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran las normas MV, competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación fue desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación; y concretamente se editaron entre los años 30 y 70 las siguientes normas reguladoras de la envolvente térmica:

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1980; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

El Polideportivo El Arquillo es un complejo deportivo cuyas instalaciones son principalmente descubiertas, contando con una pista polideportiva de baloncesto y voleibol, una pista de fútbol sala, un circuito de seguridad vial, una zona recreativa y dos pequeñas construcciones. La primera de ellas, de 35m² cuenta con un despacho y un almacén, y en el segundo, de menor tamaño, se encuentran los aseos.

Ambos edificios son de planta rectangular y una sola altura, teniendo diferentes tipos de cubiertas, plana para el primero y a dos aguas en los aseos. La Envolvente vertical se caracteriza por tener un acabado liso pintado en color blanco, destacando los contornos de los huecos y el zócalo inferior pintados de color amarillo.

A continuación se pueden observar los distintos tipos de carpinterías exteriores existentes:

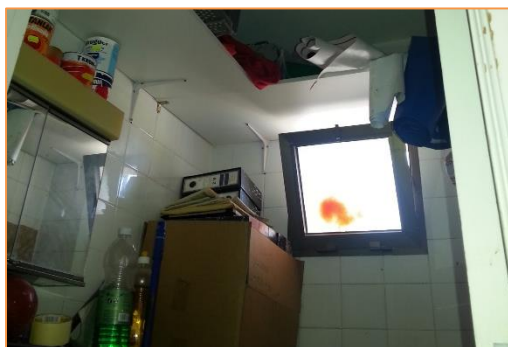


Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

Este complejo deportivo carece de sistemas de climatización, pues el uso de los espacios interiores es muy esporádico.

Tampoco cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 9,80 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

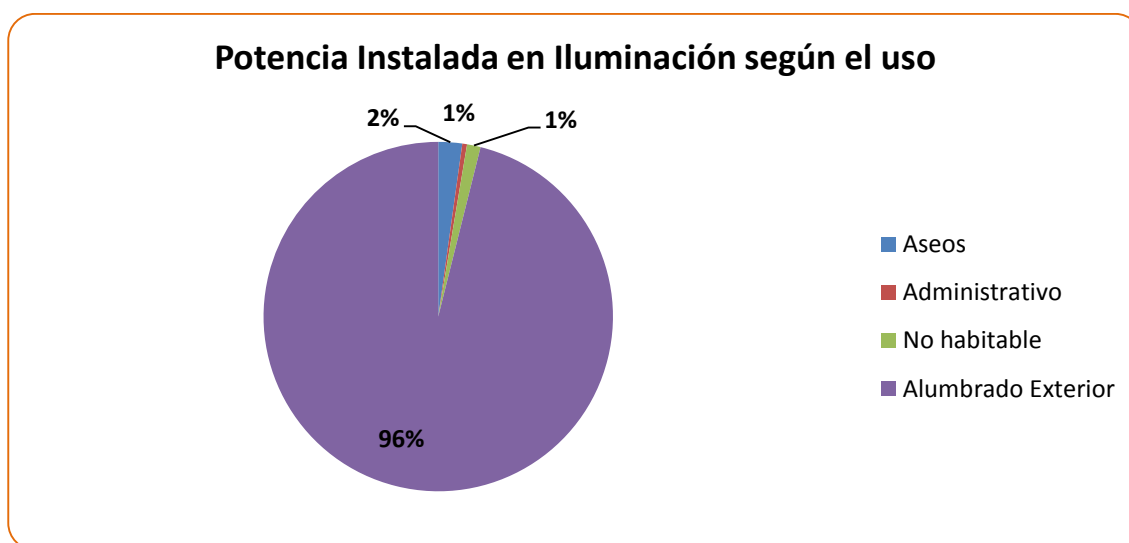


Gráfico 2 % Potencia instalada en iluminación según el uso

En el siguiente gráfico se muestran los distintos tipos de lámparas instalados y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el conjunto del complejo deportivo:

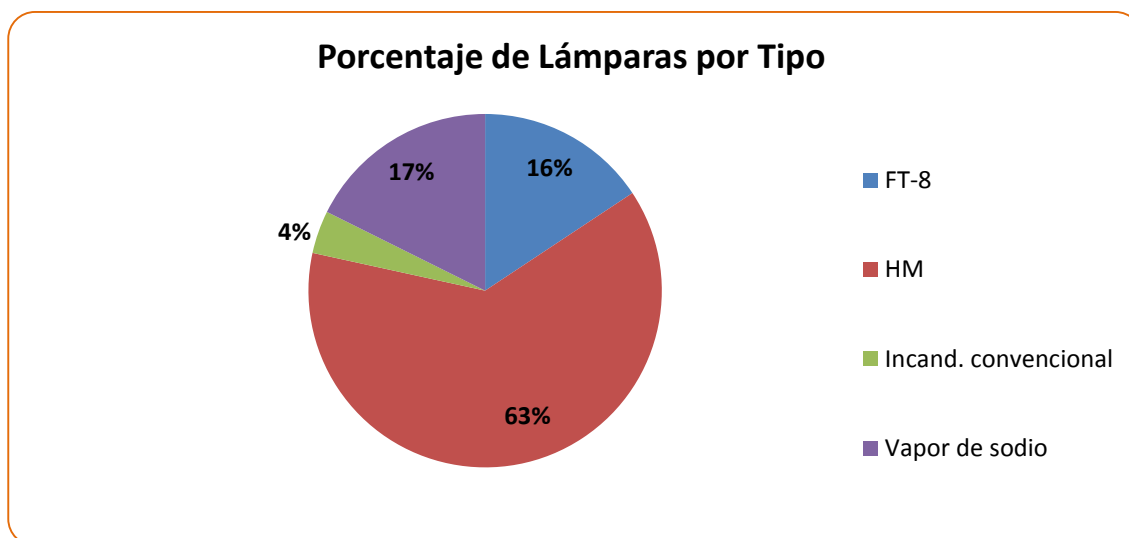


Gráfico 3 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

Las características de los elementos y equipos de iluminación, así como su distribución por zonas, se detallan en el Anexo **“Inventario Instalaciones”**.

Tipo	Nº Lum.	kW TOTAL
EM	5	0,30
FT-8	5	0,30
1	2	0,09
36	2	0,09
2	3	0,22
18	1	0,04
36	2	0,17
-	1	0,08
Incand. convencional	1	0,08
2	1	0,08
40	1	0,08
Total general	6	0,38

Tabla 4 Resumen de lámparas instaladas

En las imágenes siguientes se pueden observar los modelos de luminarias más representativos instalados.



Imagen 4 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	kW TOTAL
EM	41	9,42
HM	32	7,80
1	32	7,80
250	22	6,60
100	10	1,20
Vapor de sodio	9	1,62
1	9	1,62
150	9	1,62
-	1	0,00
Otro	1	0,00
Total general	42	9,42

Tabla 5 Resumen de iluminación exterior

En las imágenes siguientes se pueden observar los modelos de luminarias más representativos instalados en el exterior de los edificios.



Imagen 5 Luminarias situadas en el exterior del edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

1.5.3 Sistemas de control

La iluminación interior se activa de forma manual y, por tanto, carece de sistemas de control. El alumbrado exterior, en cambio, posee un reloj astronómico que regula su funcionamiento tal y como se aprecia en el registro realizado por el analizador de redes instalado.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación de ambos edificios se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento están relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento. Si bien las horas de funcionamiento del alumbrado exterior suelen estar pautadas, se instaló un registrador monofásico también para estudiarlo de forma más detallada.

1.6 Otros equipos

A continuación se muestran el resto de equipos eléctricos existentes en el centro.

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	1	0,3
Televisión Tubo	1	0,3
300	1	0,3
Electrodoméstico	1	0,11
Frigorífico	1	0,11
110	1	0,11
Sonido	1	0,04
Radio-CD	1	0,04
40	1	0,04
Total general	3	0,45

Tabla 6 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

El siguiente gráfico muestra el peso porcentual que cobra cada tipología de equipo eléctrico en cuanto a potencia instalada.

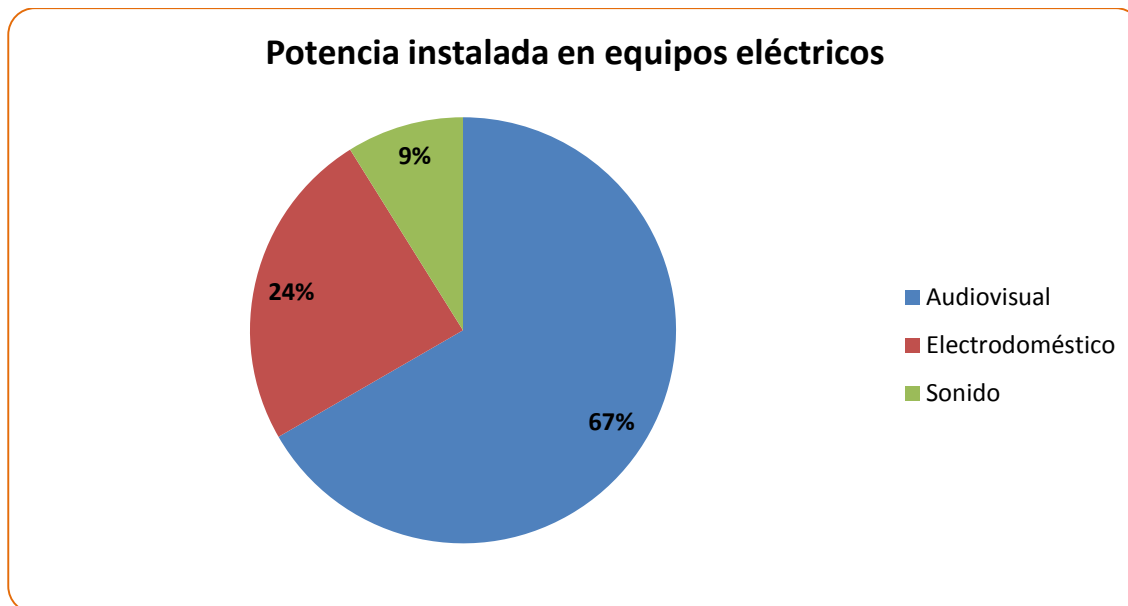


Gráfico 4 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

En el siguiente gráfico se pueden identificar las potencias instaladas en el centro:

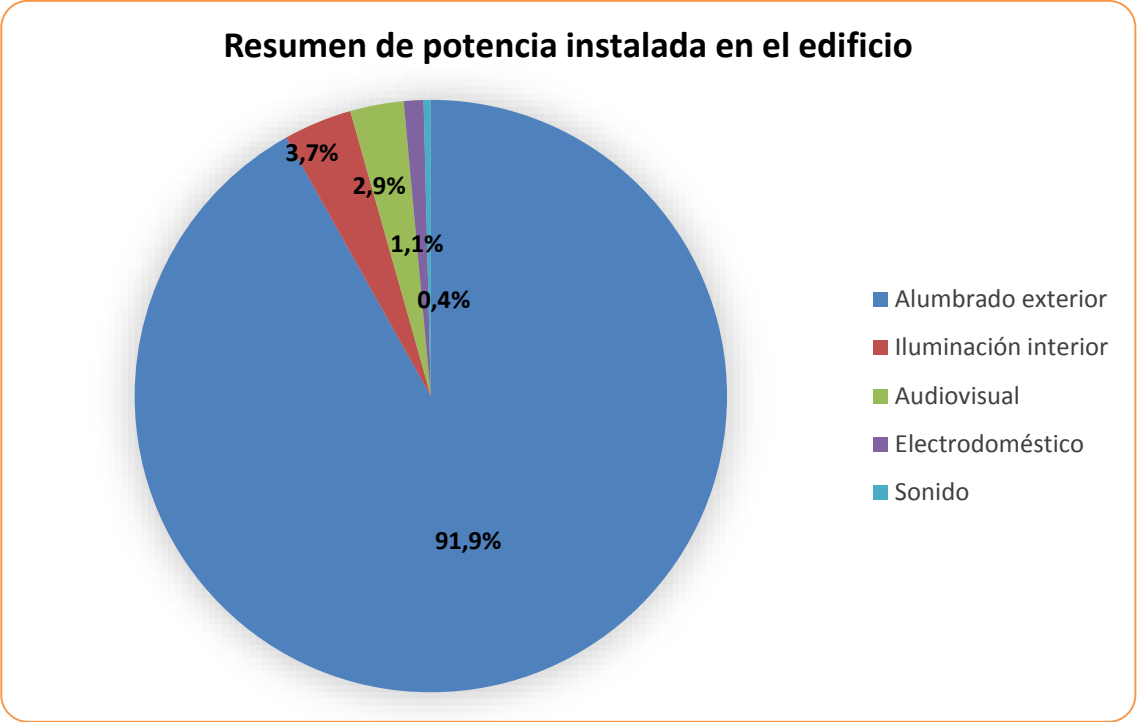


Gráfico 5 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

CUPS	ES0031103023805001LA0F	Tarifa de acceso	2.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
		P1	
Potencia contratada (kW)		9,86	
Término de potencia (€/kW año)		42,043426	
Término de energía (€/kWh)		0,125361	

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Febrero de 2014 hasta Febrero de 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Potencia Máximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
18/02/2014	21/04/2014	2242	//	0,00	327,95
21/04/2014	20/06/2014	2056	//	0,00	296,59
20/06/2014	21/08/2014	2204	//	0,00	352,29
21/08/2014	22/10/2014	1950	//	0,00	412,57
22/10/2014	22/12/2014	1714	//	0,00	363,04
22/12/2014	20/02/2015	1685	//	0,00	359,26

Tabla 7 Facturación eléctrica

A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva.

Tabla 8 Potencias contratada y registrada

Tras analizar la facturación se observa que el centro posee una **potencia contratada de 9,86 kW** en una **tarifa 2.0A**, por las lecturas del analizador de redes instalado cuya máximo registro es **8,36 kW** se puede deducir que la potencia contratada se ajusta a la demandada por el centro.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

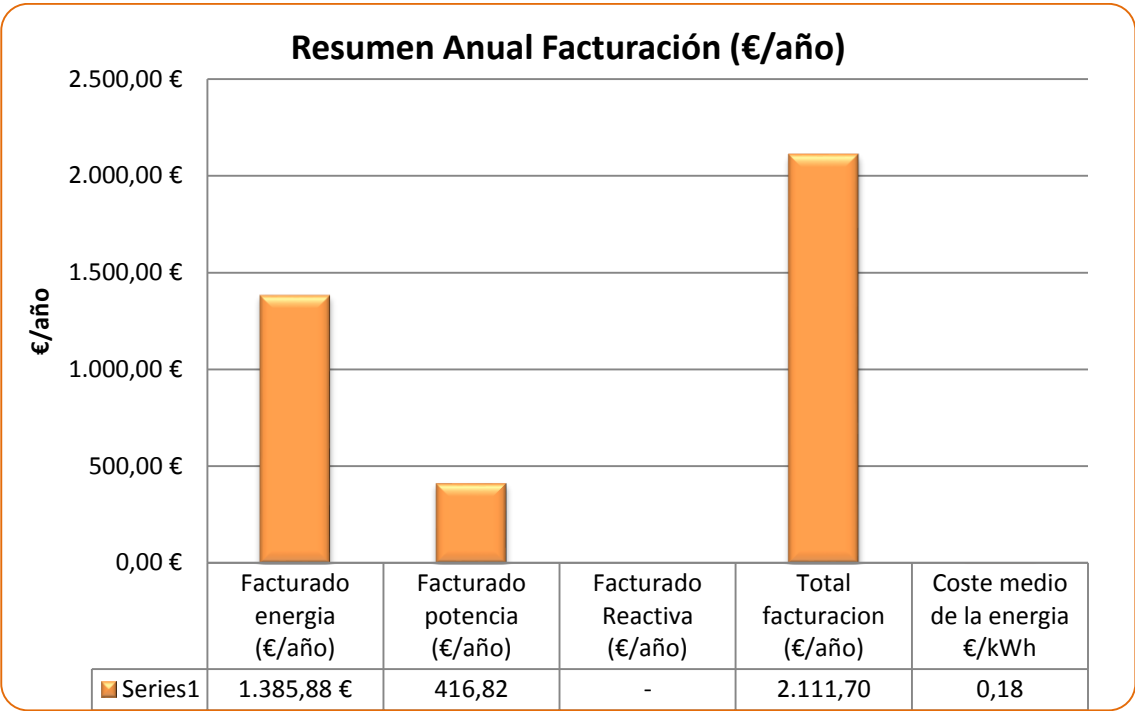


Gráfico 6 Resumen Anual de Facturación

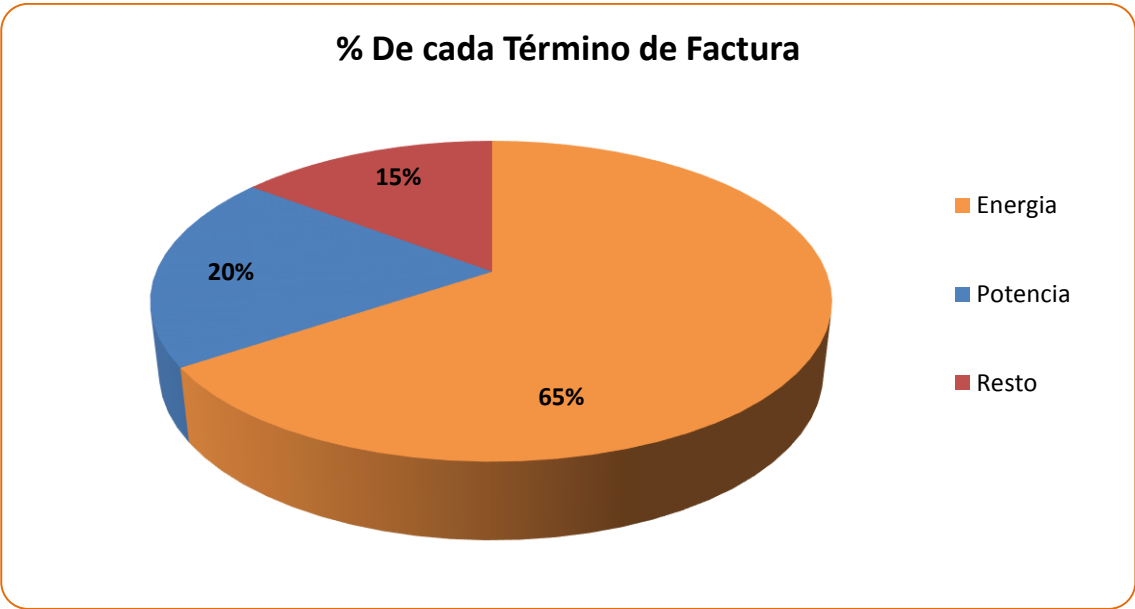


Gráfico 7 Resumen de los términos de Factura

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

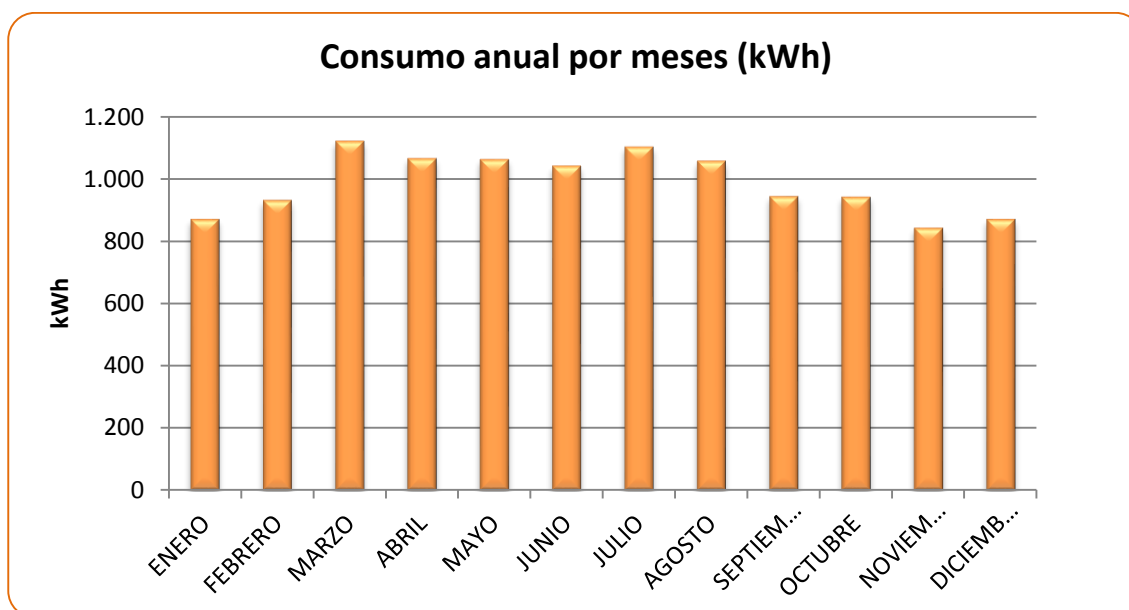


Gráfico 8 Consumo eléctrico mensual

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	11.851
Total Facturación (€)	2.111,70
Media mensual de consumo (kWh/mes)	988
Media mensual de coste (€/mes)	175,98
Coste medio energía (€/kWh)	0,178

Tabla 9 Resumen valores globales de la facturación eléctrica


2.2 Consumos térmicos

No existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	11.851,00	-	11.851,00
Coste (€/año)	2.111,70	-	2.111,70

Tabla 10 Consumos energéticos anuales totales

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

2.4 Índices energéticos

Para finalizar esta revisión del estado energético de la instalación, se incluyen varios índices de eficiencia energética.

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre Febrero de 2014 y Febrero de 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	-
Superficie total (m ²)	55,00
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	0,38
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	12,75
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	0,45
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	13,58

Tabla 11 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	11.851,00
€/kWh	0,18
kWh/m ² Total	215,47
€/m ² Total	38,39
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO ₂ /año	4,73
Kg CO ₂ /m ²	85,97
Pot. Iluminación en W/m ²	6,95

Tabla 12 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO		1306
			67
			Rev.03

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

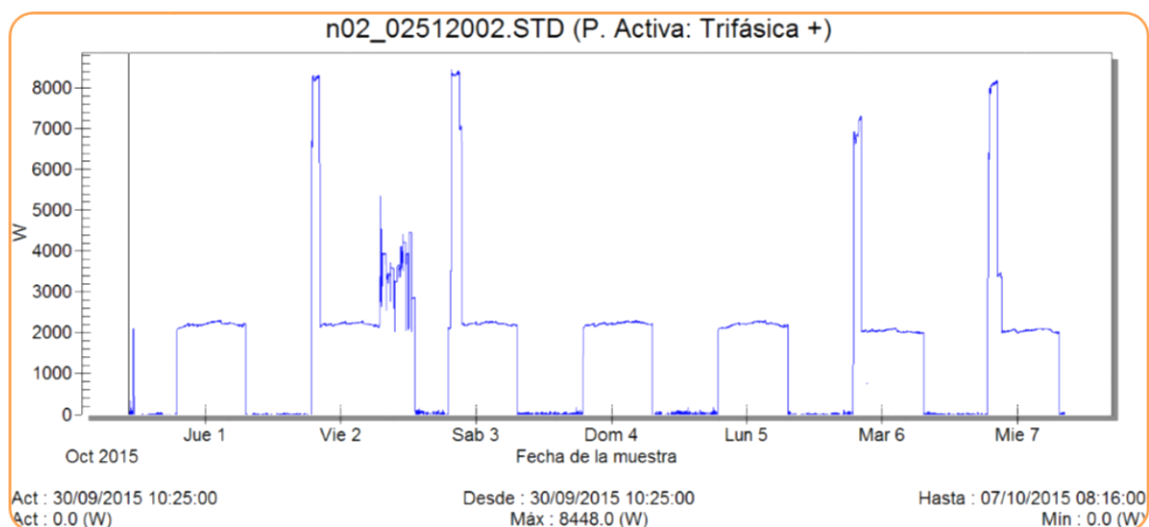


Gráfico 9 Datos de registro de potencia activa desde el 30/09/2015 al 07/10/2015

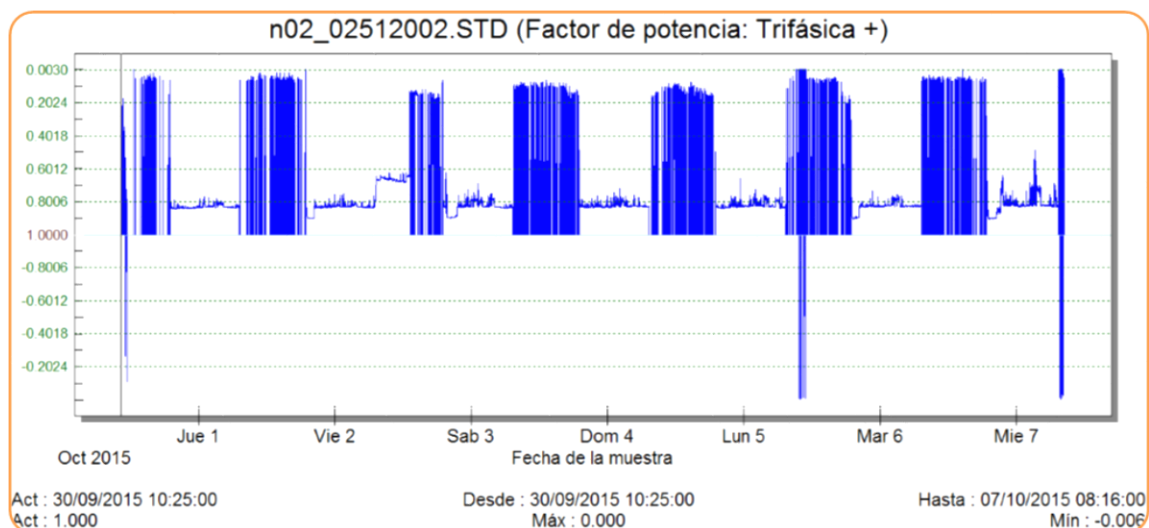


Gráfico 10 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

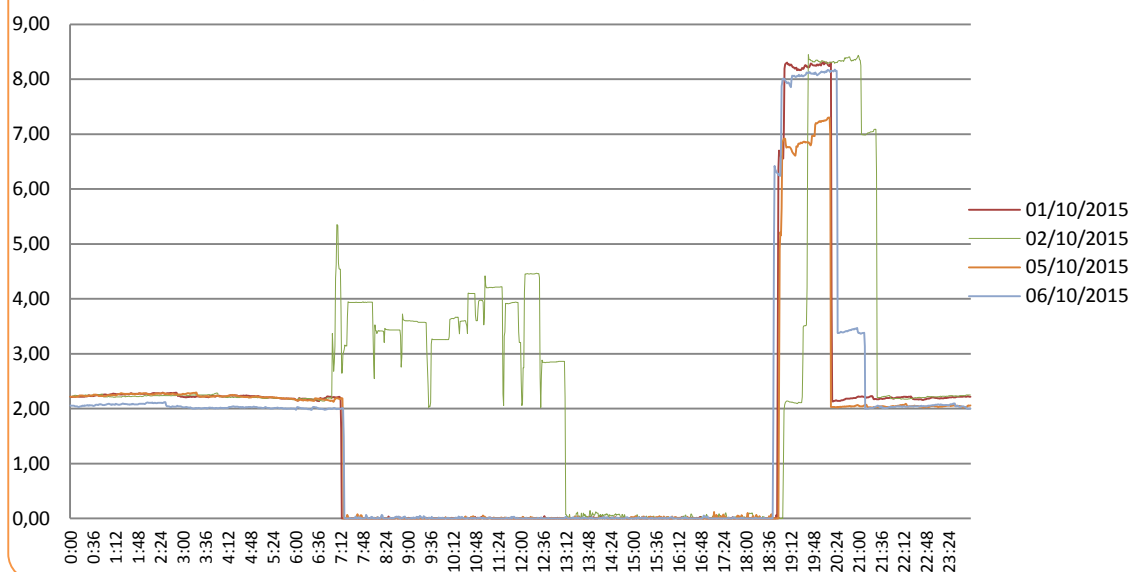


Gráfico 11 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días festivos (kW)

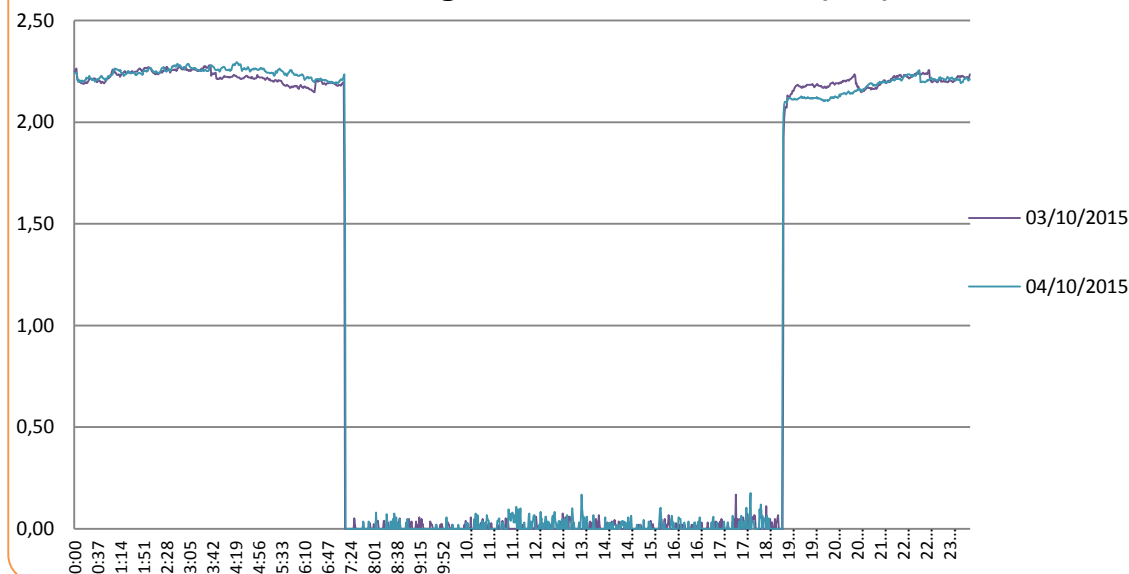


Gráfico 12 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa cómo la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones.

Tanto en el registro de los días laborables como en el de los días festivos, se observa que el alumbrado exterior se activa de forma automática en torno a las 19:00 horas para desactivarse a las 07:15 de la mañana siguiente. Estas horas irán variando a lo largo del año.

Debido a la naturaleza deportiva de las instalaciones, el horario principal de consumo es de 19:00 a 21:30 de lunes a viernes; mientras que de manera esporádica se registran consumos en horario de mañana.

La energía consumida durante la semana de medición se muestra en la siguiente gráfica:

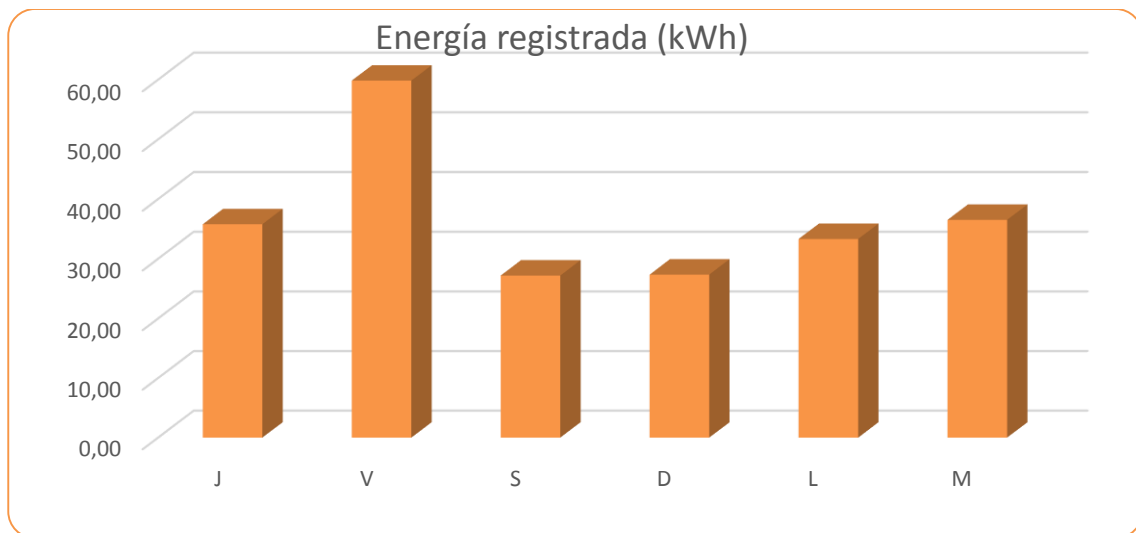


Gráfico 13 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 41,36 kWh y durante los días festivos de 27,27 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 1155,39 kWh para el mes de octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en octubre de 2014 de un 22,72% superior; este desvío podría deberse a variaciones en el horario de funcionamiento del alumbrado y/o a la utilización de las instalaciones deportivas fuera del horario habitual.

3.1.2 Registros monofásicos

A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- **Asociación de atletismo de San Pedro. Almacén, Despacho y Alumbrado exterior**

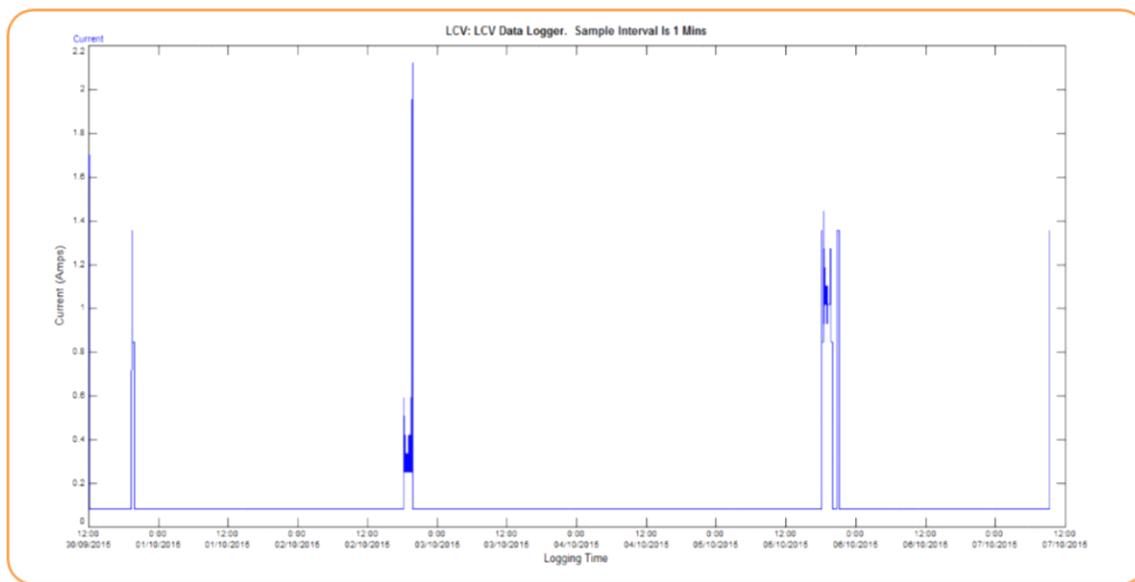


Gráfico 14 Registro de monofásico instalado en asociación de atletismo

- **Luminarias zonas exteriores**

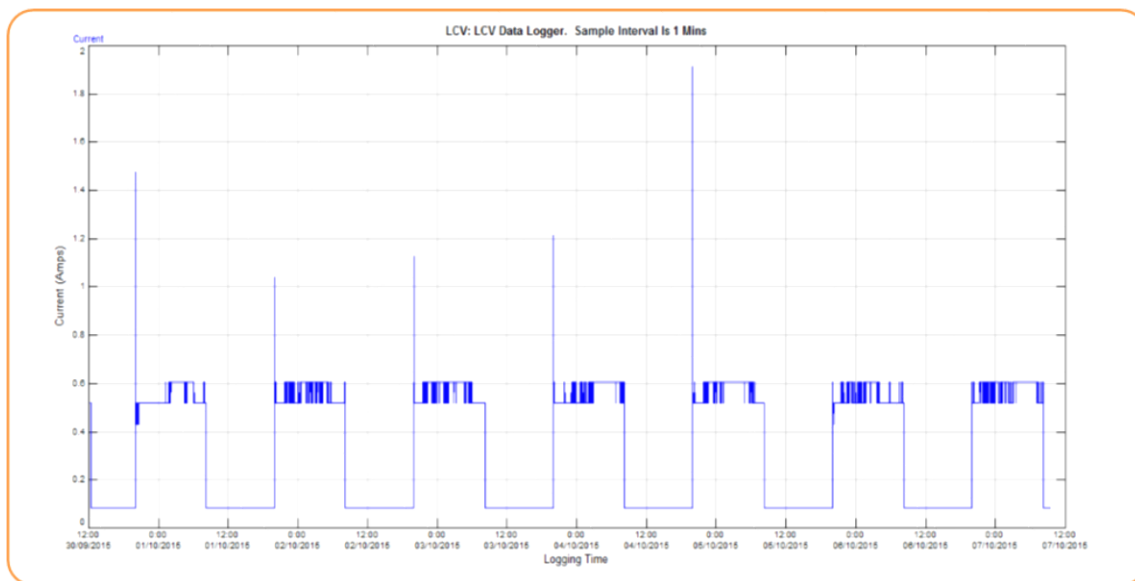


Gráfico 15 Registro de monofásico instalado en luminarias zonas exteriores

- **Edificio Aseos. Fachada e interior**

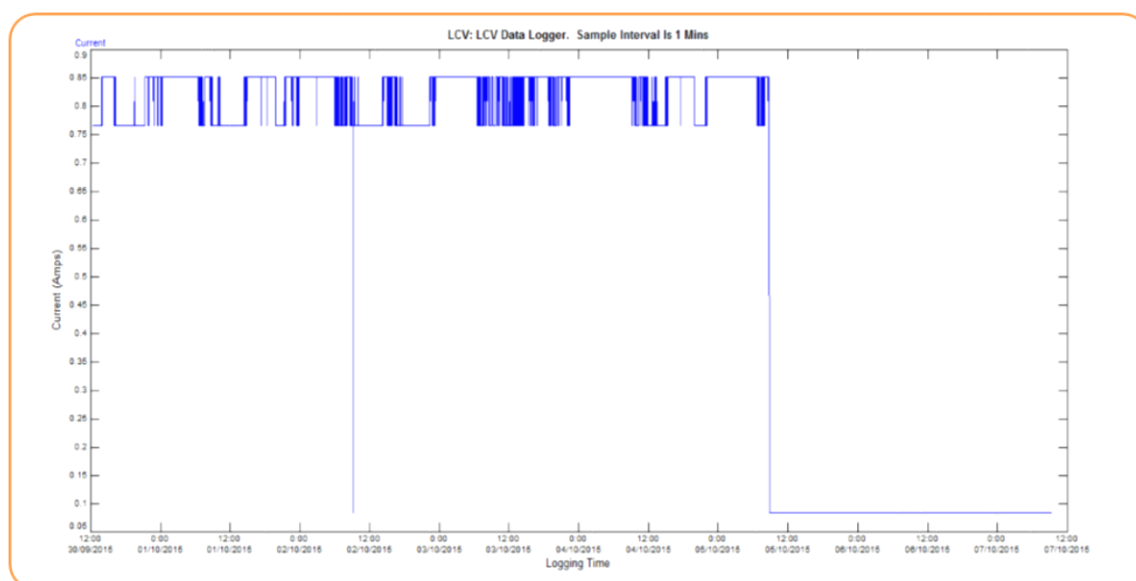


Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en aseos

Los registros permiten obtener un horario medio de iluminación de los circuitos en los que se han realizado las mediciones, siendo:

- Asociación de atletismo de San Pedro. Almacén, Despacho y Alumbrado exterior
 - L-V: 0'36 h
 - S-D: 0 h
- Luminarias exteriores. Farol
 - L-D: 10'94 h.
- Edificio Aseos. Fachada e interior
 - L-V: funcionamiento intermitente durante todo el día.
 - S-D: 0 h

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría)*.

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

Ubicación	Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Almacén	123,2	24,50	370	150	1,36
Despacho	43,2	10,50	458	300	0,90
Aseos	216	20,00	398	150	2,71

Tabla 13 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por encima de los recomendados en la mayoría de las estancias en las que se han realizado las mediciones.

Los valores de eficiencia energética de la iluminación obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el HE3

3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en el registro de temperatura y humedad en una estancia representativa del centro.

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 14 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 30/09/2015 y 07/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en el edificio Asociación de Atletismo; el cual carece de sistemas de climatización tal y como se ha explicado anteriormente. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Edificio Asociación de Atletismo

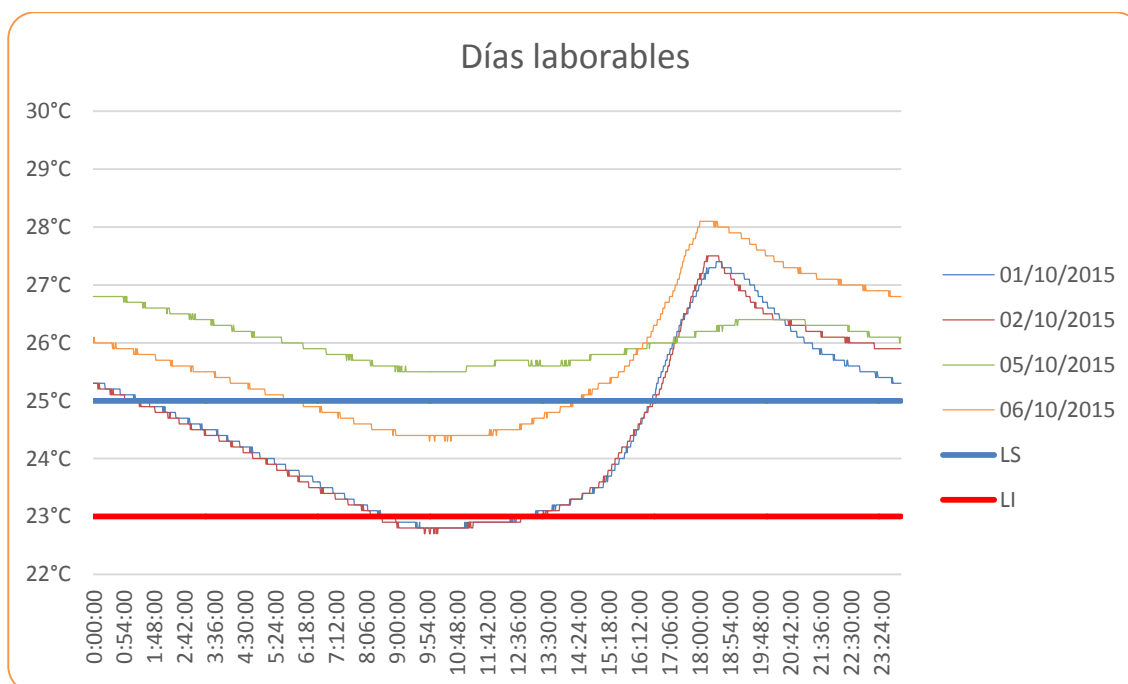


Gráfico 17 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

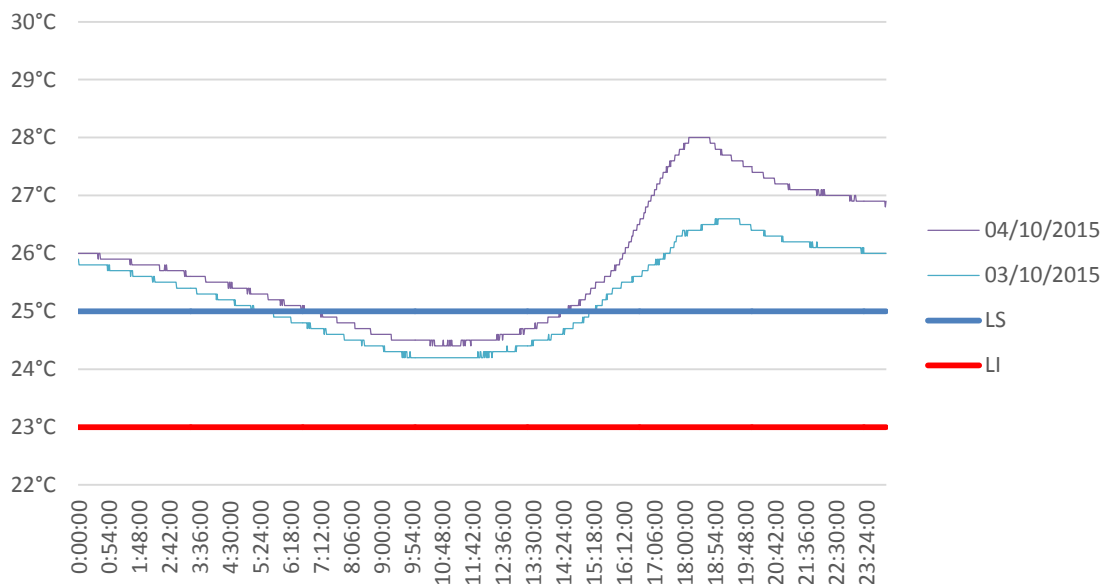


Gráfico 18 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

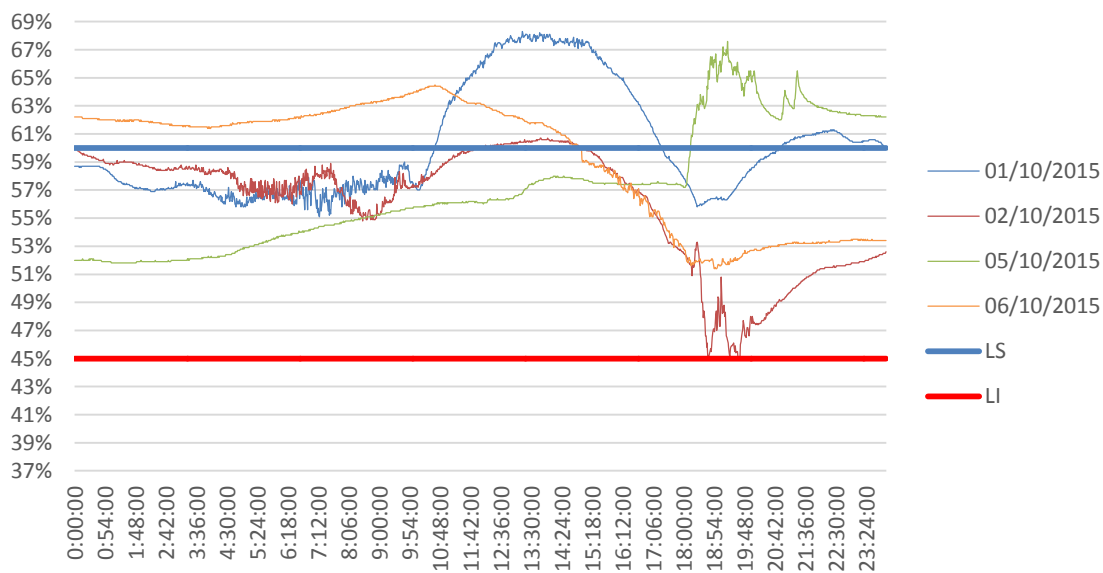


Gráfico 19 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

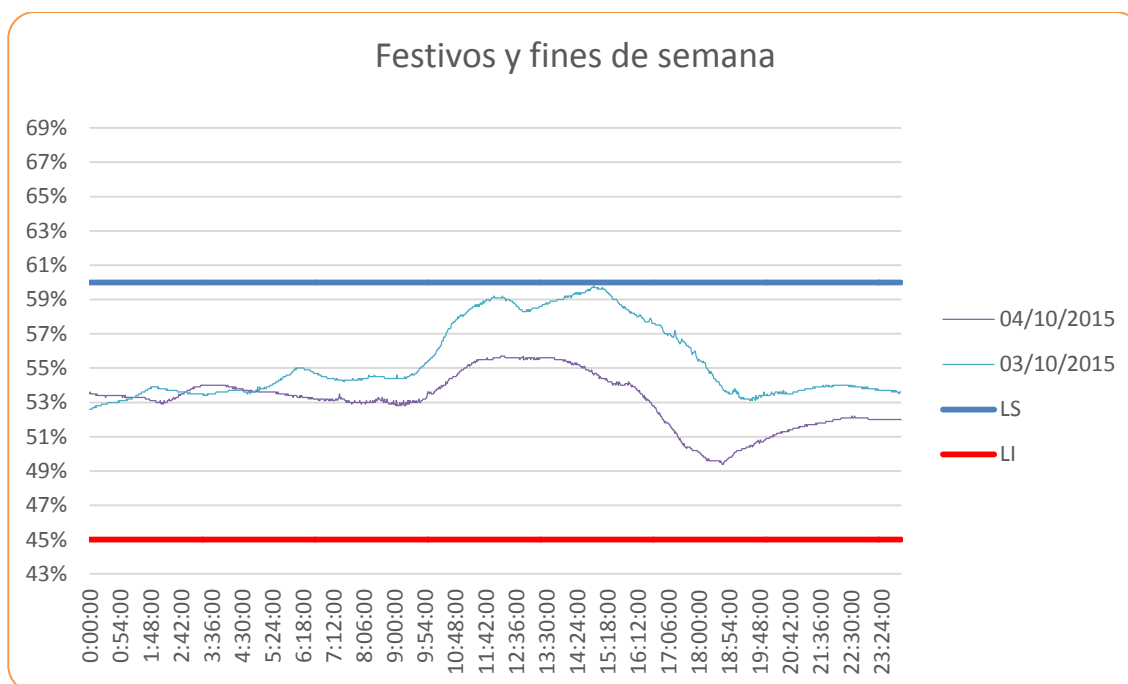


Gráfico 20 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Se trata de un complejo deportivo donde el horario de máxima afluencia se concentra al atardecer; la estancia se va sobrecalentando a lo largo de todo el día, alcanzando temperaturas que oscilan entre los 26°C y los 28°C durante los periodos de ocupación, superando el máximo de 25°C establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

Al tratarse de un espacio que no presenta ningún sistema de climatización, se observa claramente cómo la temperatura aumenta en el horario de uso debido a las cargas térmicas sensibles aportadas por la iluminación interior y los ocupantes.

La humedad relativa registrada supera puntualmente el 60% máximo que determina el RITE; pero, por lo general, se mantiene entre los límites requeridos (45% -60%)

3.4 Análisis termográfico

El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

3.5 Certificación energética

El Real Decreto 235/2013 excluye de certificación energética a aquellos edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m², ninguno de los dos edificios de las instalaciones del Arquillo los supera por lo que no se ha realizado.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

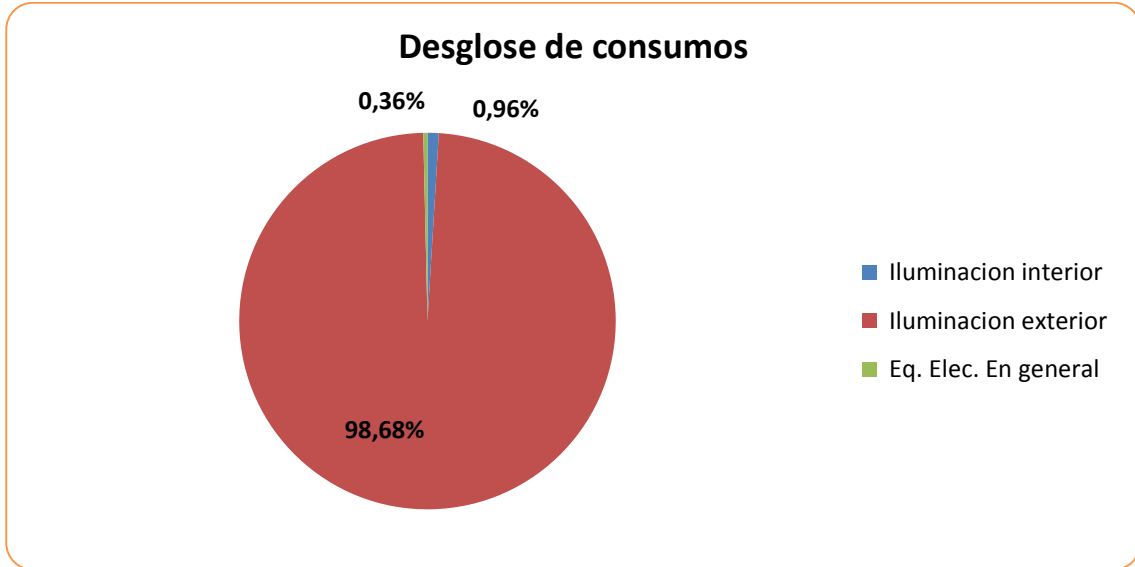


Gráfico 21 Desglose de consumos eléctricos

El 99% del consumo eléctrico de las instalaciones del Polideportivo El Arquillo es el correspondiente al alumbrado exterior. El resto, se reparte entre la iluminación interior y los equipos alimentados por energía eléctrica.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 2%.

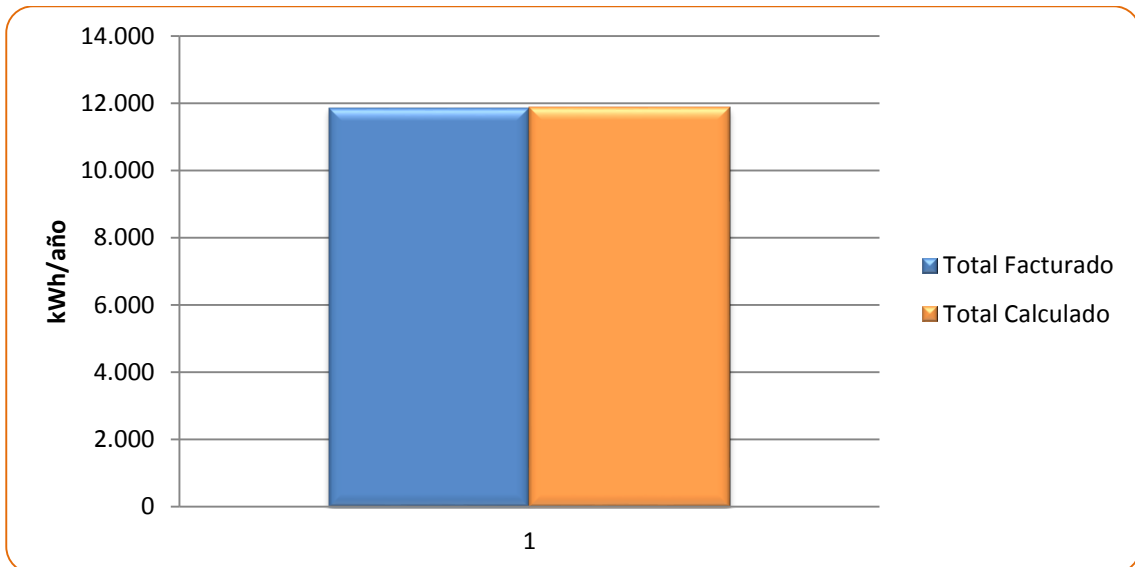


Gráfico 22 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

4.2 Desglose de consumos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

4.3 Contribución de energías renovables

Actualmente no existe contribución de energías renovables para la producción energética del centro.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

Descripción actuación: Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.



Imagen 6 Tubo LED

Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,12536	0,00000	0,00000
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	100,00%	0,00%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,51875
Precio de la potencia (€/kW y año)	42,04

Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
62	53,45%	0,52%	7,14 €	3,71 €	10,85 €	202,97 €	18,71	0,02

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

6. MEJORAS RECOMENDADAS

6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

Descripción actuación: Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

Descripción de la medida

Los detectores de presencia, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo.

Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.

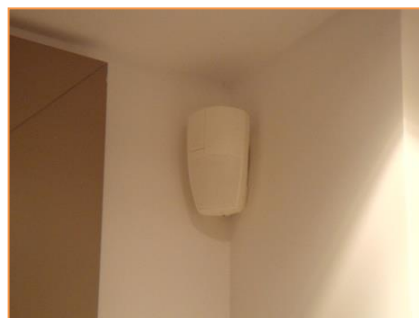


Imagen 7 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- ☐ Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- ☐ En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- ☐ Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- ☐ Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- ☐ Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.

Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

Ahorro energético

El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.

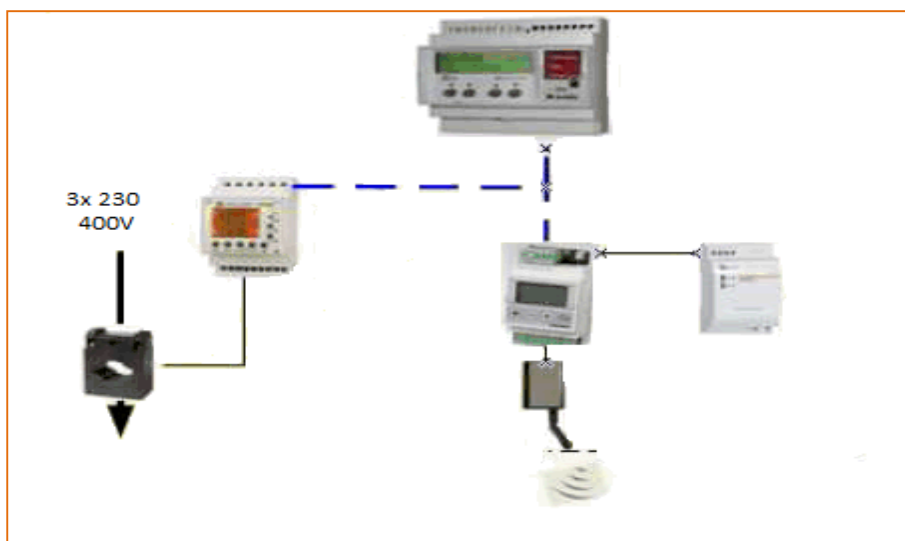


Imagen 8 Esquema de sistema de monitorización

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.


Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO EL ARQUILLO	1306
		67
		Rev.03

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda de agua caliente sanitaria.

7.2 Biomasa

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda térmica de calefacción ni de agua caliente sanitaria (ACS).

7.3 Fotovoltaica – Autoconsumo

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

8. RESUMEN

A continuación se presenta una tabla resumen incluyendo todos los ahorros e inversiones asociadas a la implantación de las mejoras propuestas en esta auditoría:

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución de iluminación por tecnología LED	62	53,45%	10,85 €	202,97 €	18,71	0,02
TOTAL ELÉCTRICAS	62	-	10,85 €	202,97	18,71	0,02

Tabla 15 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA