






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Polideportivo Arroyo 1º)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_74_20160210

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.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Producción de ACS	7
1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo	15
1.5 Iluminación.....	17
1.5.1 Iluminación interior.....	18
1.5.2 Iluminación exterior	19
1.5.3 Sistemas de control	20
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	20
1.6 Otros equipos	21
1.7 Resumen de potencias instaladas	23
2. CONSUMOS ANUALES.....	24
2.1 Consumos eléctricos	24
2.2 Consumos térmicos.....	27
2.3 Consumos energéticos totales	27
2.4 Índices energéticos.....	27
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	27
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	27
3. MEDICIONES REALIZADAS	28
3.1 Medidas eléctricas.....	28
3.1.1 Registros trifásicos	28
3.1.2 Registros monofásicos.....	31
3.2 Medida de nivel de iluminación	33
3.3 Medidas térmicas.....	35
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	35
3.4 Análisis termográfico.....	38
3.5 Certificación energética	38
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	40
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	40
4.2 Desglose de consumos térmicos	42

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

4.3	Contribución de energías renovables	42
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	46
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	46
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	48
5.3	Instalación de batería de condensadores	50
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	52
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	52
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	54
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	56
7.1	Energía solar térmica.....	56
7.2	Biomasa	56
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	56
8.	RESUMEN	57

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º		1306
			74
			Rev.04

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Polideportivo Arroyo Primero
Dirección	Calle Príncipe de Vergara 3, CP 29603. Marbella
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto	Juan Guerrero (Conserje): 628 616496
Número de edificios	6

Tabla 1 Resumen datos generales


Las instalaciones del **Polideportivo Arroyo Primero** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Príncipe de Vergara** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vistas generales del Polideportivo Arroyo Primero



Imagen 2 Vista aérea del Polideportivo Arroyo Primero

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º		1306
			74
			Rev.04

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida (m²)	Nº personas	Horario	Año de construcción
Campo Fútbol 1	Exterior	7124	340	08:30-23:30	1990-1995 (césped)
Edificio 1 Campo 1	1	117,66	170	08:30-23:30	1995
Edificio 2 Campo 1	1	112,32	170	08:30-23:30	2014
Edificio Riego	1	14,11	-	08:30-23:30	1995
Campo Fútbol 2	Exterior	7124	340	08:30-23:30	1990-1995 (césped)
Edificio 1 Campo 2	1	182,79	340	08:30-23:30	1995
Edificio 2 Campo 2	1	46,44	3	08:30-23:30	2013
Edificio 3 Campo 2	1	65,07	2	08:30-23:30	1995

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento
Zona oficinas	2	08:30-23:30
Vestuarios	150-200	08:30-23:30
Zzona deportiva	150-200	08:30-23:30
Bares	3	16:00-22:30

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

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	52	52
Aseos	20	20
Cocina-comedor	32	32
No habitable	79	79
Vestuario	238	238
Zonas comunes	47	47
Sup. Total (m²)	468	468

Tabla 4 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 vestuarios abarca el 51% de la superficie total interior; mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio clasificado como no habitable con un 17%.

Superficie según usos

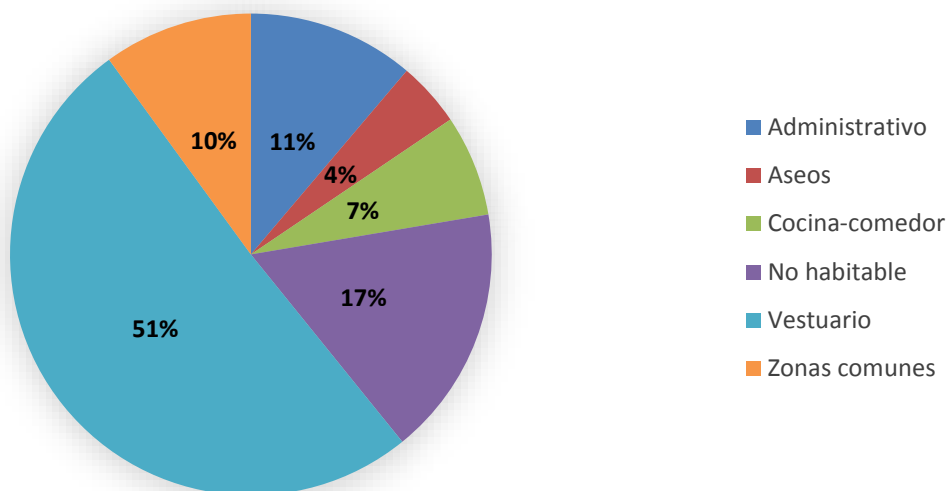
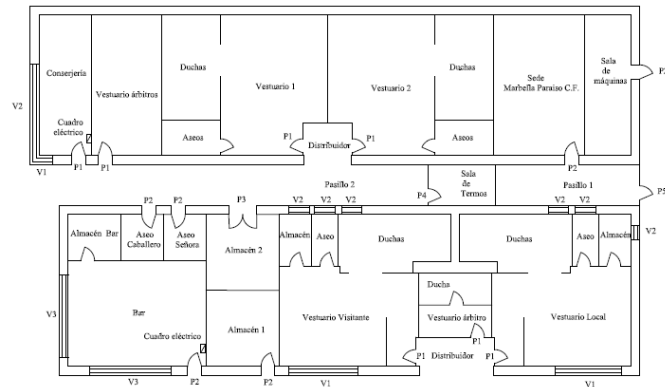


Gráfico 1 Superficie según Usos

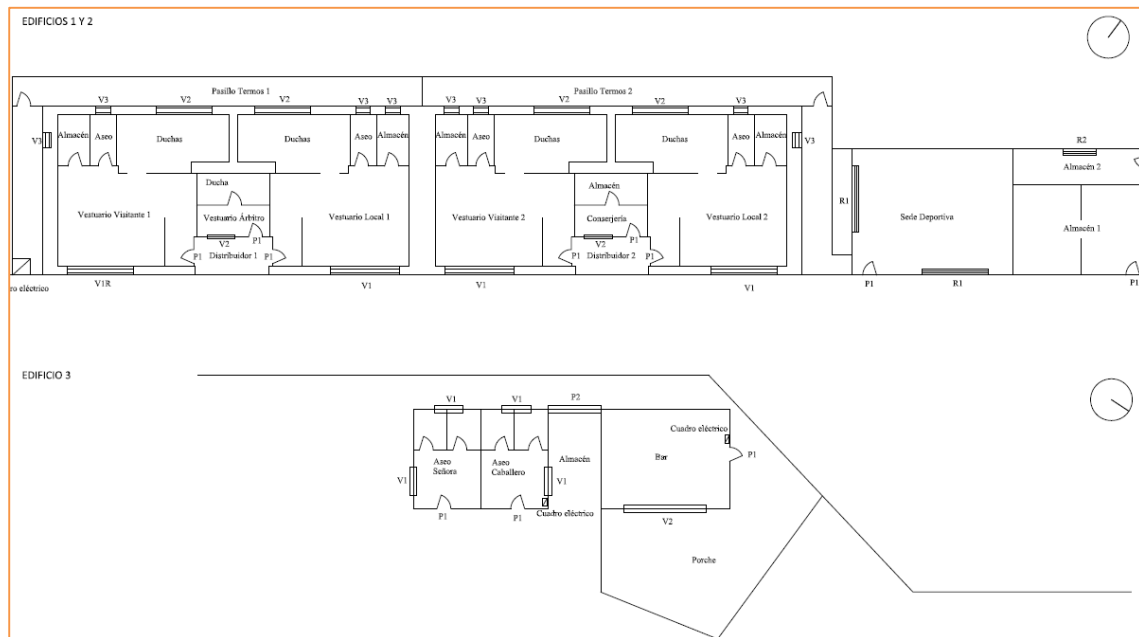
A continuación se muestran los planos de la instalación deportiva:



Plano 1 Planta Ordenación



Plano 2 Planta Edificios Campo 1



Plano 3 Planta Edificios Campo 2

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

1.3 Envoltente y cerramientos

En 1977 el gobierno decidió crear un marco unificado para toda la normativa relacionada con la edificación; es así como las normas MV se transformaron en las Normas Básicas de la Edificación (NBE).

Como desarrollo operativo de dichas normas, se elaboraron las Normas Tecnológicas de la Edificación, con especificaciones sin carácter de obligado cumplimiento.

Las normas que regulaban la envoltente térmica y los cerramientos eran:

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El complejo original fue construido entre 1990 y 1995; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

No obstante, recientemente se han realizado obras de rehabilitación de acuerdo a las exigencias del Código Técnico de la Edificación; en concreto, los documentos básicos que regulan la envoltente térmica y los cerramientos son:

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

El Edificio 1 del Campo 1 presenta una fachada de bloques de hormigón pintados; comparte color pero no textura con la ampliación adyacente, constituida por el Edificio 2, a continuación se puede observar esa transición entre una y otra construcción:



Imagen 3 Edifícios 1 y 2 Campo 1

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

Entre los Edificios 1 y 2 del Campo 2 encontramos una transición del mismo tipo: bloque de hormigón (rugoso, con textura) – acabado liso (continuo, uniforme):



Imagen 4 Edificios 1 y 2 Campo 2

El Edificio Riego continúa con la línea de las construcciones originales; mientras que en el Edificio 3 del Campo 2 el bloque de hormigón pierde rugosidad:



Imagen 5 Edificios Riego y 3 Campo 2

En las siguientes imágenes se puede ver los diferentes tipos de carpintería existentes:



Imagen 6 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

Este complejo deportivo carece de sistemas de climatización.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo mediante instalaciones solares térmicas, y se complementa de forma local mediante varios termos acumuladores eléctricos y una caldera eléctrica en las proximidades de los puntos de consumo.

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se describen las distintas instalaciones existentes para la producción de ACS:

EDIFICIO 1. CAMPO 1

El esquema de principio para la producción de ACS es el siguiente:

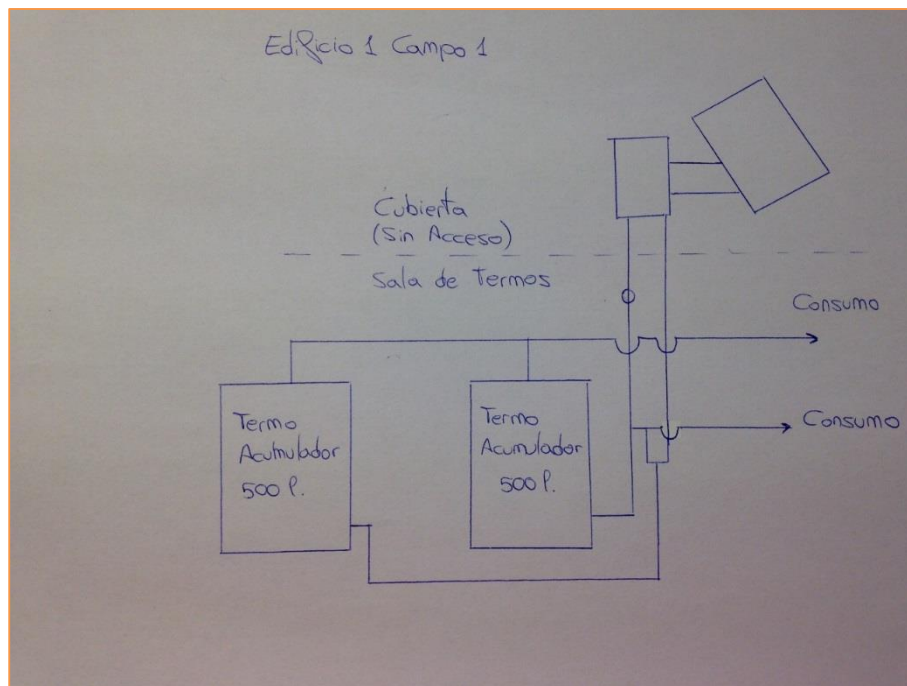


Imagen 7 Esquema de principio. Producción ACS Edificio 1 Campo 1

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 1 captador solar plano que acumula la energía térmica en un depósito acumulador de 200 litros de capacidad, con apoyo de la central térmica que genera el ACS en un termosifón conectado en serie con los dos termos eléctricos.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	1
	Tipo	Plano
	Inclinación	45°
	Orientación	14°E
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	200,00
	Total (litros)	200,00
Observaciones	Termosifón en serie con los dos termos eléctricos	

Tabla 5 Características instalación solar térmica



Imagen 8 Instalación solar térmica. Edificio 1 Campo 1

La instalación de apoyo para producción de ACS es la siguiente:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio 1 Campo 1	0	Sala de termos	6,00	500	En servicio
Edificio 1 Campo 1	0	Sala de termos	6,00	500	En servicio

Tabla 6 Características instalación de apoyo para generación de ACS



Imagen 9 Instalación de apoyo para generación de ACS. Sala de Termos

Existe un termo-acumulador eléctrico instalado en el Bar para producción de ACS de forma local con las siguientes características:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio 1 Campo 1	0	Bar	1,00	50	En servicio

Tabla 7 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 10 Termo acumulador eléctrico. Bar

EDIFICIO 2. CAMPO 1

El esquema de principio para la producción de ACS es el siguiente:

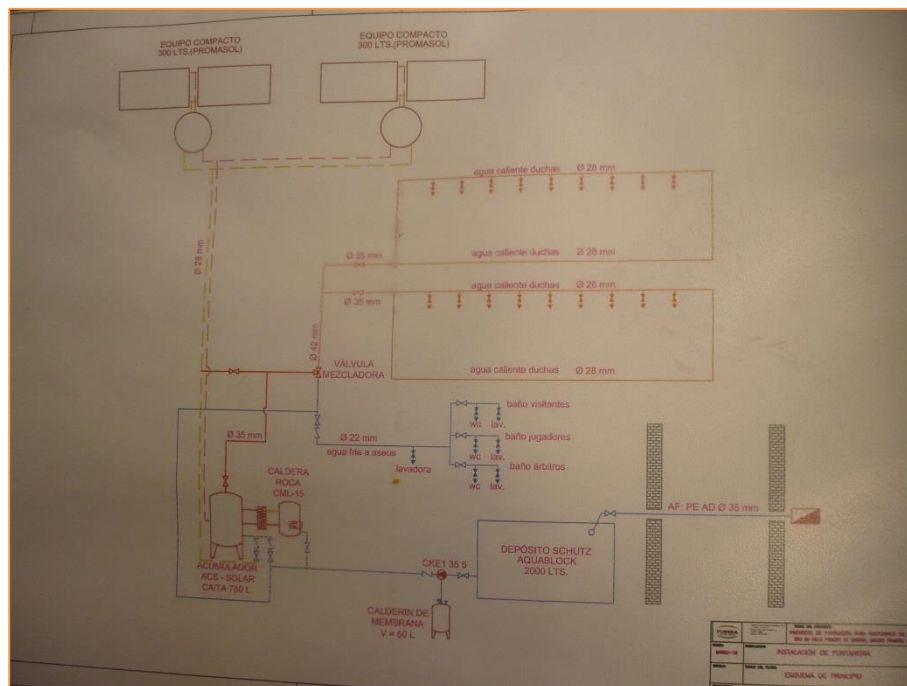


Imagen 11 Esquema de principio. Producción ACS Edificio 2 Campo 1

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 4 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en dos depósitos acumuladores de 300 litros de capacidad cada uno; con apoyo de una caldera eléctrica y un intercambiador de placas se acumula el ACS en un depósito de 750 litros.

A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	4
	Tipo	Plano
	Marca	Promasol
	Inclinación	45°
	Orientación	14°E
Intercambiador de calor	Tipo	Intercambiador de placas
	Marca:	Alfa Laval
	Modelo:	SOTEC
	Potencia (kW)	M3. 9 Placas
Aero - Refrigerador	Potencia (kW)	0,013
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	300,00
	Depósito 2 (litros)	300,00
	Total (litros)	600,00
Observaciones	Energía auxiliar: Caldera tipo 1	

Tabla 8 Características instalación solar térmica



Imagen 12 Depósito ACS-Solar e intercambiador de placas. Edificio 2 Campo 1

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

A continuación se resumen las características de la instalación de apoyo para producción de ACS.

Número	Tipo 1
Producción de calor	Caldera eléctrica
Edificio	Edificio 2 Campo 1
Zona de suministro	Vestuarios
Usuarios/día	80
Nº generador	Tipo 1
Volumen de acumulación 1	750
Volumen de acumulación 2	-
Volumen Acumulación total	750
Temperatura de acumulación (°C)	-
Tipo intercambiador de calor	Tipo 1
Potencia intercambiador (kW)	0,013
Circuito recirculación	Si
Solar térmica	Si
Número de captadores	4
Volumen de acumulación solar	600
Observaciones	Dos equipos compactos de 300 litros cada uno

Tabla 9 Características instalación de apoyo para generación de ACS



Imagen 13 Instalación de apoyo para generación de ACS. Sala de Máquinas

EDIFICIO 1. CAMPO 2

El esquema de principio para la producción de ACS es el siguiente:

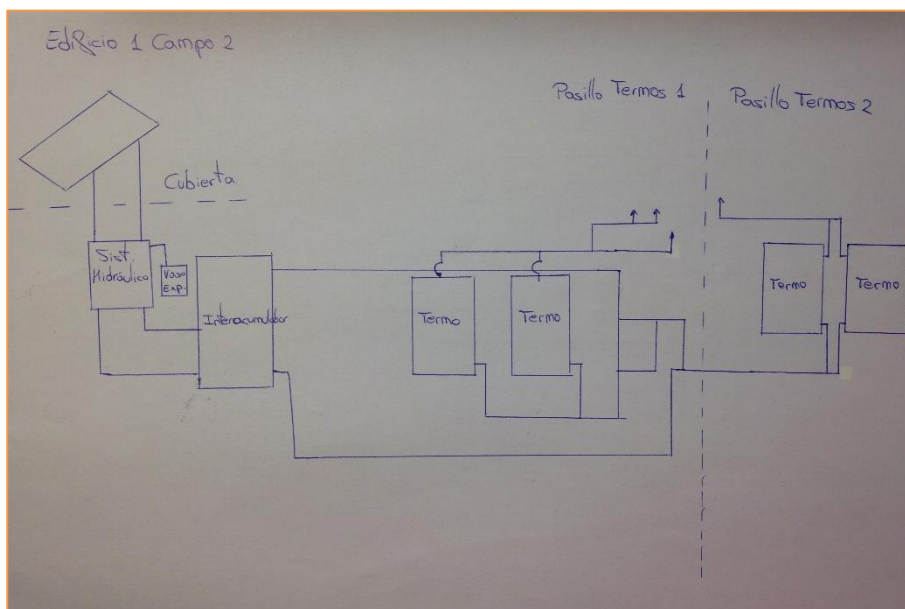


Imagen 14 Esquema de principio. Producción ACS Edificio 1 Campo 1

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 2 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en un interacumulador de 300 litros de capacidad conectado en serie con los cuatro termos eléctricos.

A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Instalación con interacumulador	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	2
	Tipo	Plano
	Marca	JUNKERS
	Modelo	FKT-1S
	Superficie bruta (m2)	2,37
	Inclinación	35°
Circuito primario	Bomba (Marca)	JUNKERS
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
	Marca:	JUNKERS
	Potencia (kW)	SK-300-1 SOLAR
Aero - Refrigerador	Potencia (kW)	52,6
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	300,00
	Total (litros)	300,00
Observaciones	Interacumulador conectado en serie con los 4 termos	

Tabla 10 Características instalación solar térmica



Imagen 15 Instalación solar térmica. Edificio 1 Campo 2

A continuación se resumen las características de la instalación de apoyo para producción de ACS.

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio 1 Campo 2	0	Pasillo Termos 1	6,00	500	En servicio
Edificio 1 Campo 2	0	Pasillo Termos 1	6,00	500	En servicio
Edificio 1 Campo 2	0	Pasillo Termos 2	6,00	500	En servicio
Edificio 1 Campo 2	0	Pasillo Termos 2	6,00	500	En servicio

Tabla 11 Características instalación de apoyo para generación de ACS



Imagen 16 Instalación de apoyo para generación de ACS. Pasillo Termos 1 y 2

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

EDIFICIO 3. CAMPO 2

Existe un termo-acumulador eléctrico instalado en el Bar para producción de ACS de forma local con las siguientes características:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio 3 Campo 2	0	Bar	1,00	50	En servicio

Tabla 12 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 17 Termo acumulador eléctrico. Bar

1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo

A continuación se resumen los grupos de bombeo existentes en el centro:

Nº bomba	1	2	3
Circuito	Grupo de presión riego	Grupo de presión riego	Grupo de presión AFS
Edificio	Edificio Riego	Edificio Riego	Edificio 2 Campo 1
Ubicación	Edificio Riego	Edificio Riego	Sala de Máquinas
Denominación	B1	B2	B3
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	IDEAL	IDEAL	ESPA
Modelo	VIP 128 VT	VIP 128 VT	-
Año de instalación	1995	1995	-
Variador de frecuencia	No	No	No
Caudal (l/h)	4500-16000	4500-16000	-
Presión disponible (m.c.a.)	92-38	92-38	-
Potencia abs (kW)	4,00	4,00	1,50

Tabla 13 Características grupos de presión



Imagen 18 Grupo de presión. Edificio Riego



Imagen 19 Grupo de Presión AFS. Edificio 2 Campo 1

Nº bomba	5	6
Circuito	Secundario ACS	Primario solar térmica
Edificio	Edificio 2 Campo 1	Edificio 1 Campo 2
Ubicación	Sala de Máquinas	Pasillo 1
Denominación	B5	B6
Tipo	Rótor seco - simple	-
Marca	WILO	JUNKERS
Modelo	IP-Z25/6 DM	-
Año de instalación	2014	-
Variador de frecuencia	No	-
Caudal (l/h)	0 - 3240	-
Presión disponible (m.c.a.)	100,0	-
Potencia abs (kW)	0,12	0,20

Tabla 14 Características grupos de bombeo



Imagen 20 Bomba Circuito Secundario ACS. Edificio 2 Campo 1



Imagen 21 Bomba Circuito Primario Solar Térmica. Edificio 1 Campo 2

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 131,49 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

Potencia Instalada en Iluminación según el uso

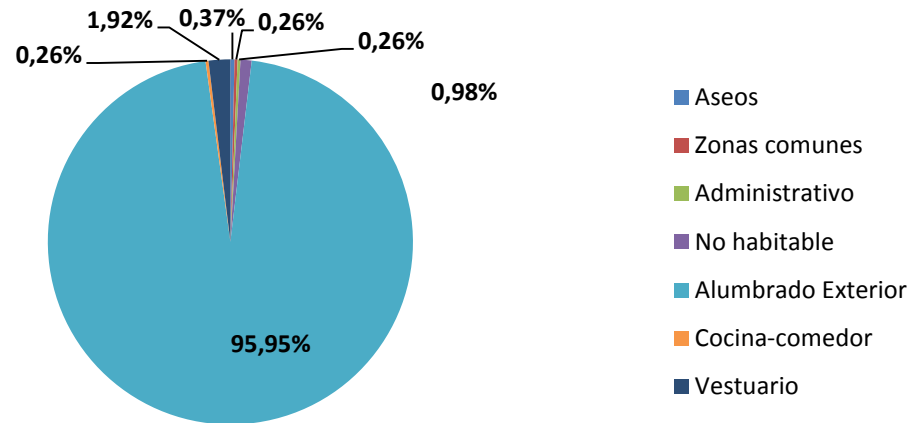


Gráfico 2 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 centro deportivo.

Porcentaje de Lámparas por Tipo

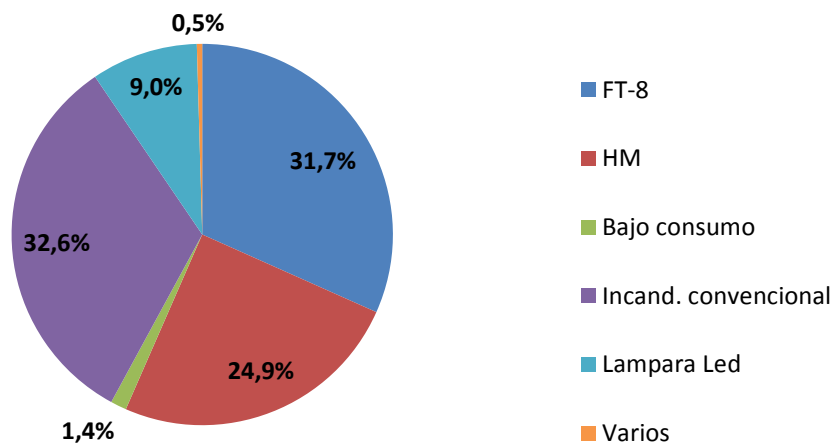


Gráfico 3 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado por zonas 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	31	2,44
FT-8	31	2,44
1	5	0,19
18	1	0,02
36	4	0,17
2	26	2,25
36	26	2,25
-	65	2,88
Incand. convencional	45	2,70
1	45	2,70
60	45	2,70
Lampara Led	20	0,18
1	20	0,18
9	20	0,18
Total general	96	5,32

Tabla 15 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 22 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	8	0,43
FT-8	8	0,43
1	3	0,13
36	3	0,13
2	5	0,30
18	3	0,13
36	2	0,17
-	86	125,74
Incand. convencional	27	1,62
1	27	1,62
60	27	1,62
Bajo consumo	3	0,08
1	3	0,08
25	3	0,08
HM	55	119,95
1	55	119,95
100	3	0,35
2000	52	119,60
Varios	1	4,10
1	1	4,10
4100	1	4,10
Total general	94	126,17

Tabla 16 Resumen de iluminación exterior

El tipo definido como “Varios” se corresponde con alumbrado público que se abastece del punto de suministro del Polideportivo Arroyo Primero.

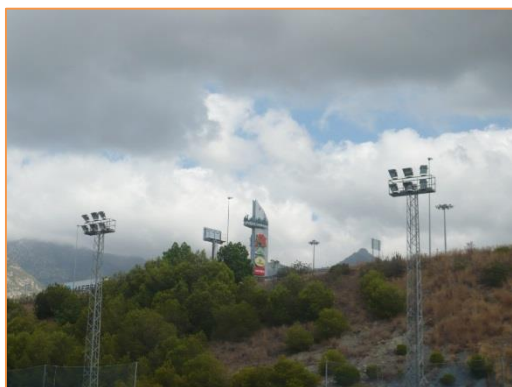


Imagen 23 Torres de iluminación situadas en los campos de fútbol

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

1.5.3 Sistemas de control

No existen sistemas de control de funcionamiento de la iluminación, tanto interior como exterior. En cambio, en el registro trifásico observamos que existe un consumo programado todas las noches que pertenece al alumbrado público

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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	0,25
Television LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	30	15,87
Frigorífico	5	1,75
350	5	1,75
Microondas	2	1,6
800	2	1,6
Extractor	1	0,03
30	1	0,03
Cafetera	2	1,2
600	2	1,2
Nevera	7	1,54
220	7	1,54
Campana extractora	2	0,2
100	2	0,2
Congelador	2	1,52
760	2	1,52
Freidora	1	2
2000	1	2
Lavadora	1	0,55
550	1	0,55
Secadora	1	2
2000	1	2
Molino café	3	0,3
100	3	0,3
Cortafiambre	1	0,18
180	1	0,18
Tostador	1	1
1000	1	1
Freidora doble	1	2
2000	1	2
Informático	4	1,267
Multifuncion	2	0,117
100	1	0,1
17	1	0,017
Fotocopiadora	1	1
1000	1	1
Ordenador portatil	1	0,15
150	1	0,15
Otros	6	8,21
Ventilador	1	0,05
50	1	0,05
Plancha	2	1,15
150	1	0,15
1000	1	1
Compresor	2	3,66
2200	1	2,2
1460	1	1,46
Climatizador portátil	1	3,35
3350	1	3,35
Sonido	3	0,22

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Altavoz	2	0,1
50	2	0,1
Minicadena música	1	0,12
120	1	0,12
Radiador eléctrico	1	1,5
Calefactor	1	1,5
1500	1	1,5
Distribución - Bombas	5	9,82
Bomba	5	9,82
120	1	0,12
200	1	0,2
1500	1	1,5
4000	2	8
ACS	8	38
Termo-acumulador eléctrico	8	38
1000	2	2
6000	6	36
Producción Frio y Calor	1	15
Quemador	1	15
15000	1	15
Total general	59	90,137

Tabla 17 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.

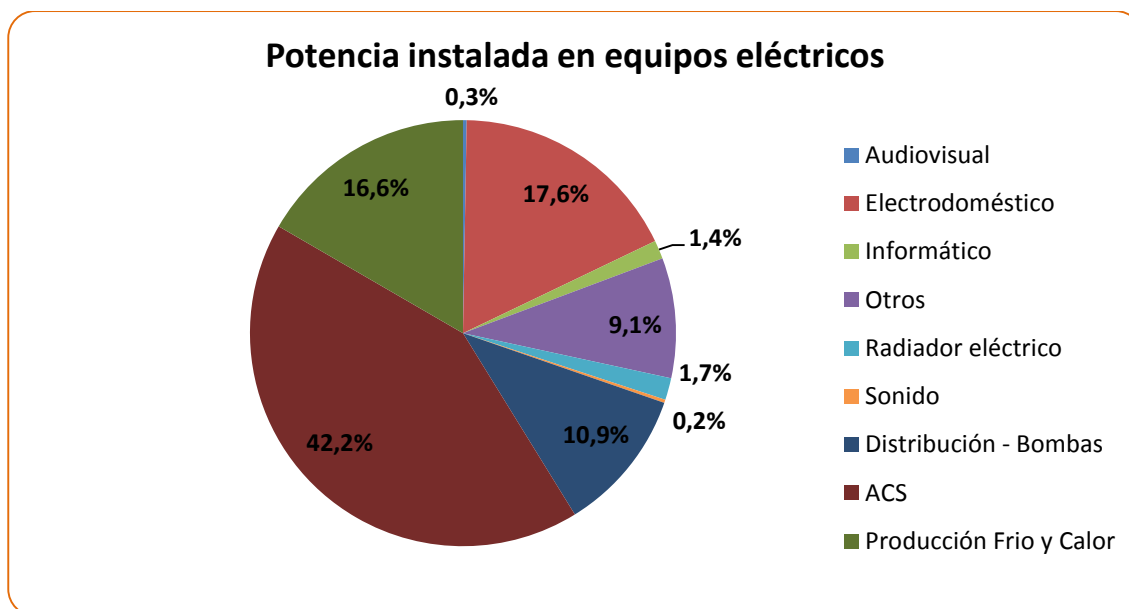


Gráfico 4 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

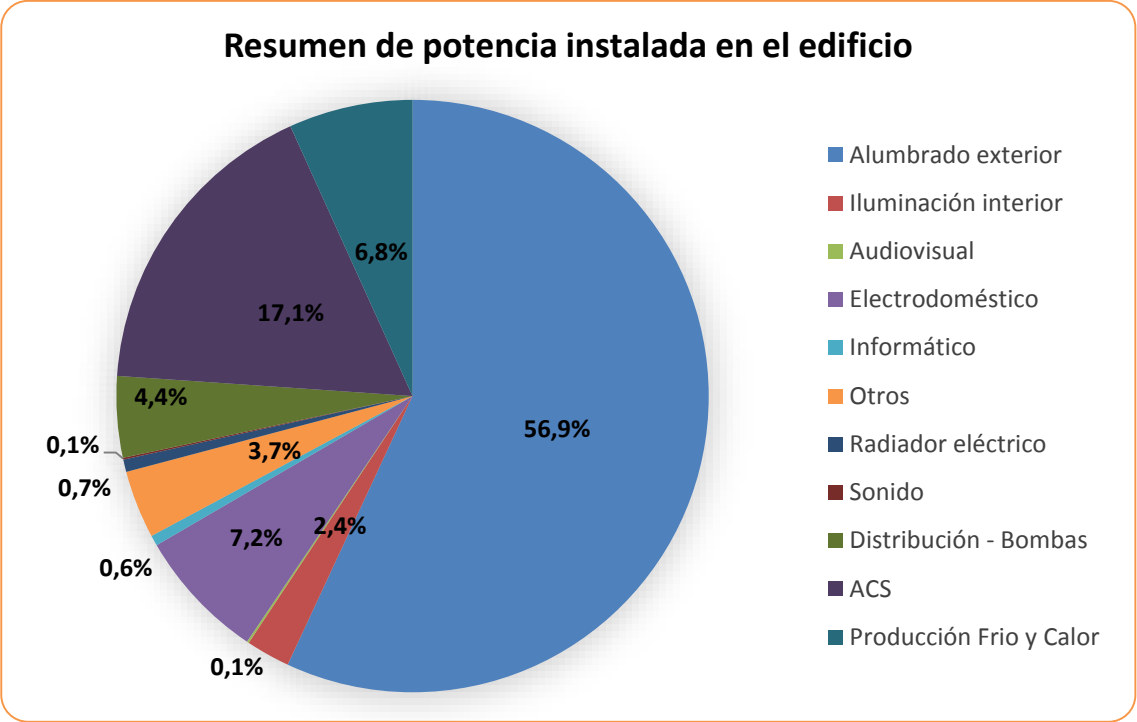


Gráfico 5 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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	ES0031103005754001ER0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	1.0045	6.024	2.384	118 /116 /25	126,67	3.565,01
31/01/2014	28/02/2014	8.381	5.274	2.209	116 /113 /25	91,72	3.080,76
28/02/2014	31/03/2014	7.455	5.922	2.258	118 /119 /29	84,21	3.190,84
31/03/2014	30/04/2014	1.189	7.795	1.948	37 /118 /32	33,06	1.975,37
30/04/2014	31/05/2014	1.098	6.040	1.762	31 /102 /20	35,56	1.676,00
31/05/2014	30/06/2014	970	4.012	1.496	30 /97 /21	41,14	1.377,40
30/06/2014	31/07/2014	905	4.849	1.331	25 /92 /9	65,33	1.463,62
31/07/2014	31/08/2014	884	5.530	1.322	20 /87 /11	74,81	1.514,26
31/08/2014	30/09/2014	732	7.117	1620	17 /101 /21	86,80	1.777,58
30/09/2014	31/10/2014	3.822	11.031	3.208	138 /146 /29	124,56	3.793,22
31/10/2014	30/11/2014	13.380	7.522	3.098	146 /141 /29	180,48	4.829,21
30/11/2014	31/12/2014	10.378	5.894	3.101	139 /136 /25	95,38	4.066,09

Tabla 18 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **1.039,72 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Potencia registrada (kW)	146	146	32

Tabla 19 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es inferior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

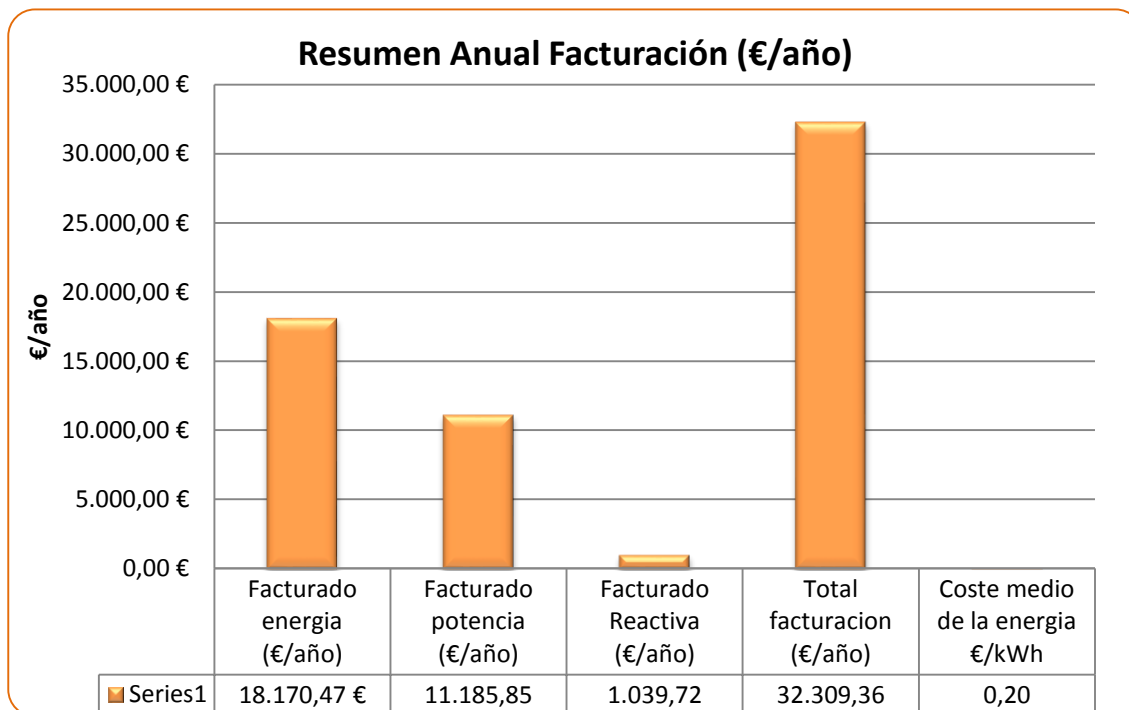


Gráfico 6 Resumen Anual de Facturación

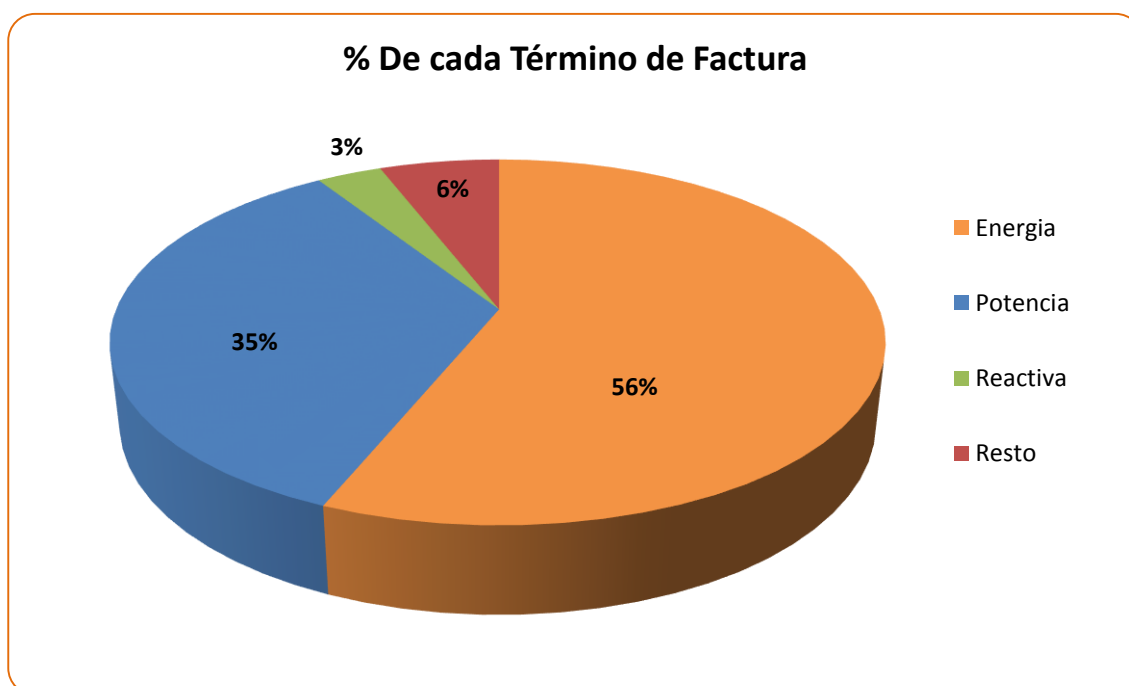


Gráfico 7 Resumen de los términos de Factura

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

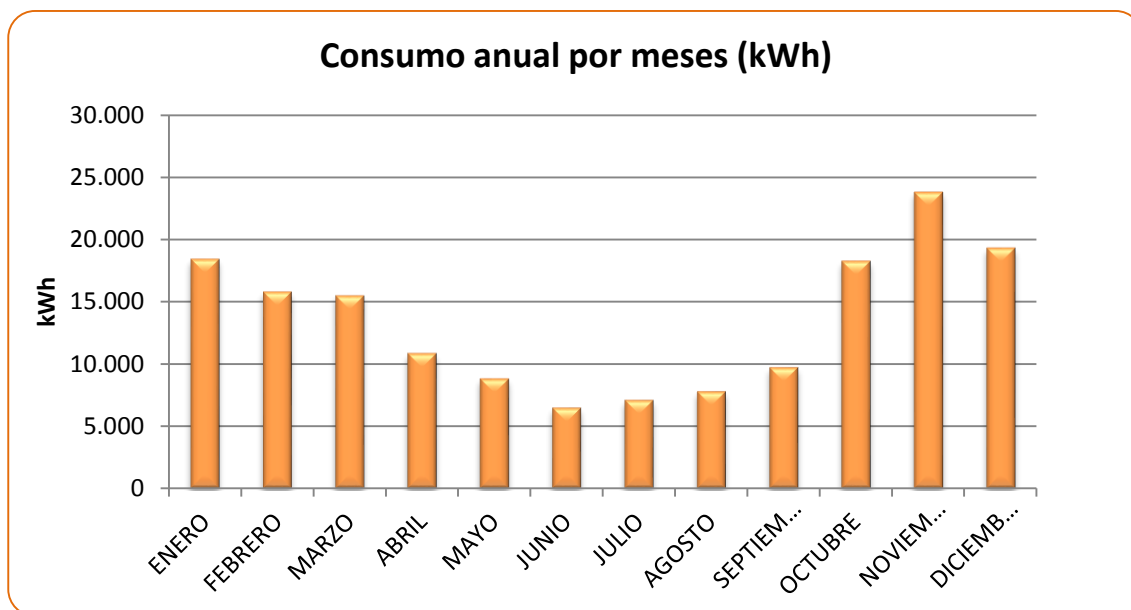


Gráfico 8 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

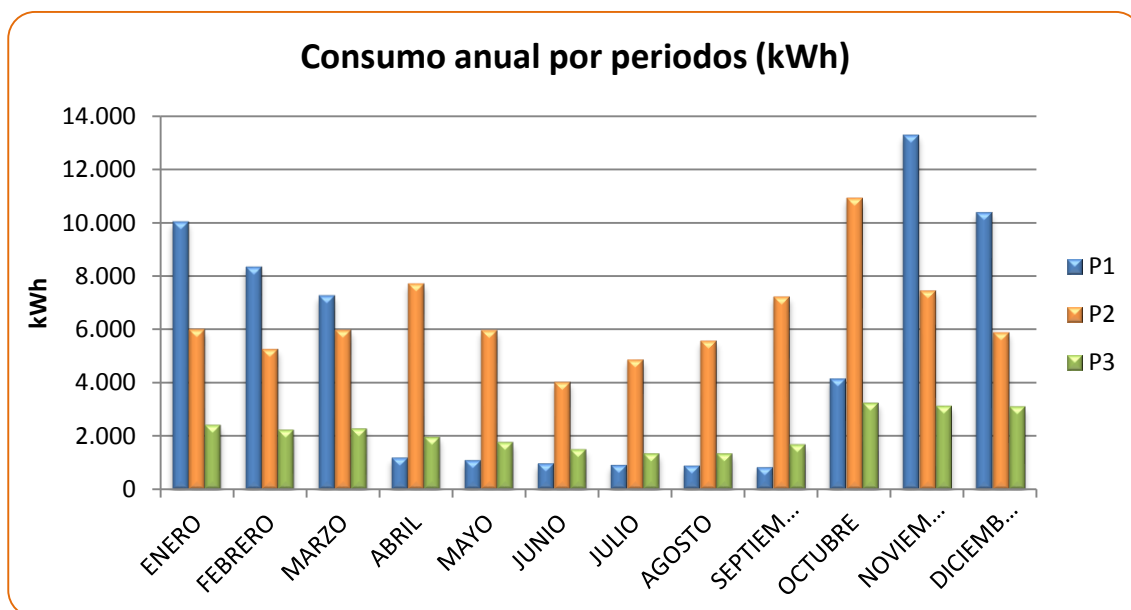


Gráfico 9 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	161.986
Total Facturación (€)	32.309,36
Media mensual de consumo (kWh/mes)	13.499
Media mensual de coste (€/mes)	2.692,45
Coste medio energía (€/kWh)	0,199

Tabla 20 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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)	161.986,00	-	161.986,00
Coste (€/año)	32.309,36	-	32.309,36

Tabla 21 Consumos energéticos anuales totales

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 Enero y Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	515
Superficie total (m²)	468,38
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	5,32
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	126,17
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	90,14
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	221,63

Tabla 22 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	161.986,00
€/kWh	0,20
kWh/m² Total	345,84
€/m² Total	68,98
kWh/persona uso	314,54
€/persona uso	62,74
Ton CO ₂ /año	64,63
Kg CO ₂ /m²	137,99
Pot. Iluminación en W/m²	11,36

Tabla 23 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 ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

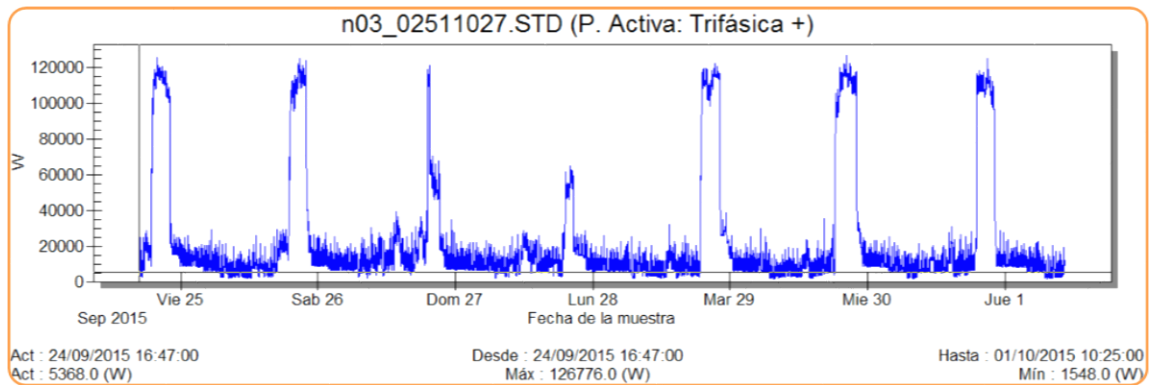


Gráfico 10 Datos de registro de potencia activa desde el 24/09/2015 al 01/10/2015

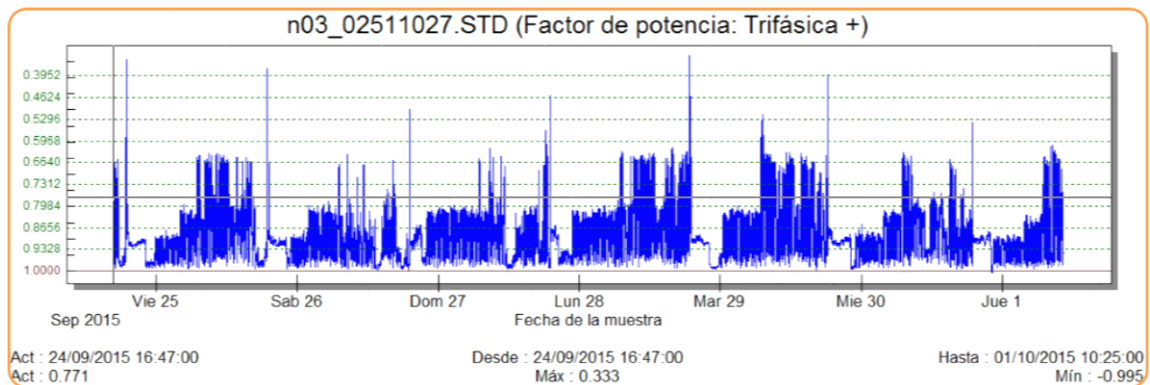


Gráfico 11 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

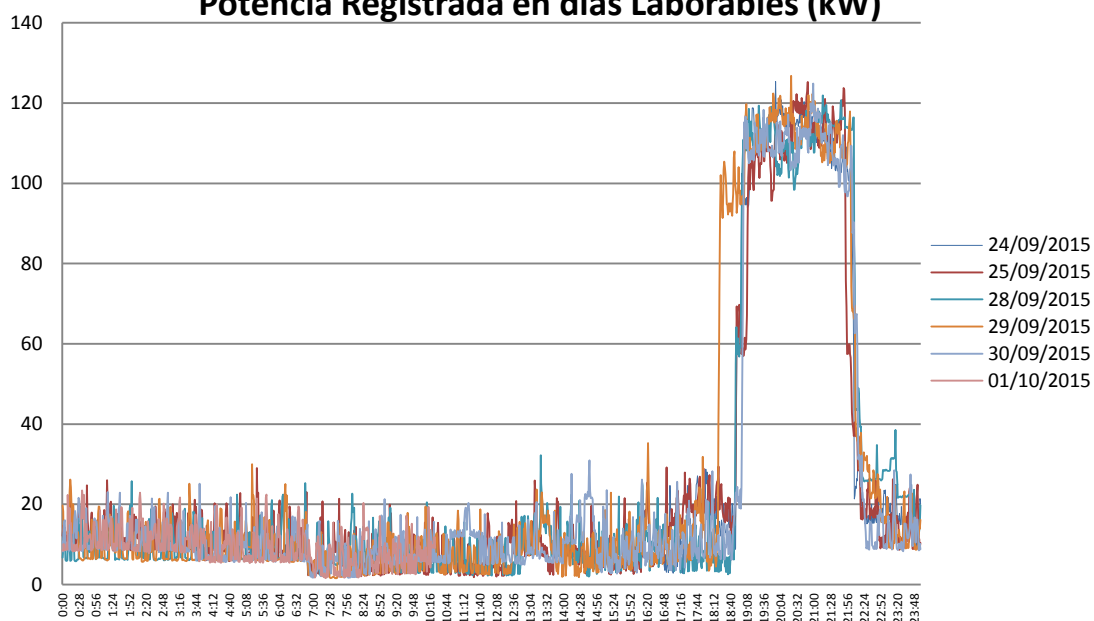


Gráfico 12 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días festivos (kW)

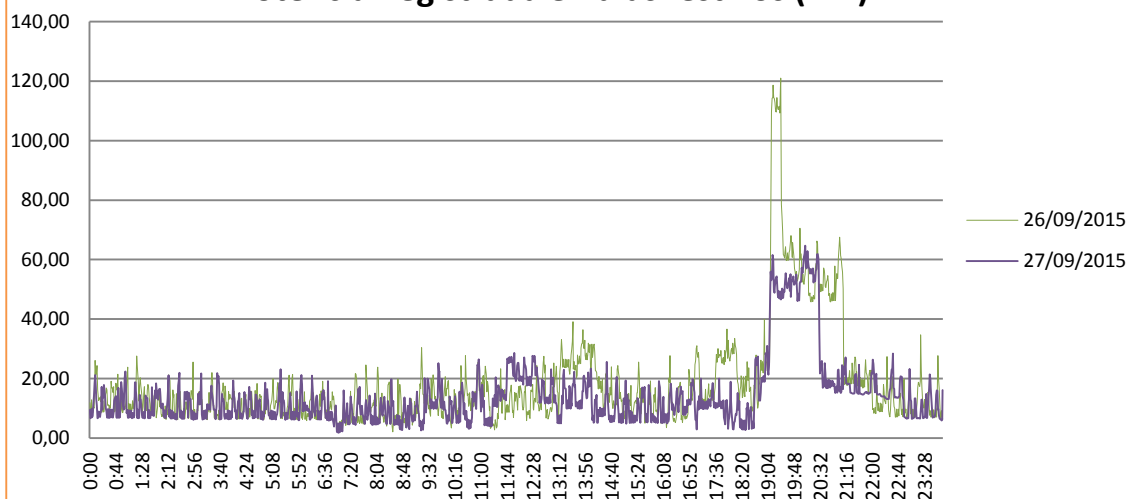



Gráfico 13 Potencia registrada en días festivos (kW)

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 2kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 126,78kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 08:30 y 23:30.

En los días festivos se registra un consumo en el mismo horario, pero de magnitud mucho menor.

Todos los días se observa un consumo de 4,2 kW de 19:00 a 07:00 correspondiente al alumbrado público. Mientras que la iluminación de los campos deportivos funciona de 19:00 a 22:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y/o los termos eléctricos instalados.

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

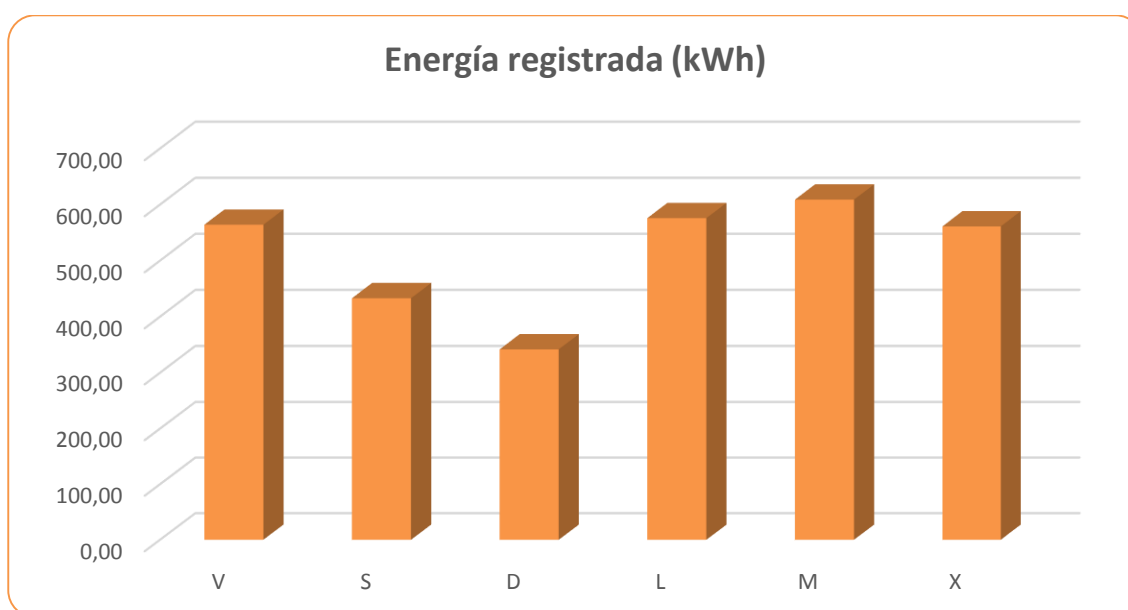


Gráfico 14 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 577,40 kWh y durante los días festivos de 387,25 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 15807,82kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 62,36% superior. Este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual; sobre todo en el alumbrado de los campos de fútbol, donde las potencias instaladas son muy elevadas.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Torre de iluminación. Campo de fútbol 2

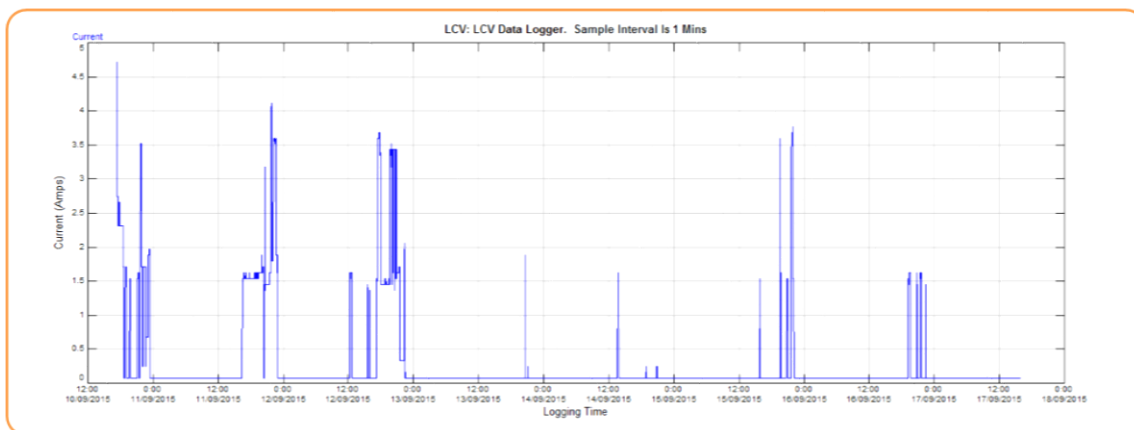


Gráfico 15 Registro de monofásico instalado en el campo de fútbol

- Edificio 1. Campo de fútbol 2. Conserjería, zona común, vestuarios visitante 2 y local 2

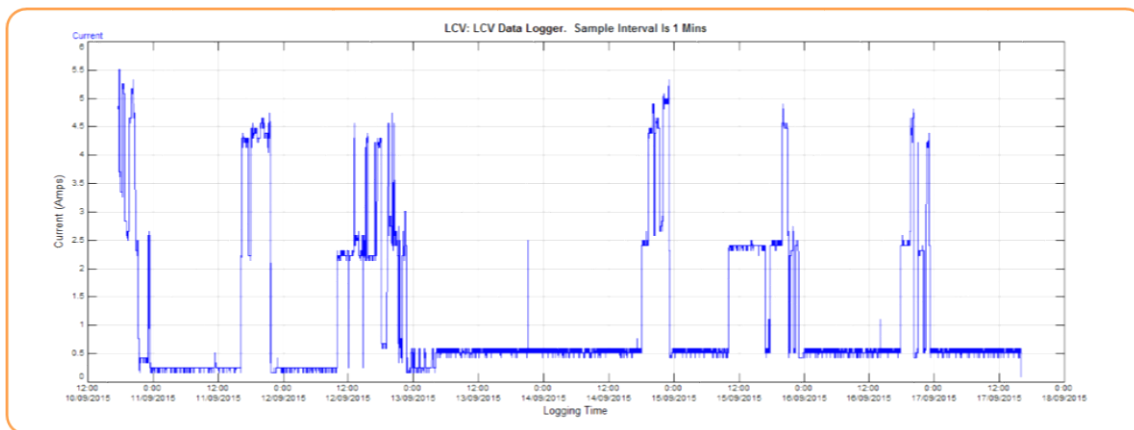


Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en el Edificio 1. Campo de fútbol 2

- **Edificio 1. Campo de fútbol 2.**
Vestuario árbitro, zona común, vestuarios visitante 1 y local 1

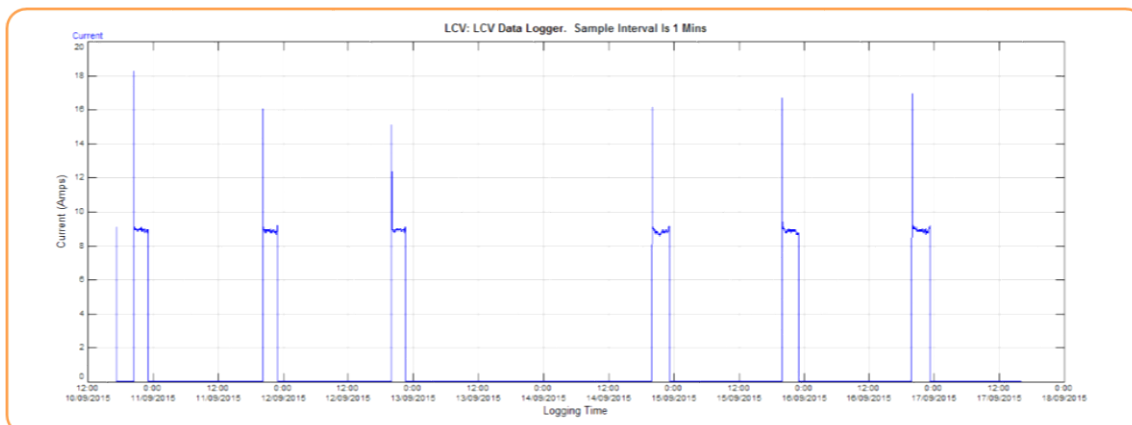


Gráfico 17 Registro de monofásico instalado en el Edificio 1. Campo de fútbol 2

Los registros permiten obtener un horario medio de funcionamiento de los circuitos en los que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Torre de iluminación. Campo de fútbol 2
 - L-V: 1 h
 - S-D: 1'20 h
 - Observando el registro, se comprueba que los días en que se activan estos proyectores funcionan en torno a 2'5 horas.
- Edificio 1. Campo de fútbol 2. Conserjería, zona común, vestuarios visitante 2 y local 2
 - L-V: 5 h
 - S-D: 2 h
- Edificio 1. Campo de fútbol 2. Vestuario árbitro, zona común, vestuarios visit 1 y local 1
 - L-V: 3 h
 - S-D: 1'20 h

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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.

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Ed. 1 C 1	0	Bar	172,8	16,90	312	200	3,28
Ed. 1 C 1	0	Almacén Bar	43,2	2,88	257	100	5,84
Ed. 1 C 1	0	Aseo Caballero	60	2,30	325	150	8,03
Ed. 1 C 1	0	Aseo Señora	60	2,30	124	150	21,04
Ed. 1 C 1	0	Almacén 1	43,2	6,50	220	100	3,02
Ed. 1 C 1	0	Almacén 2	43,2	6,50	163	100	4,08
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Local	172,8	17,48	621	150	1,59
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Local (Almacén)	60	1,64	185	100	19,78
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Local (Aseo)	60	1,64	191	150	19,15
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Local (Duchas)	120	7,10	148	150	11,42
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Árbitro	60	3,00	216	150	9,26
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Árbitro (Ducha)	60	2,10	95	150	30,08
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Visitante	172,8	17,48	497	150	1,99
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Visitante (Aseo)	60	1,64	506	150	7,23
Ed. 1 C 1	0	Vestuario Visitante (Duchas)	120	7,10	196	150	8,62
Ed. 1 C 1	0	Sala de Termos	60	3,20	266	200	7,05
Ed. 1 C 1	0	Pasillo 1	60	6,90	105	150	8,28
Ed. 2 C 1	0	Conserjería	18	10,30	506	300	0,35
Ed. 2 C 1	0	Vestuario Árbitro	18	12,60	1730	150	0,08
Ed. 2 C 1	0	Vestuario 1	45	18,28	1202	150	0,20
Ed. 2 C 1	0	Vestuario 1 (Aseo)	9	3,54	148	150	1,72
Ed. 2 C 1	0	Vestuario 1 (Ducha)	18	7,10	3115	150	0,08
Ed. 2 C 1	0	Vestuario 2	45	18,28	2810	150	0,09
Ed. 2 C 1	0	Vestuario 2 (Aseo)	9	3,54	177	150	1,44
Ed. 2 C 1	0	Vestuario 2 (Ducha)	18	7,10	2810	150	0,09

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Ed. 2 C 1	0	Sede Marbella Paraíso	86,4	16,60	306	300	1,70
Ed. 2 C 1	0	Sala de Máquinas	86,4	8,32	389	200	2,67
Ed. Riego	0	Instalación Riego	172,8	14,11	345	200	3,55
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 1	172,8	17,48	153	150	6,46
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 1 (Aseo)	60	1,64	200	150	18,29
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 1 (Duchas)	120	7,10	130	150	13,00
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Árbitro	60	3,00	270	150	7,41
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Árbitro (Ducha)	60	2,10	80	150	35,71
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Visitante 1	172,8	17,48	390	150	2,53
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Visitante 1 (Aseo)	60	1,64	63	150	58,07
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Visitante 1 (Duchas)	120	7,10	190	150	8,90
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 2	172,8	17,48	888	150	1,11
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 2 (Almacén)	60	1,64	212	100	17,26
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 2 (Aseo)	60	1,64	151	150	24,23
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Local 2 (Duchas)	120	7,10	160	150	10,56
Ed. 1 C 2	0	Conserjería	60	3,00	244	300	8,20
Ed. 1 C 2	0	Conserjería (Almacén)	60	2,10	371	100	7,70
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Visitante 2	172,8	17,48	902	150	1,10
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Visitante 2 (Aseo)	60	1,64	15	150	243,9
Ed. 1 C 2	0	Vestuario Visitante 2 (Duchas)	120	7,10	163	150	10,37
Ed. 1 C 2	0	Pasillo Termos 2	21,6	14,00	304	150	0,51
Ed. 1 C 2	0	Pasillo Termos 1	86,4	14,00	370	150	1,67
Ed. 2 C 2	0	Sede Deportiva	172,8	22,55	399	300	1,92
Ed. 2 C 2	0	Almacén 1	292,8	13,80	332	100	6,39
Ed. 3 C 2	0	Aseo Señora	180	7,87	203	150	11,27
Ed. 3 C 2	0	Aseo Caballero	180	7,87	261	150	8,76
Ed. 3 C 2	0	Almacén	43,2	6,12	220	100	3,21
Ed. 3 C 2	0	Bar	172,8	14,96	242	200	4,77

Tabla 24 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los niveles de iluminancia registrados son suficientes e incluso excesivos en la mayoría de las estancias en que se han realizado mediciones. En concreto, los Vestuarios del Edificio 2 del Campo 1 presentan niveles muy elevados debido a la luz natural que incide por los lucernarios.

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 25 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 10/09/2015 y 17/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en la estancia Conserjería Nueva, situada en el edificio 2 del campo de fútbol 1. Al igual que el resto de las instalaciones integradas en este complejo polideportivo, la Conserjería carece de sistemas de climatización.

- Conserjería Nueva (Edificio 2 Campo 1) – Orientación S

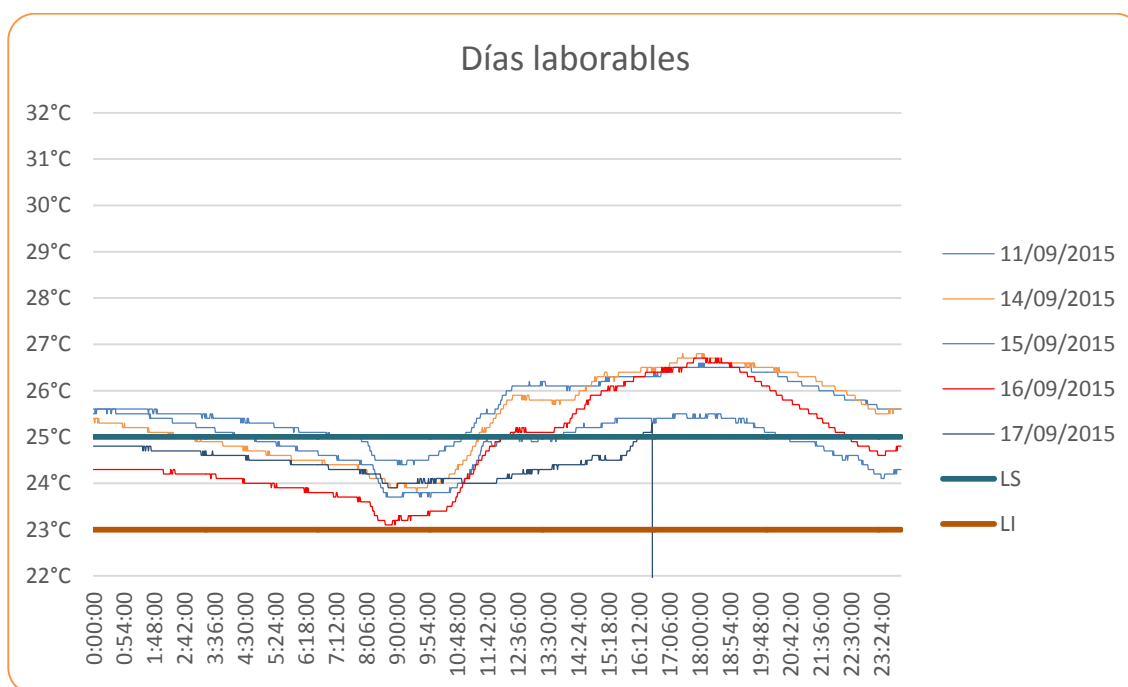


Gráfico 18 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

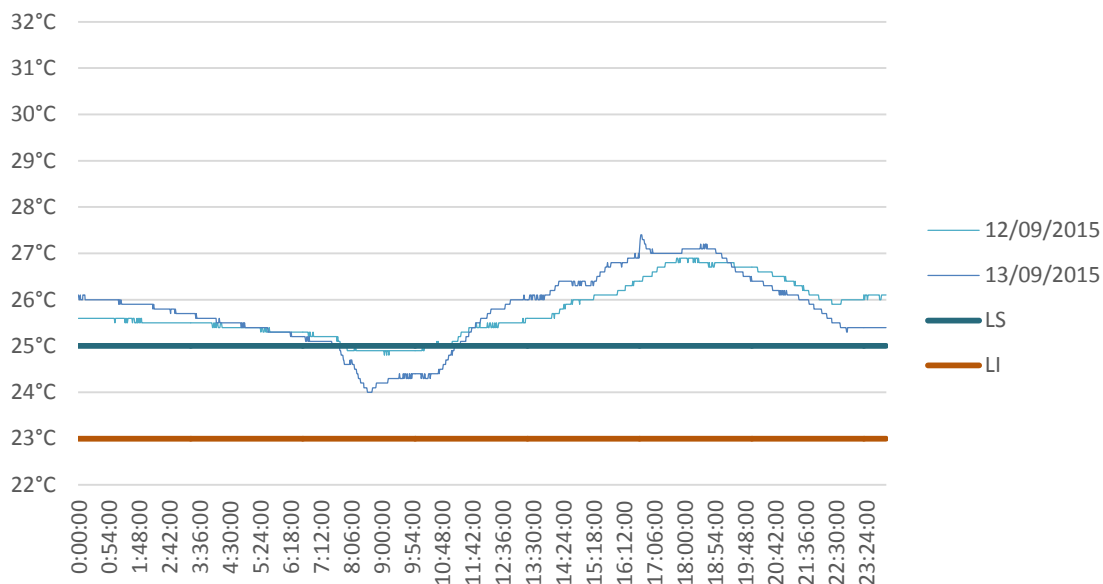


Gráfico 19 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

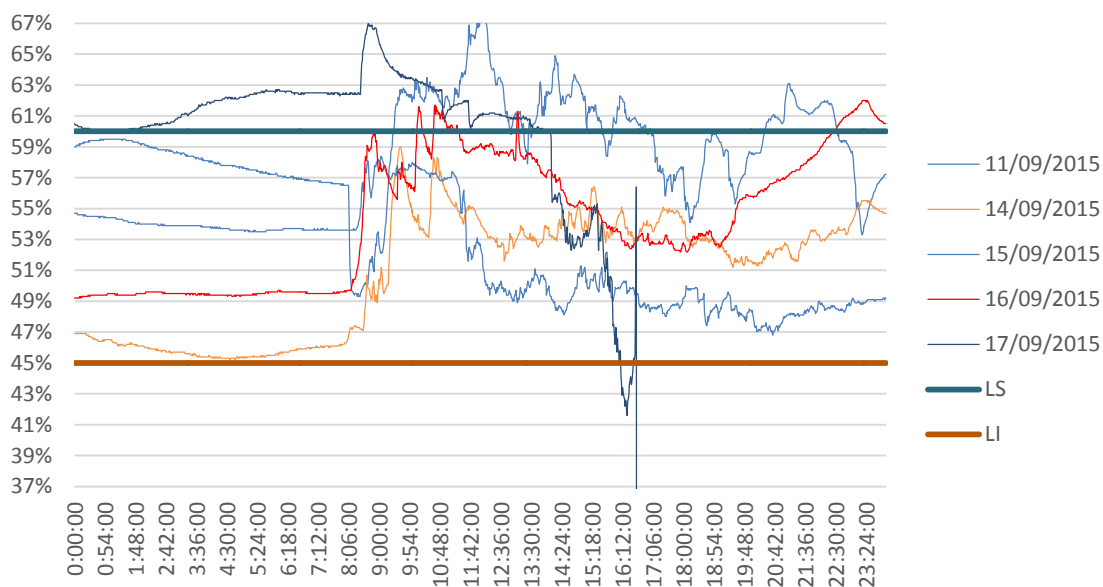


Gráfico 20 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



Gráfico 21 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Al no existir ningún sistema de climatización, la curva de temperaturas registrada responde con el perfil de uso y la exposición solar del edificio.

A partir de las 10 de la mañana la estancia aumenta de temperatura debido a la radiación solar y a las aportaciones de calor producidas por la ocupación; a medio día se estabiliza esa temperatura, para mm a partir de las 15:00 continuar subiendo hasta alcanzar su máximo en torno a las 19:00, cuando el sol deja de incidir sobre el edificio.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran por encima de los 25°C (límite superior establecido por el RITE) durante el periodo de ocupación; especialmente en el horario de tarde.
- ☐ El **perfil de utilización** de esta estancia es muy **similar** todos los días (laborables y festivos).
- ☐ La humedad relativa registrada se mantiene prácticamente todo el tiempo entre los límites establecidos por el RITE; aunque de manera puntual se alcanzan valores de humedad relativa superiores

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

Tras realizar la certificación energética de los edificios se han obtenido las siguientes calificaciones:

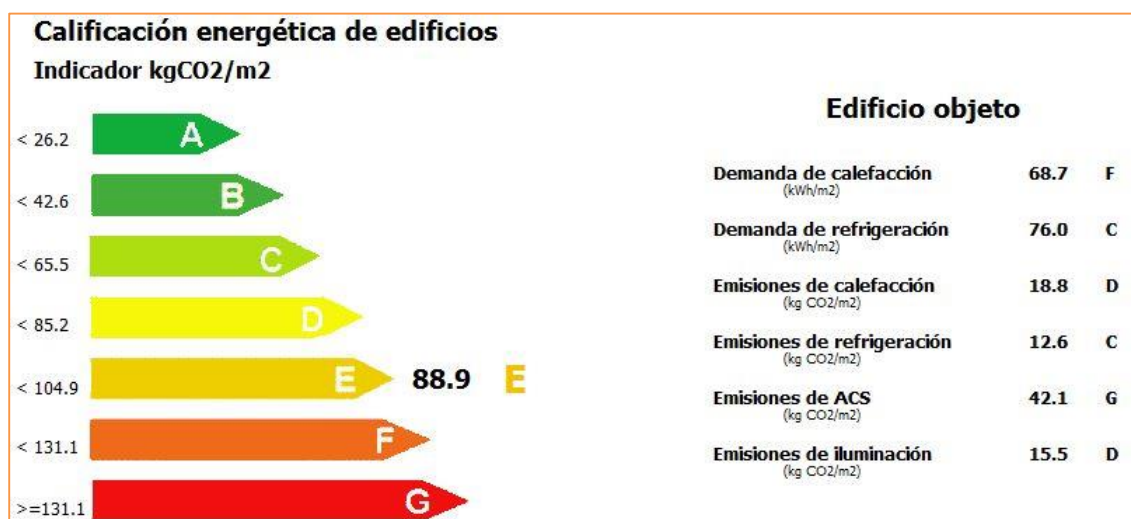


Imagen 24 Etiqueta Certificado Energético. Edificio 1 Campo 1

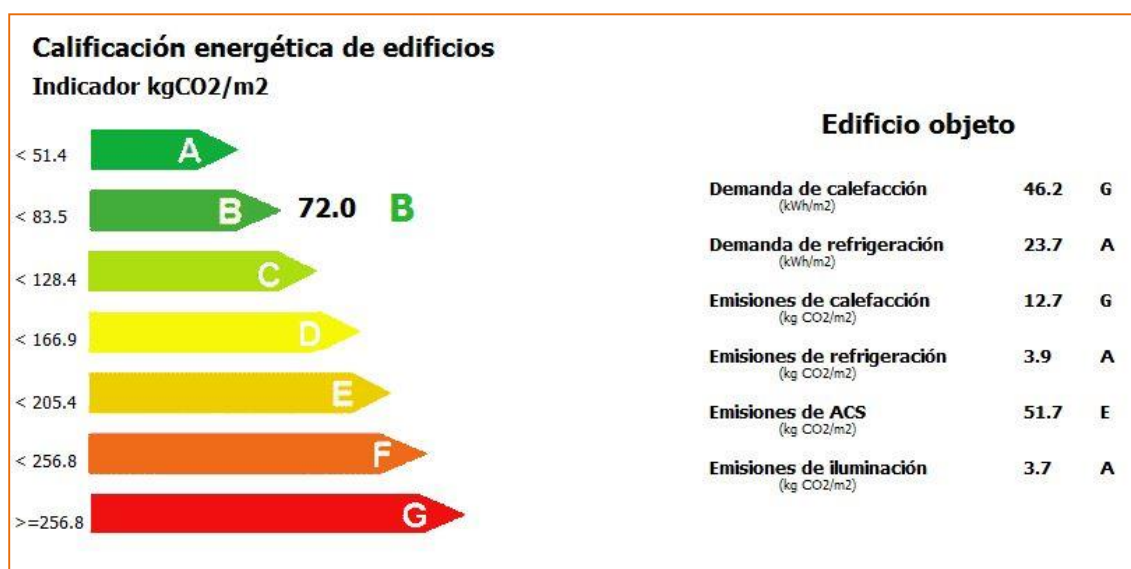


Imagen 25 Etiqueta Certificado Energético. Edificio 2 Campo 1

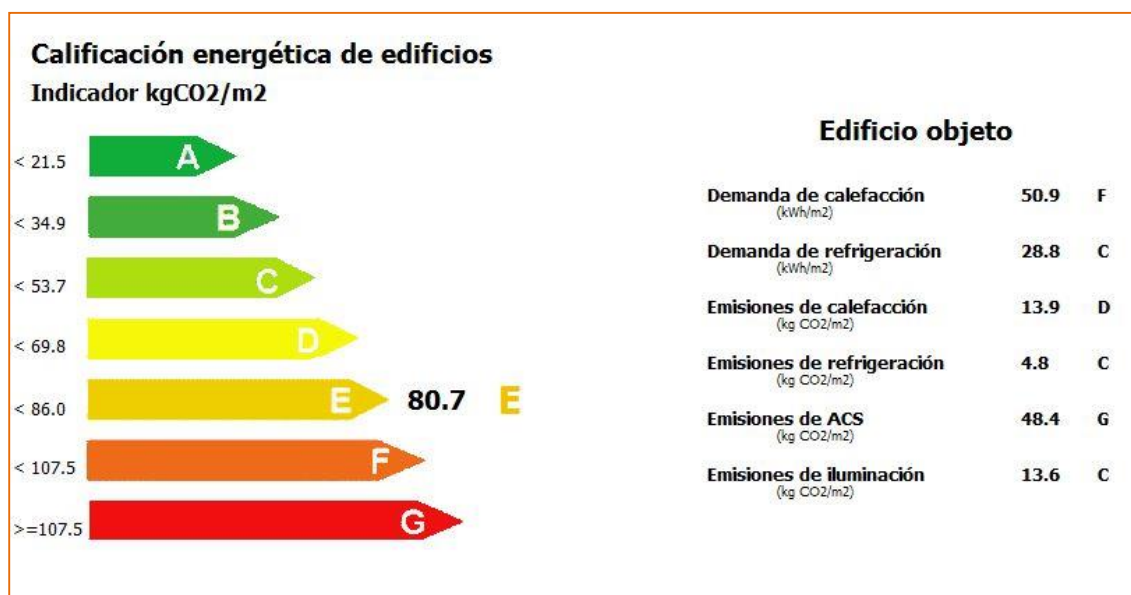


Imagen 26 Etiqueta Certificado Energético. Edificio 1 Campo 2

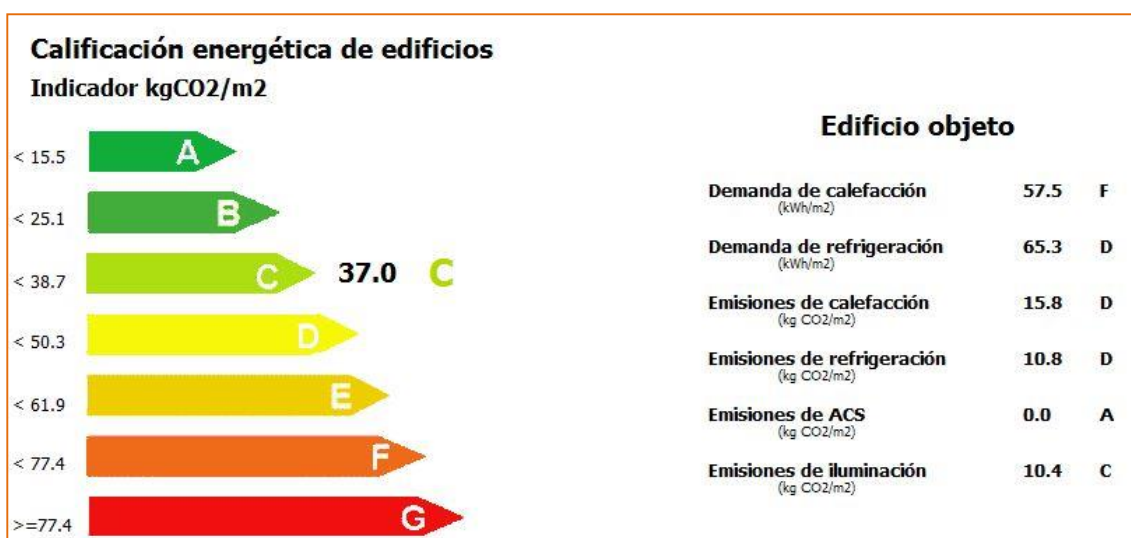


Imagen 27 Etiqueta Certificado Energético. Edificio 3 Campo 2

En los casos de los Edificios 2 Campo 2 y Riego no se alcanzan los 50 m² de superficie útil, por lo que de acuerdo al Real Decreto 235/2013 no se han realizado sus correspondientes certificaciones energéticas.

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de las certificaciones energéticas de los edificios.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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:

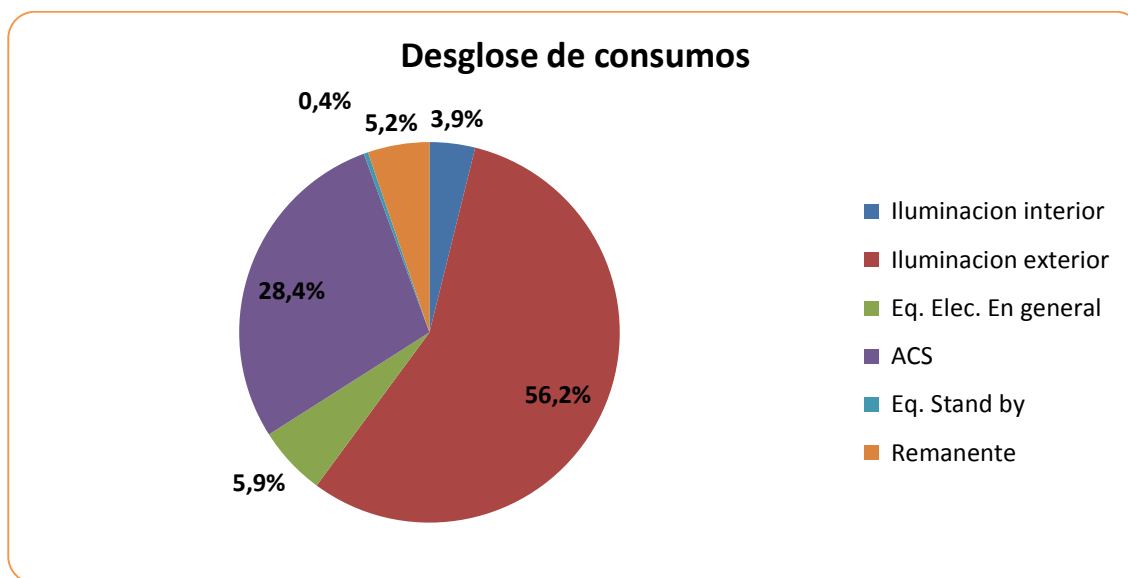


Gráfico 22 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes al alumbrado exterior. Tal como se viene describiendo, las torres de iluminación de los campos de fútbol representan casi la totalidad de los consumos eléctricos de este Polideportivo.

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde a los equipos de producción de agua caliente sanitaria debido a que existe una gran demanda (la mayoría de las instalaciones cubiertas son vestuarios).

En este caso, el porcentaje del consumo eléctrico que representan la iluminación interior y los equipo eléctricos se encuentra en torno al 10% del total; lo cual se corresponde con la tipología de las instalaciones auditadas.

Por último, aparece en el gráfico un porcentaje “Remanente” que se debe, entre otras cosas, a:

- Equipos eléctricos e iluminación que se puedan quedar encendidos cuando no se están utilizando.
- Aparatos eléctricos que estén a final de su vida útil y consuman más electricidad de la requerida para su funcionamiento normal. Esto puede suceder en neveras con compresores antiguos, balastos electromagnéticos de lámparas, bombas, etc.
- Diferencia entre las horas registradas durante el estudio con los analizadores de redes para la utilización de la iluminación y los equipos eléctricos y las horas de uso a lo largo del año.

Este porcentaje se encuentra en el rango aceptable para una instalación de estas características, pero, según lo explicado anteriormente, se recomienda examinar la instalación para localizar consumos evitables y revisar ciertos comportamientos para intentar reducir en la medida de lo posible este consumo energético.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 4%.

El gran peso que adquiere la iluminación de los campos de fútbol y que su utilización no responda a un perfil de uso concreto, hacen que esta desviación se encuentre dentro de los límites aceptables.

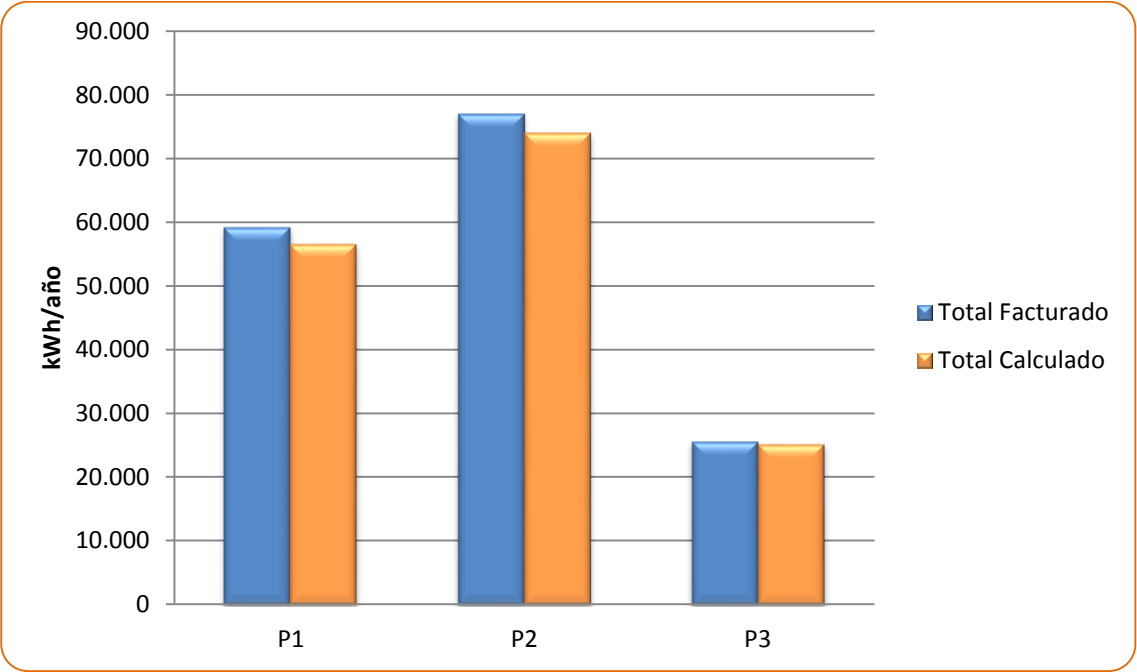


Gráfico 23 Desglose de consumos por periodo

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

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en el complejo deportivo está cubierta por medio de varias instalaciones de energía solar térmica.

EDIFICIO 1 CAMPO 1

A continuación se resume la contribución energética anual de dicha instalación a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el edificio, calculada de acuerdo a las características de la instalación existente, descrita en el apartado correspondiente:

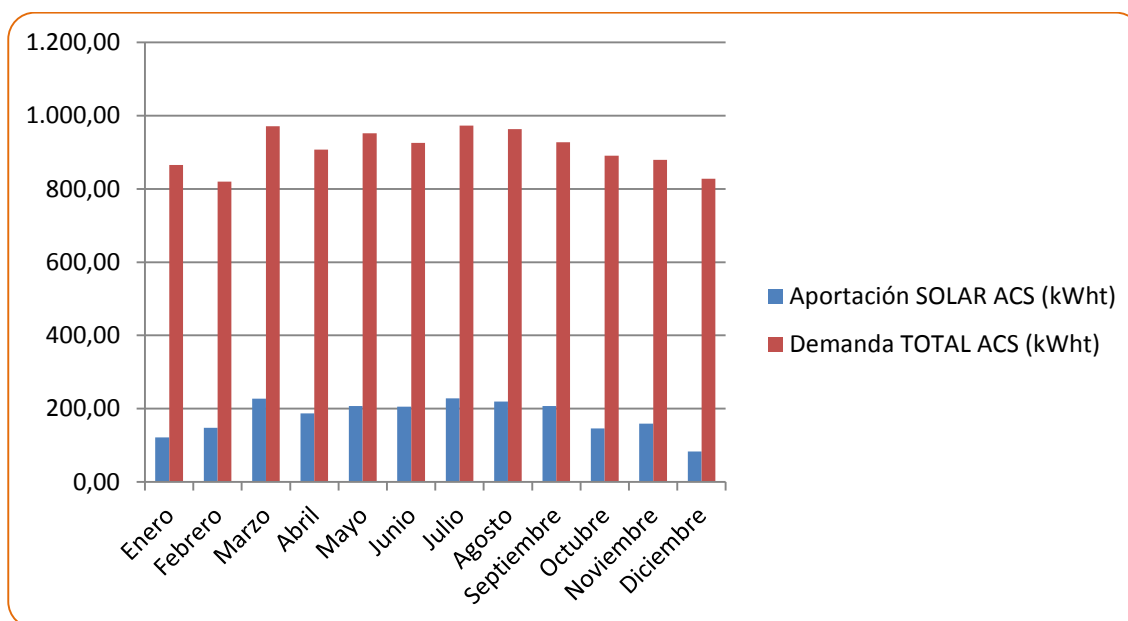


Gráfico 24 Resumen de contribución solar a la producción de ACS. Edificio 1 Campo 1

En la siguiente tabla se muestran los datos globales de contribución solar anual a la producción de ACS del edificio:

Demanda Térmica de ACS (kWh)	10.900,10
Aportación Solar Anual (kWh / %)	2.114,10 19,63
kgCO2 evitados al año	853,90
Ahorro Económico (€/año)	426,86

Tabla 26 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

De acuerdo a estos datos, la instalación NO cumple con las exigencias actuales del CTE – DB-HE4, que requiere una cobertura solar anual mínima del 50% para la zona climática IV correspondiente a Marbella.

EDIFICIO 2 CAMPO 1

A continuación se resume la contribución energética anual de dicha instalación a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el edificio, calculada de acuerdo a las características de la instalación existente, descrita en el apartado correspondiente:

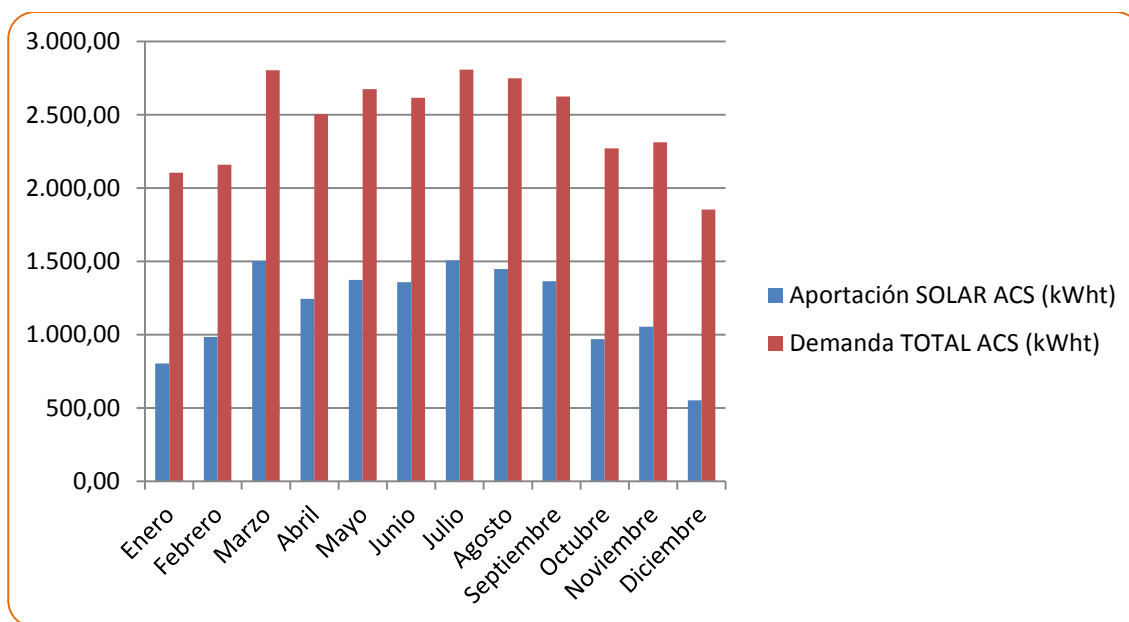


Gráfico 25 Resumen de contribución solar a la producción de ACS. Edificio 2 Campo 1

En la siguiente tabla se muestran los datos globales de contribución solar anual a la producción de ACS del edificio:

Demanda Térmica de ACS (kWh)	23.815,17	
Aportación Solar Anual (kWh / %)	8.485,17	35,63%
kgCO2 evitados al año	3.385,58	
Ahorro Económico (€/año)	1.692,43	

Tabla 27 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

De acuerdo a estos datos, la instalación NO cumple con las exigencias actuales del CTE – DB-HE4, que requiere una cobertura solar anual mínima del 50% para la zona climática IV correspondiente a Marbella.

EDIFICIO 1 CAMPO 2

A continuación se resume la contribución energética anual de dicha instalación a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el edificio, calculada de acuerdo a las características de la instalación existente, descrita en el apartado correspondiente:

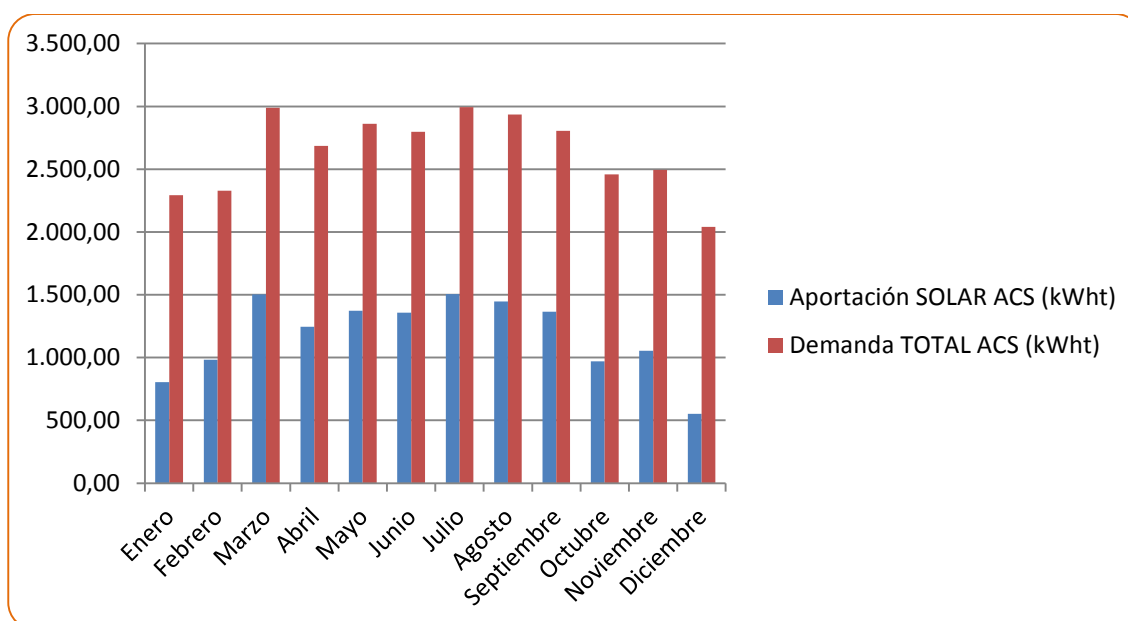


Gráfico 26 Resumen de contribución solar a la producción de ACS. Edificio 1 Campo 2

En la siguiente tabla se muestran los datos globales de contribución solar anual a la producción de ACS del edificio:

Demanda Térmica de ACS (kWh)	21.907,90	
Aportación Solar Anual (kWh / %)	4.387,90	20,03%
kgCO2 evitados al año	1.750,77	
Ahorro Económico (€/año)	875,20	

Tabla 28 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

De acuerdo a estos datos, la instalación NO cumple con las exigencias actuales del CTE – DB-HE4, que requiere una cobertura solar anual mínima del 50% para la zona climática IV correspondiente a Marbella.

POLIDEPOSTIVO ARROYO PRIMERO - GLOBAL

A continuación se resume la contribución energética anual de las instalaciones solares a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) global en el complejo deportivo:

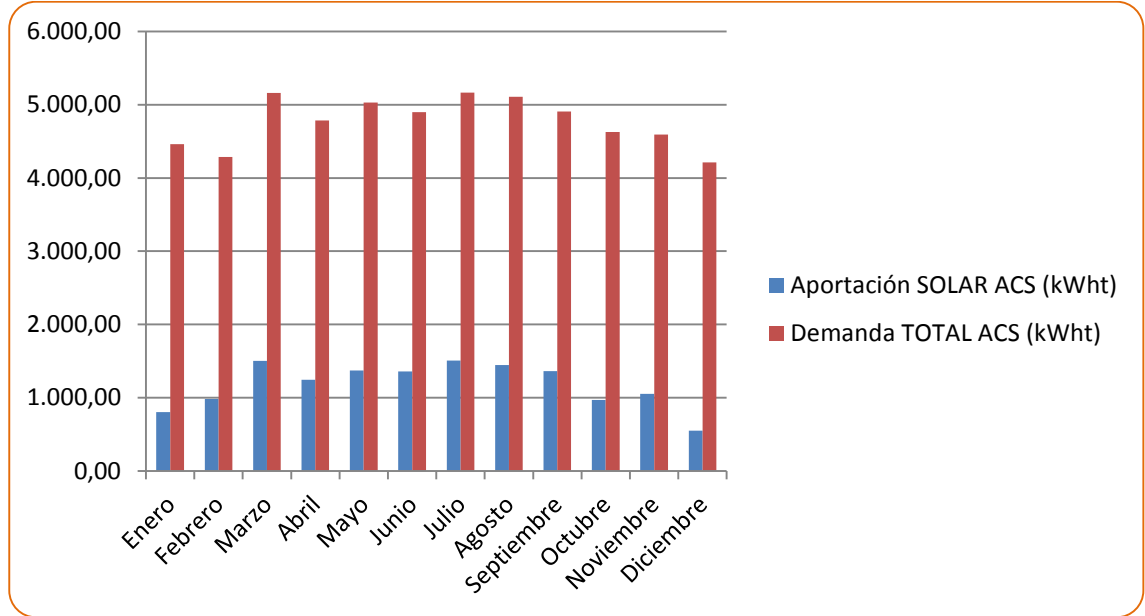


Gráfico 27 Resumen de contribución solar a la producción de ACS. Global Polideportivo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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 28 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 ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	26,67%	73,33%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,41881
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

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			
4.027	66,67%	2,49%	500,08 €	40,29 €	540,37 €	1.998,70 €	3,70	1,61

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 ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

Descripción actuación: adecuación de la potencia contratada en cada periodo de facturación

Descripción de la mejora

Adecuación de la potencia eléctrica contratada con la compañía eléctrica a la potencia que realmente demanda la instalación para de esa forma disminuir el valor económico del término de potencia en la facturación.

Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demandada se encuentra en varios de los periodos facturados por encima de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el máxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

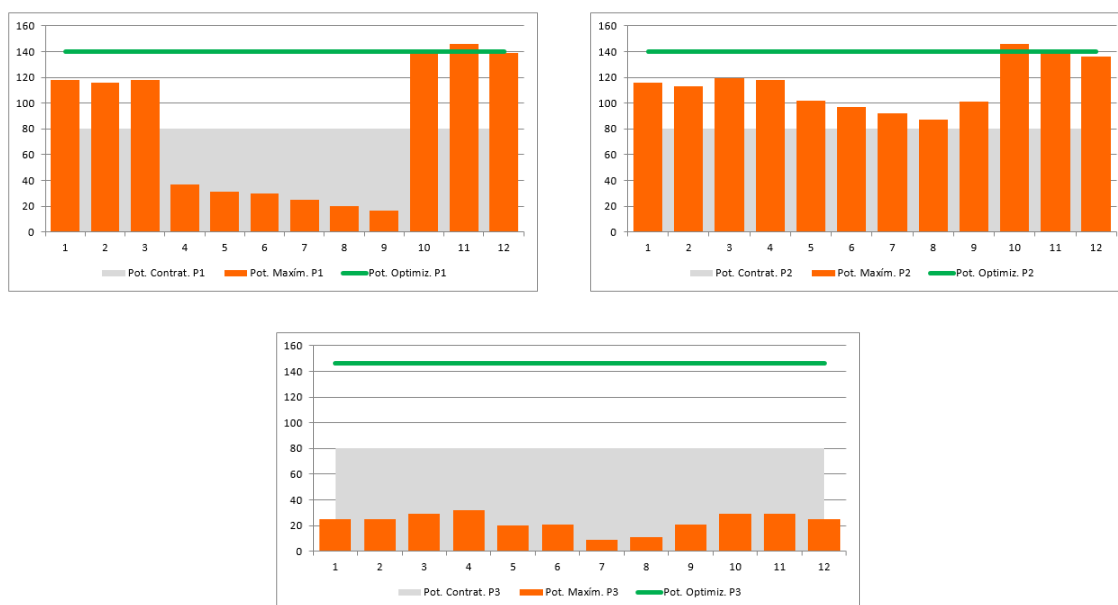


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda aumentar la potencia contratada a **140 / 140 / 146 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia a febrero de 2015 fijado para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% debido al impuesto eléctrico.

Tipo de tarifa	P1 (€/kW año)	P2 (€/kW año)	P3 (€/kW año)
3.0 A	42,81	25,69	17,12

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
80	80	80	140	140	146	1.102,78 €

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

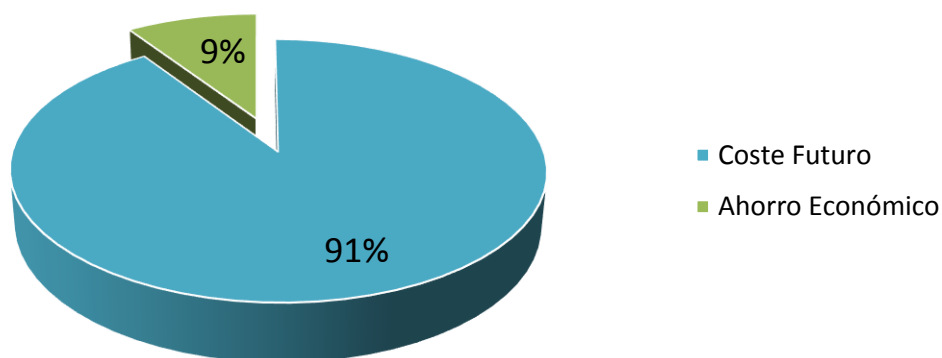


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

5.3 Instalación de batería de condensadores

Descripción actuación: instalar una batería de condensadores para conseguir compensar el consumo de energía inductiva producida por los equipos consumidores.

Descripción de la mejora

La energía reactiva está asociada a la energía inductiva generada por los campos magnéticos internos de motores, transformadores (receptores) y otros elementos. Estos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento, entregándola durante la destrucción de los mismos.

Existen algunos efectos negativos que se derivan del consumo de este tipo de energía:

- Costes económicos para el consumidor.
- Caídas de tensión.
- Pérdida de potencia.
- Sobrecargas en las redes de distribución.

Las compañías comercializadoras de energía eléctrica penalizan económicamente a sus clientes cuando se produce un exceso de consumo de ésta. Estas penalizaciones se aplican cuando el factor de potencia de la instalación es inferior a 0,95.

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

- Reducción en el recibo de electricidad.
- Aumento de la potencia disponible.
- Disminución de pérdidas por efecto Joule en los conductores y transformadores.
- Reducción de las caídas de tensión aguas arriba del punto de conexión del equipo de compensación.

Aplicación de la mejora

Con la instalación de la batería de condensadores se consigue que el factor de potencia de la instalación se encuentre por encima de 0,95 que es el valor mínimo exigido por la comercializadora eléctrica para no sufrir penalización económica.

A partir de los datos de las facturas eléctricas del último año se observa que existe penalización por energía reactiva, por lo que se recomienda la instalación de una batería de condensadores automática para la compensación global de la potencia reactiva en el cuadro general de la instalación.

En la siguiente tabla se muestran las características que tiene que tener la batería de condensadores necesaria para obtener un factor de potencia por encima de 0,95 y por tanto eliminar la penalización por energía reactiva existente en la facturación:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
85,85	2x15+2x30	90

Tabla 29 Características de batería de condensadores

Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para calcular la inversión necesaria y llevar a cabo la mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes. Con los datos anteriores se ha obtenido 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 es de 1.313,30 €.

La inversión incluye una batería de condensadores con regulación automática de la potencia calculada, interruptor y diferencial correspondiente, regulador de medida trifásico y la mano de obra correspondiente de montaje, conexionado y puesta en servicio.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos con la implantación de la mejora, 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	%	€/año	€ ¹	años	Ton/año
-	-	1092,88	1.313,30	1,20	-

Tabla 30 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

Los principales riesgos son los debidos a la instalación de equipos de baja calidad o a un mal dimensionamiento de la potencia de la batería de condensadores.

¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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.

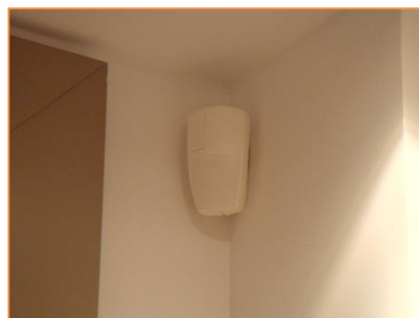


Imagen 29 Detectores de presencia

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 ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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 ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

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 ARROYO 1º	1306
		74
		Rev.04

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con instalaciones de solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS.

7.2 Biomasa

El complejo deportivo carece de sistemas de climatización, y para la producción de ACS ya cuenta con contribución de energías renovables.

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	% ²	€/año	€ ³	años	Ton/año
Sustitución de iluminación Imagenpor tecnología Led	4.027	66,67%	540,37 €	1.998,70 €	3,70	1,61
Ajuste de la potencia eléctrica contratada	-	-	1.102,78 €	-	-	-
Instalación de batería de condensadores	-	-	1092,88 €	1.313,30 €	1,20	-
TOTAL ELÉCTRICAS	4027	67%	2.736,03 €	3.312,00 €	1,21	1,61

Tabla 31 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.

² Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

³ Todos los precios son sin IVA