






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Polideportivo Salduba)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_58_20160222

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	3
1.3 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor para calefacción.....	7
1.4.2 Producción de ACS	10
1.4.3 Producción de frío y calor para climatización	15
1.4.4 Distribución - Grupos de bombeo	18
1.4.5 Unidades Terminales.....	26
1.5 Iluminación.....	31
1.5.1 Iluminación interior	32
1.5.2 Iluminación exterior	34
1.5.3 Sistemas de control	34
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	34
1.6 Otros equipos	35
1.7 Resumen de potencias instaladas	37
2. CONSUMOS ANUALES.....	38
2.1 Consumos eléctricos	38
2.2 Consumos térmicos.....	51
2.3 Consumos energéticos totales	52
2.4 Índices energéticos.....	53
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	53
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	53
3. MEDICIONES REALIZADAS	55
3.1 Medidas eléctricas.....	55
3.1.1 Registros trifásicos	55
3.1.2 Registros monofásicos.....	64
3.2 Medida de nivel de iluminación	66
3.3 Medidas térmicas.....	68
3.3.1 Análisis del rendimiento de la combustión	68
3.3.2 Registradores de temperatura y humedad	68
3.4 Análisis termográfico.....	72

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

3.5	Certificación energética	73
4.	ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	75
4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	75
4.2	Desglose de consumos térmicos	77
4.3	Contribución de energías renovables	78
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	79
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	79
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada. Suministro 3	81
5.3	Instalación de batería de condensadores. Suministro 3	83
5.4	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	85
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	90
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	90
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	92
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	93
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	95
7.1	Energía solar térmica.....	95
7.2	Biomasa	95
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	95
7.4	Recuperación del calor del agua de renovación de piscinas.....	96
8.	RESUMEN	106

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Polideportivo Salduba Centro de Deportes Municipal Antonio Serrano Lima
Dirección	Avenida General López Domínguez, 2. 29603 Marbella
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto	Pedro Pérez (Responsable Instalaciones) 952 924609
Número de edificios	5
Referencia Catastral	2025101UF3422N

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Polideportivo Salduba** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida General López Domínguez** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vistas generales del Polideportivo Salduba

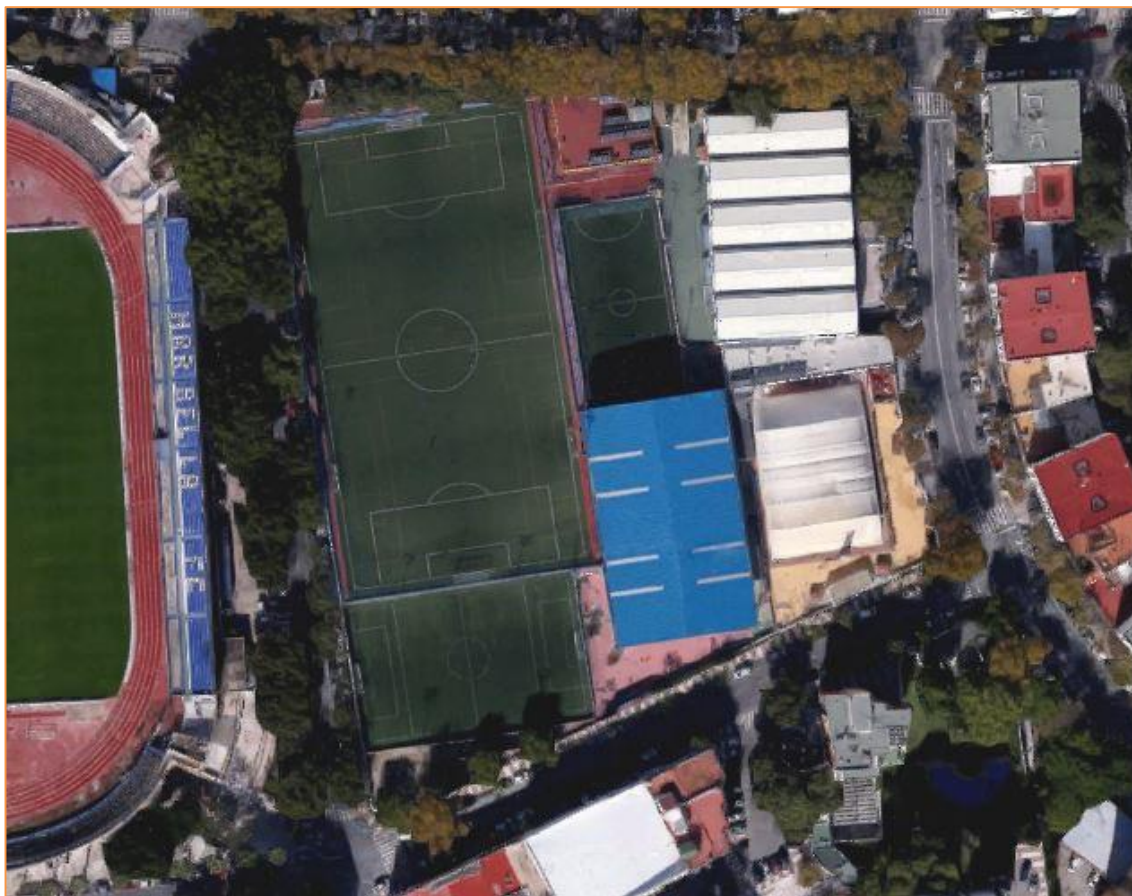


Imagen 2 Vista aérea del Polideportivo Salduba

Edificio	Nº plantas	Sup constr (m²)	Nº personas	Horario	Año constr	Última reforma	Reformas realizadas
Vestuarios Piscina	1	246,40	-	L-V 8:45-00:00 S-D 8:45-23:00	1991	-	-
Bar	1	77,60	5	L-D 9:00-23:00		-	-
Piscina	1	804,00	135	L-D 9:00-23:00	1991	-	-
Vestuarios Pistas	1	315,85	-	L-V 18:00-0:00 S-D 20:00-22:00	1991	-	-
Pabellón	1	1.800,30	-	L-V 16:00-0:00 S-D 16:00-22:00	1980	2015	Cambio de la cubierta
Oficinas OAL y Salas de Máquinas	1	290,70	5	L-V 9:00-14:00; 16:00-23:00	1991	-	-
Pista Cubierta	Ext	1.175,00	-	L-V 18:30-21:30	1980	2013	Instalación de cubierta
Pista Fútbol 11	Ext	5.145,00	-	L-V 20:00-0:00 S-D 20:00-22:00		-	-
Pista Fútbol 7	Ext	1.464,00	-			-	-
Pista Fútbol Sala	Ext	803,00	-			-	-
		17.806,00	1500	L-D 9:00-23:00			
		Sup parcela	Ocupación total	Horario general			

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.

USO	Planta 0	Planta 1	Sup. Total (m²)
Administrativo	93	280	373
Aseos	657	--	657
Cocina-comedor	70	--	70
Deportivo	1.242	--	1.242
No habitable	256	--	256
Piscina	804	--	804
Zonas comunes	133	--	133
Sup. Total (m²)	3.255	280	3.535

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 cancha de uso deportivo ocupa el 35% de la superficie total de la instalación, mientras que la piscina abarca el 23%; el resto de la superficie se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a aseos y vestuarios con un 19%.

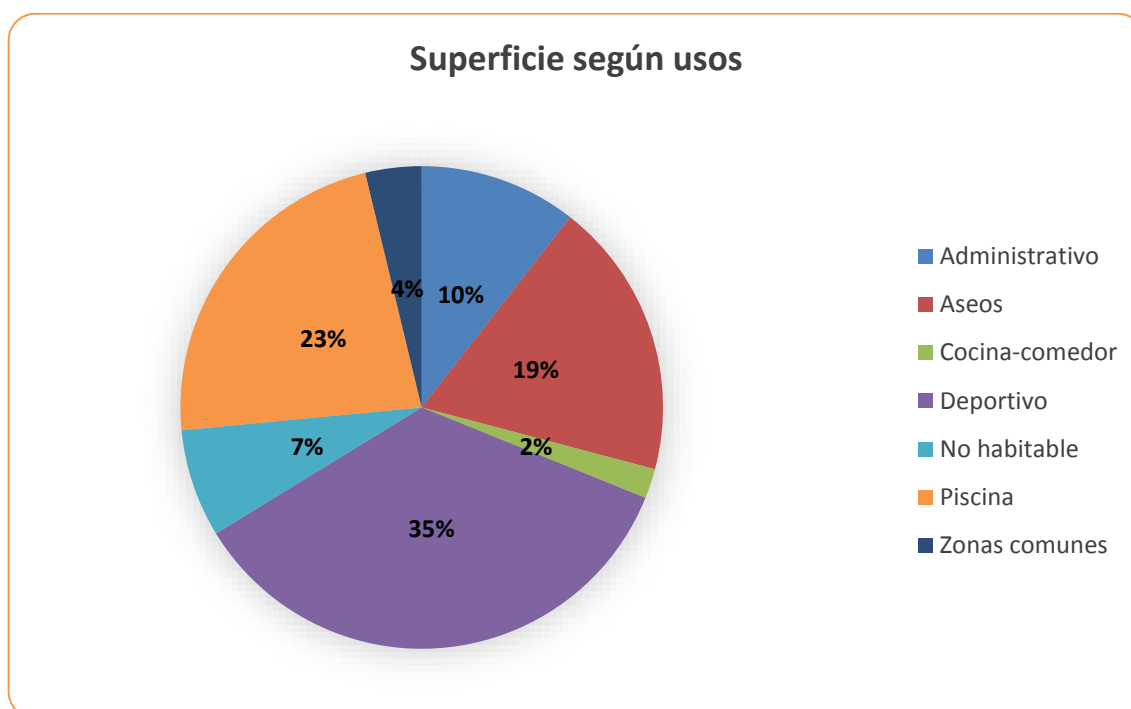


Gráfico 1 Superficie según Usos

A continuación se muestra el plano de ordenación del complejo deportivo:



Plano 1 Ordenación del Conjunto

En el anexo correspondiente se incluyen todos los planos por planta de los edificios.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		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 deportivo, según la ficha catastral, fue construido en 1991; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

Todas las construcciones presentan sistemas constructivos característicos de la época, con fachadas de aspecto masivo y bajo porcentaje en huecos.

Los vestuarios responden perfectamente a la tipología constructiva asociada a su uso; con pequeños huecos a cierta altura del suelo.



Imagen 3 Fachada Vestuarios Pistas

Los paneles de la cubierta del pabellón han sido sustituidos recientemente; se apoyan sobre grandes cerchas metálicas que permiten salvar la luz de la pista interior. Los cerramientos verticales son muy opacos tal como es habitual en este tipo de edificios.



Imagen 4. Fachada del Pabellón

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA		1306
			58
			Rev.04

El caso de la piscina es especial, su envolvente térmica se compone de una lona de poliéster sobre una estructura de grandes pórticos de madera. Se trata de una configuración muy en la línea de la incipiente arquitectura textil de principios de los 90'.



Imagen 5. Envolvente térmica. Arquitectura textil. Piscina

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

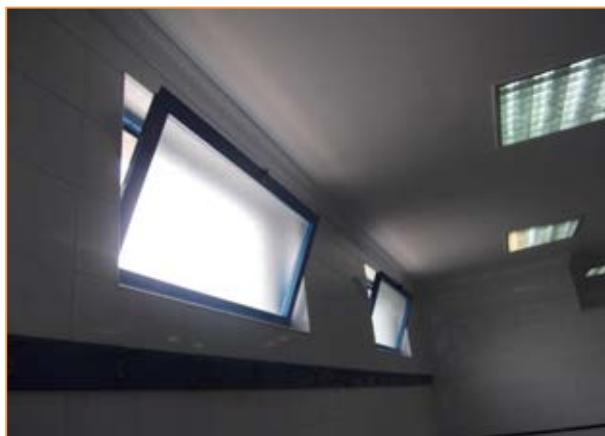


Imagen 6 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

La central de producción térmica se encuentra ubicada en la sala de calderas de la planta baja del edificio y da servicio a la calefacción del centro, al calentamiento del vaso y a la climatización de la piscina y como apoyo a la generación de ACS, que se lleva a cabo mediante una instalación de energía solar térmica compuesta por 30 captadores planos.

Por otra parte, existen dos instalaciones de energía solar térmica compuestas por 15 captadores planos cada una, que se encuentran actualmente fuera de servicio.

La climatización del ambiente de la piscina se lleva a cabo mediante dos deshumectadoras con baterías de recuperación en los circuitos de condensación en aire y en el agua del vaso.

La climatización del resto de zonas del centro se circunscribe prácticamente al sistema de calefacción con radiadores de aluminio en la zona de vestuarios. No obstante, en determinadas estancias del centro existen sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, cassette y conductos). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor para calefacción

A continuación se describen las características de los equipos generadores de calor existentes en la sala de calderas:

Nº generador	Tipo 1	Tipo 2
Generador	Caldera	Caldera
Ubicación	Sala de calderas	Sala de calderas
Zona de tratamiento	Piscina y Vestuarios de la piscina	Piscina y Vestuarios de la piscina
Servicio	Calefacción y ACS	Calefacción y ACS
Combustible	Gasóleo C	Gasóleo C
Tipo	Estándar	Estándar
Marca	Lamborghini	Lamborghini
Modelo	MEGA PREX 350	MEGA PREX 350
Potencia útil nominal (kWt)	356,00	356,00
Tipo quemador	Sobrepresión	Sobrepresión
Marca quemador	Lamborghini	Lamborghini
Modelo	ECO 30/2	ECO 30/2
Regulación quemador	2 marchas	2 marchas
Control - encendido / apagado	Si	Si
Centralita - marca / modelo	Programado	Programado
Mes inicio calefacción	Septiembre	Septiembre
Mes final calefacción	Julio	Julio
días/semana	L-V / S-D	L-V / S-D
horario funcionamiento/día (por la mañana)	7:00 a 14:00 / 9:00 a 14:00	7:00 a 14:00 / 9:00 a 14:00
horario funcionamiento/día (por la tarde)	14:00 a 24:00 / 14: 22:00	14:00 a 24:00 / 14: 22:00

Tabla 4 Características central de producción de calor

A continuación se muestra el esquema de principio con la distribución actual de la central de producción térmica:

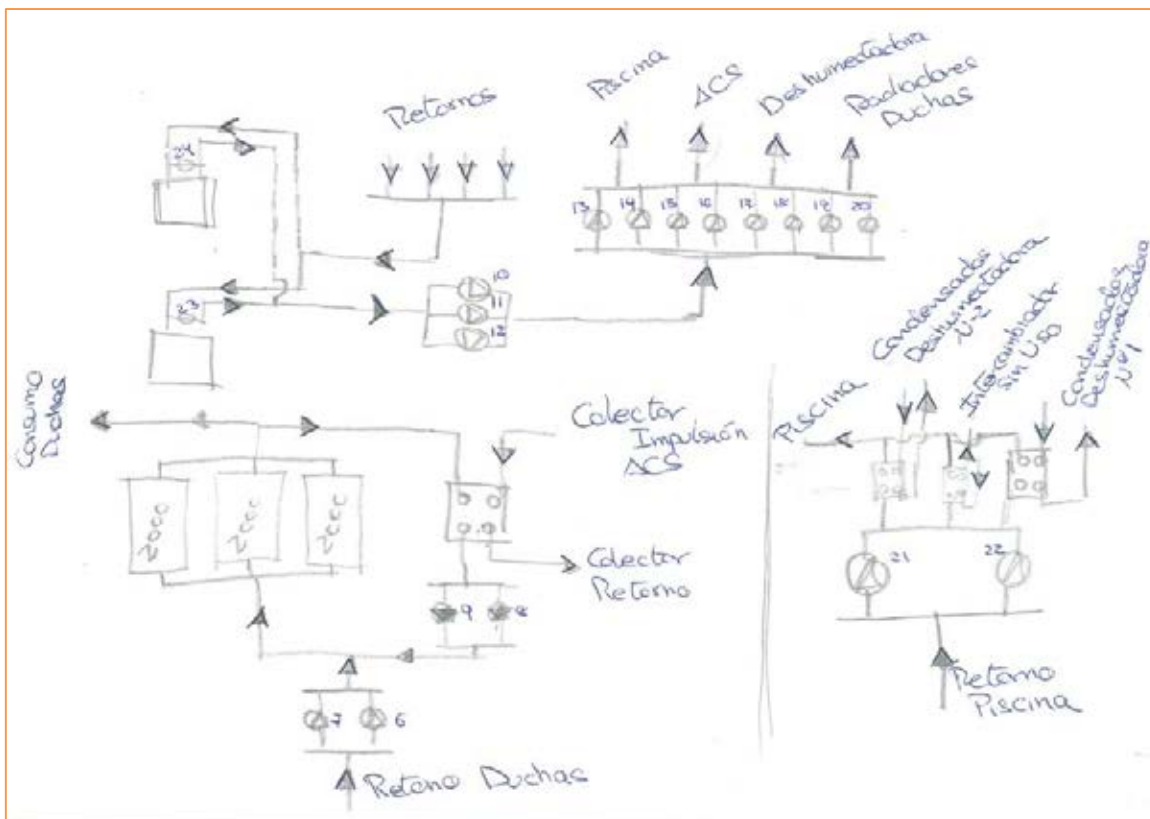


Imagen 7 Esquema de principio de sala de calderas

Las imágenes de la sala de calderas se muestran a continuación:



Imagen 8 Sala de calderas – Caldera tipo 1 y 2

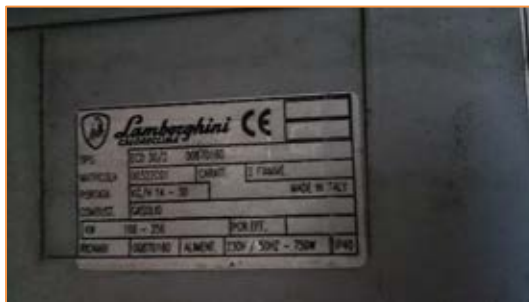


Imagen 9 Sala de calderas



Imagen 10 Sala de calderas - Distribución



Imagen 11 Cuadro eléctrico y de control - Central de producción

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

1.4.2 Producción de ACS

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 30 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en dos depósitos acumuladores de 2.500 litros de capacidad, con apoyo de la central térmica que genera el ACS en tres inter-acumuladores de 2.000 litros de capacidad, conectados en serie con el depósito solar.

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

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	30
	Tipo	Plano
	Marca	Novasol
	Modelo	Novasol
	Superficie bruta (m2)	2,07
	Superficie de apertura (m2)	1,95
	Inclinación	45
	Orientación	Sur
Circuito primario	Bomba (Marca)	WILO
	Bomba (Marca)	TOP-S30/10
Circuito secundario	Bomba (Marca)	Grundfos
	Bomba (Marca)	SOLAR 25-120 180
Intercambiador de calor	Tipo	Intercambiador de placas
	Marca:	Alfalaval
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	2.500,00
	Depósito 2 (litros)	2.500,00
	Total (litros)	5.000,00
Observaciones	Energía auxiliar: Calderas tipo 1 y 2	

Tabla 5 Características instalación solar térmica



Imagen 12 Instalación solar térmica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04



Imagen 13 Instalación solar térmica – Captadores solares planos



Imagen 14 Instalación solar térmica – Captadores solares planos

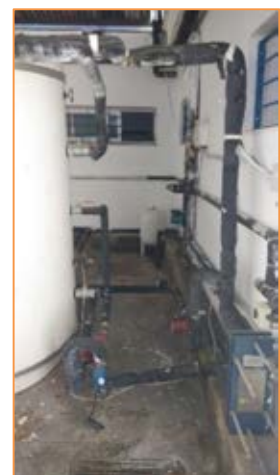


Imagen 15 Instalación solar térmica – Acumulación solar térmica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

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

Número	Tipo 1
Producción de calor	Caldera mixta
Edificio	Polideportivo Salduba
Zona de suministro	Vestuarios
Nº generador	Tipo 1 y 2
Volumen de acumulación 1	2.000
Volumen de acumulación 2	2.000
Volumen de acumulación 3	2.000
Volumen Acumulación total	6.000
Tipo intercambiador de calor	Interacumulador
Circuito recirculación	Si
Solar térmica	Si
Número de captadores	30
Volumen de acumulación solar	5000
Observaciones	Vestuarios pistas y piscina

Tabla 6 Características instalación de apoyo para generación de ACS



Imagen 16 Instalación de apoyo para generación de ACS

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Por otro lado, existen otras dos instalaciones de solar térmica compuestas por 15 captadores solares planos cada una, que se encargan del calentamiento del agua del vaso y de la producción de ACS en los vestuarios de la piscina. Actualmente se encuentran fuera de servicio.

A continuación se resumen las características de las instalaciones solar térmica:

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	Vaso piscina	
Captadores	Nº	15
	Tipo	Plano
	Marca	Novasol
	Modelo	Novasol
	Superficie bruta (m2)	2,07
	Superficie de apertura (m2)	1,95
	Inclinación	45
	Orientación	Sur
Observaciones	Energía auxiliar: Calderas tipo 1 y 2. Fuera de servicio	

Tabla 7 Características instalación solar térmica



Imagen 17 Instalación solar térmica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	15
	Tipo	Plano
	Marca	Novasol
	Modelo	Novasol
	Superficie bruta (m2)	2,07
	Superficie de apertura (m2)	1,95
	Inclinación	45
	Orientación	Sur
Circuito primario	Bomba (Marca)	WILO
	Bomba (Marca)	TOP-S30/10
Circuito secundario	Bomba (Marca)	Grundfos
	Bomba (Marca)	UPS 32-80 B
Intercambiador de calor	Tipo	Intercambiador de placas
	Marca:	Alfalaval
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	2.500,00
	Total (litros)	2.500,00
Observaciones	Energía auxiliar: Calderas tipo 1 y 2. Fuera de servicio	

Tabla 8 Características instalación solar térmica



Imagen 18 Instalación solar térmica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

1.4.3 Producción de frío y calor para climatización

A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa. BdC. Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa. BdC. Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa. BdC. Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa. BdC. Split 1x1
Edificio	Vestuarios Piscina	Sala de Máquinas	Sala de Máquinas	Sala de Máquinas
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Recepción	Despacho Inst. Deportivas	Almacén	Despacho Inst. Deportivas y Despacho responsable inst. deportivas
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	-	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll
Marca	HIYASU	TERMOTECNIC	TERMOTECNIC	ACSON
Modelo	-	TIM12DCE	TIM09E	ALC60CR FFBA
Refrigerante	-	R410a	R410a	R22
Unidad terminal	Cassette	Pared	Pared	-
Potencia Frigorífica (kW)	3,20	3,20	2,68	16,99
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,40	2,00	1,20	5,99
EER	2,29	1,60	2,23	2,84
Potencia Calorífica (kW)	3,60	3,80	3,27	19,34
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,40	2,00	1,65	5,22
COP	2,57	1,90	1,98	3,70
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	16:00-23:00	16:00-23:00	16:00-23:00	16:00-23:00
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	Unidad exterior no encontrada. Potencia estimada	-	-	-

Tabla 9 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		58
	POLIDEPORTIVO SALDUBA		Rev.04



Imagen 19 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC Split 1x1



Imagen 20 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC Split 1x1



Imagen 21 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC Split 1x1



Imagen 22 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Deshumectadora

A continuación se resumen la potencia térmica total instalada en el centro para este tipo de equipos:

Calefacción	250,013 kW
Refrigeración	246,07 kW

Tabla 10 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

1.4.4 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2	3	4
Circuito	Primario solar térmica	Secundario solar térmica	Secundario solar térmica	Primario solar térmica
Edificio	Vestuarios Pistas	Vestuarios Pistas	Vestuarios Pistas	Vestuarios Piscina
Ubicación	Vallado exterior acumuladores	Vallado exterior acumuladores	Vallado exterior acumuladores	Patio piscina
Denominación	B1	B2	B3	B4
Tipo	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	WILO	GRUNDFOS	GRUNDFOS	WILO
Modelo	TOP-S30/10	SOLAR 25-120 180	SOLAR 25-120 180	TOP-S30/10
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	2000-10000	500-3500	500-3500	2000-10000
Presión disponible (m.c.a.)	1,7-9,5	2,5-12	2,5-12	1,7-9,5
Potencia abs (kW)	0,38	0,23	0,23	0,38

Tabla 11 Características grupos de bombeo

Nº bomba	5	6	7	8
Circuito	Secundario solar térmica	Bomba recirculación ACS	Bomba recirculación ACS	Secundario ACS
Edificio	Vestuarios Piscina	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Patio piscina	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)
Denominación	B5	B6	B7	B8
Tipo	Rótor húmedo - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	GRUNDFOS	EBARA	EBARA	DAB
Modelo	UPS 32-80 B	LPS 32/25	LPS 50/40	VS 35/150
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	1000-10000	2400-9000	7200-19200	-
Presión disponible (m.c.a.)	0,5-7	10,7-3,9	9,1-3,5	-
Potencia abs (kW)	0,24	0,41	0,61	0,06

Tabla 12 Características grupos de bombeo

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Nº bomba	9	10	11	12
Circuito	Secundario ACS	Primario producción de calor	Primario producción de calor	Primario producción de calor
Edificio	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)
Denominación	B9	B10	B11	B12
Tipo	Rótor húmedo - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	DAB	EBARA	EBARA	EBARA
Modelo	VS 35/150	LPS 50/40	LPS 40/40	-
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	-	7200-19200	4200-15000	-
Presión disponible (m.c.a.)	-	9,1-3,5	11,3-4,4	-
Potencia abs (kW)	0,06	0,61	0,63	0,63

Tabla 13 Características grupos de bombeo

Nº bomba	13	14	15	16
Circuito	Primario Piscina	Primario Piscina	Primario ACS	Primario ACS
Edificio	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)
Denominación	B13	B14	B15	B16
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	EBARA	EBARA	EBARA	EBARA
Modelo	LPS 40/40	LPS 40/40	LPS 50/40	LPS 50/40
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	4200-15000	4200-15000	7200-19200	7200-19200
Presión disponible (m.c.a.)	11,3-4,4	11,3-4,4	9,1-3,5	9,1-3,5
Potencia abs (kW)	0,63	0,63	0,61	0,61

Tabla 14 Características grupos de bombeo

Nº bomba	17	18	19	20
Circuito	Condensación deshumectadora	Condensación deshumectadora	Primario radiadores	Primario radiadores
Edificio	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)
Denominación	B17	B18	B19	B20
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	EBARA	EBARA	EBARA	EBARA
Modelo	LPS 32/25	LPS 50/40	LPS 25/08	LPS 25/08
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	2400-9000	7200-19200	1500-4200	1500-4200
Presión disponible (m.c.a.)	10,7-3,9	9,1-3,5	6,5-2,4	6,5-2,4
Potencia abs (kW)	0,41	0,61	0,27	0,27

Tabla 15 Características grupos de bombeo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Nº bomba	21	22	23	24
Circuito	Bomba recirculación piscina	Bomba recirculación piscina	Bomba anticondensación - Caldera	Bomba anticondensación - Caldera
Año de instalación	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)
Denominación	B21	B22	B23	B24
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	KRIPSOL	KRIPSOL	WILO	WILO
Modelo	KS-150	KS-150	YONOS MAXO 30/0,5-7	YONOS MAXO 30/0,5-7
Variador de frecuencia	No	No	Si	Si
Caudal (l/h)	19000-23000	19000-23000	-	-
Presión disponible (m.c.a.)	8,0-9,0	8,0-9,0	-	-
Potencia abs (kW)	1,60	1,60	0,12	0,12

Tabla 16 Características grupos de bombeo

Nº bomba	25	26	27	28
Circuito	Primario depuradora	Primario depuradora	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria
Año de instalación	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Sala depuradora	Sala depuradora	Sala de máquinas 2	Sala de máquinas 2
Denominación	B25	B26	B27	B28
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	METALAST	METALAST	EBARA	EBARA
Modelo	IEC 100L1-2	IEC 100L1-2	EVM/A 8 8N	EVM/A 8 8N
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	172.800,00	172.800,00	4500-13500	4500-13500
Presión disponible (m.c.a.)	-	-	85,7-45,8	85,7-45,8
Potencia abs (kW)	4,00	4,00	3,00	3,00

Tabla 17 Características grupos de bombeo

Nº bomba	29	30	31	32
Circuito	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria
Año de instalación	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas	Oficina OAL y Sala de Máquinas
Ubicación	Sala de máquinas 2	Sala de máquinas 2	Sala de máquinas 1 (calderas)	Sala de máquinas 1 (calderas)
Denominación	B29	B30	B31	B32
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	PRINZE	PRINZE	EBARA	EBARA
Modelo	-	VX-200/30	LPS 40/75	LPS 40/75
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	-	1200-9600	4200-15000	4200-15000
Presión disponible (m.c.a.)	-	79-19	16,6-10,1	16,6-10,1
Potencia abs (kW)	2,20	2,20	1,04	1,04

Tabla 18 Características grupos de bombeo

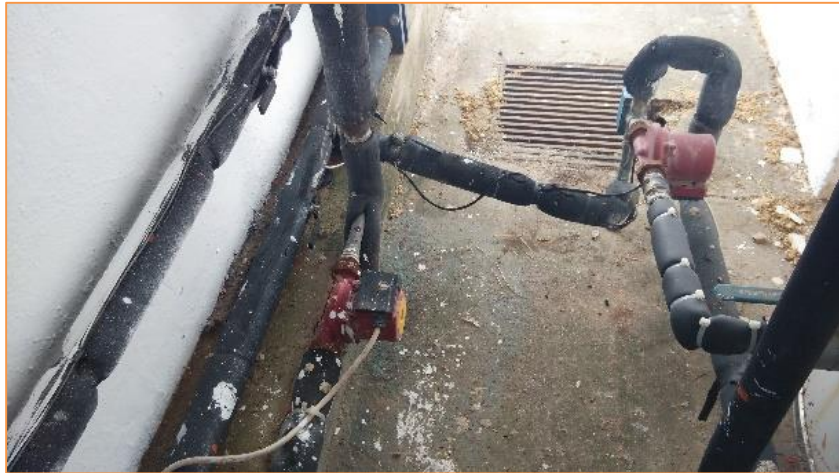


Imagen 23 Grupos de bombeo – B1, B2 y B3



Imagen 24 Grupos de bombeo – Secundario solar térmica (B2 y B3)



Imagen 25 Grupos de bombeo – Primario solar térmica (B4)



Imagen 26 Grupos de bombeo – Secundario solar térmica (B5)



Imagen 27 Grupos de bombeo – Recirculación ACS (B6 y B7)



Imagen 28 Grupos de bombeo – Secundario ACS (B8 y B9)



Imagen 29 Grupos de bombeo – Primario producción de calor (B10, B11 Y B12)



Imagen 30 Grupos de bombeo – Primario piscina, ACS, radiadores y condensación deshumectadora (B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20)



Imagen 31 Grupos de bombeo –Recirculación piscina (B21 y B22)



Imagen 32 Grupos de bombeo – Anticondensación caldera (B23 y B24)



Imagen 33 Grupos de bombeo – Primario depuradora (B25 y B26)



Imagen 34 Grupos de bombeo – Grupo de presión de agua sanitaria (B27 y B 28)



Imagen 35 Grupos de bombeo – Grupo de presión incendios (B29 y B30)



Imagen 36 Grupos de bombeo – Grupo de presión de agua caliente sanitaria (B31 y B32)

1.4.5 Unidades Terminales

A continuación se resumen las características técnicas de las diferentes unidades de tratamiento de que consta el centro para cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración por zonas:

Radiadores

El centro consta de radiadores como elementos destinados al tratamiento de calefacción de las diferentes estancias a las que dan servicio. Se trata de emisores de diferentes tipos y tamaños en función de las necesidades térmicas de los espacios que tratan. Ninguno de ellos tiene instalado válvulas termostáticas.

A continuación se resume el modelo, tipo y número de radiadores existentes. La potencia térmica se ha calculado de acuerdo a la norma UNE-EN 442 considerando un $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$:

Característica	Tipo 1	Tipo 2
Unidad terminal	Radiador	Radiador
Servicio	Calefacción	Calefacción
Tipo	Aluminio	Aluminio
Marca	ROCA	ROCA
Modelo	Alis 70	DUBAL 70
Cantidad	13	4
Batería calor	Agua caliente	Agua caliente
Pot. Calorífica (kW)	20,76	26,57
Regulación	Sin regulación	Sin regulación

Tabla 19 Características de radiadores instalados



Imagen 37 Tipología de radiadores instalados – Tipo 1



Imagen 38 Tipología de radiadores instalados – Tipo 2

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de diferentes tipologías (pared, cassette y conductos) como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1), las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.



Imagen 39 Tipología de unidades interiores instaladas – Cassette y conductos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04



*Imagen 40 Tipología de **unidades interiores** instaladas - **Pared***

La distribución de potencia calorífica instalada por zonas es la siguiente:

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	102,50	28,40	277,11
Aseos	184,10	12,18	66,16
Zonas comunes	56,50	11,35	200,86
Otros	24,40	5,48	224,77
Total	367,50	57,42	156,23

Tabla 20 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y la superficie calefactada en el centro:

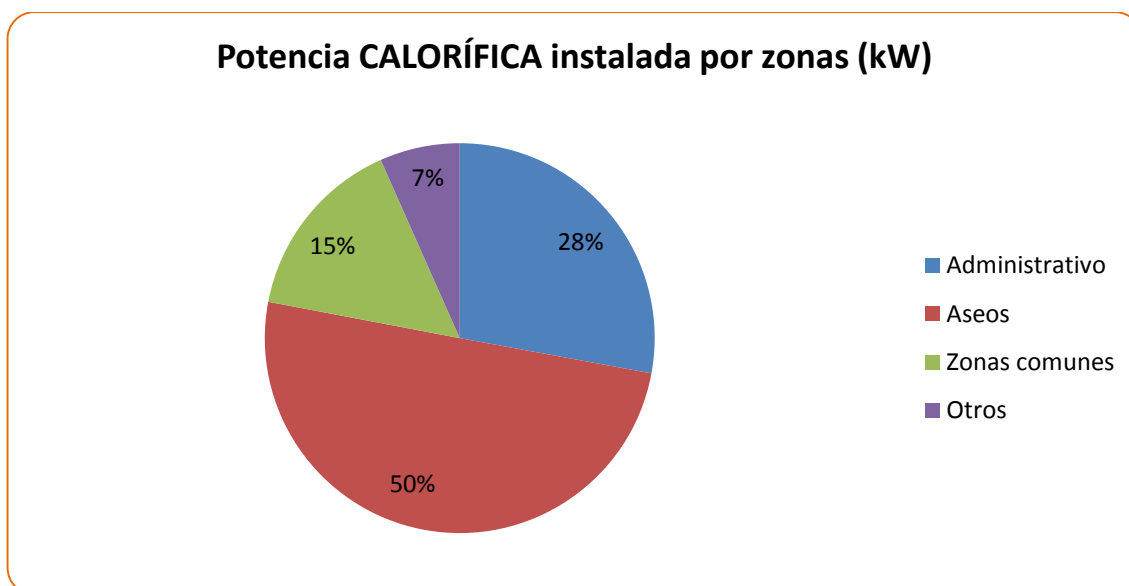


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

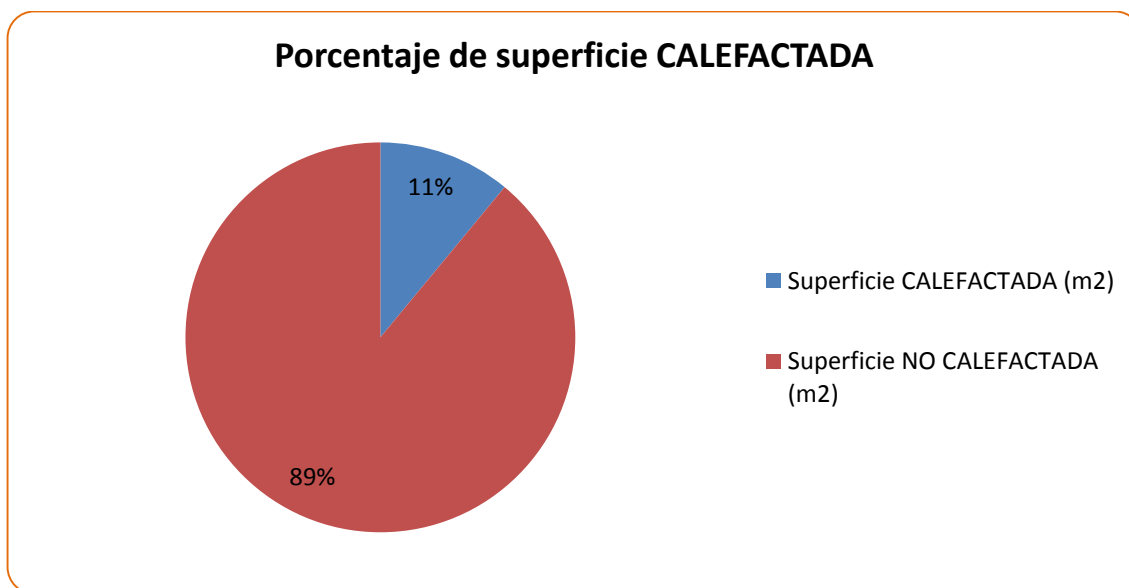


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

La distribución de potencia de frío instalada por zonas es la siguiente:

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	72,50	23,39	322,62
Otros	10,00	2,68	268,00
Total	82,50	26,07	316,00

Tabla 21 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas y la superficie refrigerada en el centro:

Potencia FRIGORÍFICA instalada por zonas (kW)

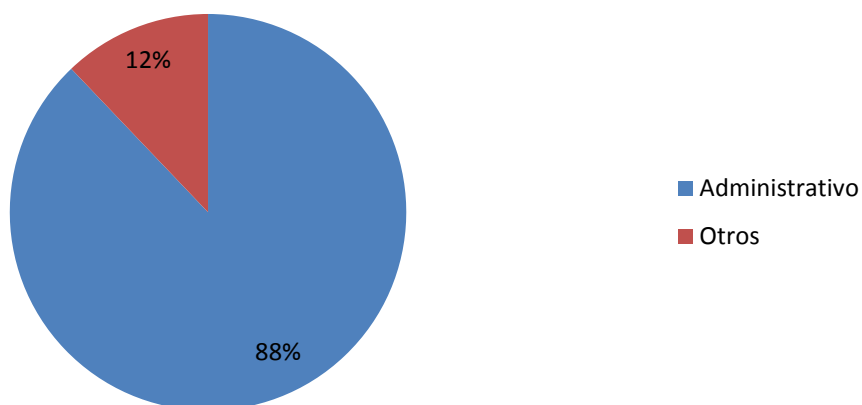


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

Porcentaje de superficie REFRIGERADA

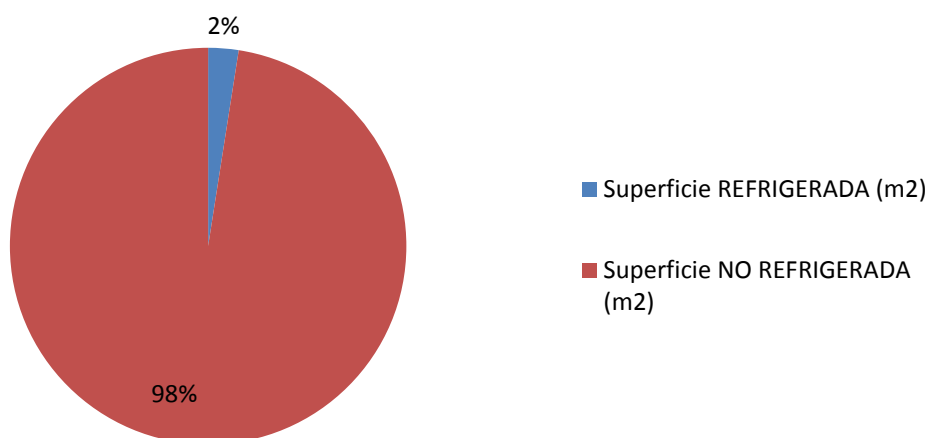


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

Los datos completos de unidades terminales por zonas se detallan en el anexo correspondiente.

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 121,97 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

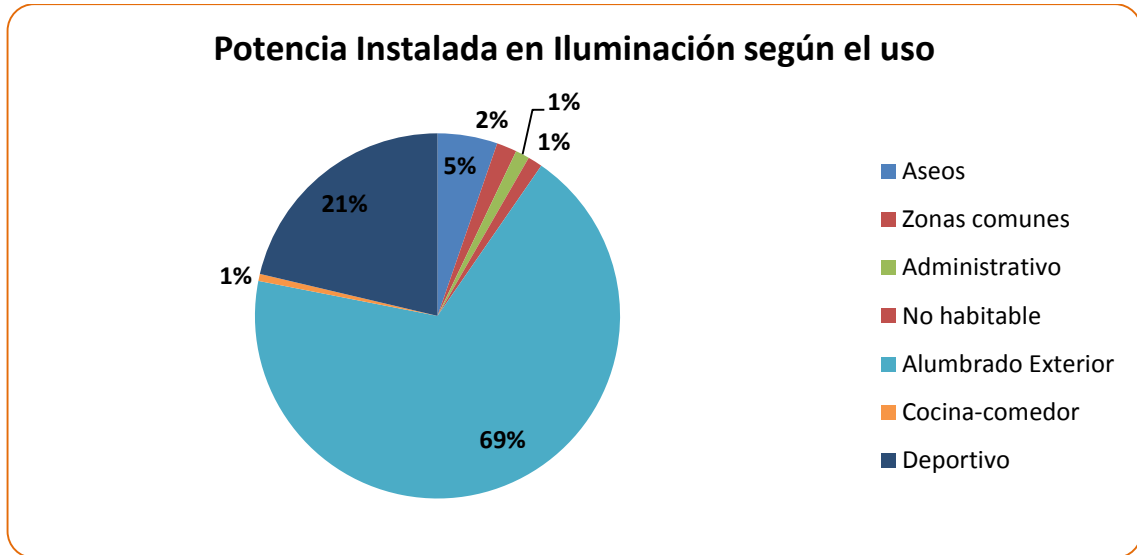


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

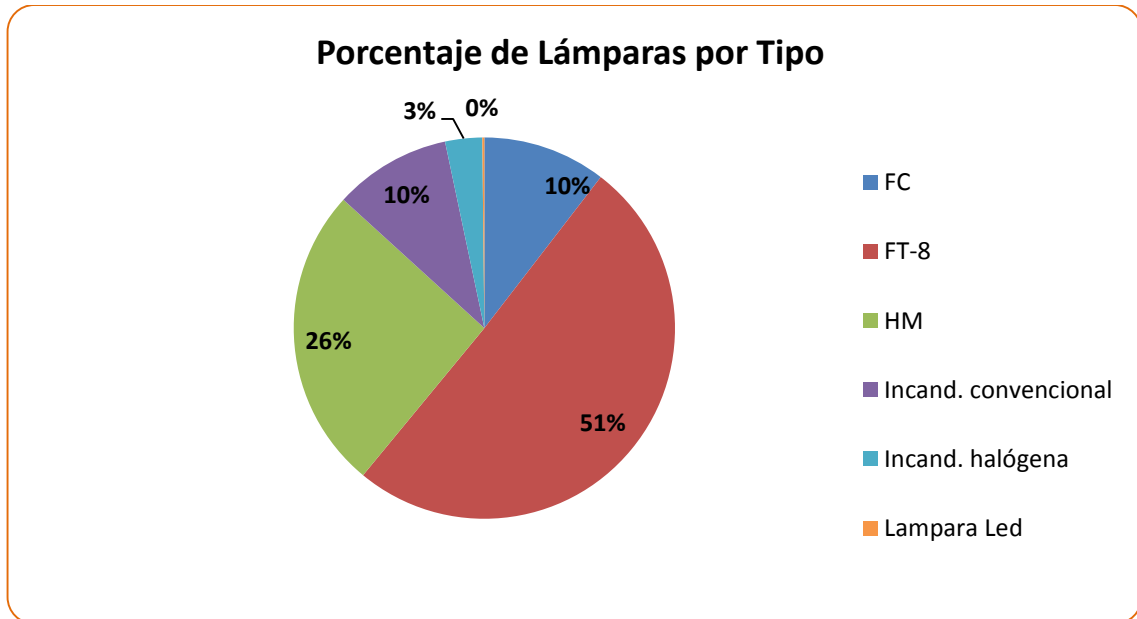


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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.	Pot. (kW)
EM	114	8,27
FT-8	114	8,27
1	14	0,58
36	13	0,56
18	1	0,02
2	62	4,41
36	40	3,46
18	22	0,95
4	38	3,28
18	38	3,28
-	149	30,21
HM	58	25,98
1	58	25,98
400	58	25,98
Incand. convencional	42	1,82
1	42	1,82
60	7	0,42
40	35	1,40
Incand. halógena	18	0,82
1	18	0,82
50	8	0,40
42	10	0,42
FC	30	1,56
2	30	1,56
26	30	1,56
Lampara Led	1	0,03
1	1	0,03
30	1	0,03
Total general	263	38,49

Tabla 22 Resumen de lámparas instaladas

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

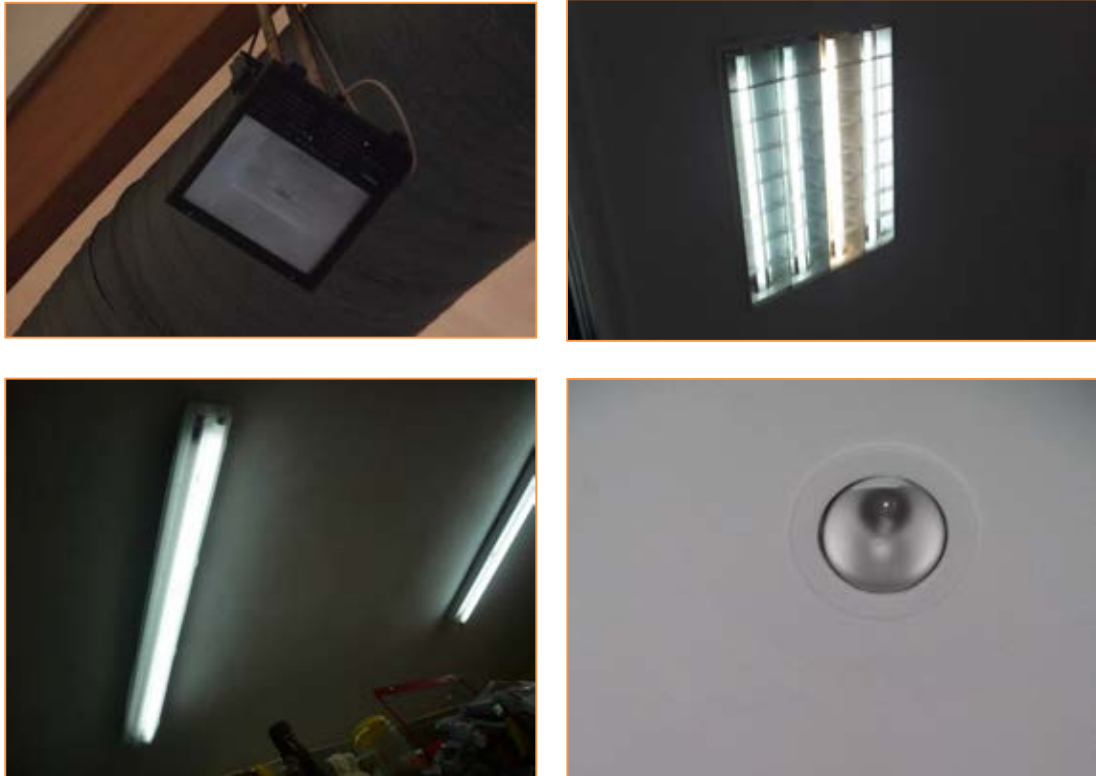


Imagen 41 Tipos de luminarias instaladas

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.	Pot. (kW)
-	105	83,48
HM	90	82,88
1	90	82,88
400	30	13,44
2000	20	44,80
1000	20	22,40
100	20	2,24
Incand. convencional	15	0,60
1	15	0,60
40	15	0,60
Total general	105	83,48

Tabla 23 Resumen de iluminación exterior



Imagen 42 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

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 SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	1	0,25
Television LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	42	30,603
Frigorífico	13	4,015
220	3	0,66
350	9	3,15
205	1	0,205
Lavavajillas	1	1
1000	1	1
Microondas	4	3,2
800	4	3,2
Extractor	9	1,148
30	2	0,06
170	4	0,68
340	1	0,34
34	2	0,068
Cafetera	3	3,32
1260	1	1,26
1460	1	1,46
600	1	0,6
Plancha	1	1
1000	1	1
Congelador	4	3,04
760	4	3,04
Freidora	3	9
3000	3	9
Aspiradora	1	2
2000	1	2
Kettle / Calienta agua	1	1,9
1900	1	1,9
Grill	1	0,8
800	1	0,8
Picadora hielo	1	0,18
180	1	0,18
Informático	9	3,3
Ordenador sobremesa	7	2,1
300	7	2,1
Fotocopiadora	1	1
1500	1	1
Impresora doméstica	1	0,2
360	1	0,2
Otros	15	6,554
Secador de manos	3	4,5
1500	3	4,5
Ventilador	1	0,07
70	1	0,07
Marcador	1	0,14
140	1	0,14
Elevador minusválidos	1	0
750	1	0
Impresora ticket	1	0
1	1	0

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Caja registradora	1	0,02
20	1	0,02
Vitrinas expositoras	1	0,6
600	1	0,6
Molinos café	2	0,14
140	2	0,14
Botellero	3	0,6
200	3	0,6
Grifo de Cerveza	1	0,484
484	1	0,484
Sonido	3	0,11
Radio-CD	1	0,04
40	1	0,04
Equipo de musica	1	0,05
50	1	0,05
Radio cassette	1	0,02
20	1	0,02
Producción de frío y calor	6	12,542
Quemador	2	1,5
750	2	1,5
Sistema autónomo de expansión directa. BdC. Split		
1x1	4	11,042
2000	1	2
1400	1	1,4
1650	1	1,65
5992	1	5,992
Distribución - Bombas	32	32,422
Bomba	32	32,422
120	2	0,24
240	1	0,24
3000	2	6
610	5	3,05
630	4	2,52
270	2	0,54
410	2	0,82
1600	2	3,2
4000	2	8
380	2	0,76
230	2	0,46
56	2	0,112
2200	2	4,4
1040	2	2,08
Unidades de tratamiento	2	56,4
Deshumectadora	2	56,4
28200	2	56,4
Motor	15	9,617691454
Motores para canastas	8	4,4
550	8	4,4
Motores gradas (trifasicos)	3	3,117691454
1039,230485	3	3,117691454
Motor cortina red	2	1
500	2	1
Motores para mover gradas	2	1,1
550	2	1,1
Total general	125	151,7986915

Tabla 24 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.

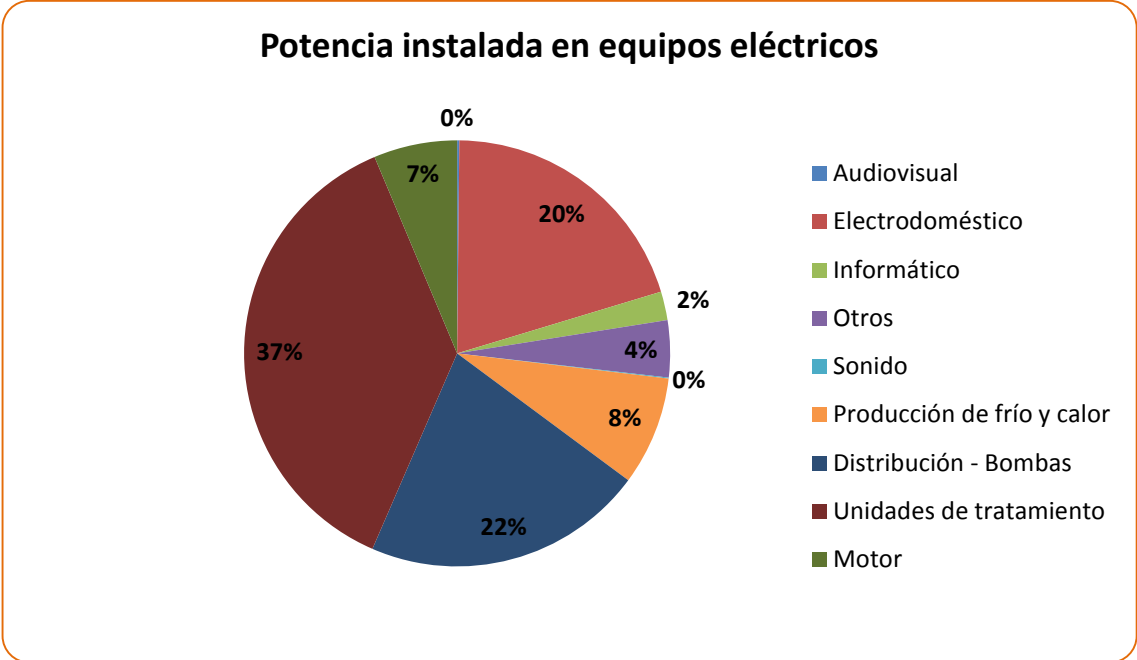


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

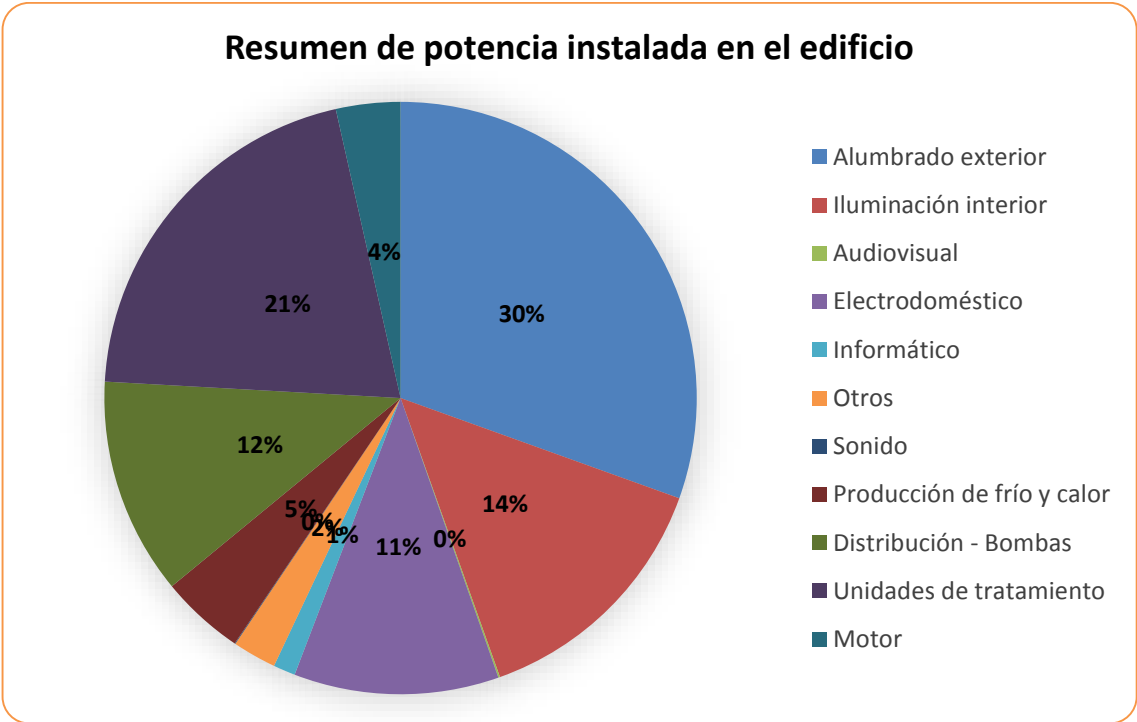


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

Existen tres puntos de suministro diferentes contratados con la comercializadora Endesa. Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

SUMINISTRO 1

CUPS	ES0031103006722001LT0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	26,3	26,3	26,3
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 de 2014 hasta Enero de 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
07/01/2014	06/02/2014	869	3241	870	//	0,00	729,37
06/02/2014	05/03/2014	745	2700	745	//	0,00	628,88
05/03/2014	04/04/2014	810	2930	810	//	0,00	687,12
04/04/2014	07/05/2014	1094	2172	734	//	0,00	655,57
07/05/2014	05/06/2014	846	1770	604	//	0,00	542,47
05/06/2014	08/07/2014	649	1151	380	//	0,00	457,10
08/07/2014	06/08/2014	484	1190	416	//	0,00	415,75
06/08/2014	05/09/2014	622	1382	476	//	0,00	468,25
05/09/2014	03/10/2014	780	1626	554	//	0,00	512,40
03/10/2014	06/11/2014	1209	1795	566	//	0,00	631,54
06/11/2014	05/12/2014	764	2892	764	//	0,00	675,84
05/12/2014	07/01/2015	643	2415	642	//	0,00	621,59

Tabla 25 Facturación eléctrica

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

Respecto a la potencia contratada, al carecer de lecturas de maxímetro, no podemos conocer con exactitud el comportamiento anual de la instalación. No obstante, en la semana en que se realizaron las mediciones se observa que la potencia máxima demandada se encuentra por debajo de los 26,3 kW contratados; por tanto, la instalación no requiere ningún cambio en su contratación.

El gasto anual de la facturación eléctrica correspondiente con el suministro 1 es el siguiente:

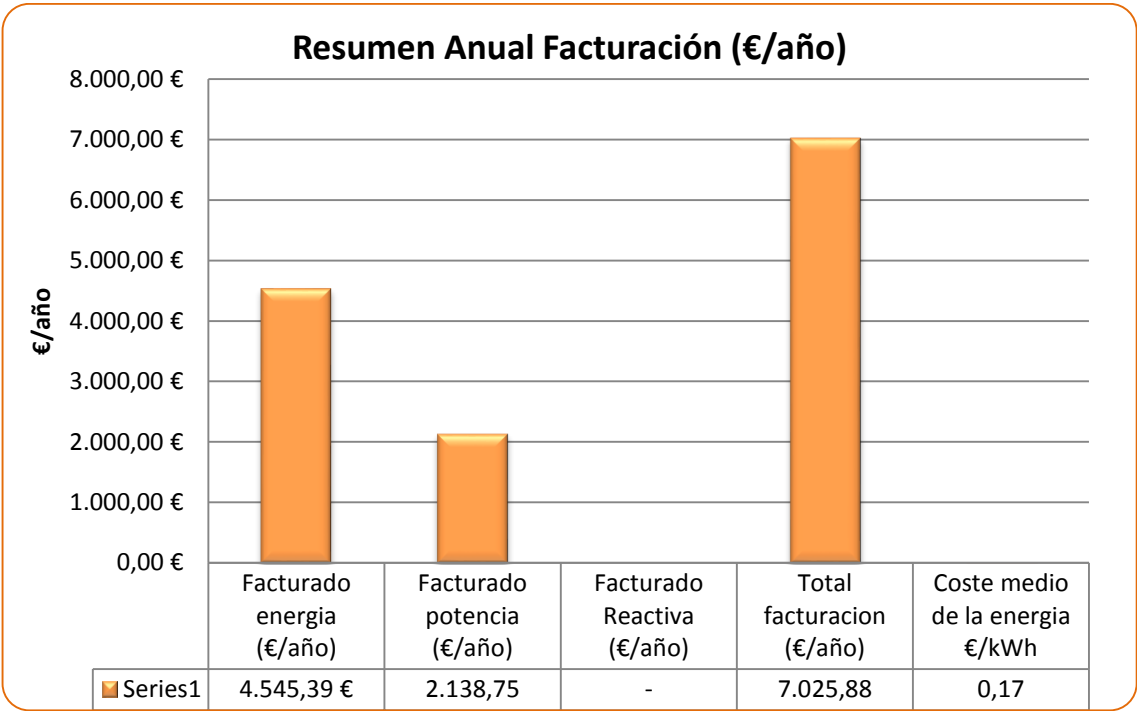


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

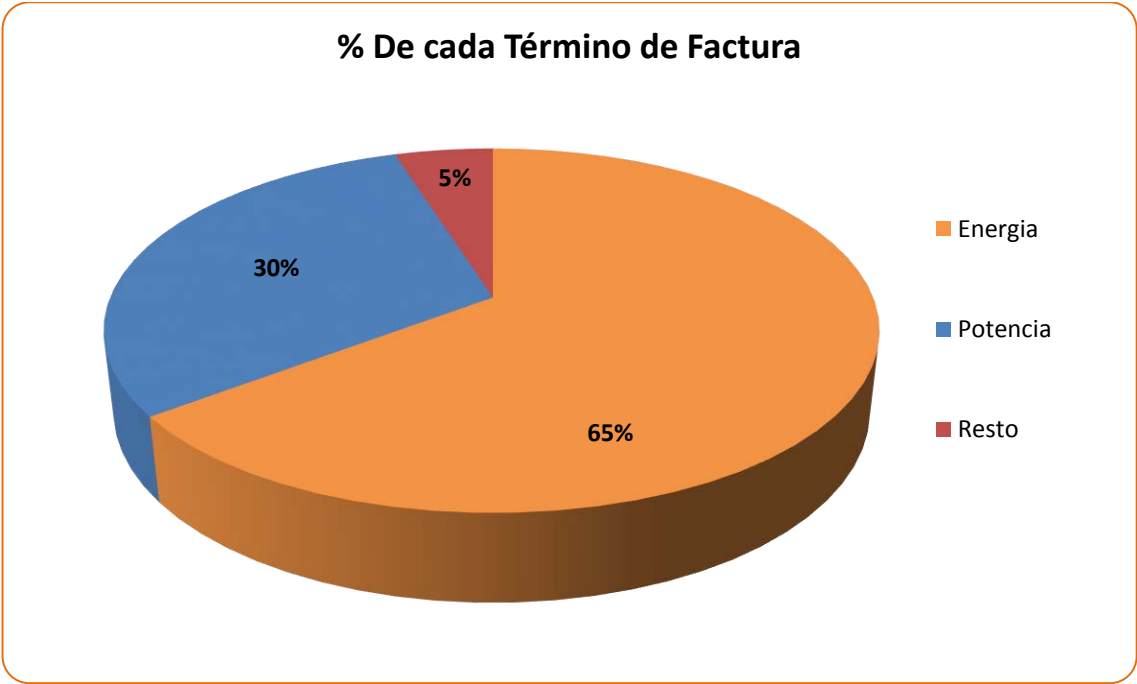


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

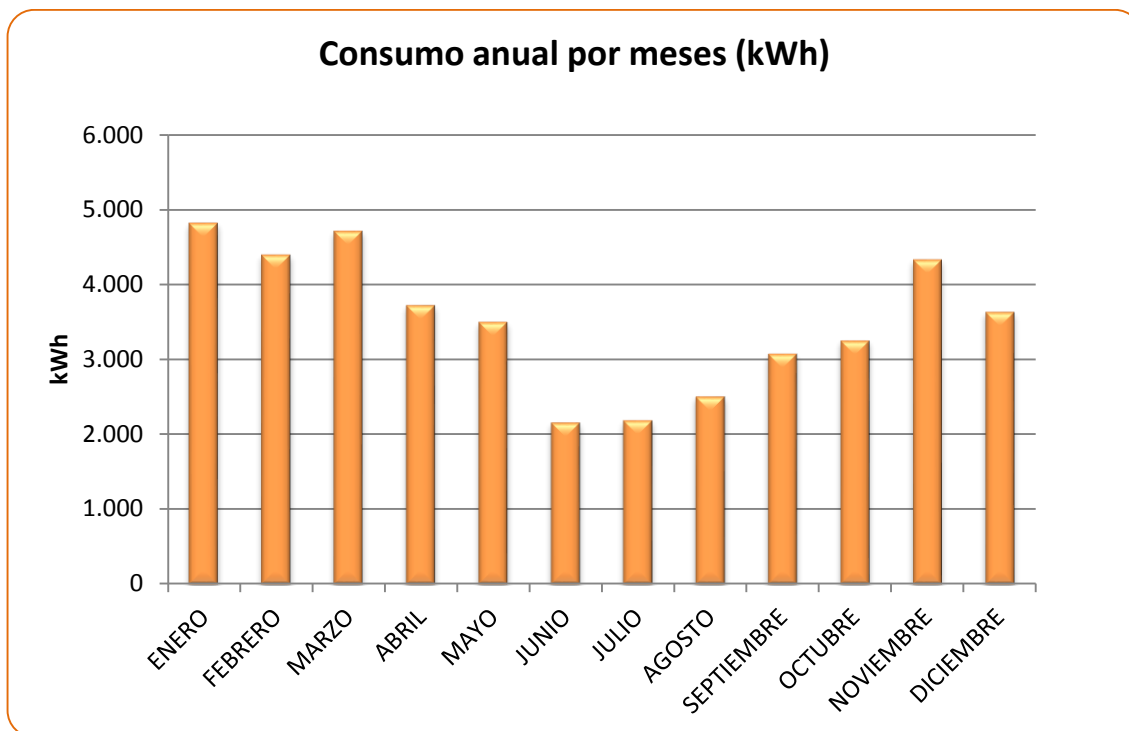


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos correspondiente con el suministro 1 se muestra a continuación:

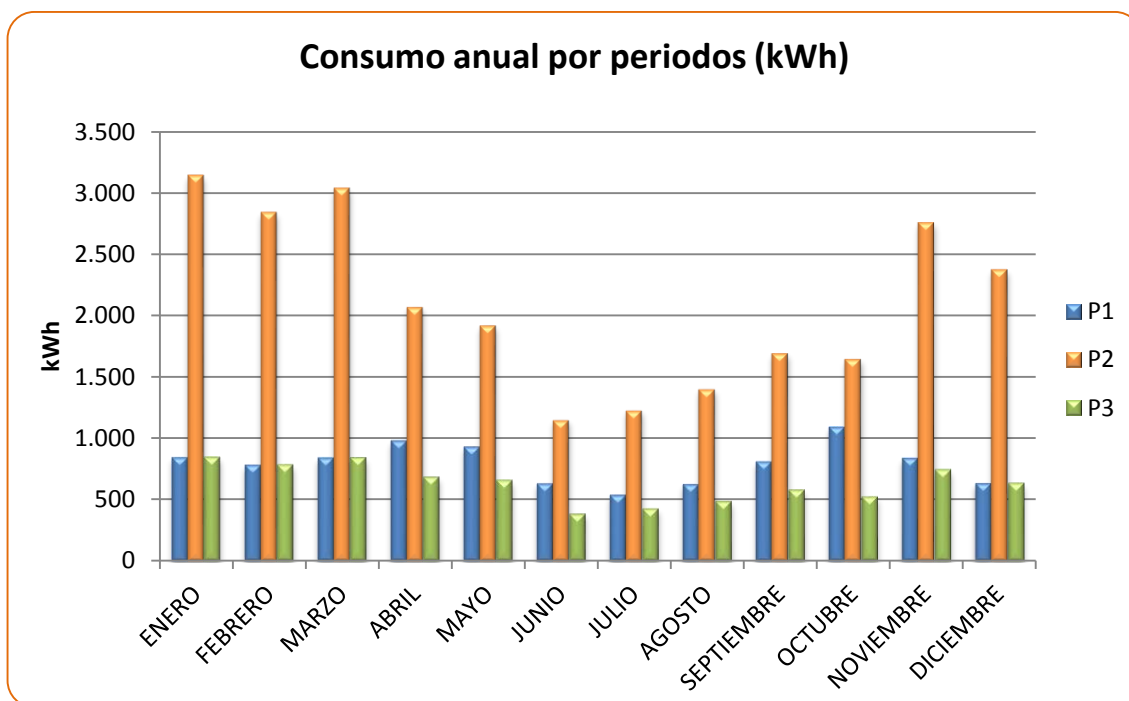


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	42.340
Total Facturación (€)	7.025,88
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.528
Media mensual de coste (€/mes)	585,49
Coste medio energía (€/kWh)	0,166

Tabla 26 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

SUMINISTRO 2

CUPS	ES0031103006723001QB0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	105,18	105,18	105,18
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 de 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	8965	20633	10605	92 /90 /65	0,00	5.023,82
31/01/2014	28/02/2014	8273	19792	10568	94 /87 /62	0,00	4.799,33
28/02/2014	31/03/2014	9090	21961	10542	104 /92 /64	0,00	5.264,33
31/03/2014	30/04/2014	7246	23039	11879	77 /101 /73	0,00	5.167,66
30/04/2014	31/05/2014	7777	24290	12962	75 /105 /72	0,00	5.494,94
31/05/2014	30/06/2014	7573	23382	12961	77 /96 /76	0,00	5.414,72
30/06/2014	31/07/2014	7173	21913	12330	73 /102 /77	0,00	5.177,36
31/07/2014	31/08/2014	5055	15900	7959	74 /93 /75	0,00	3.833,66
31/08/2014	30/09/2014	7749	25460	13422	81 /106 /76	0,00	5.732,17
30/09/2014	31/10/2014	8118	24900	12867	101 /108 /69	0,00	5.749,01
31/10/2014	30/11/2014	10567	21981	11505	106 /103 /65	0,00	5.650,10
30/11/2014	31/12/2014	11170	24925	13000	117 /118 /71	0,00	6.364,20

Tabla 27 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	105,18	105,18	105,18
Potencia registrada (kW)	117	118	67

Tabla 28 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa que se encuentra por debajo de la máxima demandada; sin embargo, estos excesos de potencia tienen lugar 1 o dos meses al año; por lo tanto no resulta rentable el aumento de potencia contratada.

Se recomienda revisar la facturación futura prestando especial atención a los excesos de potencia; si se repitiesen con más frecuencia y, en consecuencia, el importe de potencia aumentase, se debería estudiar un posible aumento de potencia.

Se concluye que con las condiciones actuales, es preferible mantener la potencia contratada actual.

El gasto anual de la facturación eléctrica correspondiente con el suministro 2 es el siguiente:

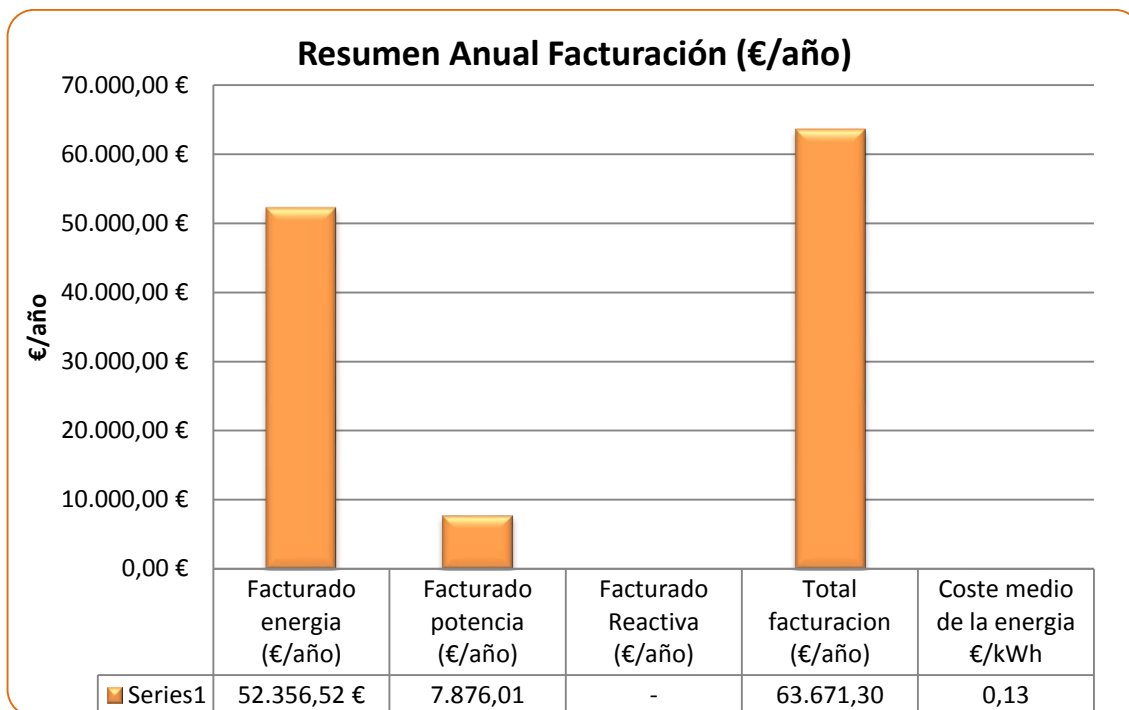


Gráfico 14 Resumen Anual de Facturación

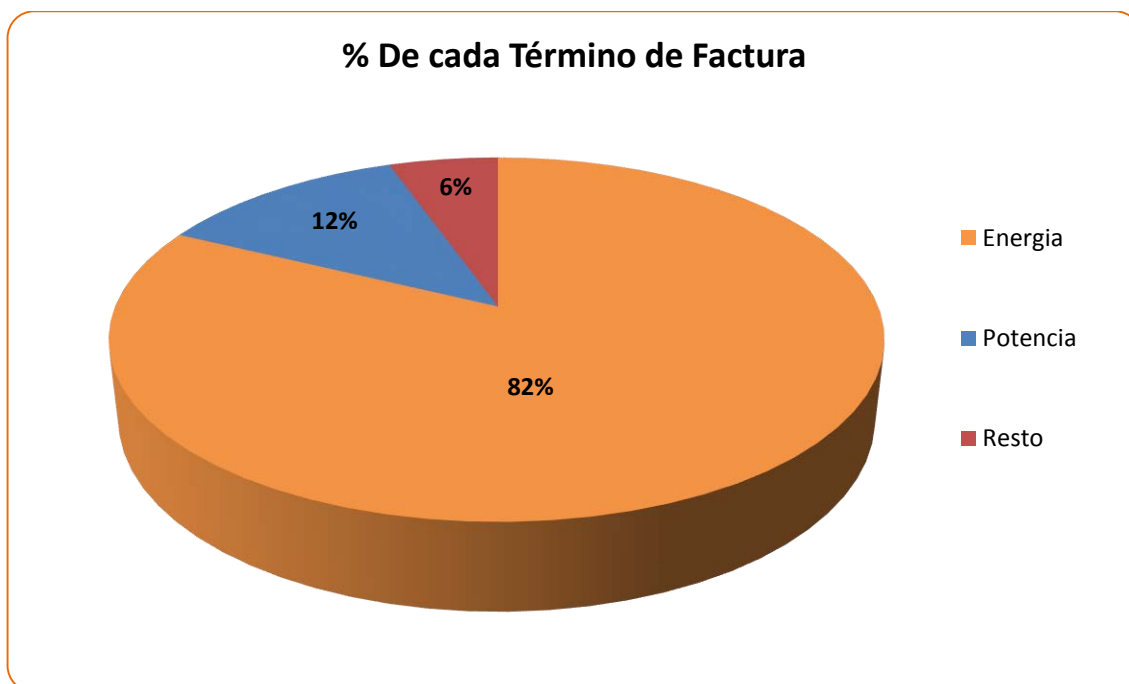


Gráfico 15 Resumen de los términos de Factura

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

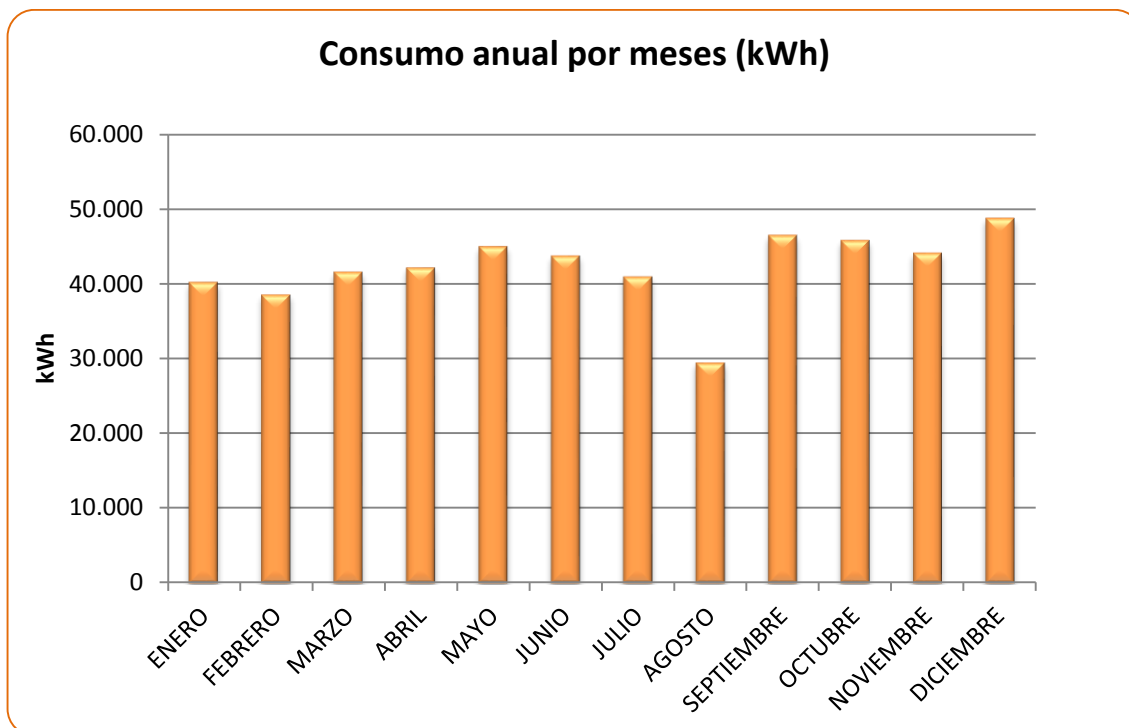


Gráfico 16 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

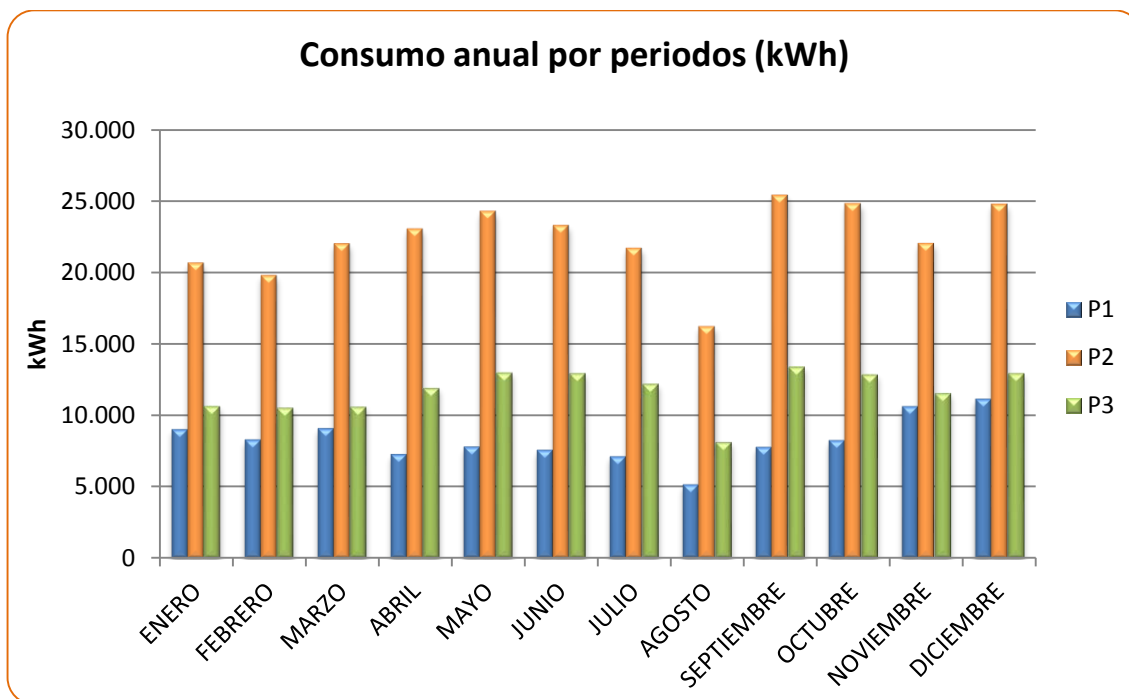


Gráfico 17 Consumo eléctrico por periodos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	507.532
Total Facturación (€)	63.671,30
Media mensual de consumo (kWh/mes)	42.294
Media mensual de coste (€/mes)	5.305,94
Coste medio energía (€/kWh)	0,125

Tabla 29 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

SUMINISTRO 3

CUPS	ES0031104977846001AB0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	25	25	25
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 de 2014 hasta Enero de 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
07/01/2014	06/02/2014	3523	1401	27	44 /44 /35	215,93	1.403,12
06/02/2014	05/03/2014	2573	1067	19	40 /39 /10	157,19	1.022,48
05/03/2014	04/04/2014	2311	1545	23	40 /39 /16	165,47	1.089,12
04/04/2014	07/05/2014	0	1573	21	0 /39 /13	66,94	524,01
07/05/2014	05/06/2014	0	1393	17	0 /37 /11	59,36	450,31
05/06/2014	08/07/2014	0	832	18	0 /37 /17	36,06	396,26
08/07/2014	06/08/2014	0	1696	13	0 /37 /7	72,57	500,27
06/08/2014	05/09/2014	0	2418	17	0 /37 /16	103,41	622,74
05/09/2014	03/10/2014	41	2865	20	35 /37 /11	129,03	793,18
03/10/2014	06/11/2014	1050	2679	21	33 /35 /8	164,52	986,90
06/11/2014	05/12/2014	3716	1559	13	44 /44 /9	254,95	1.454,92
05/12/2014	07/01/2015	2592	1013	9	41 /41 /8	175,11	1.157,58

Tabla 30 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **1.600,54 €/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)	25	25	25
Potencia registrada (kW)	44	35	35

Tabla 31 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 correspondiente con el suministro 3 es el siguiente:

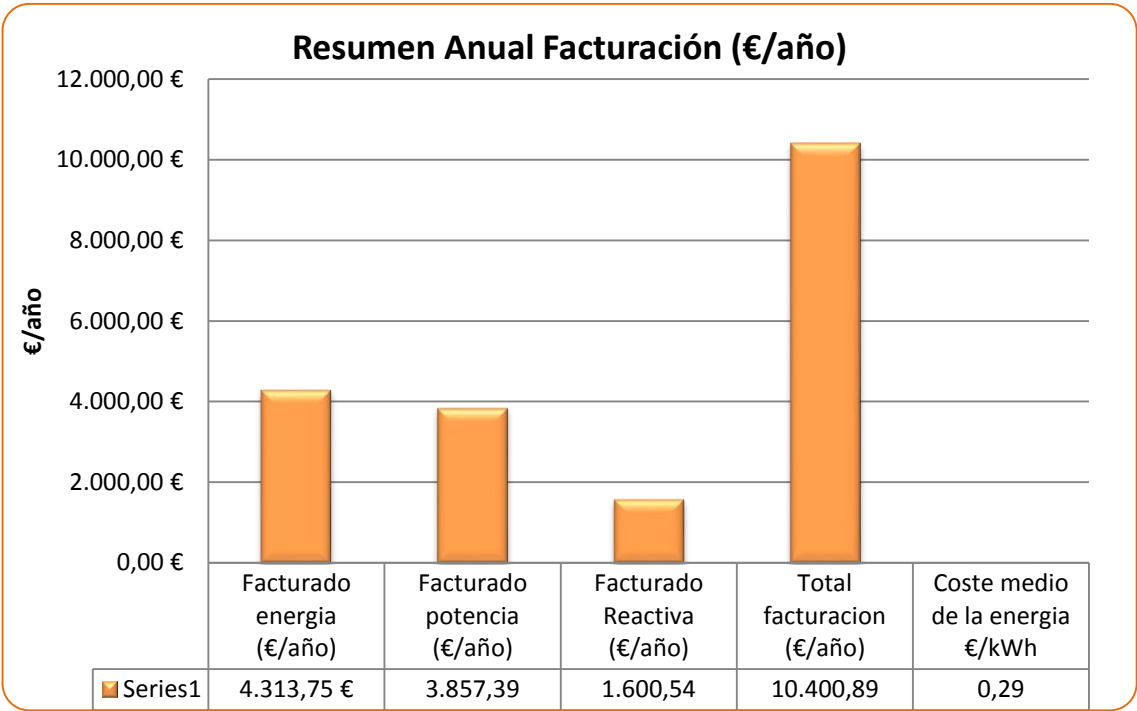


Gráfico 18 Resumen Anual de Facturación

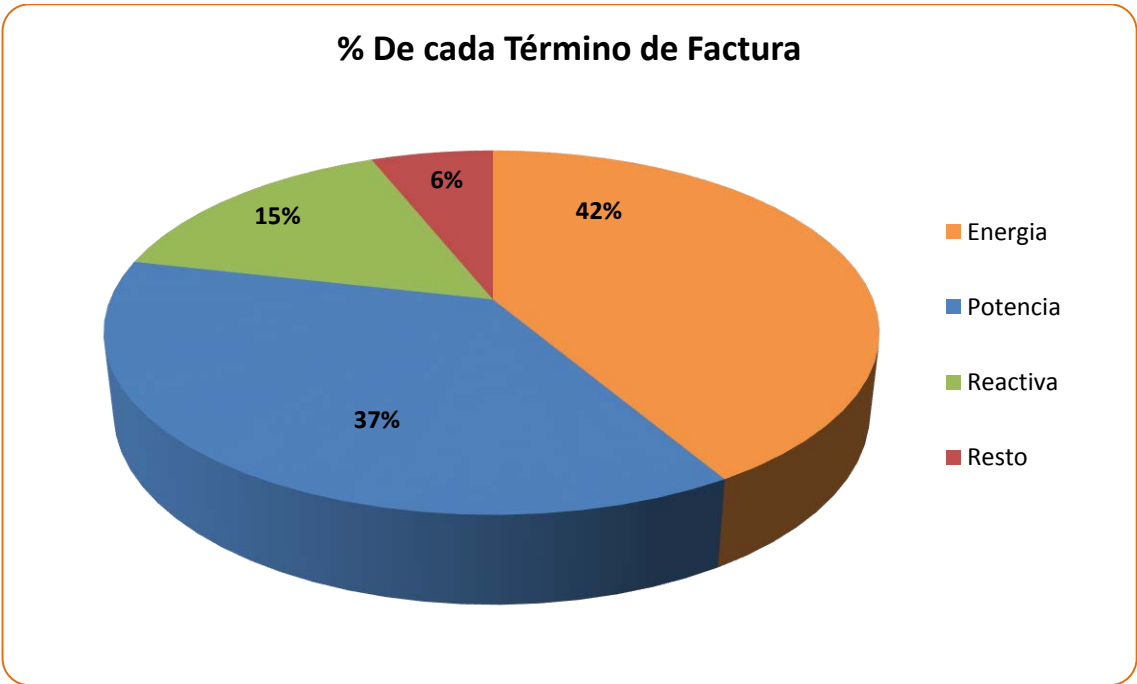


Gráfico 19 Resumen de los términos de Factura

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

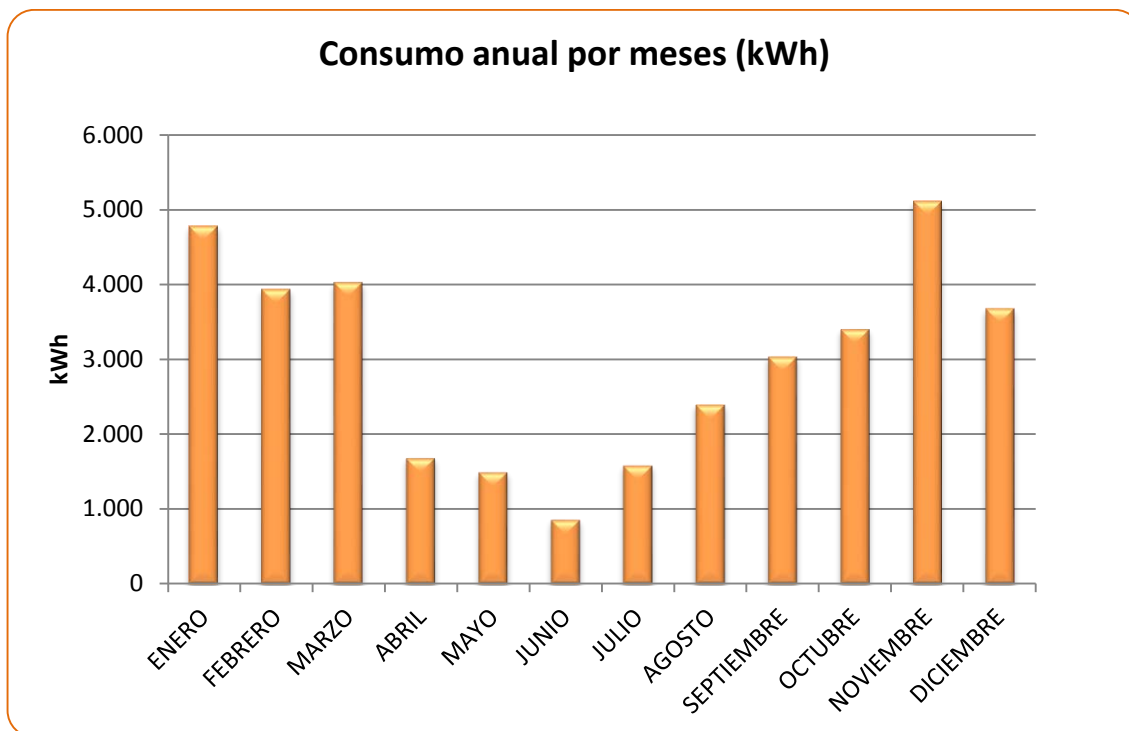


Gráfico 20 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

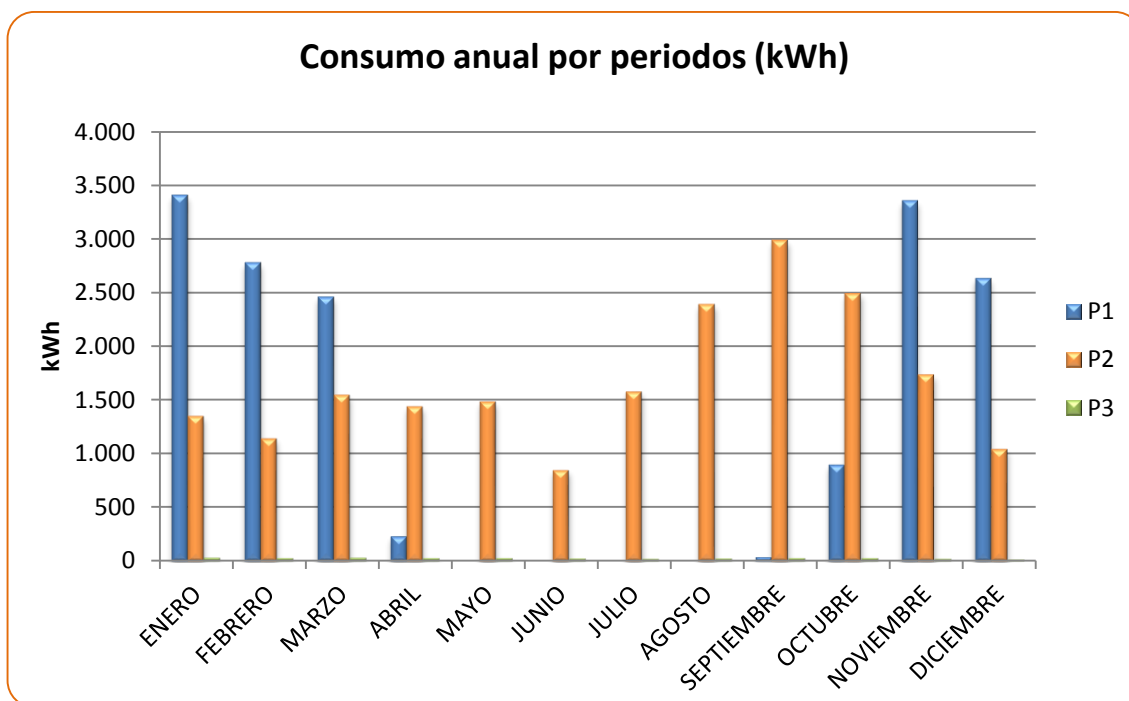


Gráfico 21 Consumo eléctrico por periodos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	36.065
Total Facturación (€)	10.400,89
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.005
Media mensual de coste (€/mes)	866,74
Coste medio energía (€/kWh)	0,288

Tabla 32 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

CONSUMO GLOBAL POLIDEPORTIVO SALDUBA

A continuación se muestran dos gráficas que representan los consumos globales del complejo deportivo; la primera muestra los consumos por meses, y la segunda discrimina por periodos de facturación:

Consumo anual por meses (kWh)

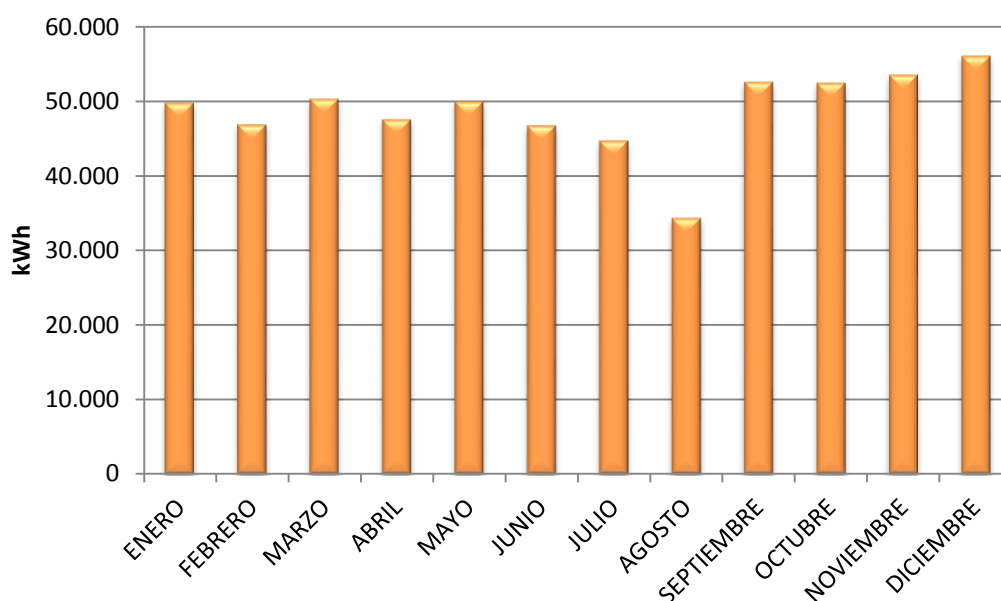


Gráfico 22 Consumo eléctrico mensual

Consumo anual por periodos (kWh)

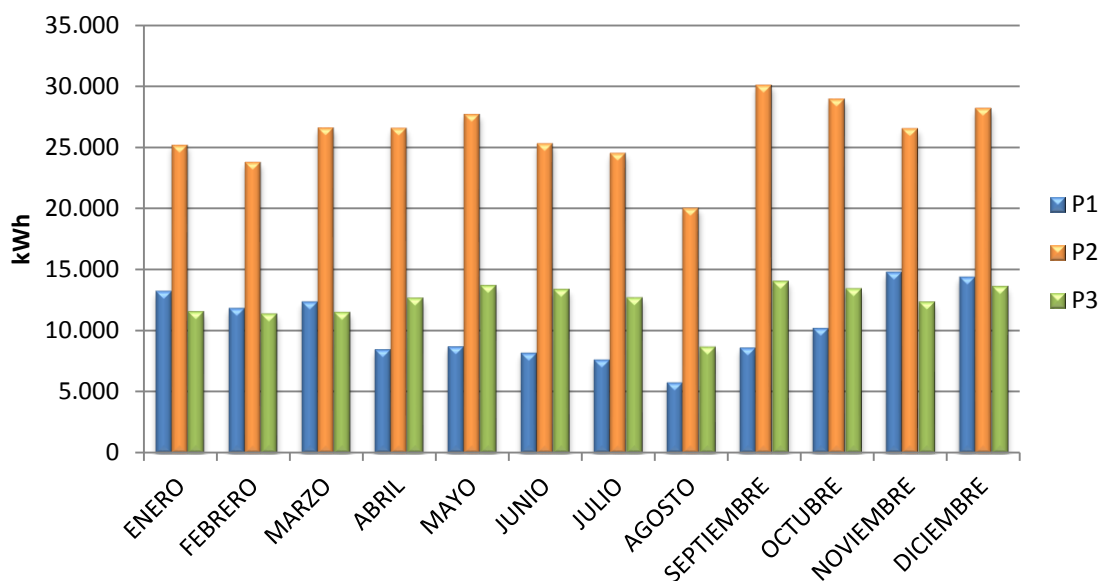


Gráfico 23 Consumo eléctrico por periodos

2.2 Consumos térmicos

El combustible utilizado en la central de producción calorífica es el gasóleo C.

A continuación se resumen los consumos de combustible anual producidos en el centro de acuerdo a la información aportada por el personal del Ayuntamiento:

Consumo (litros/año)	Consumo (kWh PCI/año) ¹	Gasto (€/año) ²	€/kWh PCI
127.238	1.290.194,29	63.093,22	0,048902

Tabla 33 Resumen de consumos de combustible

Este consumo se corresponde con una carga de 8.000 litros cada tres semanas de funcionamiento de las instalaciones. El mes de agosto el centro permanece cerrado porque se realizan operaciones de mantenimiento.

¹El poder calorífico inferior (PCI) considerado para el gasóleo es de 10,14 kWh/litro, tomando como referencia la guía del IDAE “Guía técnica de contabilización de consumos”.

² Se ha tomado un precio medio del gasóleo, a partir de los datos actuales de mercado a Febrero de 2016, de 0,41322314 €/litro (IVA no incluido).

2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	585.937,00	1.290.194,29	1.876.131,29
Coste (€/año)	81.098,07	63.093,22	144.191,29

Tabla 34 Consumos energéticos anuales totales

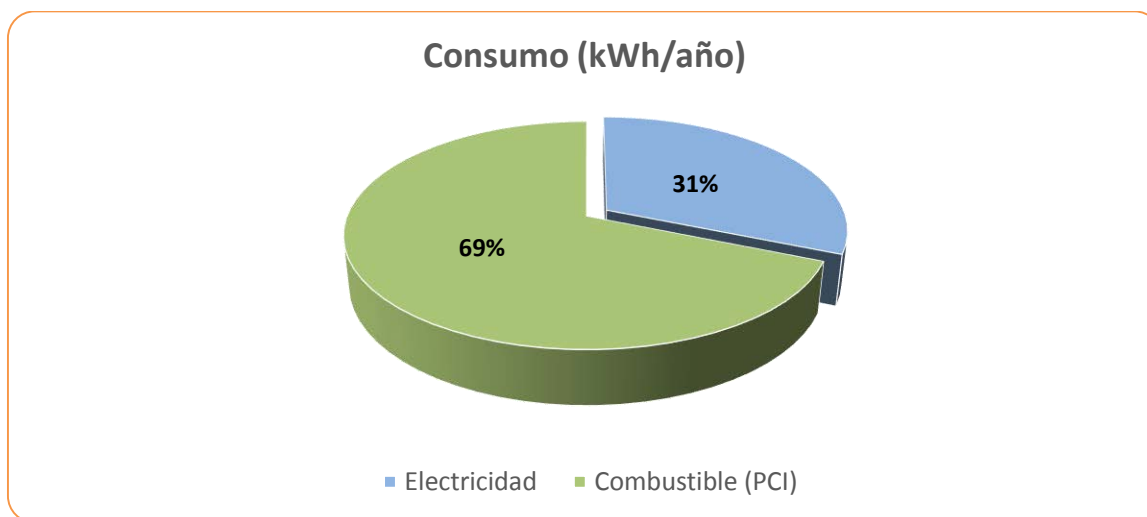


Gráfico 24 Porcentajes de consumos energéticos (kWh/año)

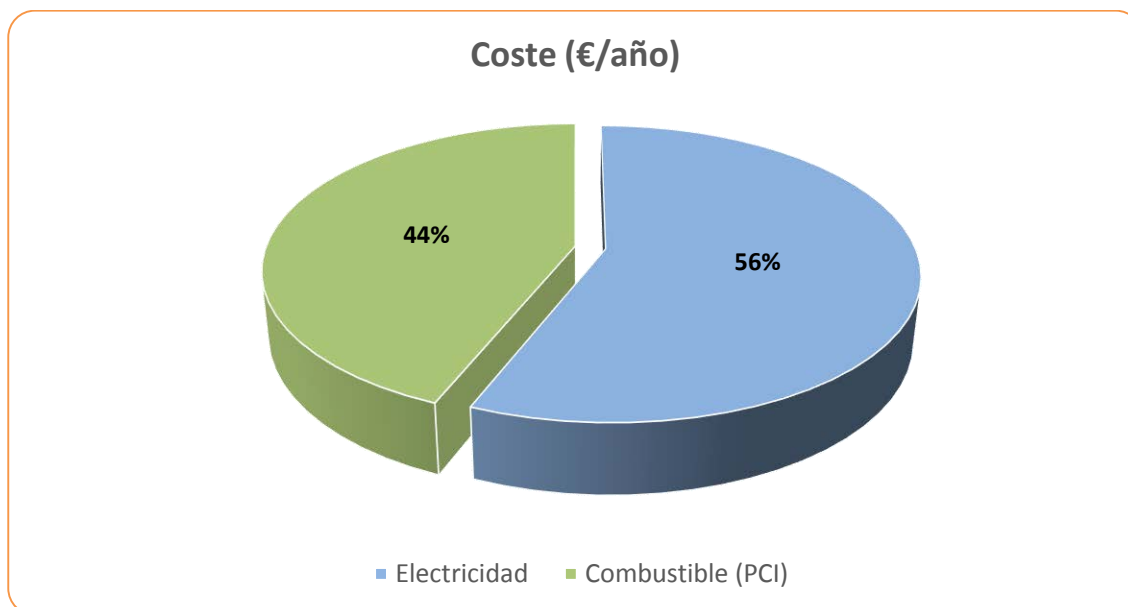


Gráfico 25 Porcentajes de costes energéticos (€/año)

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

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 de 2014 y Enero de 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	1500
Superficie total (m ²)	3.534,85
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	38,49
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	83,48
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	151,80
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	273,77

Tabla 35 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	585.937,00
€/kWh	0,14
kWh/m ² Total	165,76
€/m ² Total	22,94
kWh/persona uso	390,62
€/persona uso	54,07
Ton CO ₂ /año	233,79
Kg CO ₂ /m ²	66,14
Pot. Iluminación en W/m ²	10,89

Tabla 36 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

Para los cálculos de los índices térmicos se han tomado los datos anuales de consumo de combustible. Los índices por m² son respecto a la superficie total del edificio.

PARÁMETROS GENERALES TÉRMICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	1.500
Superficie total (m ²)	3.534,85
Tipo de combustible calefacción	Gasóleo C
Pot. Calorífica instalada (kWt)	773,03

Tabla 37 Índices energéticos – Parámetros generales térmicos

ÍNDICES TÉRMICOS	
kWh PCI/año	1.290.194,29
€/kWh PCI	0,0489021
kWh PCI/m ² Total	364,99
€/m ² Total	17,85
kWh PCI/persona uso	860,13
€/persona uso	42,06

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

ÍNDICES TÉRMICOS	
Ton CO ₂ /año	370,29
Kg CO ₂ /m ²	104,75
kWh PCI/m ² GD referido a 2000 GD	863,63

Tabla 38 Resumen Índices energéticos térmicos

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

Se han instalado tres analizadores de redes para establecer el perfil de la instalación coincidiendo con los tres contadores existentes:

TRIFÁSICO 1

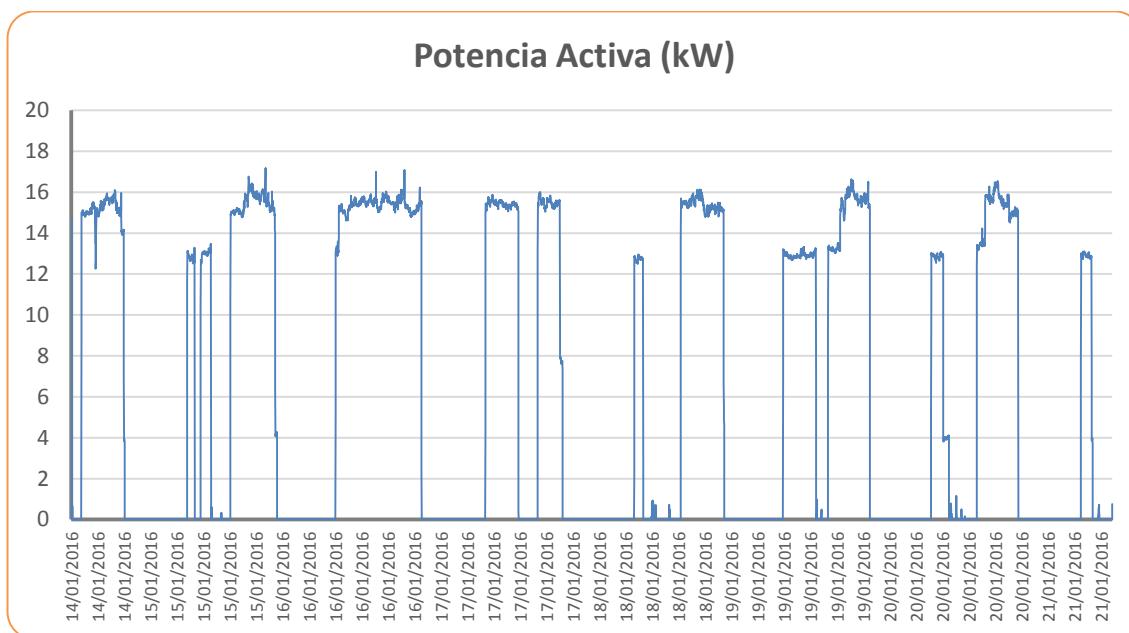


Gráfico 26 Datos de registro de potencia activa desde el 14/01/2016 al 21/01/2016

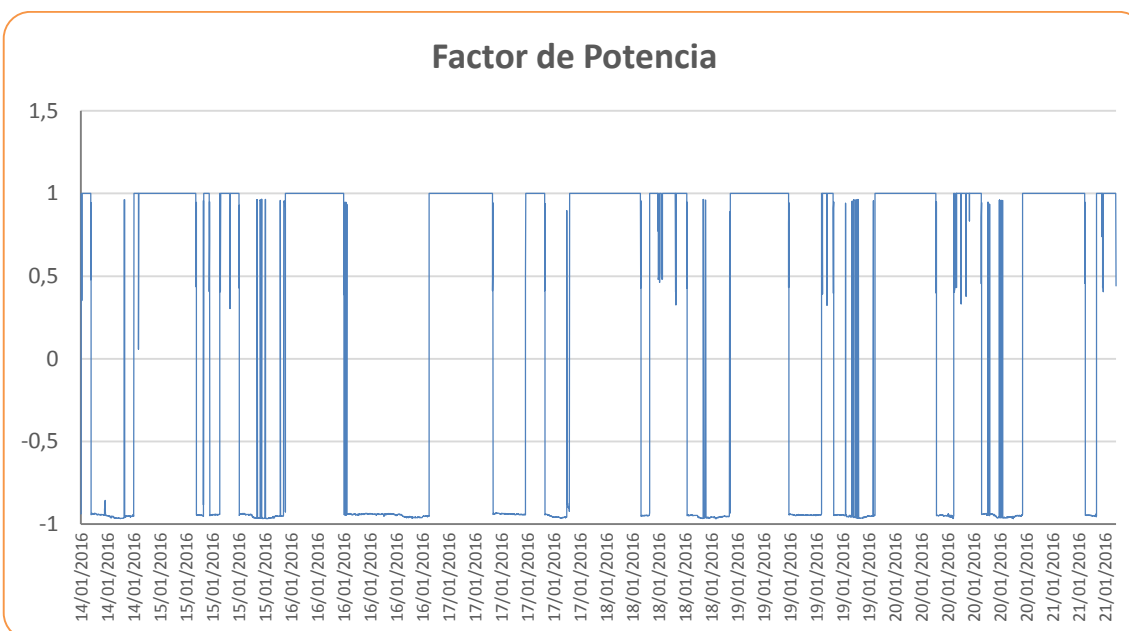


Gráfico 27 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

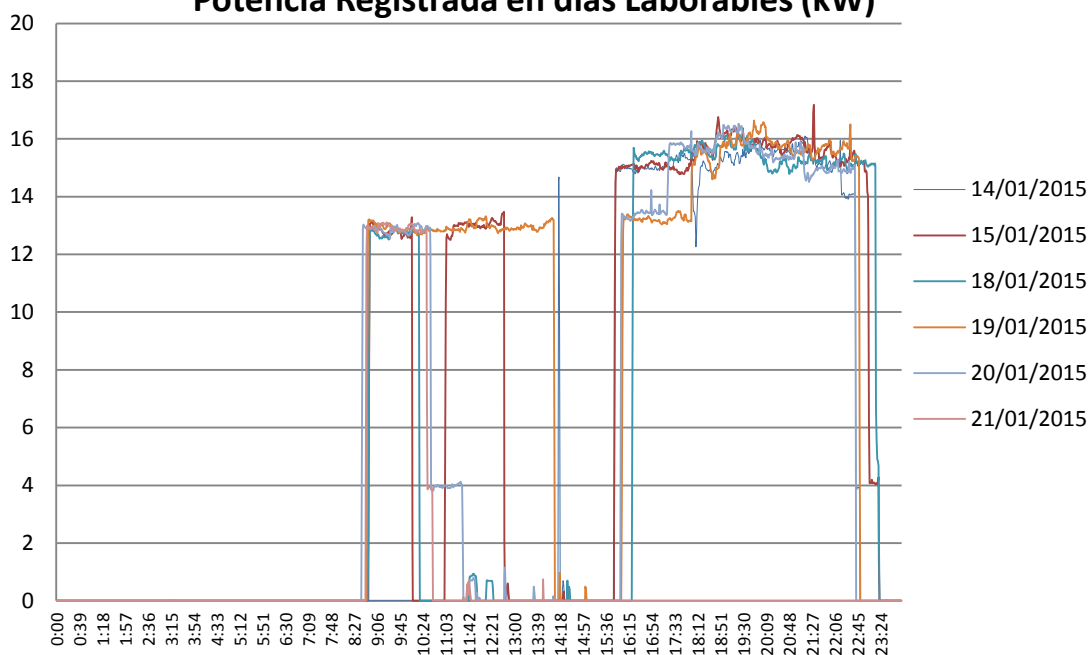


Gráfico 28 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días festivos (kW)

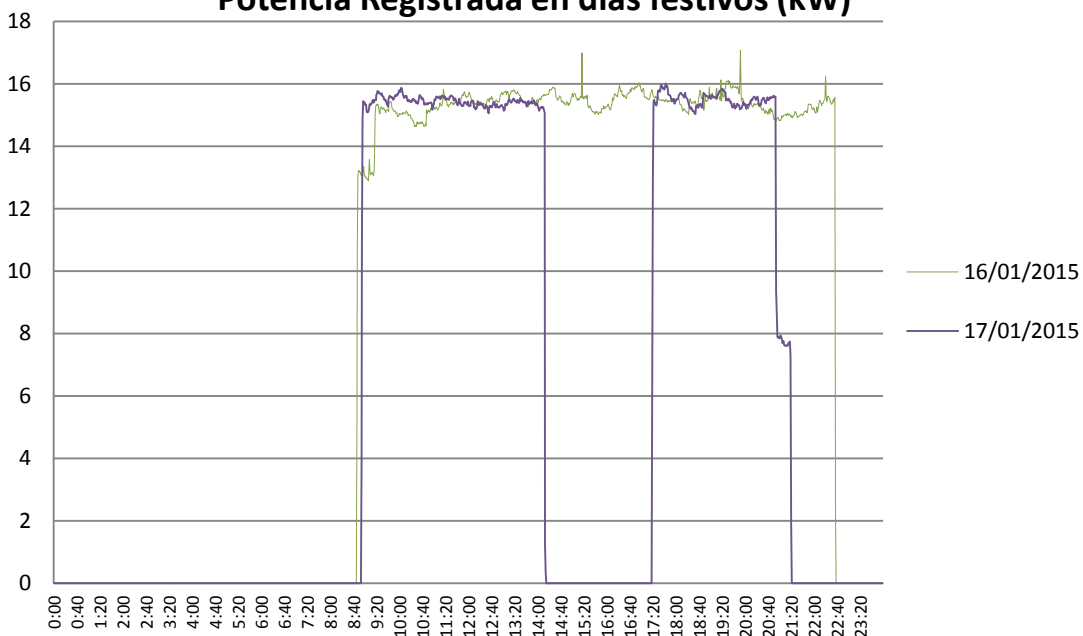


Gráfico 29 Potencia registrada en días no laborables (kW)

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

Todos los días son muy homogéneos con una potencia máxima de 17,08 kW registrados el sábado, y un horario principal de uso entre 9:00 a 14:00 y de 16:00 a 23:00.

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

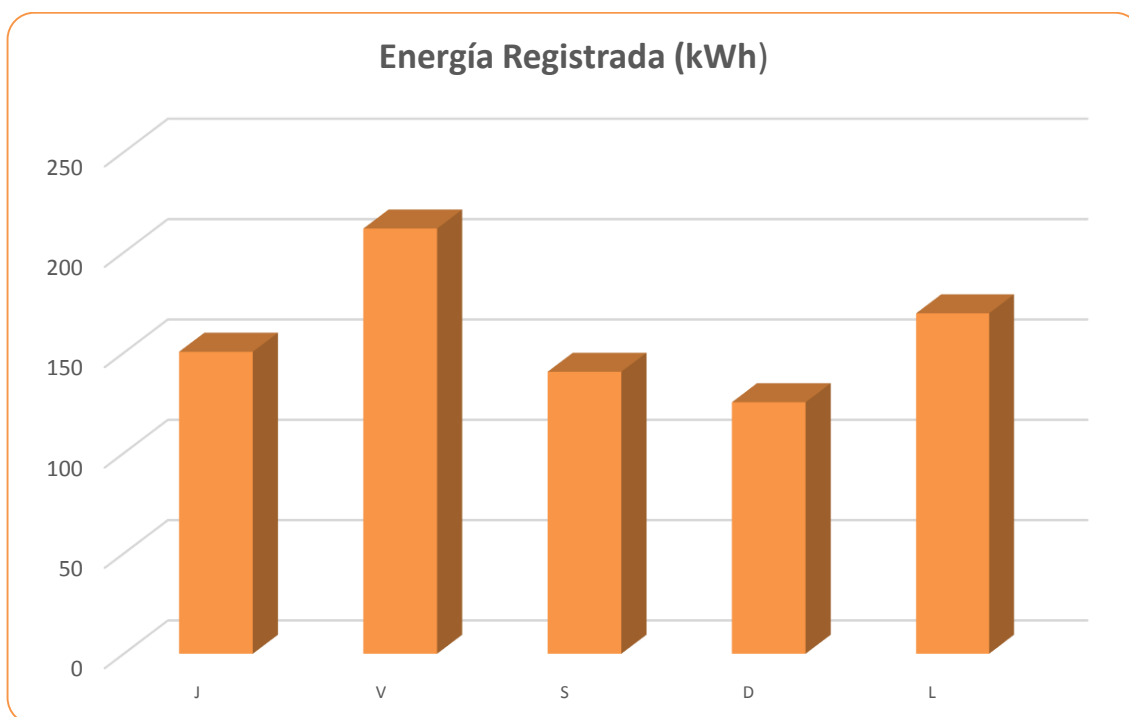


Gráfico 30 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 177,35 kWh y durante los días festivos de 132,94 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 4.964,81 kWh para el mes de enero, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en enero de 2014 de un 2,95% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario.

TRIFÁSICO 2

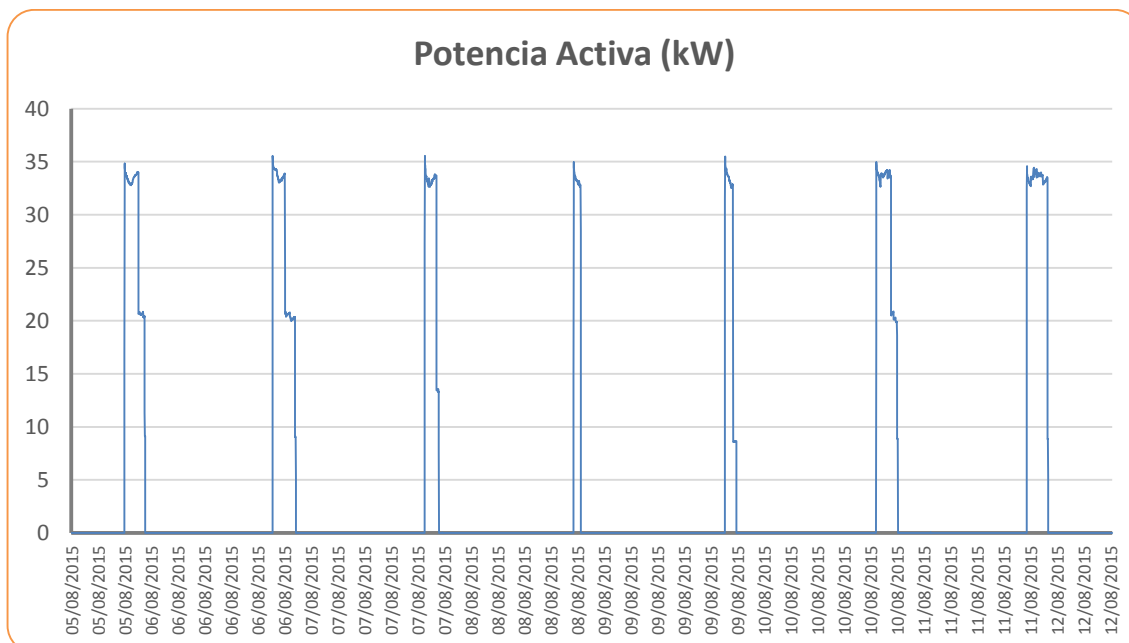


Gráfico 31 Datos de registro de potencia activa desde el 05/08/2015 al 12/08/2015

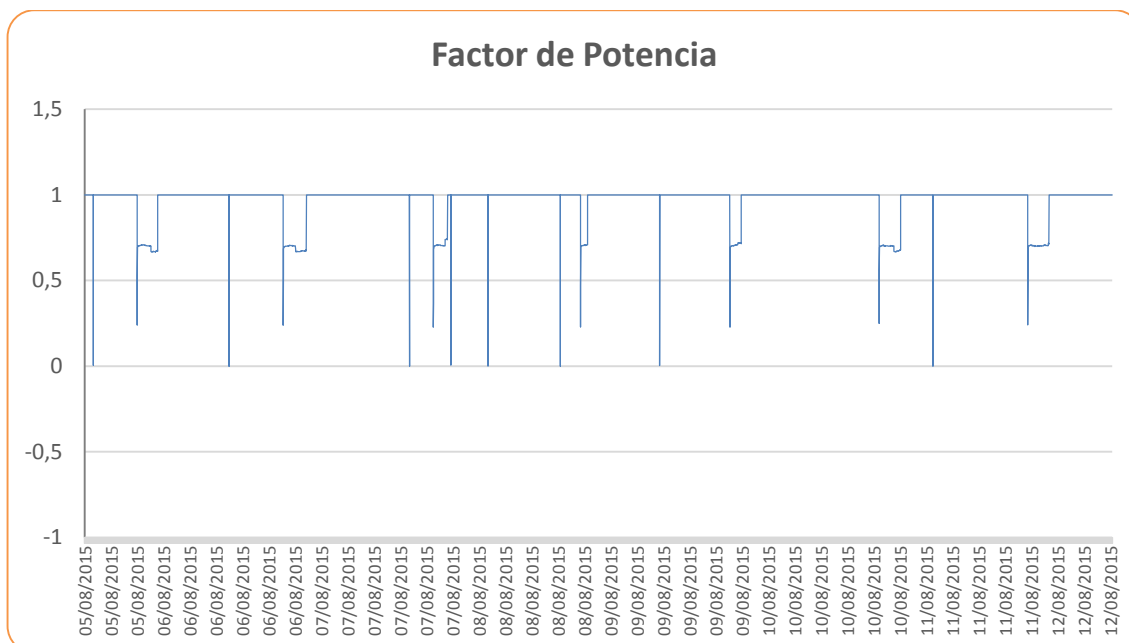


Gráfico 32 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

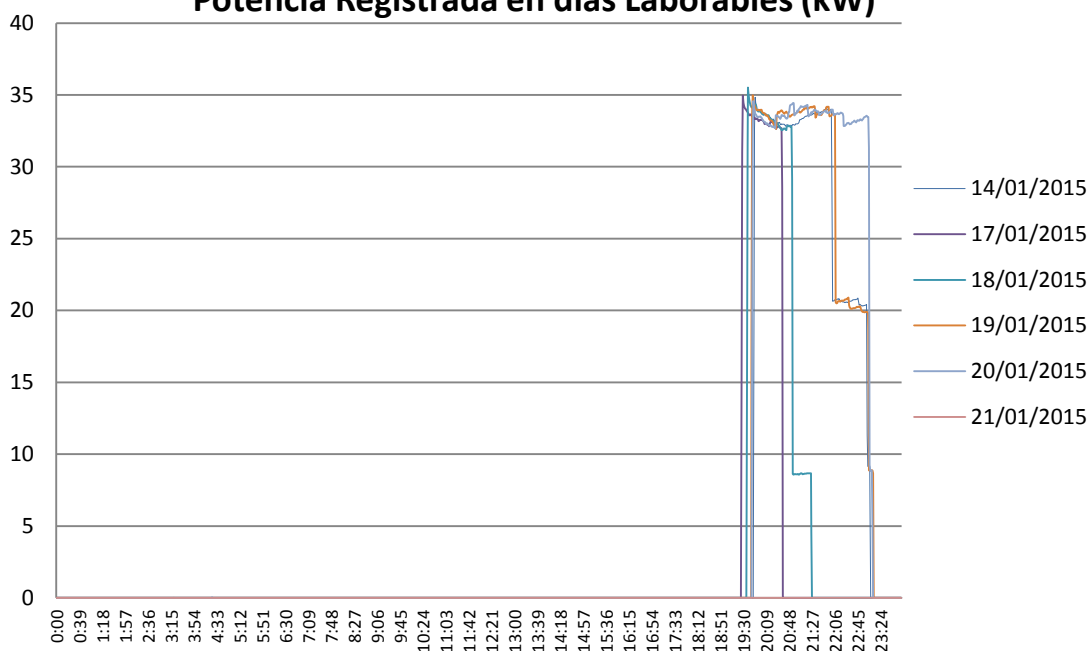


Gráfico 33 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días festivos (kW)

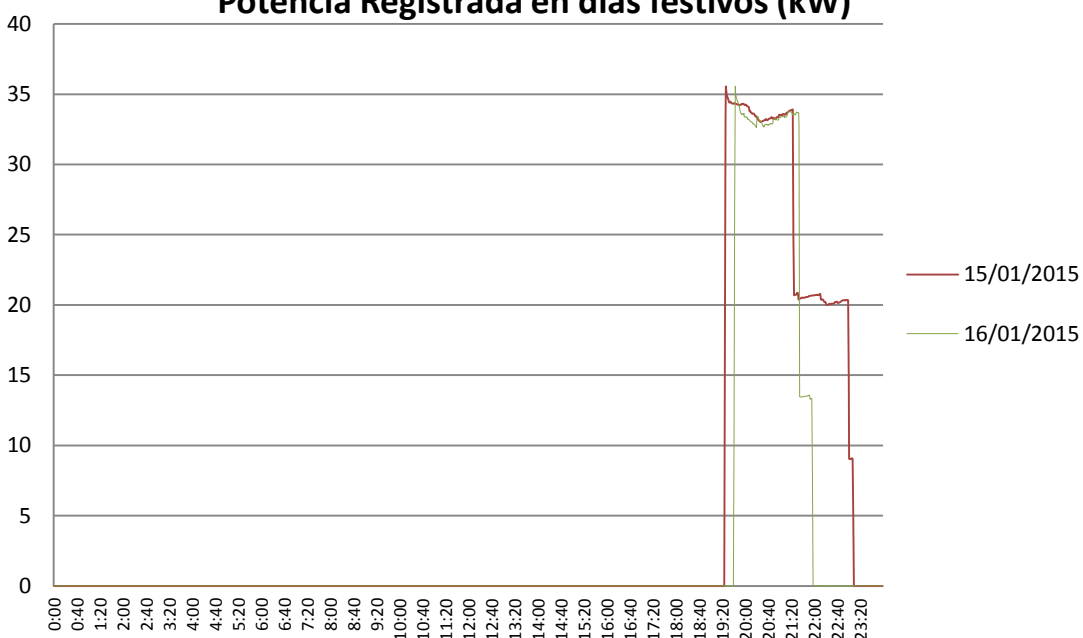


Gráfico 34 Potencia registrada en días no laborables (kW)

El perfil de uso de la iluminación de las pistas responde a un perfil de uso muy definido. El horario principal es de 19:30 a 23:00; aunque no se da la misma intensidad en todo el periodo de funcionamiento; pues a partir de las 22:00 se reduce la potencia registrada.

La potencia máxima, de valor cercano a 35kW, tiene lugar a las 19:30, coincidiendo con el encendido de los proyectores.

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

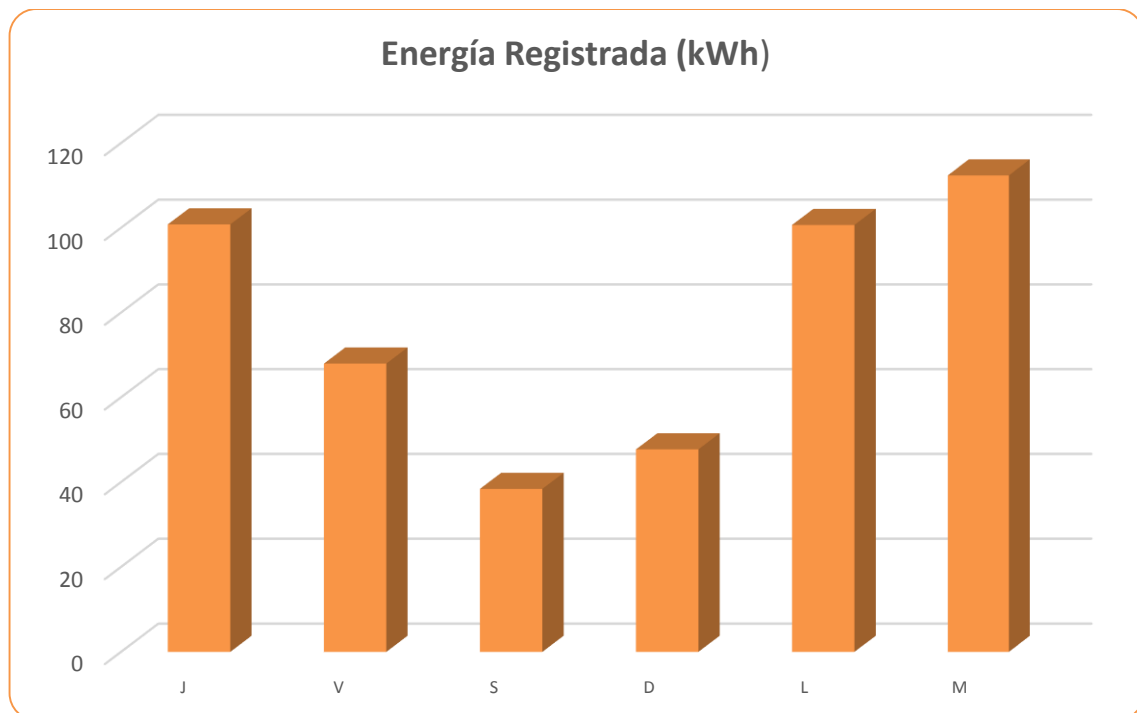


Gráfico 35 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 95,45 kWh y durante los días festivos de 43,06 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2434,97 kWh para el mes de agosto, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en agosto de 2014 de un 91,76% inferior; este desvío se explica debido a que la semana en que se instaló el analizador de redes, las instalaciones deportivas se encontraban cerradas para labores de mantenimiento, por lo tanto, no se pueden extrapolar los resultados al resto de semanas de agosto.

TRIFÁSICO 3

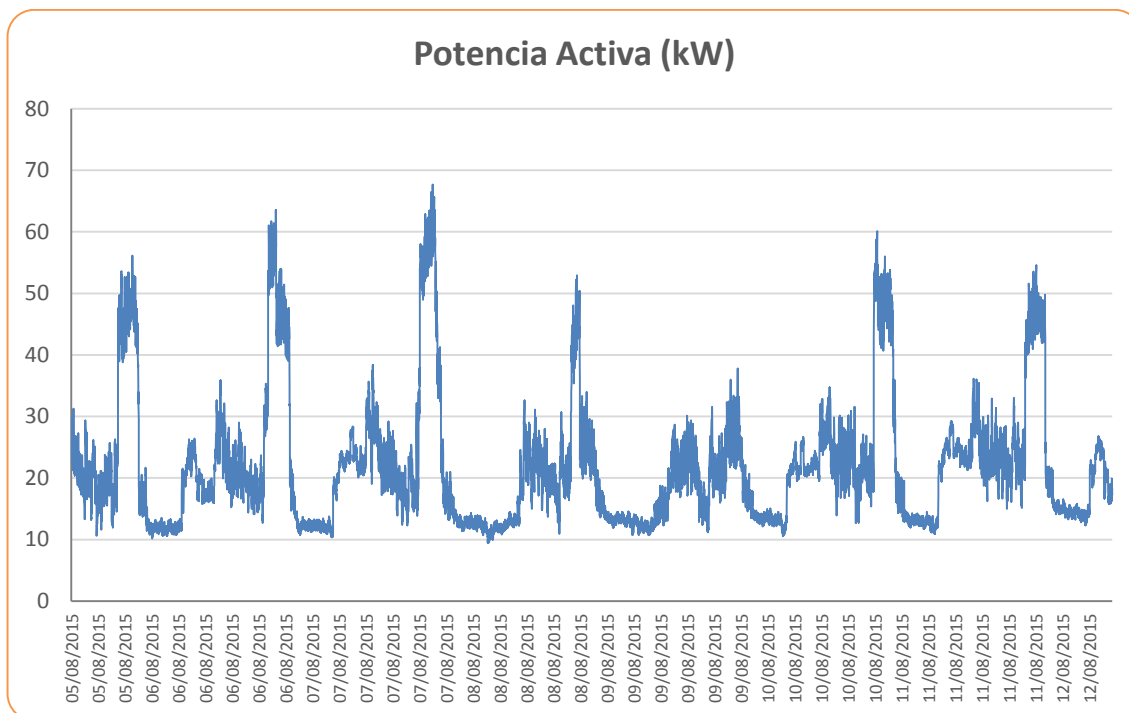


Gráfico 36 Datos de registro de potencia activa desde el 05/08/2016 al 12/08/2016

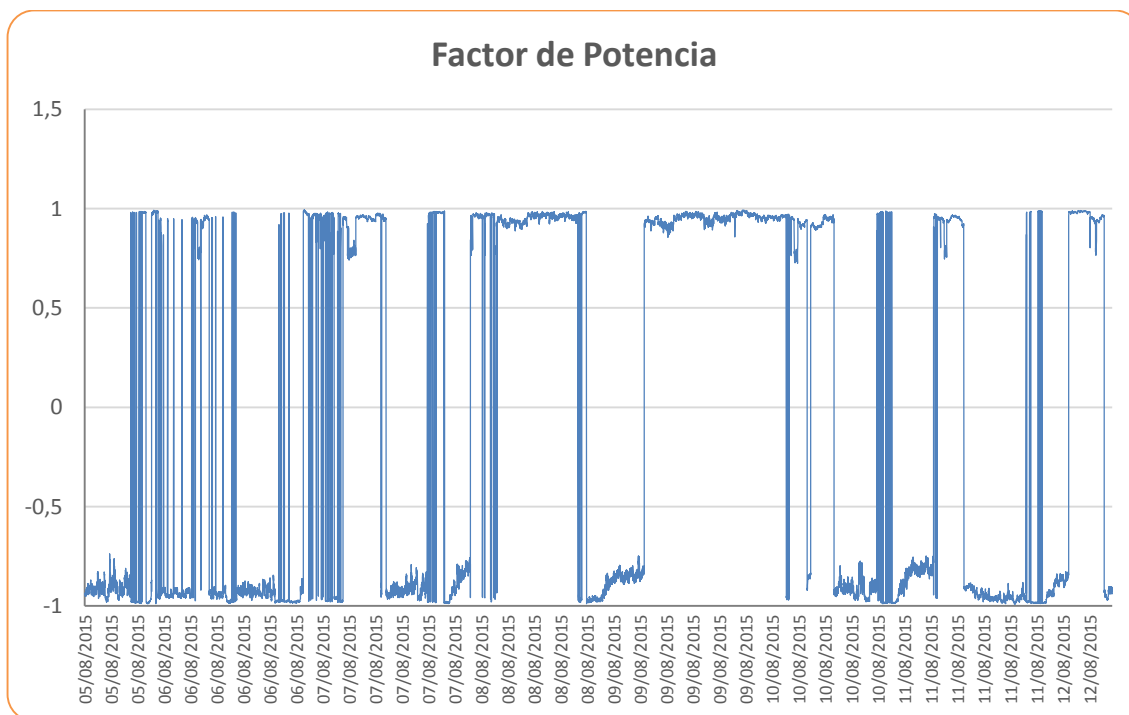


Gráfico 37 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

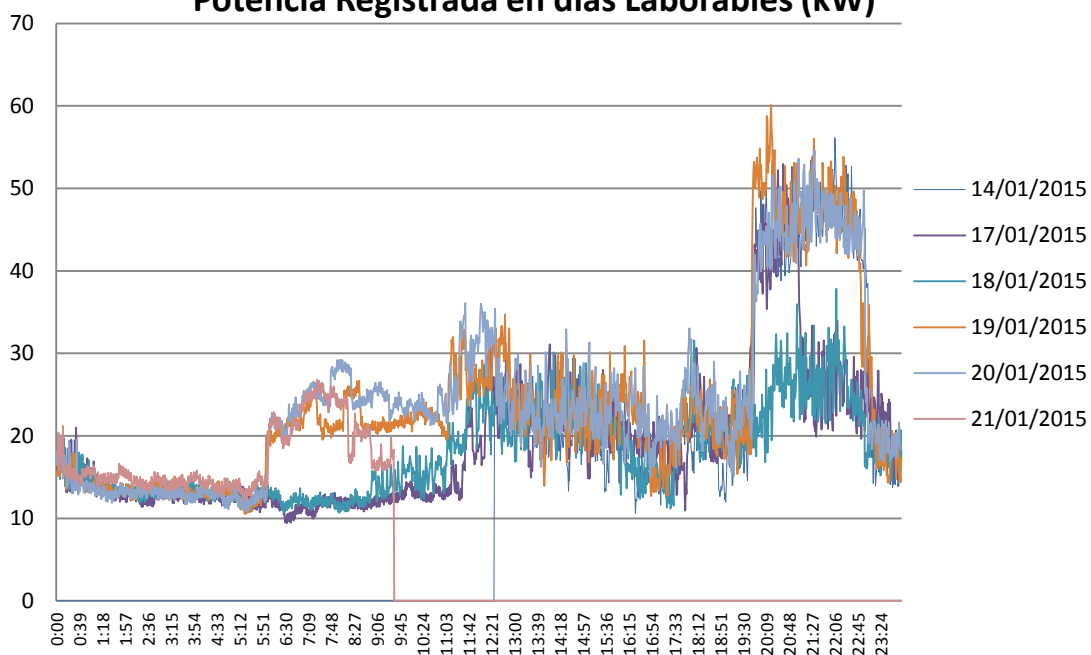


Gráfico 38 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días festivos (kW)

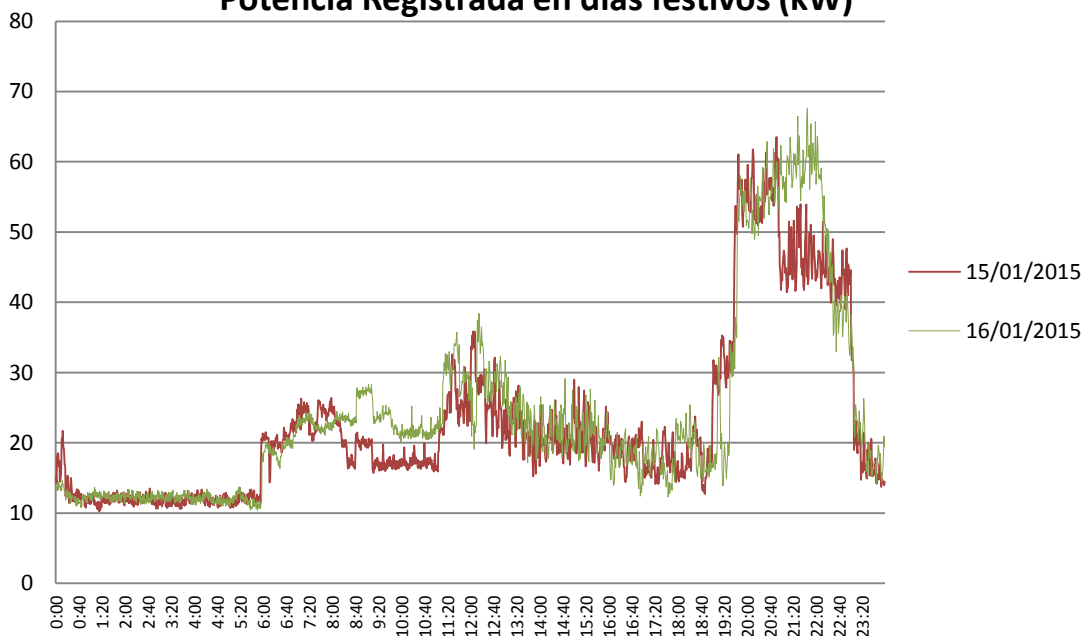


Gráfico 39 Potencia registrada en días no laborables (kW)

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 10,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Todos los días son muy homogéneos con una potencia máxima registrada el domingo de 65,72kW.

El horario principal es de 6:00 a 23:30, siendo a partir de las 19:30 cuando el consumo eléctrico de la instalación se dispara.

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

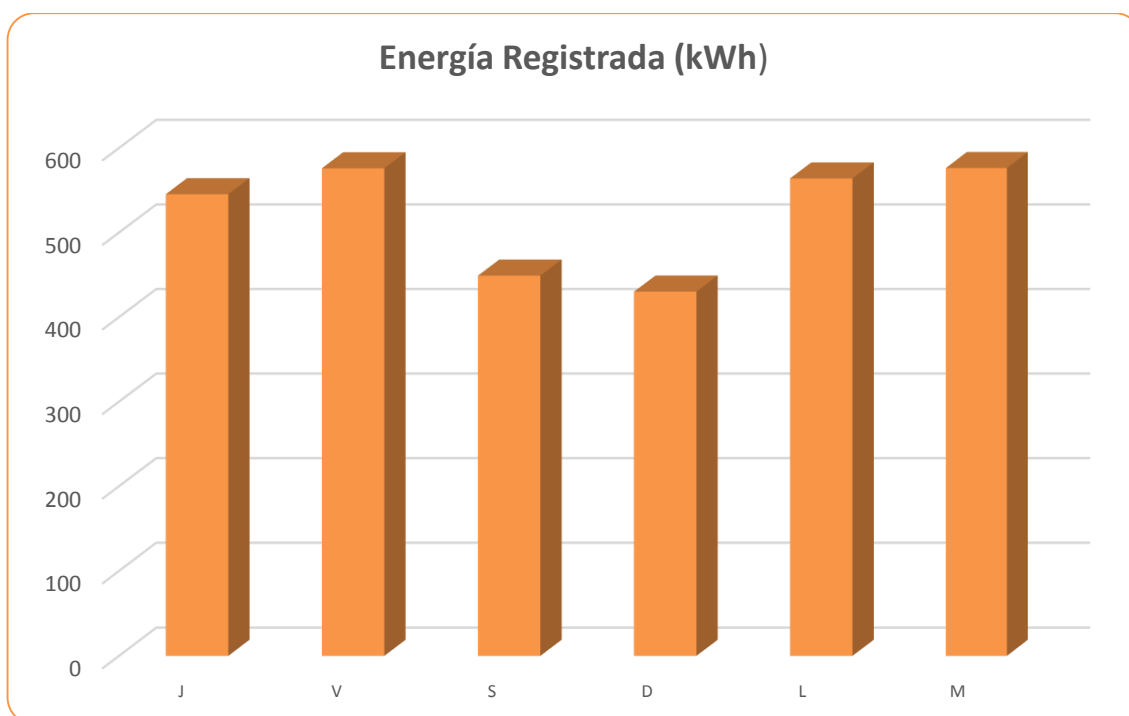


Gráfico 40 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 565,36 kWh y durante los días festivos de 439,52 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 16.267,74 kWh para el mes de agosto.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Vestuarios y WCs (Vestuarios Pistas)

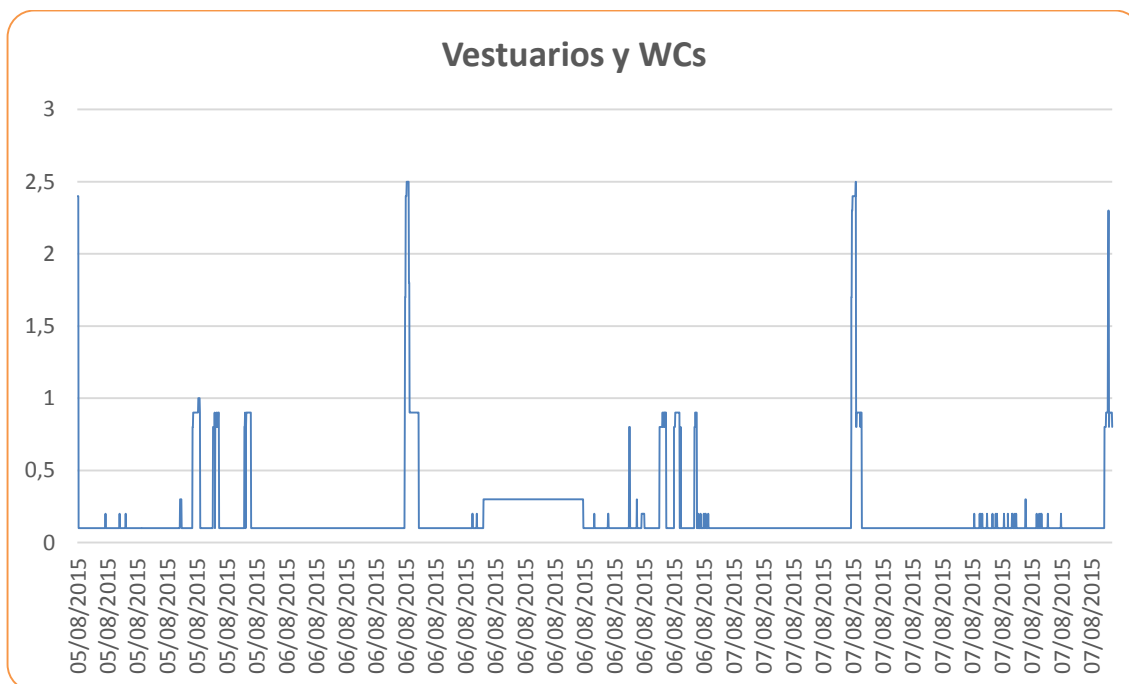


Gráfico 41 Registro de monofásico instalado en los Vestuarios y WCs

- Vestuario 2 (Vestuarios Pistas)

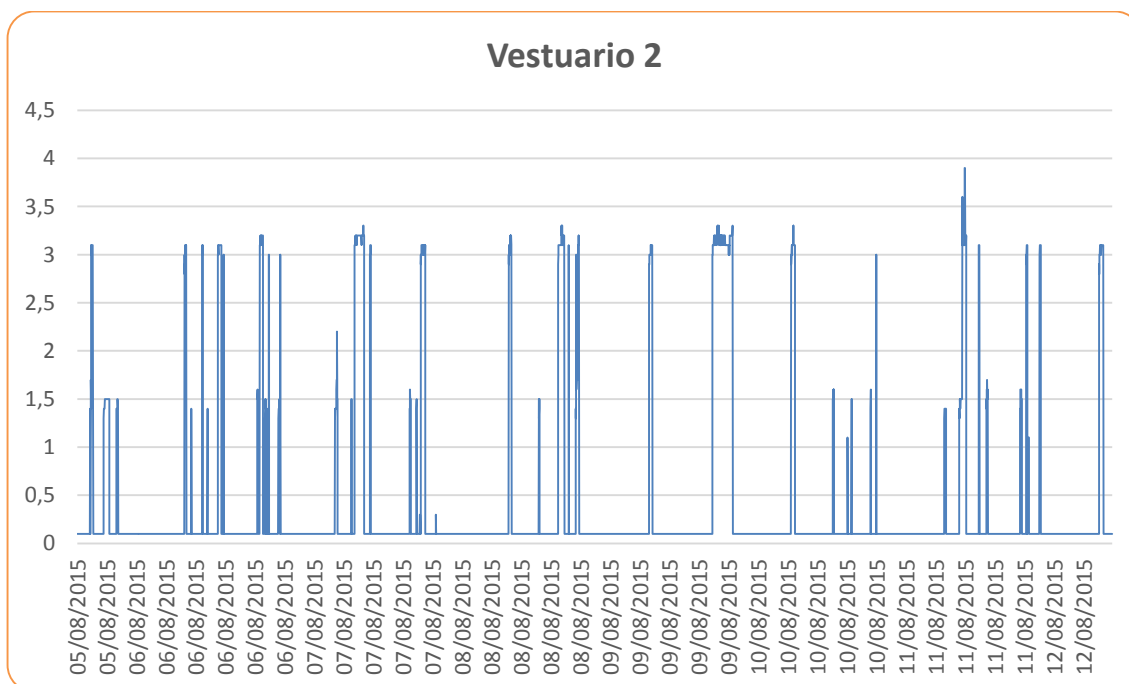


Gráfico 42 Registro de monofásico instalado en el Vestuario 2

- **Recepción y Despacho (Oficinas OAL)**



Gráfico 43 Registro de monofásico instalado en las Oficinas OAL

Los registros permiten obtener un horario medio de iluminación de las estancias en las que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Vestuarios y WCs (Vestuarios Pistas):
 - o L-V: 0,41 horas
 - o S-D: 0 horas
- Vestuario 2 (Vestuarios Pistas):
 - o L-V: 1'28 horas
 - o S-D: 2'24 horas
- Recepción y Despacho (Oficinas OAL):
 - o L-V: 2'71 horas
 - o S-D: 0 horas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		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	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Vestuarios Pistas	Aseo Masculino	83	3,63	356	150	6,44
Vestuarios Pistas	Pasillo	432	24,00	593	150	3,04
Vestuarios Pistas	Vestuario 1 (Aseo)	86	4,70	556	150	3,31
Vestuarios Pistas	Almacén Limpieza	40	2,20	78	100	23,31
Vestuarios Pistas	Vestuario 2 (Aseo)	80	3,00	150	150	17,78
Vestuarios Pistas	Vestuario 2 (Duchas)	120	9,00	460	150	2,90
Vestuarios Pistas	Vestuario 3 (Aseo)	40	4,20	132	150	7,22
Vestuarios Pistas	Vestuario 3 (Duchas)	120	6,70	137	150	13,07
Vestuarios Pistas	Vestuario 5 (Aseo)	40	4,20	140	150	6,80
Vestuarios Pistas	Distribuidor	40	3,30	136	150	8,91
Vestuarios Pistas	Vestuario 6 (Aseo)	40	1,65	125	150	19,39
Vestuarios Pistas	Vestuario 6 (Duchas)	80	6,00	50	150	26,67
Vestuarios Pistas	Aseo Minusválidos	43	3,00	263	150	5,48
Vestuarios Piscina	Pasillo 1	86	2,20	427	150	9,20
Vestuarios Piscina	Pasillo 3	86	3,00	503	150	5,73
Vestuarios Piscina	Pasillo 2	86	2,20	415	150	9,46
Vestuarios Piscina	Vest Masculino (Aseos)	84	2,00	132	150	31,82
Vestuarios Piscina	Vest Masc (Duchas)	173	13,00	429	150	3,10
Vestuarios Piscina	Pasillo 4	86	3,00	374	150	7,70
Vestuarios Piscina	Almacén	84	7,20	153	100	7,63
Vestuarios Piscina	Aseo Señora	84	3,00	150	150	18,67
Vestuarios Piscina	Aseo Caballero	84	3,00	277	150	10,11
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Despacho Inst. Deportivas	312	22,50	280	300	4,95
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Pasillo	156	24,00	212	150	3,07
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Aseo	52	3,20	342	150	4,75

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Edificio	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Almacén	208	7,20	187	100	15,45
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Despacho Responsable Inst. Deportivas	416	20,00	360	300	5,78
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Sala de Máquinas 1 (Entrada)	86	9,90	728	100	1,20
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Sala de Máquinas 1 (Calderas)	259	65,10	124	200	3,21
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Sala de Máquinas 1 (Deshumificadora)	173	49,10	56	100	6,28
Oficina OAL y Sala de Máquinas	Sala de Máquinas 2	173	69,10	168	100	1,49

Tabla 39 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en algunos de los vestuarios en los que se han realizado las mediciones.

Se recomienda revisar los niveles de iluminancia en el caso de las salas técnicas (calderas y deshumificadoras).

Los valores de eficiencia energética de la iluminación se sitúan muy por encima de los valores límite exigidos por el Documento Básico HE-Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

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 Análisis del rendimiento de la combustión

No se ha podido realizar el análisis de la combustión en las calderas tipo 1 y 2, debido a que no se ha producido una demanda térmica continua en la instalación durante la visita en las condiciones requeridas, es decir, calderas a régimen, temperatura de impulsión en torno a 70°C, periodo mínimo de 5 minutos desde la puesta en marcha, etc., que nos proporcione una toma de muestras representativa.

3.3.2 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:

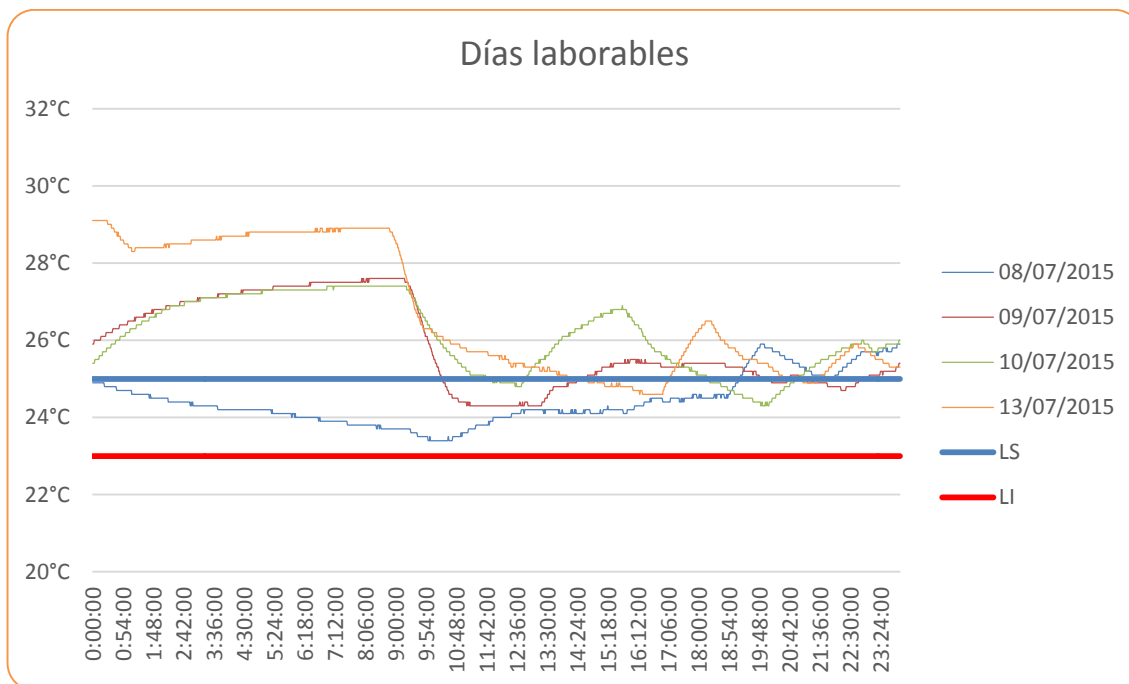
Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 40 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 07/07/2015 y 14/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Despacho Oficinas OAL (Planta baja)



Días laborables

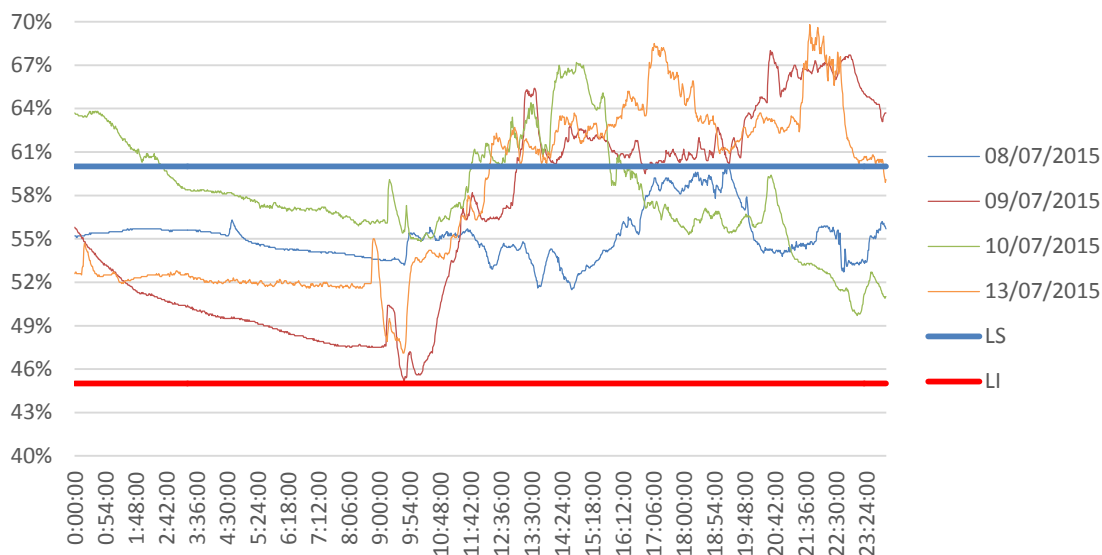


Gráfico 46 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

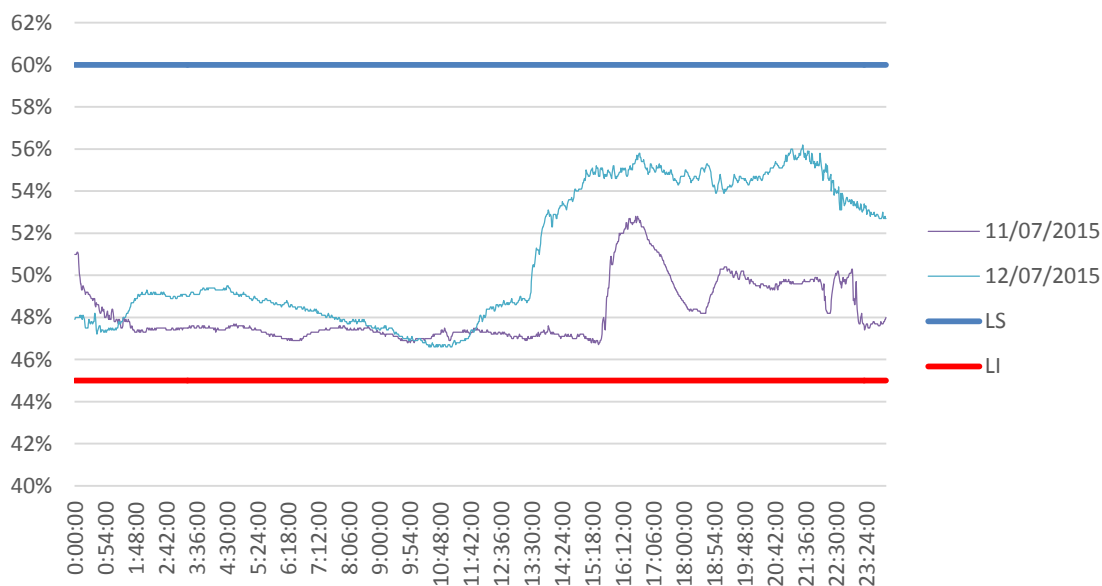


Gráfico 47 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante dos sistemas autónomos split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de diferentes tipologías (pared y conductos).

La temperatura comienza a descender desde las 9:00h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. Durante todo el periodo de ocupación la temperatura se mantiene entre los 24-26°C, superando durante largos periodos los

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

25°C establecidos por la normativa como límite superior. Por lo tanto, existe un aporte frigorífico insuficiente en esta zona, aunque no es significativo.

Se observa como el equipo se desactiva fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana.

Los valores de humedad varían en función del uso del sistema de climatización, situándose tanto dentro del intervalo normativo (45-60%) como por encima del límite superior (60%), oscilando entre el 45 y 70%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 24°C y los 26°C, superando el límite establecido por el RITE (25°C), lo cual indica un aporte insuficiente de refrigeración, aunque no es significativo.
- ☐ **No se mantiene encendida la refrigeración fuera del periodo de ocupación.**
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo desde las 9:00 y manteniéndose uniforme hasta la hora de cierre del centro.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

A continuación se muestran las etiquetas obtenidas tras la realización de las certificaciones energéticas de los edificios principales:



Imagen 43 Etiqueta Certificado Energético. Pabellón

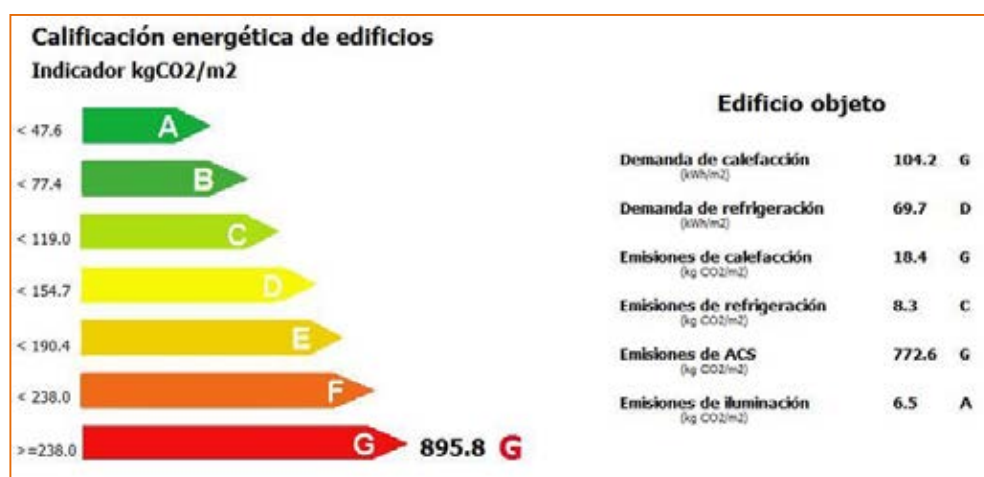


Imagen 44 Etiqueta Certificado Energético. Piscina



Imagen 45 Etiqueta Certificado Energético. Vestuarios Piscinas



Imagen 46 Etiqueta Certificado Energético. Vestuarios Pistas



Imagen 47 Etiqueta Certificado Energético. Oficinas OAL

En el anexo correspondiente se adjuntan los informes completos de las certificaciones energéticas.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

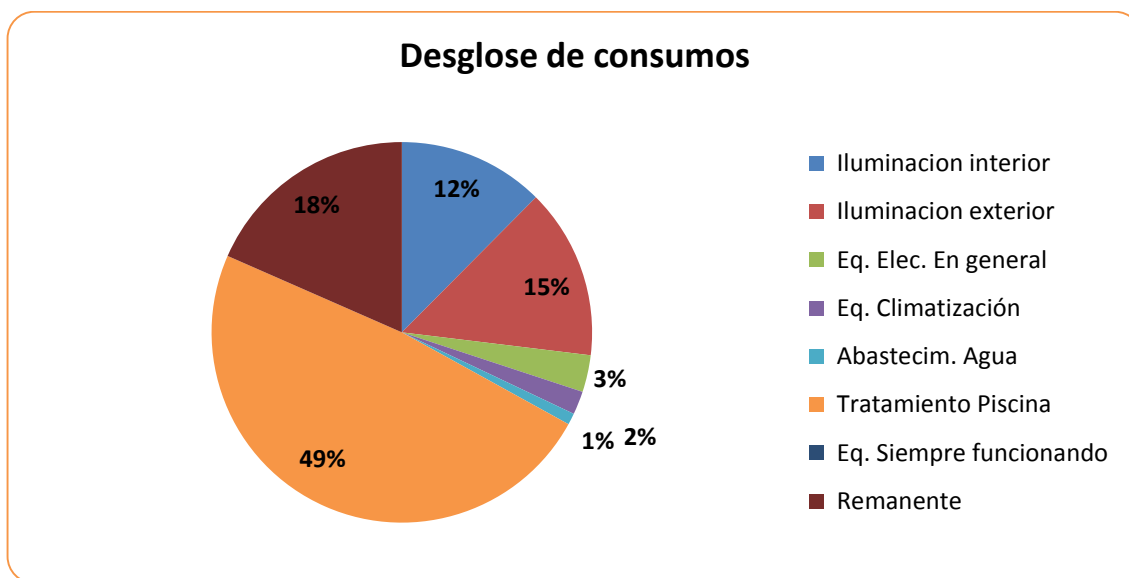


Gráfico 48 Desglose de consumos eléctricos

El consumo más importante es el referente al tratamiento y climatización de la piscina.

Por otra parte, 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 iluminación exterior y la interior representan un porcentaje cercano al 30% del consumo global del polideportivo; mientras que los equipos eléctricos en general y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica apenas alcanzan un 5%.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 3%.

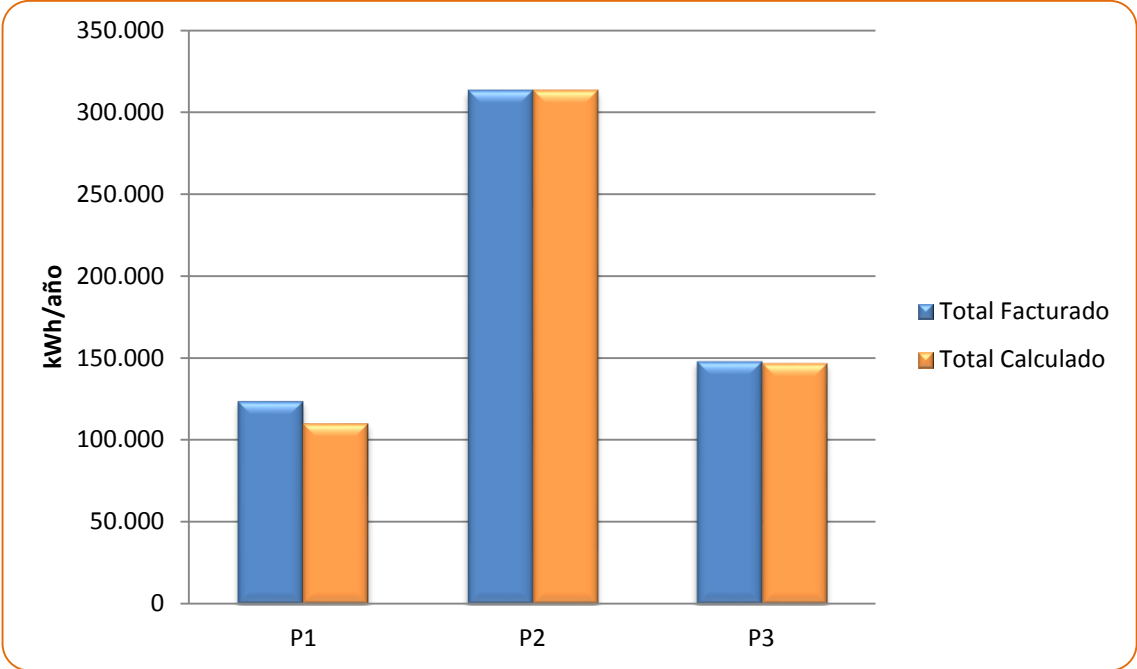


Gráfico 49 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

4.2 Desglose de consumos térmicos

El consumo térmico de gasóleo se utiliza para dar servicio a la climatización, calefacción, calentamiento de vaso de la piscina y agua caliente sanitaria (ACS). Existe una contribución de energía solar térmica, únicamente para producción de ACS mediante 30 captadores planos.

Para el desglose de consumos térmicos se ha tenido en cuenta la siguiente información:

- Ocupación media instalación - 900 usuarios/día. Repartidos entre las zonas de piscina, campos de fútbol, pabellón y pista.
- Vaso principal - Condiciones de diseño: 28°C; 750 m³. Tasa de renovación media diaria: 19.000 litros, durante todos los días del año, a excepción del mes de agosto cuando se realizan labores de mantenimiento.
- Recinto de la piscina – Condiciones de diseño: 29-30°C; 65%HR; 2,5 l/s de aire de ventilación por m² de superficie de playa + lámina.
- Las deshumectadoras constan de batería de apoyo de agua caliente alimentada desde las calderas.
- Existe un circuito de radiadores en la zona de vestuarios.

A continuación se muestra la distribución de consumos de gasóleo correspondiente a este suministro para cada uno de los servicios:

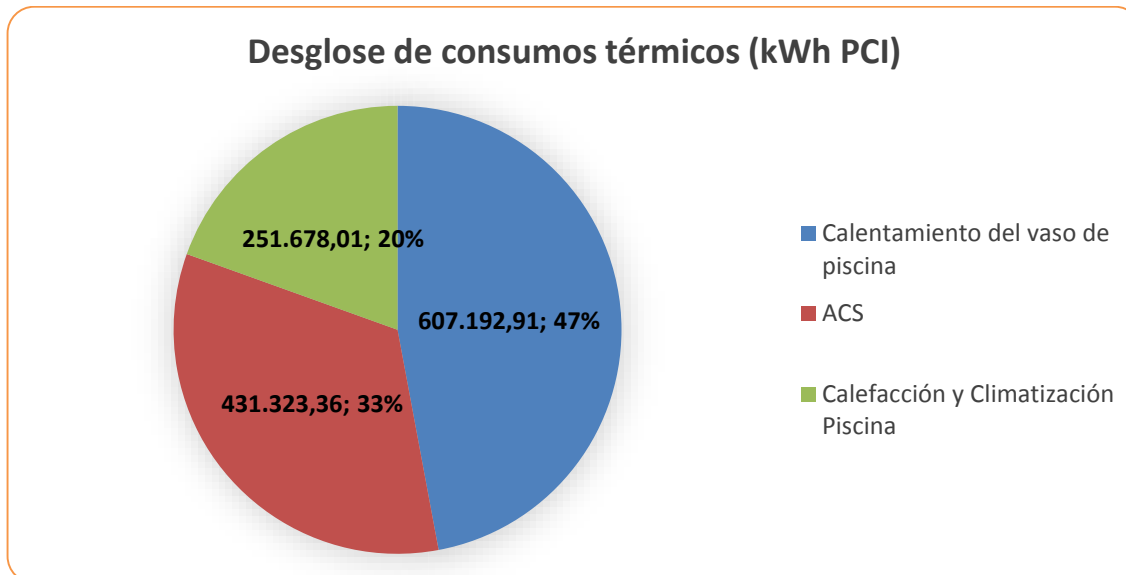


Gráfico 50 Piscina - Desglose de consumos de gasóleo

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 centro está cubierta por medio de una instalación solar térmica con apoyo de caldera. Existen dos instalaciones más en el centro, aunque actualmente se encuentran fuera de servicio.

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

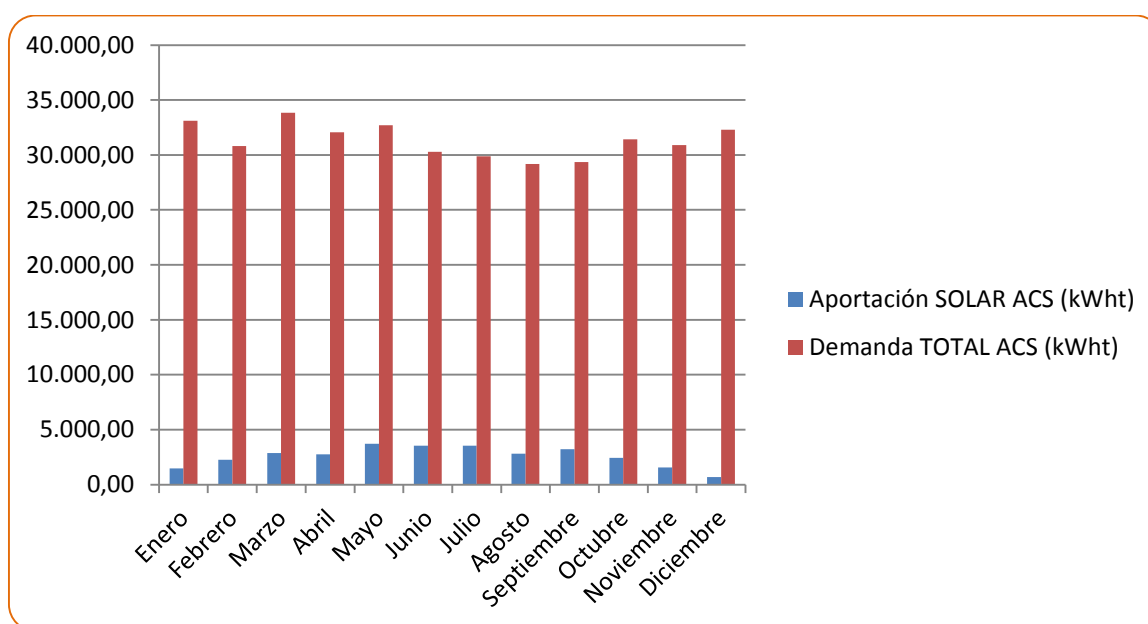


Gráfico 51 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

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

Demanda Térmica de ACS (kWh)	375.833,58	
Aportación Solar Anual (kWh / %)	30.934,22	8,23%
kgCO2 evitados al año	11.097,65	
Ahorro Económico (€/año) ³	1.575,78	

Tabla 41 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.

³ Se ha tomado un precio medio del gasóleo, a partir de los datos actuales de mercado a Febrero de 2016, de 0,41322314 €/litro (IVA no incluido).

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		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 48 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 SALDUBA	1306
		58
		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	26,15%	67,13%	6,72%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,15870
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	Emision es CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
44.801	63,11%	7,65%	5.447,23 €	276,61 €	5.723,84 €	40.155,74 €	7,02	17,88

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 SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada. Suministro 3

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 maxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.



Gráfico 52 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro 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 reducir la potencia contratada a **44 / 44 / 44 kW** en los tres 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

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	
25	25	25	44	44	44	663,10 €

Compartiva Coste Término de Potencia (€/año)

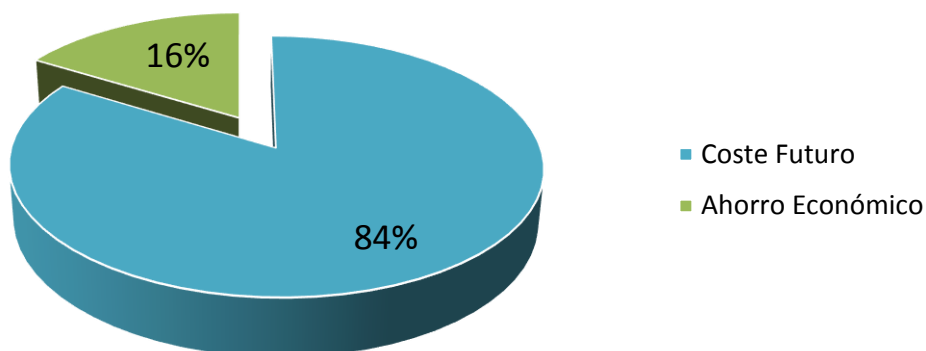


Gráfico 53 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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 SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

5.3 Instalación de batería de condensadores. Suministro 3

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 SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
133,37	5+10+2x20	55

Tabla 42 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 815,49 €.

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	€ ⁴	años	Ton/año
--	--	1682,37	1.143,28	0,68	--

Tabla 43 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.

⁴ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

5.4 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

INTRODUCCIÓN

Tal y como se muestra en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro consta de equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

CRITERIOS DE DISEÑO

De forma general, para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
 - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
 - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
 - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
 - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 30-25%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es:
 - Equipos con funcionamiento habitual en días laborables (L-V) es de 0,112669356 €/kWh (calefacción) y 0,109350356 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguiente factor reductor (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
 - Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el centro.

Intensidad	Fp - Calefacción	Fp - Refrigeración
alta 12h	0,745	0,797

Tabla 44 Factor de ponderación

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio W/m² se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

existente (por ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).

- El rendimiento estacional considerado para los nuevos equipos propuestos es el recogido en la información técnica de los catálogos de las principales marcas calculado según la EN14825.
- Para el cálculo de la inversión se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

A continuación se resumen el ahorro energético y económico, así como el periodo de amortización derivado de la sustitución de los equipos que utilizan R-22 como refrigerante instalados en el centro.

Zona de tratamiento	Tipología de equipo	Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	horas anuales equivalente s - Refrig.	horas anuales equivalente s - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Despacho Inst. Deportivas y Despacho responsable inst. deportivas	Sistema autónomo de expansión directa. BdC. Split 1x1	09:00-14:00/16:00-23:00 (L-V)	13,40	15,50	115	69	464,57	44,3%	53,75	0,19	4.437,12	82,56	NO

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

RESUMEN DETALLADO

DESPACHO INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DESPACHO RESPONSABLE INSTALACIONES DEPORTIVAS – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	16,99	19,34	2,84	3,70	2,26	2,76
Propuesto	13,40	15,50	3,06	3,41	4,80	3,82

Tabla 45 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	1.877,85 €
Tratamiento	Unidad interior	1.364,35 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	423,32 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	600,00 €
	TOTAL	4.437,12 €

Tabla 46 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	kWh/año	€/año	€	años
993,26	1.555,91	1.048,50	583,93	464,57	53,75	4.437,12	82,56

Tabla 47 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ⁵	€/año	€ ⁶	años	Ton/año
464,57	44,3%	53,75	4.437,12	82,56	0,19

Tabla 48 Resumen de resultados principales obtenidos

Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.

⁵ Sobre el consumo eléctrico anual

⁶ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		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 49 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Electrónicos 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 SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

6.2 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

Como puede comprobarse en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro cuenta con equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

Por estos motivos, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, en esta auditoría se recomienda invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:

- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

6.3 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.

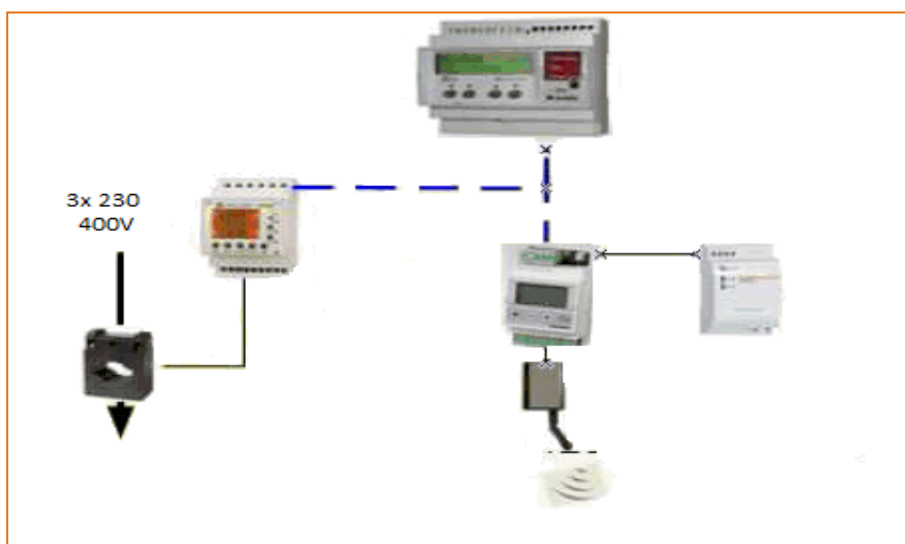


Imagen 50 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán 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 SALDUBA	1306
		58
		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 una instalación solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS. Existen otras dos instalaciones de energía solar térmica, una para ACS y la otra para calentamiento del vaso de la piscina, pero actualmente se encuentran fuera de servicio.

Por otra parte, en los siguientes apartados se proponen otras alternativas de energías renovables.

7.2 Biomasa

Tal y como se comenta anteriormente, el centro ya cuenta con una contribución de energías renovables para la producción térmica mediante la instalación solar térmica.

Por otra parte, en los siguientes apartados se proponen otras alternativas de energías renovables.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

Se adjunta la propuesta correspondiente en el informe de energías renovables. Los resultados alcanzados mediante la implantación de la misma se muestran a continuación.

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
82.469	100,00%	0,00%	16,25%	8.439,12	69.860,00	1,52	8,28	32,91

Tabla 49 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (FV)

7.4 Recuperación del calor del agua de renovación de piscinas

Objetivos y situación actual

La piscina climatizada perteneciente a las instalaciones del Polideportivo Salduba consta de un único vaso con las siguientes características:

	VASO PRINCIPAL
Capacidad	750 m ³
Superficie lámina de agua	25 x 16,5 = 412,5 m ²
Temperatura consigna agua	27-28°C
Temperatura recinto	29°C
Tasa de renovación media diaria de agua para limpieza de filtros	19.071 litros

Tabla 50 Características vaso – Piscina Municipal



Imagen 51 Vaso principal – Piscina Municipal

El calentamiento de los vasos se lleva a cabo a través de tres aportaciones térmicas diferentes, cada una consta de un intercambiador de calor:

- Intercambiador de calderas: Alimentado desde de la central de producción térmica con gasóleo como combustible.

- Intercambiador deshumectadoras. Se trata del circuito de recuperación del calor de condensación de las deshumectadoras para el calentamiento del vaso principal.
- Intercambiador de solar térmica. Existe una aportación desde la instalación solar térmica para el calentamiento del vaso de la piscina, aunque actualmente se encuentra fuera de servicio.



Imagen 52 Intercambiadores de calor – Calentamiento de vaso



Imagen 53 Intercambiadores de calor – Calentamiento de vaso

De acuerdo a los datos aportados por el personal de mantenimiento de la instalación, la renovación del agua de la piscina se realiza 3 días a la semana (lunes, miércoles y viernes), coincidiendo con el proceso de limpieza de filtros. Dicho proceso tienen una duración de unos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

15 minutos por cada filtro. Teniendo en cuenta que la bomba de recirculación de la piscina utilizada en la limpieza de filtros mueve un caudal de 89 m³/h, por lo tanto cada día en que se repite esta operación se tiran al desagüe 44,5 m³, lo que equivale a 133,5 m³ a la semana. El valor medio diario es de unos 19 m³/día durante todos los días de año, exceptuando el mes de agosto, cuando se realizan tareas de mantenimiento.



Imagen 54 Sistema de filtración (filtros de arena) – Vaso principal



Imagen 55 Sistema de filtración (bombas de recirculación) – Vaso principal

La cantidad de energía contenida en el agua (a 27-28°C en el vaso) y enviada al desagüe es muy elevada y se debe reponer constantemente mediante el aporte de calor al agua de red entrante ($T_m - \text{Agua de red} = 15,5^\circ\text{C}$) a través de la central de producción.

Descripción de la propuesta de implantación de energías renovables

Se propone la implantación un sistema de recuperación de alta eficiencia del calor del agua de salida del vaso durante la renovación con agua de red en dos fases:

- FASE 1: Fase de captación gratuita en **intercambiador de calor** (agua piscina-agua de red), donde el único consumo energético es el correspondiente a la bomba de aspiración, que trasporta el agua del vaso al sistema.
- FASE 2: **Bomba de calor agua/agua** que recoge el agua de red una vez ha pasado por el intercambiador de calor de la fase 1, aportándole el calor necesario para impulsarlo al vaso. Para la evaporación del ciclo frigorífico se utiliza el agua de salida del vaso una vez ha pasado por el intercambiador de calor de la fase 1.

Al realizar este proceso en dos fases se consigue, por una parte la captación gratuita a través de un intercambiador de calor (fase 1), que nos permite a su vez obtener unas condiciones óptimas de temperatura en el evaporador y en el condensador del ciclo frigorífico de la bomba de calor, lo que proporciona unos rendimientos estacionales al sistema muy elevados.

El sistema propuesto se encargará de la compensación de las pérdidas por **renovación** y parte o la totalidad de las pérdidas por **transmisión** actuales.

A continuación se muestra el esquema de principio del sistema propuesto:

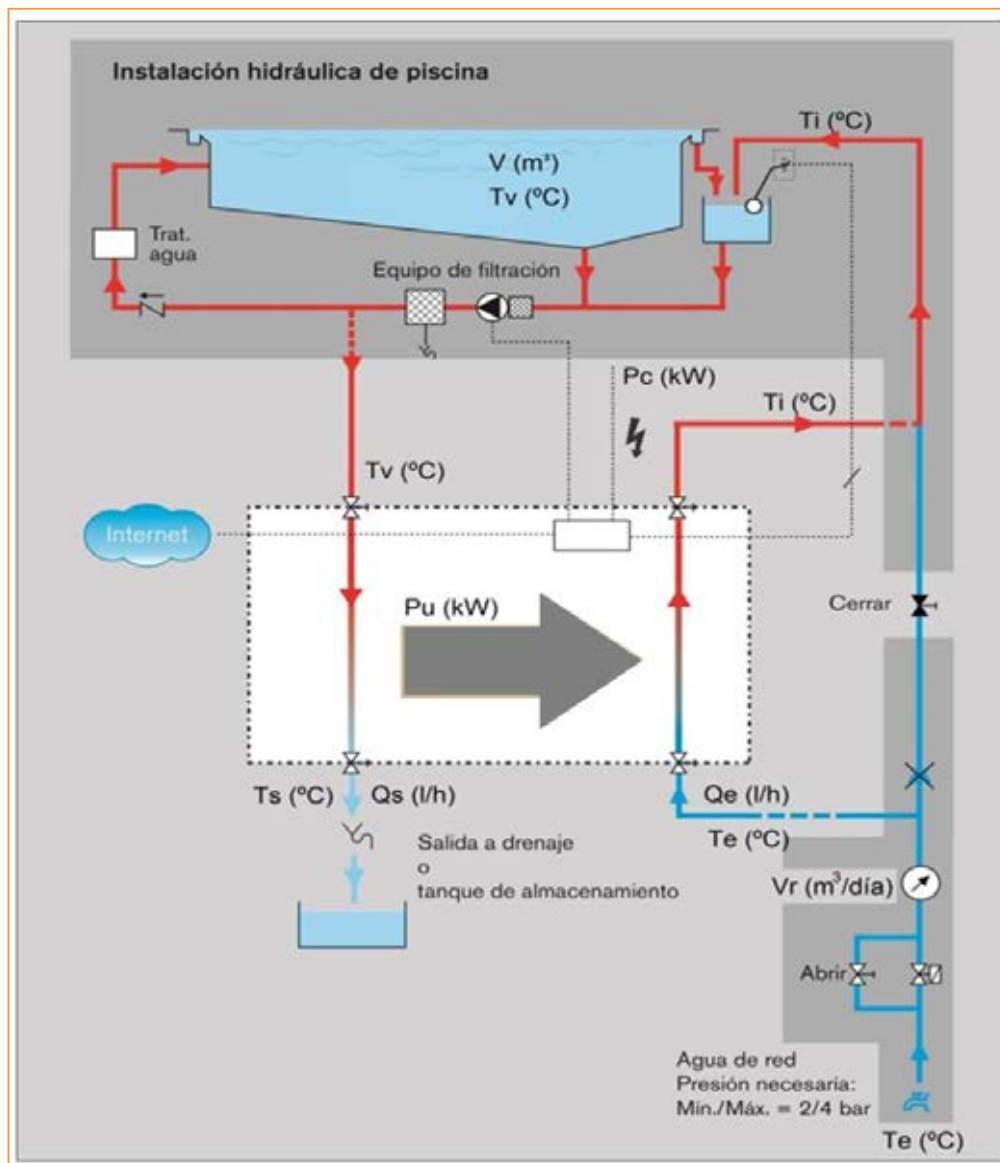


Imagen 56 Esquema de principio del sistema de recuperación de alta eficiencia

El sistema propuesto es compacto e irá conectado en impulsión y retorno al circuito de recirculación del vaso, a la salida del filtro de arena y previo al tratamiento químico del agua. El sistema consta de las siguientes características:

- Recuperador de alta eficiencia en dos fases: Fase 1 Intercambiador de calor. Fase 2: Sistema tipo bomba de calor agua/agua.
- Potencia máxima absorbida: 6 kW.
- Energía útil total recuperada diaria: 524,9 kWh/día.
- Energía eléctrica absorbida media diaria: 72,4 kWh/día.
- COP medio diario (verano): 7,25

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

El sistema propuesto deberá tener la siguiente funcionalidad:

- Volumen diario de renovación seleccionable. Garantía de cumplir la normativa.
- Medición continua, control y registro diario del volumen renovado.
- Horario seleccionable para inicio/final diario de los periodos deseados para renovación.
- Posibilidad de selección de volumen y horario diario de renovación por cambio de legislación puntual para épocas con restricciones de agua (sequía, etc.).
- Control, medición continua y registro de la temperatura de los vasos de la piscina con los que trabaje el sistema.
- Seguridad por mínima temperatura antihielo del agua de salida a drenaje.
- Seguridad por mínimos caudales de agua de renovación de entrada y salida a drenaje.
- Caudales de renovación de entrada (máximo y mínimo) y salida a drenaje, ajustables en la puesta en marcha.
- Mantenimiento del nivel del agua de la piscina.
- Medición y registro diario de la energía térmica cedida a la piscina, energía eléctrica consumida, lecturas instantáneas de potencia térmica recuperada y potencia eléctrica consumida, COP instantáneo y COP medio diario, temperatura del agua de red, temperatura de impulsión hacia piscina y temperatura de salida a drenaje o aprovechamiento de frío.
- Apto para piscinas con tratamiento mediante Cloro.
- Con conexión vía internet para supervisión y tele-gestión a distancia.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Estudio energético, económico y medioambiental

Los condicionantes que se han tenido en cuenta para elaborar el estudio se resumen a continuación:

- Actualmente la renovación del agua de la piscina se realiza únicamente durante el periodo de limpieza de filtros a contracorriente, con una tasa media diaria de **19.071 litros en el vaso principal**.
- La limpieza de filtros se realiza tres días a la semana (lunes, miércoles y viernes) lo que supone que transcurre **un solo día entre cada limpieza de filtros**, con un tiempo dedicado a cada una de **15 minutos** en cada filtro aproximadamente.
- De acuerdo a las características de los vasos, se estima **una pérdida de agua media diaria por evaporación de 1.694 litros**.
- Para la implantación de este sistema se requiere un planteamiento en el que se mantiene la cantidad de agua renovada diariamente, aunque **cambiando el hábito de limpieza de los filtros, que se realizará en base a la presión diferencial existente entre la entrada y la salida de los filtros** en su funcionamiento normal, realizando la limpieza de acuerdo a los tiempos establecidos por el fabricante del propio filtro. En este caso, la limpieza de filtros se debería realizar en el momento en que la presión diferencial indique $0,8 - 1,0 \text{ kg/cm}^2$, que es cuando realmente están sucios y además nos garantiza un rendimiento óptimo de filtración, que se incrementa a medida que el filtro de arena se va colmatando.



Imagen 57 Manómetro diferencial - Filtro



Imagen 58 Información técnica sistema filtro de arena

- El nuevo hábito de limpieza de los filtros propuesto, que asegura un óptimo nivel de filtración, **es cada 14 días y durante un periodo de tiempo de 7,5 minutos en el vaso principal y cada 7 días y durante un periodo de 7,5 minutos en el vaso infantil**. Con lo cual el agua utilizada para la limpieza de filtros a contracorriente se limita y el resto de agua a renovar diariamente en los vasos (hasta alcanzar los valores actuales) se realizará en continuo haciendo pasar el agua de salida de los vasos por el sistema de recuperación durante la renovación con agua de red.
- Horario de apertura: Abierto durante todos los días del año exceptuando el mes de agosto cuando cierra para tareas de mantenimiento.
- El sistema de filtración de ambos vasos funciona 24 horas/día.
- Rendimiento estacional caldera/quemador a considerar: 80%.
- Precio de la electricidad **0,103644 €/kWh**, de acuerdo a la media ponderada de horas de funcionamiento en la tarifa 3.0A:
- Incremento de la potencia contratada, correspondiente al consumo eléctrico de la nueva instalación en 6 kW.

Al tratarse de una auditoría en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para 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.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados presentados en la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos, como económicos y medioambientales con la

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

implantación de energías renovables, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

SITUACIÓN ACTUAL	
Características	Vaso principal
Volumen diario de renovación (litros/día)	19.071,43
Temperatura media del agua del vaso (°C)	27,0
Temperatura media del agua de red (°C)	15,5
Energía útil diaria - renovación (kWht/día)	255,0
Energía útil diaria - pérdidas por transmisión (kWht/día)	269,9
Energía útil necesaria para compensación de pérdidas por renovación y transmisión (kWht/día)	524,9
Consumo caldera para compensación de pérdidas por renovación y transmisión (kWh PCI/día)	656,1
Demanda anual para compensación de pérdidas por renovación y transmisión (kWht/año)	175.316,6
Consumo anual gasóleo (kWh PCI/año)	219.145,8
Gasto anual gasóleo (€/año)) ⁷	10.716,7

Tabla 51 Resumen situación actual

IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	
Características	Vaso principal
Volumen diario de renovación (litros/día)	19.071,4
Temperatura media del agua del vaso (°C)	27,0
Temperatura media del agua de red (°C)	15,5
Energía útil diaria - renovación (kWht/día)	255,0
Energía útil diaria - pérdidas por transmisión (kWht/día)	269,9
Energía útil necesaria para compensación de pérdidas por renovación y transmisión (kWht/día)	524,9
COP medio diario	7,25

⁷ Se ha tomado un precio medio del gasóleo, a partir de los datos actuales de mercado a Febrero de 2016, de 0,41322314 €/litro (IVA no incluido).

IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	
Energía eléctrica absorbida para compensación de pérdidas por renovación y transmisión (kWh/día)	72,4
Demanda anual para compensación de pérdidas por renovación y transmisión (kWh/año)	175.316,6
Consumo anual eléctrico (kWh/año)	24.181,6
Gasto anual eléctrico (€/año)	2.506,3
Producción de energías renovables (kWh/año)	151.135,0
Producción de energías renovables (%)	86,21%
Ahorro anual de emisión directa de CO2 (T/año)	53,25
Ahorro económico anual (€/año)	8.210,4
Inversión (€)	33.360,00
Periodo de retorno simple (años)	4,06

Tabla 52 Resultados – Estudio energético, económico y medioambiental

El sistema propuesto es capaz de aportar una energía útil diaria a la piscina de 524,9 kWh/día utilizada para compensar en primer lugar las pérdidas por renovación del agua del vaso de (255 kWh/día) y el resto (269,9 kWh/día) se utiliza para compensar las pérdidas por transmisión. Si las pérdidas reales por transmisión son iguales o inferiores a 269,9 kWh/día, el sistema podrá compensar el 100% de las pérdidas por transmisión. Si no fuera así, la energía restante tendría que ser aportada por las calderas.

Normalmente, las pérdidas de calor por evaporación son compensadas con la batería de recuperación de condensación de la deshumectadora, y la cantidad restante desde las calderas. Toda la energía de recuperación que pueda sobrar con el nuevo sistema se podrá utilizar en compensar además parte de las pérdidas por evaporación.

Comentarios adicionales y ventajas

A continuación se exponen algunas ventajas adicionales de la implantación de este sistema:

- Mejora o mantiene la calidad del agua de la piscina.
- Reduce el consumo de productos químicos de tratamiento.
- Reduce la necesidad de la limpieza de los filtros de arena.
- Reducción notable de emisiones contaminantes.
- Compensación del 100% de las necesidades energéticas de renovación y prácticamente el 100% de las necesidades de compensación de las pérdidas energéticas por transmisión.
- Sistema Automático. Garantía de renovación diaria.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

Resumen de la implantación de energías renovables

A continuación se resumen los resultados alcanzados:

Producción Energética mediante Renovables		Ahorro Económico		Inversión	Retorno simple	Emisiones de CO ₂ evitadas
(kWht)	% ⁸	€/año ⁹	%	€	años	ton/año
151.135,00	86,21%	8.210,42	76,61%	33.360,00	4,06	53,25

Tabla 53 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

Si el volumen diario de renovación fuera inferior al indicado, la energía recuperada y los ahorros serán inferiores.

El rendimiento del conjunto caldera/quemador considerado es de un 80%, según RITE 2007 vigente. Si el rendimiento real fuera inferior el consumo con caldera será superior.

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

⁸ Contribución de energías renovables para compensación de pérdidas por renovación y transmisión del agua de los vasos, calculada de acuerdo a la directiva Europea 2009/28.

⁹ Ahorro económico respecto al gasto actual para compensación de pérdidas por renovación y transmisión del agua de los vasos.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

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	% ¹⁰	€/año	€ ¹¹	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	44.801	63,11%	5.723,84 €	40.155,74 €	7,02	17,88
Ajuste de la potencia contratada – Suministro 3	-	-	663,10 €	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores – Suministro 3	--	--	1.682,37 €	1.143,28 €	0,68	--
TOTAL ELÉCTRICAS	44.801	-	8.069,31 €	41.299,02 €	5,12	17,88

Tabla 54 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

En el apartado de **instalaciones térmicas**, no se incluye la sustitución de los equipos de climatización con R-22 como refrigerante, desarrollada en el apartado correspondiente, porque presenta un periodo de retorno superior a 10-12 años. Aun así se aconseja su renovación en el apartado de mejoras recomendadas.

¹⁰ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

¹¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO SALDUBA	1306
		58
		Rev.04

En cuanto a la **implantación de energías renovables para generación térmica**, a continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de una instalación de hidrotermia para la recuperación del agua de renovación del vaso de la piscina:

Producción Energética mediante Renovables		Ahorro Económico		Inversión	Retorno simple	Emisiones de CO ₂ evitadas
(kWh)	% ¹²	€/año ¹³	%	€	años	ton/año
151.135,00	86,21%	8.210,42	76,61%	33.360,00	4,06	53,25

Tabla 55 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (Hidrotermia)

En cuanto a la **implantación de energías renovables para generación eléctrica**, a continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de una instalación fotovoltaica ubicada en cubierta, para generación eléctrica en la modalidad de autoconsumo tipo 2:

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
82.469	100,00%	0,00%	16,25%	8.439,12	69.860,00	1,52	8,28	32,91

Tabla 56 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (FV)

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.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- 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.

¹² Contribución de energías renovables para compensación de pérdidas por renovación y transmisión del agua de los vasos, calculada de acuerdo a la directiva Europea 2009/28.

¹³ Ahorro económico respecto al gasto actual para compensación de pérdidas por renovación y transmisión del agua de los vasos.