






INFORME


AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Campo de fútbol San Pedro)


Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_66_20160217

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS	6
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	7
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo	9
1.4.4 Unidades Terminales.....	10
1.5 Iluminación.....	11
1.5.1 Iluminación interior	12
1.5.2 Iluminación exterior	13
1.5.3 Sistemas de control	14
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	14
1.6 Otros equipos	14
1.7 Resumen de potencias instaladas	17
2. CONSUMOS ANUALES.....	18
2.1 Consumos eléctricos	18
2.2 Consumos térmicos.....	21
2.3 Consumos energéticos totales	21
2.4 Índices energéticos.....	21
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	21
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	21
3. MEDICIONES REALIZADAS	22
3.1 Medidas eléctricas.....	22
3.1.1 Registros trifásicos	22
3.1.2 Registros monofásicos.....	26
3.2 Medida de nivel de iluminación	28
3.3 Medidas térmicas.....	29
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	29
3.4 Análisis termográfico.....	32
3.5 Certificación energética	32
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	33

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	33
4.2	Desglose de consumos térmicos	34
4.3	Contribución de energías renovables	34
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	35
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	35
5.2	Instalación de batería de condensadores	37
5.3	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	39
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	44
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	44
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	46
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	47
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	49
7.1	Energía solar térmica.....	49
7.2	Biomasa	49
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	49
8.	RESUMEN	51

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Estadio Municipal San Pedro/Estadio Municipal San Pedro Anexo
Dirección	Río Guadaiza
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Carlos Medallo (Coordinador deportes) 952 799 508
Número de edificios	12
Referencia Catastral	001800400UF24A0001BS

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Campo de fútbol San Pedro** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle río Guadaiza** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.

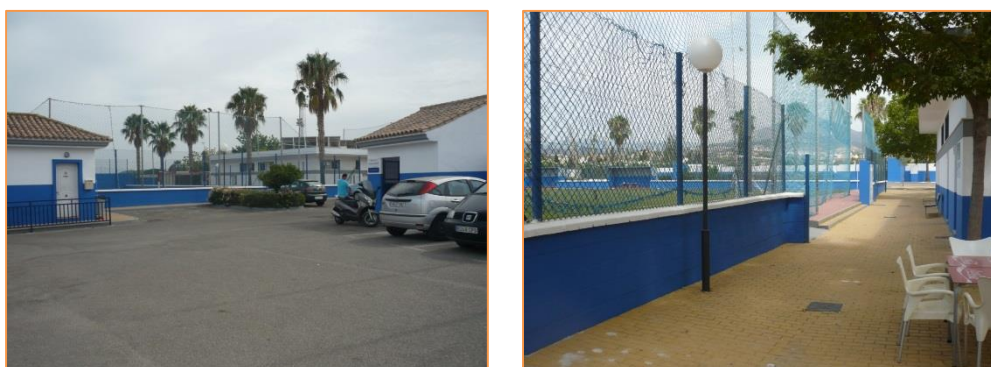



Imagen 1 Vista general de las instalaciones



Imagen 2 Vista aérea de las instalaciones

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m ²	Nº personas	Horario	Año de construcción
Edificio 1	1	20	2	08:30-23:00	2000
Edificio 2	1	239,4	80	08:30-23:00	2000
Edificio 3	1	90	90	08:30-23:00	2000
Edificio 4	1	115	40	08:30-23:00	2000
Edificio 5	3	350 (aprox)	80	08:30-23:00	2000
Edificio 6	1	No accesible	Variable	08:30-23:00	2000
Edificio 7	1	20	10	08:30-23:00	2000
Edificio 8	1	20	10	08:30-23:00	2000
Edificio 9	1	No accesible	Variable	08:30-23:00	2000
Edificio 10	1	No accesible	Variable	08:30-23:00	2000
Edificio 11	1	No accesible	Variable	08:30-23:00	2000
Bar	1	No accesible	Variable	08:30-23:00	2000

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m ²)	Sup. Total (m ²)
Administrativo	43	43
Aseos	522	522
Otros	12	12
Usos múltiples	68	68
Zonas comunes	47	47
Sup. Total (m ²)	691	691

Tabla 3 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona clasificada como aseo que incluye los vestuarios abarca el 75% de la superficie total de los distintos edificios de la instalación. Dadas las características y el uso de las instalaciones es algo normal, ya que todos los edificios del complejo se destinan al uso de vestuarios.

Superficie según usos

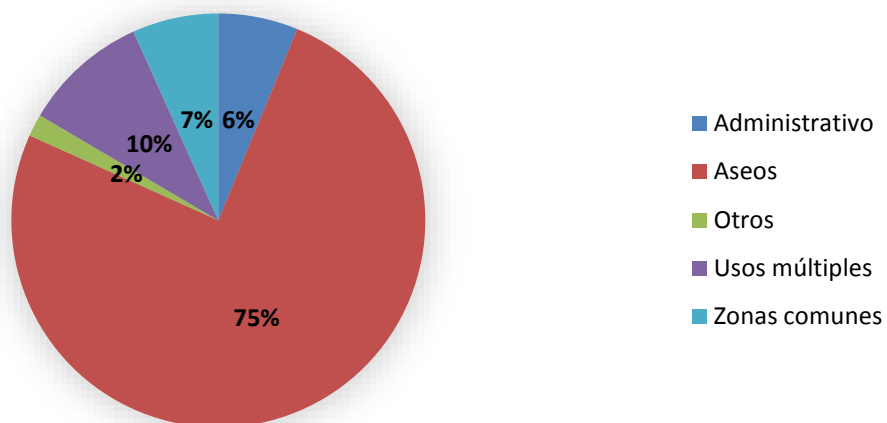



Gráfico 1 Superficie según Usos

[illegible]

En el anexo correspondiente se adjuntan todos los planos de los edificios con detalle

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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 edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2000; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

Los distintos edificios construidos, en su mayoría se destinan a uso público de vestuarios y aseos. Las construcciones son básicas, las ventanas y puertas son de varios tipos al ser construcciones independientes, principalmente las ventanas montan vidrios armados con marcos metálicos, y las puertas son metálicas. Las fachadas están pintadas de color azul. Todas las cubiertas son planas y transitables.

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

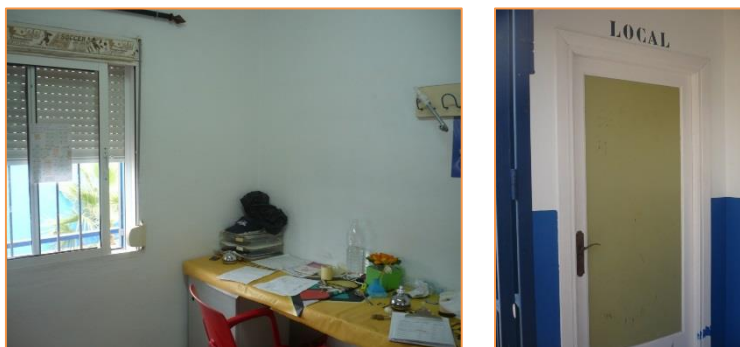



Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

Los edificios que forman el complejo se destinan principalmente a uso deportivo, existes dos equipos de climatización, tanto servicio de calefacción como el de refrigeración, de las estancias de sala de prensa y sede deportiva, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos y una instalación de energía solar térmica.

1.4.1 Producción de ACS


A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicados en las proximidades de los puntos de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio 2	0	Sala de máquinas	2,40	200	En servicio
Edificio 2	0	Sala de máquinas	2,40	200	En servicio
Edificio 3	0	Sala de termos	2,40	200	En servicio
Edificio 3	0	Sala de termos	3,00	300	En servicio
Edificio 4	0	Porche	2,40	350	En servicio
Edificio 4	0	Porche	2,40	350	En servicio

Tabla 4 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

1.4.2 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
Generador	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Edificio 5	Edificio 5
Planta	0	1
Ubicación equipo	Fachada SO	Cubierta
Zona de tratamiento	Sala de prensa	Sede deportiva
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	MUNDO CLIMA	Panasonic
Modelo	MUPR-12-H3	CU-A18BKP5
Refrigerante	R410a	R22
Tipo de unidad interior	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	3,22	5,30
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,11	1,76
EER	2,90	3,01
ESEER	-	-
Potencia Calorífica (kW)	3,22	5,70
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,16	1,71
COP	2,78	3,33
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre
Sistema de gestión centralizado	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual
Observaciones	-	Inaccesible

Tabla 5 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización

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

Calefacción	8,92 kW
Refrigeración	8,52 kW

Tabla 6 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo


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

Nº bomba	1	2	3	4
Circuito	Grupo de presión riego	Grupo de presión riego	Primario solar térmica	Primario solar térmica
Edificio	Edificio2	Edificio2	Edificio2	Edificio2
Ubicación	Sala de máquinas	Sala de máquinas	Sala de máquinas	Sala de máquinas
Denominación	B1	B2	B3	B4
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	IDEAL	IDEAL	WILO	WILO
Modelo	VIP 208	VIP 208	ST15/6 ECO-3 C	ST15/6 ECO-3 C
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Potencia abs (kW)	7,50	7,50	0,63	0,63

Tabla 7 Características grupos de bombeo



Imagen 6 Grupos de bombeo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

1.4.4 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:

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de pared, 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 7 Tipología de **unidades interiores** instaladas*

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 186,47kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Gráfico 2 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

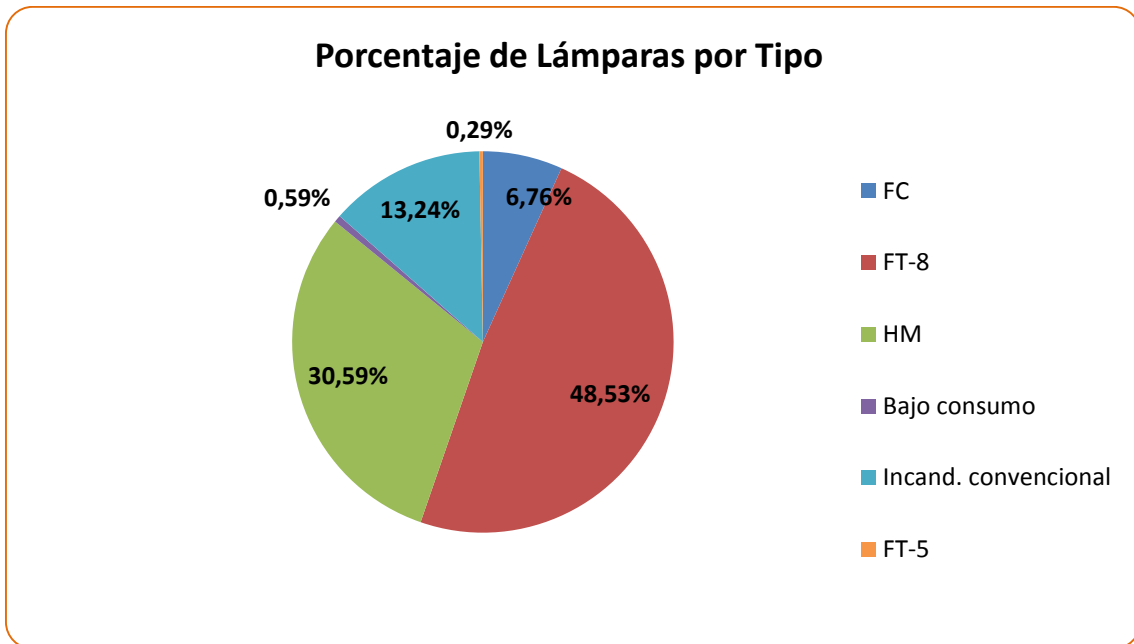


Gráfico 3 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Suma de kW TOTAL
EM	99	6,78
FT-8	99	6,78
1	41	1,77
36	41	1,77
2	58	5,01
36	58	5,01
-	44	2,14
Incand. convencional	42	2,12
1	42	2,12
60	22	1,32
40	20	0,80
Bajo consumo	2	0,02
1	2	0,02
10	2	0,02
Total general	143	8,92

Tabla 8 Resumen de lámparas instaladas

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

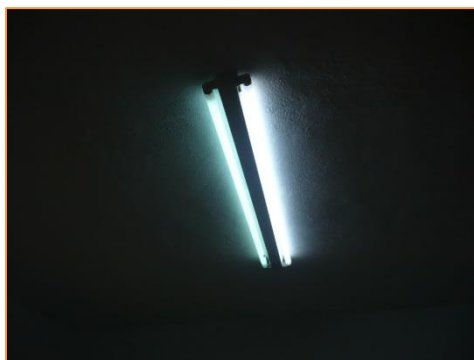





Imagen 8 Tipos de luminarias instaladas

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.	Suma de kW TOTAL
EM	7	0,78
FT-8	4	0,35
2	4	0,35
36	4	0,35
FC	3	0,43
1	3	0,43
120	3	0,43
EL	1	0,01
FT-5	1	0,01
1	1	0,01
13	1	0,01
-	56	176,76
Incand. convencional	2	0,12
1	2	0,12
60	2	0,12
HM	36	174,48
1	8	2,16
50	4	0,24
400	4	1,92
2	8	4,32
150	2	0,72
250	6	3,60
3	12	72,00
2000	8	57,60
1000	4	14,40
4	2	9,60
1000	2	9,60
6	6	86,40
2000	6	86,40
FC	18	2,16
1	18	2,16
120	18	2,16
Total general	64	177,55

Tabla 9 Resumen de iluminación exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

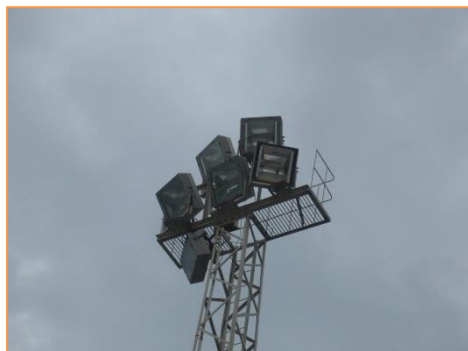


Imagen 9 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

El funcionamiento del alumbrado exterior está programado para activarse en función de las época del año. Queda encendido toda la noche a efectos de aumentar la seguridad.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento


Dado que las secciones de iluminación del complejo deportivo se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento están relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento.

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa de 19 a 20:00 horas todos los días del año.

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Audiovisual	4	0,625
DVD/CD	1	0,015
15	1	0,015
Televisión Tubo	2	0,6
300	2	0,6
Receptor digital Terrestre	1	0,01
10	1	0,01
Electrodoméstico	19	13,39
Frigorífico	1	0,35
350	1	0,35
Microondas	1	1,25
1250	1	1,25
Campana Extractora	1	0,215
215	1	0,215
Arcón congelador	1	0,17
170	1	0,17
Lavadora	2	1,1

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
550	2	1,1
Secadora	1	1,65
1650	1	1,65
Frigorífico tipo Arcón	5	0,75
150	5	0,75
Máquina de Hielo	1	0,71
710	1	0,71
Horno eléctrico	1	2,75
2750	1	2,75
Tostador	1	3
3000	1	3
Vitrina fría	1	0,35
350	1	0,35
Molino de Café	1	0,365
365	1	0,365
Molino de Café	1	0,25
250	1	0,25
Grifo de cerveza	1	0,48
480	1	0,48
Informático	4	0,979
Ordenador Portátil	2	0,3
150	2	0,3
Impresora doméstica	1	0,019
19	1	0,019
Impresora oficina	1	0,66
660	1	0,66
Otros	5	9,0184
Secador de manos	4	9
2250	4	9
Compresor	1	0,0184
18,4	1	0,0184
Sonido	2	0,102
Equipo de música	2	0,102
50	1	0,05
52	1	0,052
Producción de frío y calor	2	4,55
Unidad exterior - Split	2	4,55
2250	1	2,25
2300	1	2,3
Unidades de tratamiento	1	0,07
Ventilador	1	0,07
70	1	0,07
ACS	6	10,2
Termo-acumulador eléctrico	6	10,2
3000	1	3
2400	3	7,2
0	2	0
Grupo de presión riego	2	15
Bomba	2	15

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
7500	2	15
Primario solar térmica	2	1,26
Bomba	2	1,26
630	2	1,26
Total general	47	55,1944

Tabla 10 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

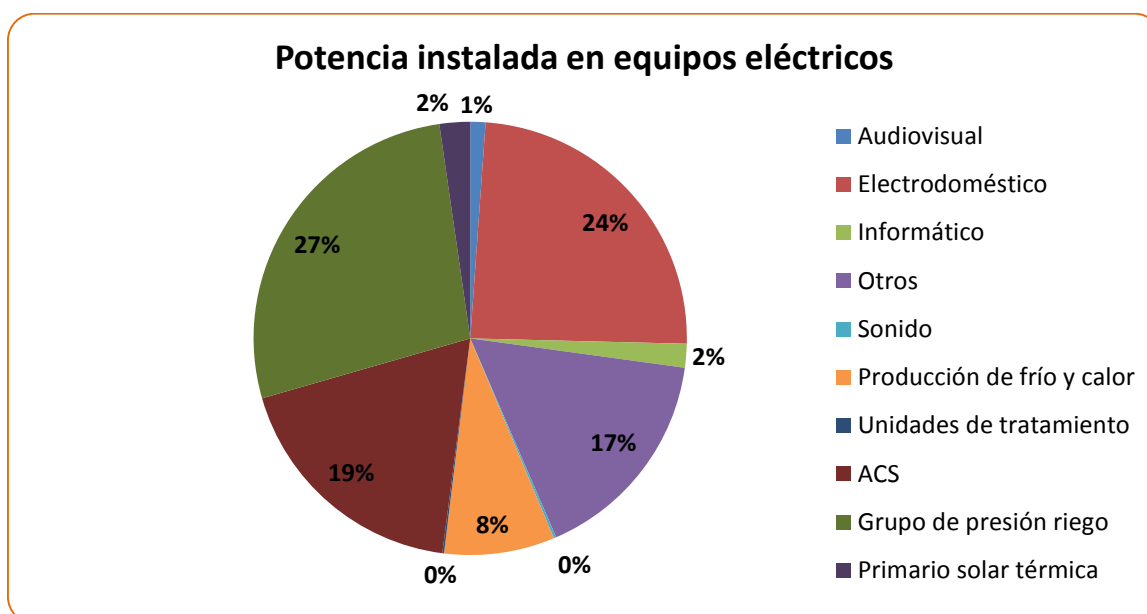


Gráfico 4 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

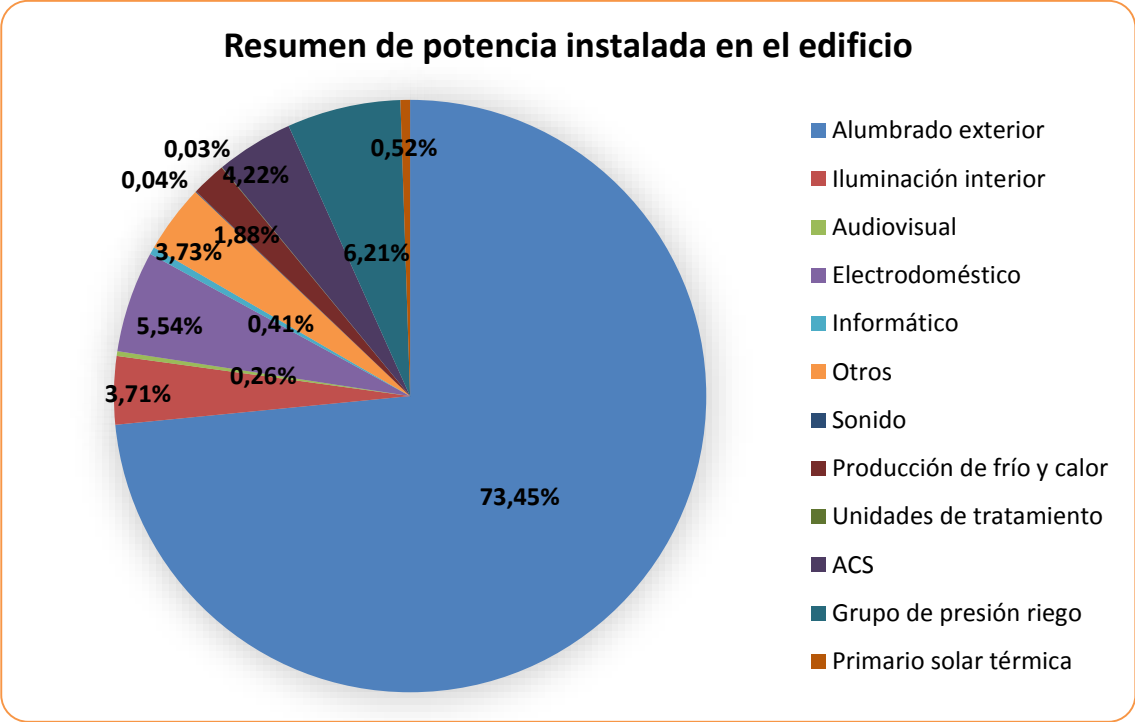



Gráfico 5 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

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

CUPS	ES0031103023113001QG0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	78,89	78,89	78,89
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 Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	7.676	3.434	2.151	94 /92 /18	92,28	2.497,63
31/01/2014	28/02/2014	6.399	3.184	2.008	94 /91 /14	66,47	2.193,65
28/02/2014	31/03/2014	5.564	3.429	2.201	88 /87 /19	54,70	2.089,69
31/03/2014	30/04/2014	537	5.138	1.929	27 /87 /19	33,63	1.393,96
30/04/2014	31/05/2014	613	4.934	2.180	26 /85 /89	32,35	1.455,03
31/05/2014	30/06/2014	511	3.126	1.501	16 /86 /19	31,20	1.135,20
30/06/2014	31/07/2014	588	2991	1.608	17 /72 /14	43,30	1.126,28
31/07/2014	31/08/2014	478	4.484	1.766	13 /77 /16	81,14	1.342,33
31/08/2014	30/09/2014	594	5.984	1.612	36 /84 /21	55,19	1.492,04
30/09/2014	31/10/2014	2.125	6.850	1.890	83 /86 /22	53,49	1.921,66
31/10/2014	30/11/2014	4.873	3.891	1.725	84 /80 /23	54,43	1.936,21
30/11/2014	31/12/2014	4.723	3.136	1.988	75 /73 /19	55,21	1.813,61

Tabla 11 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **653,39 €/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)	78,89	78,89	78,89
Potencia registrada (kW)	94	92	89

Tabla 12 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 eso se recomienda realizar un seguimiento de los consumos para realizar un cambio de potencia contratada cuando sea rentable.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

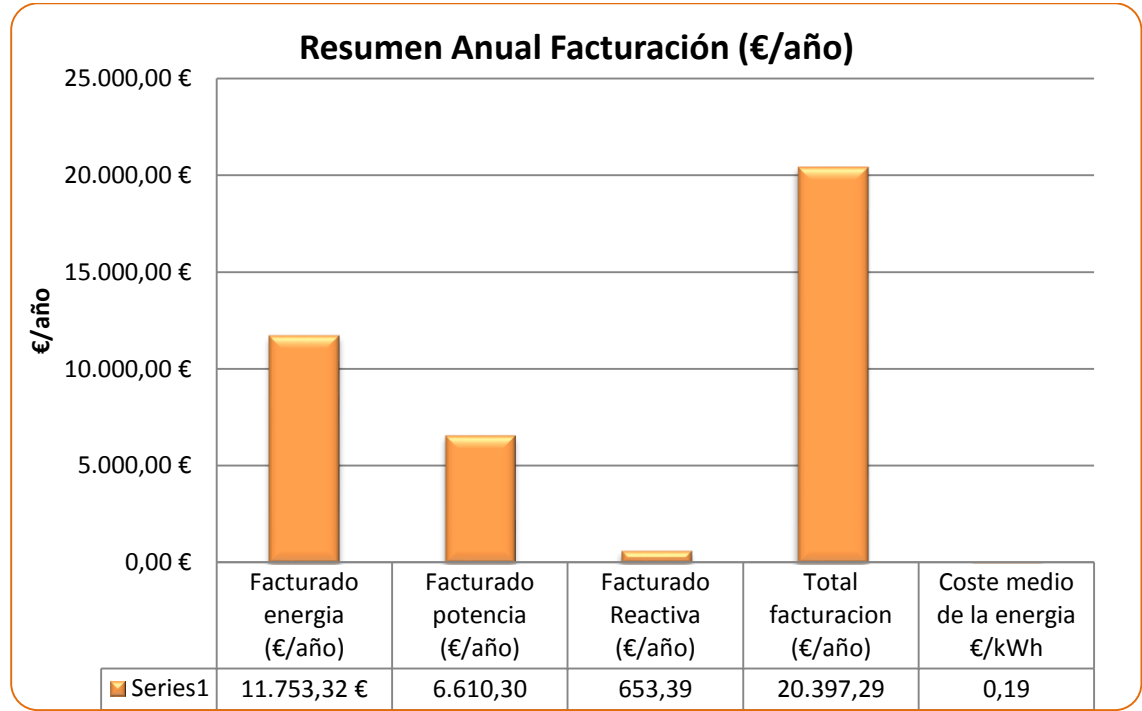


Gráfico 6 Resumen Anual de Facturación

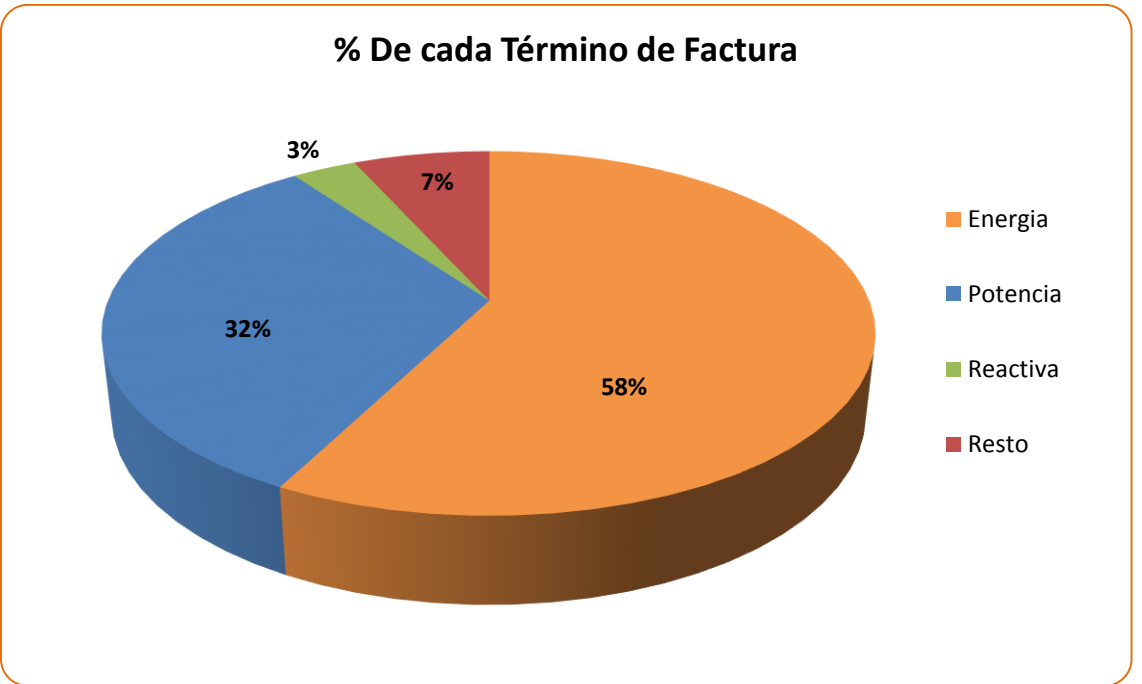


Gráfico 7 Resumen de los términos de Factura

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

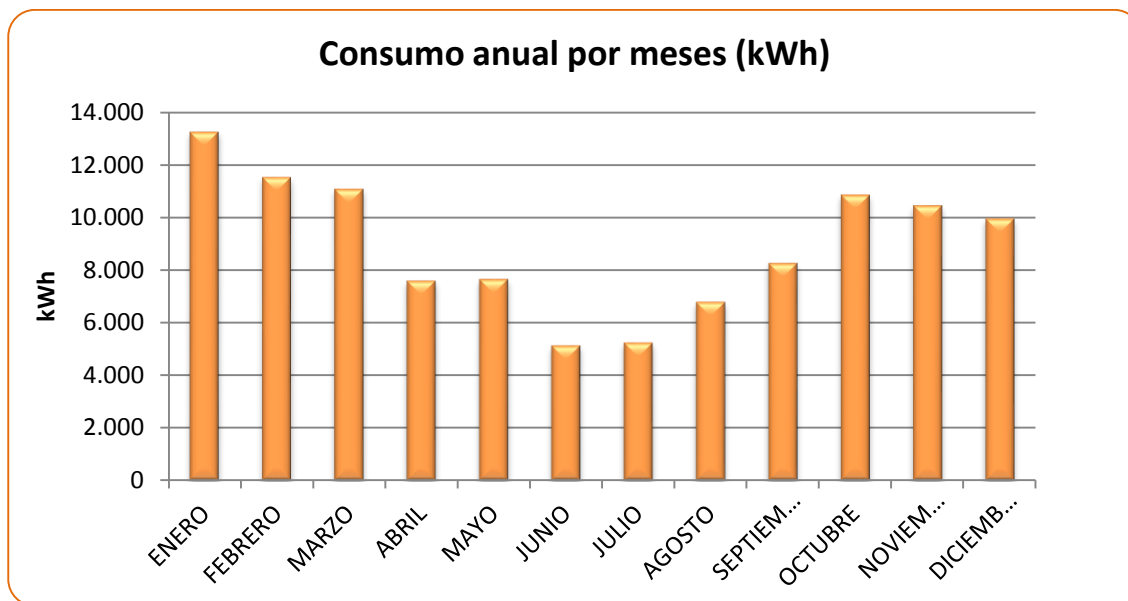


Gráfico 8 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

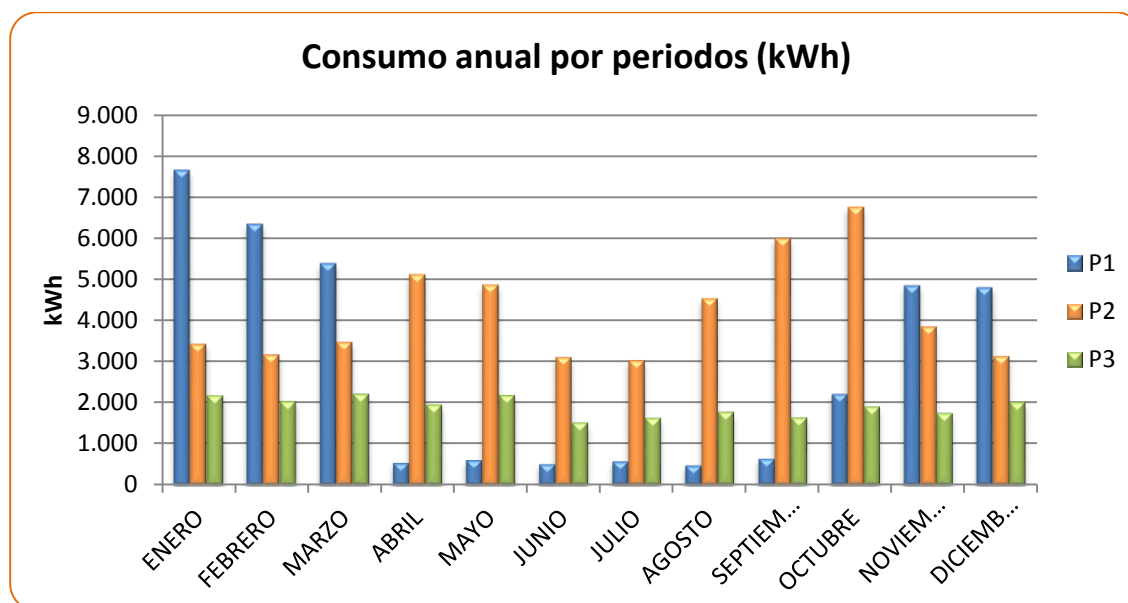



Gráfico 9 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	107.821
Total Facturación (€)	20.397,29
Media mensual de consumo (kWh/mes)	8.985
Media mensual de coste (€/mes)	1.699,77
Coste medio energía (€/kWh)	0,189

Tabla 13 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

2.2 Consumos térmicos

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

2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	107.821,00	0,00	107.821,00
Coste (€/año)	20.397,29	0,00	20.397,29

Tabla 14 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el 1 de Enero y el 31 de Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Superficie total (m ²)	690,96
Pot. Instalada iluminación (kW)	8,97
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	55,19
Pot. eléctrica total instalada (kW)	64,17

Tabla 15 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	107.821,00
€/kWh	0,19
kWh/m ² Total	156,05
€/m ² Total	29,52
Ton CO ₂ /año	43,02
Kg CO ₂ /m ²	62,26
Pot. Iluminación en W/m ²	12,99

Tabla 16 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

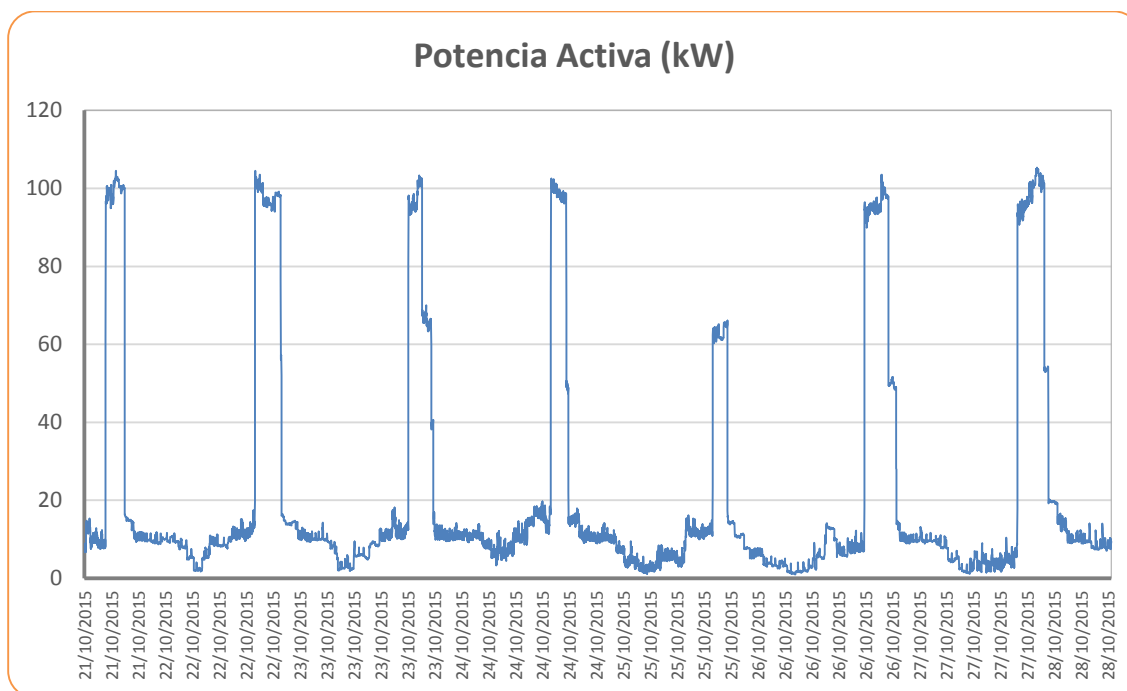


Gráfico 10 Datos de registro de potencia activa desde el 21/10/2015 al 28/10/2015

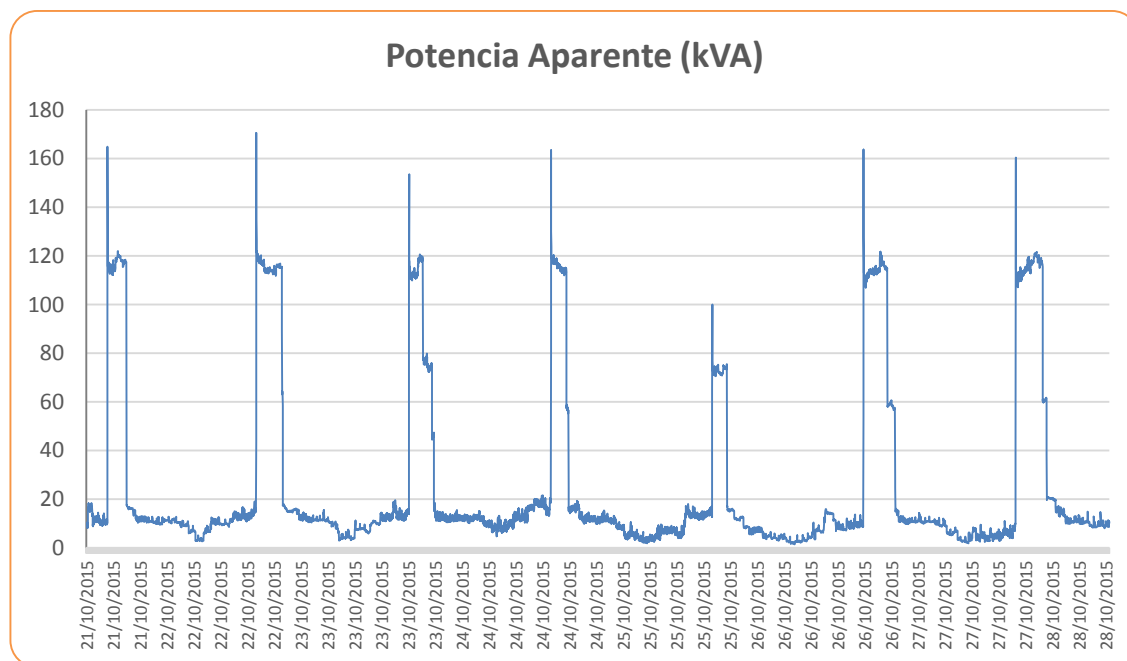


Gráfico 11 Datos de registro de potencia aparente desde el 21/10/2015 al 28/10/2015

Factor de Potencia

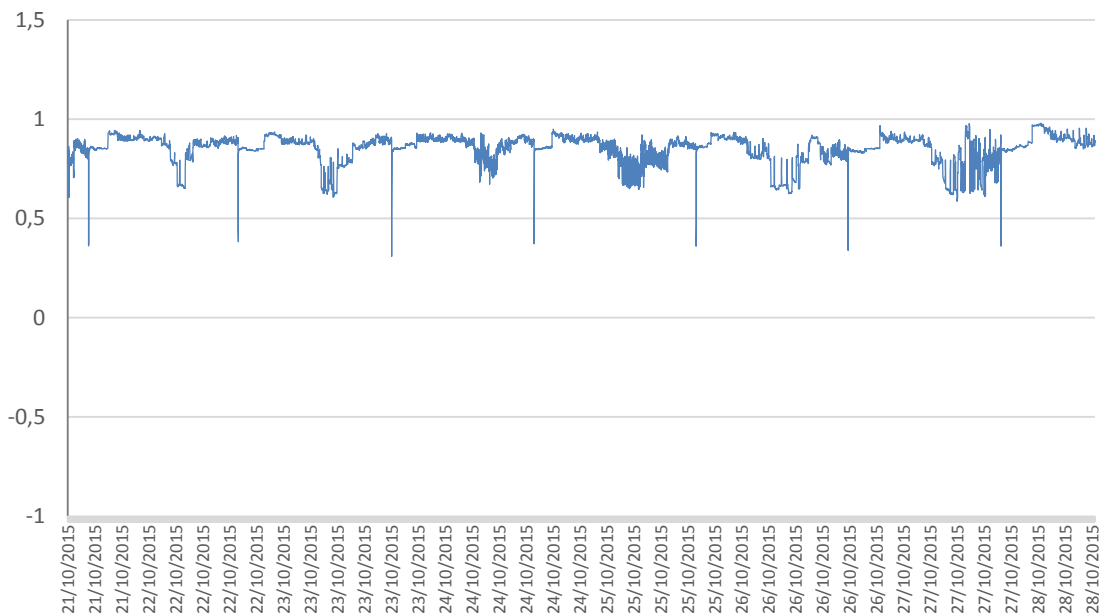


Gráfico 12 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

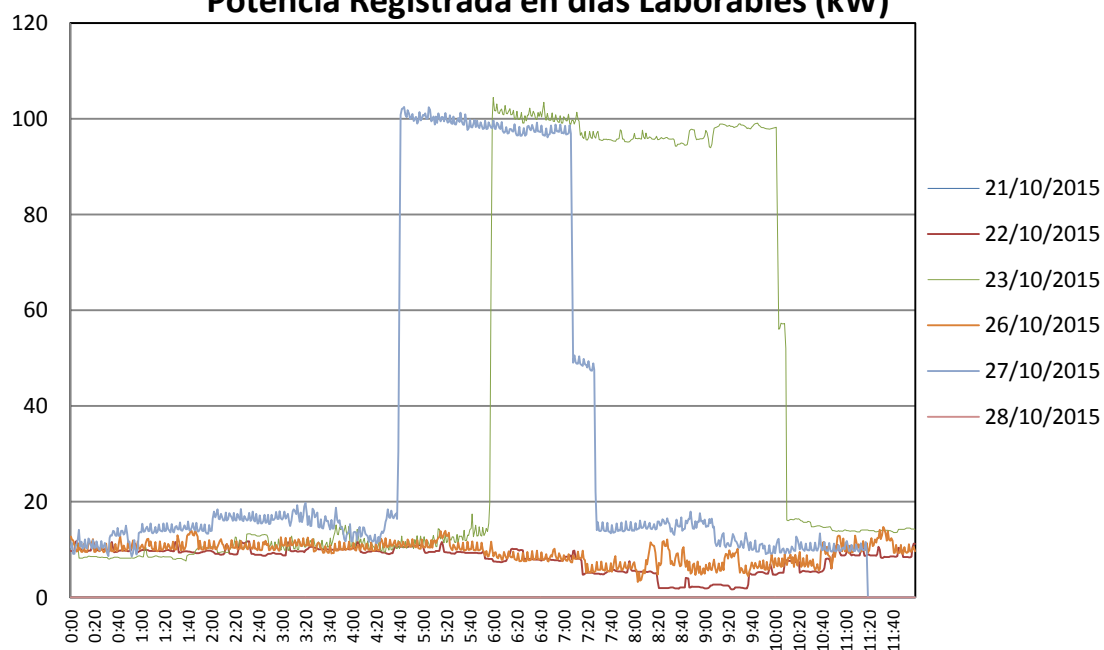


Gráfico 13 Potencia registrada en días laborables (kW)

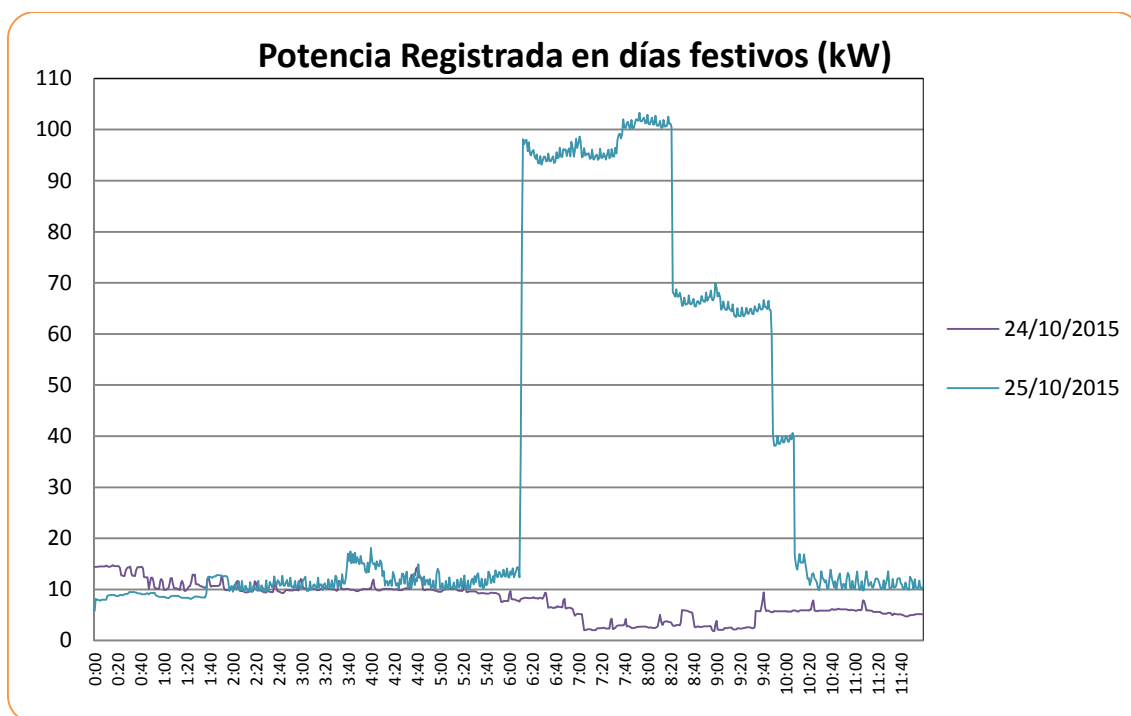


Gráfico 14 Potencia registrada en días no laborables (kW)

Se observa como la demanda energética es principalmente se atribuye al uso de los campos de futbol en horarios con necesidad de utilización de las torretas de iluminación. Al tratarse de unas instalaciones públicas de uso variable, los perfiles de uso no son semejantes entre sí, y no se puede realizar una comparativa entre días laborales y festivos.

Se observa que la iluminación de las zonas comunes y algún proyector de los campos de futbol se quedan encendidos todas las noches con el fin de aumentar la seguridad del complejo. Los globos de las zonas comunes se activan de forma automática con un reloj programado, y los proyectores se activan de forma manual por el responsable de las instalaciones al cerrarse las mismas.

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

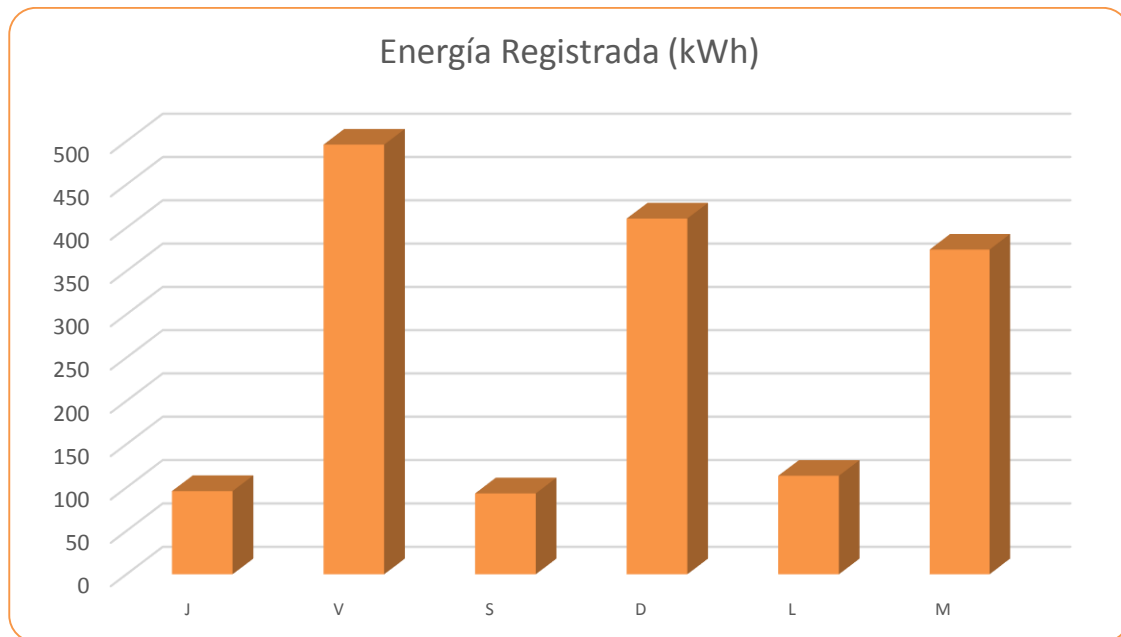


Gráfico 15 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 328,11kWh y durante los días festivos de 251,92kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 9.485,78kWh para el mes de Octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Octubre de 2014 de un 12,69%% inferior; este desvío se explica por el perfil de uso variable de complejo deportivo, ya que dependiendo del uso de los campos de futbol se utiliza más o menos.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Torreta campo de futbol



Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en -Torreta campo de futbol

- Iluminación vestuario 3

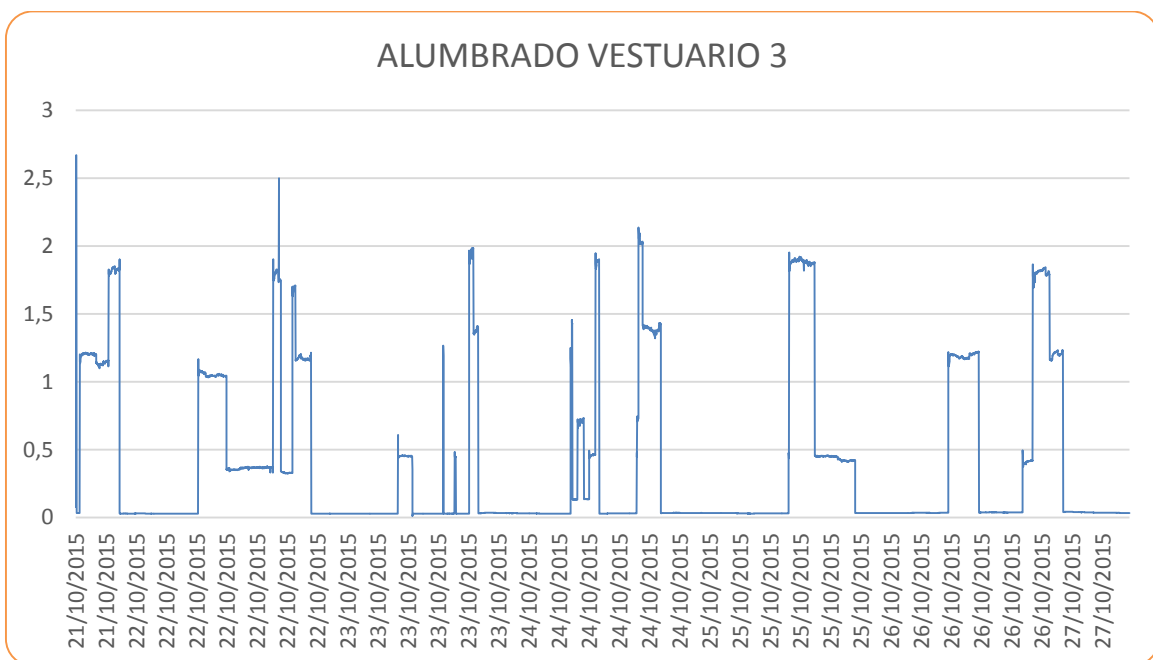


Gráfico 17 Registro de monofásico instalado en -Iluminación vestuario 3

- **Iluminación vestuario 1**

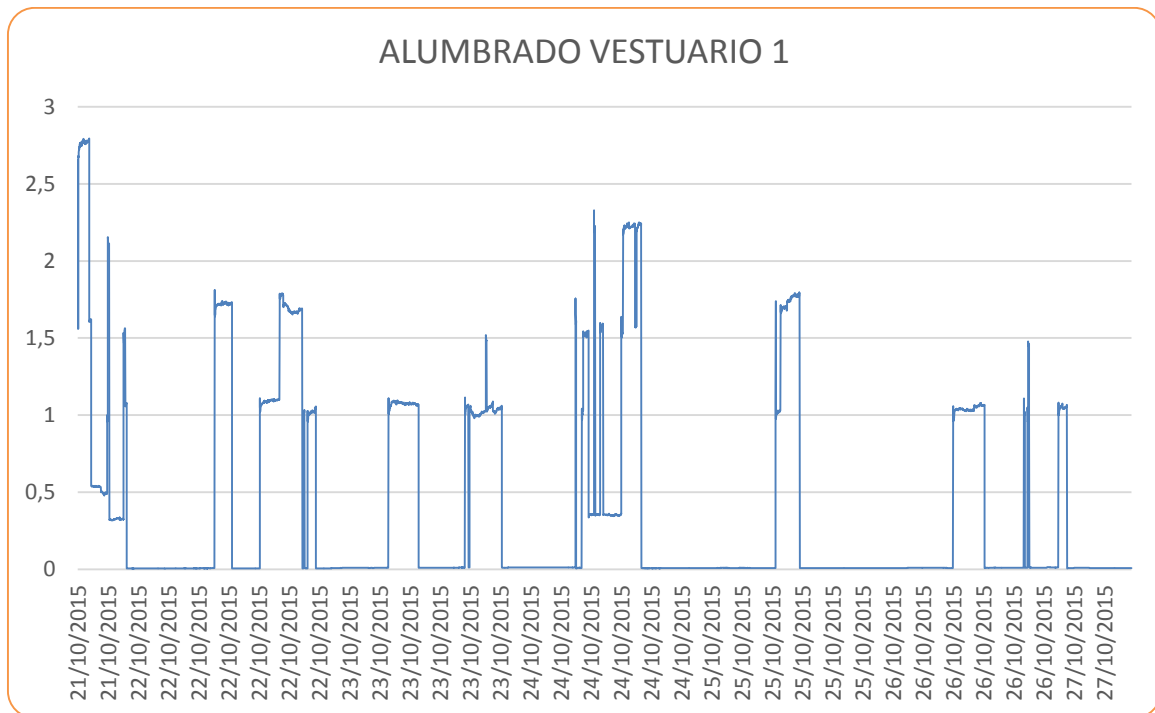



Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en -Iluminación vestuario 1

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

- Torreta campo de futbol: 2,8 h
- Iluminación vestuario 3: 2,5 h.
- Iluminación vestuario 1: 2,2 h.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio 1	0	Recepción	86,40	9,00	426,00	150,00	2,25
Edificio 1	0	Conserjería	86,40	9,00	272,00	150,00	3,53
Edificio 2	0	Almacén	86,40	5,40	310,00	100,00	5,16
Edificio 3	0	Aseo árbitro	60,00	23,40	96,00	150,00	2,67
Edificio 5	0	Lavandería	86,40	12,00	107,00	100,00	6,73

Tabla 17 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia son acordes a los recomendados, la mayor parte de las estancias no han podido tenerse en cuenta al tener ventanas sin protección solar, por lo que se verían influenciadas las medidas.

*En este caso la iluminancia media no alcanza el valor mínimo exigido por la normativa, por lo que el valor de eficiencia energética de iluminación no se puede tomar como referencia ya que sería necesario aumentar la potencia instalada para cumplir la condición anterior.

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 18 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 21/10/2015 y 28/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio no climatizado. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Conserjería (Planta baja)

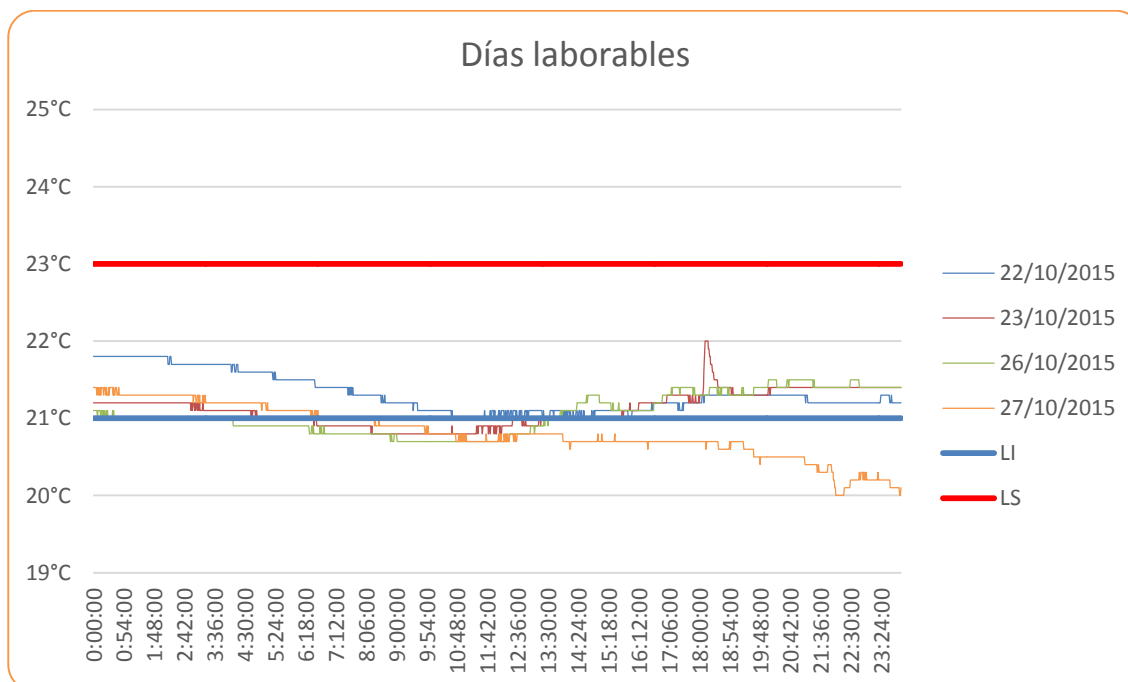


Gráfico 19 Registro de temperatura – INVIERNO – Días laborables

Festivos y fines de semana

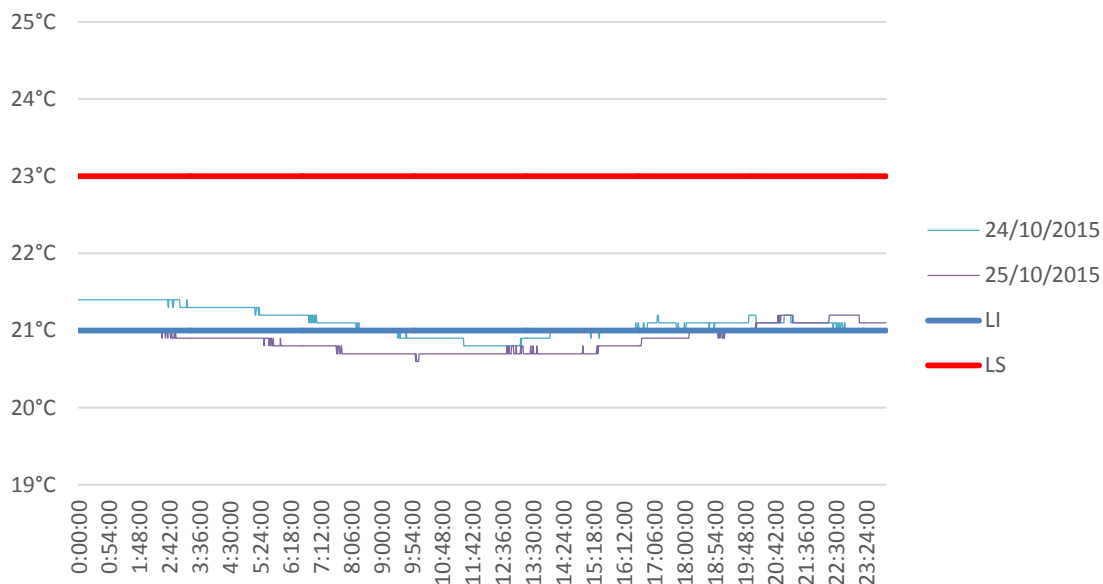


Gráfico 20 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

Días laborables

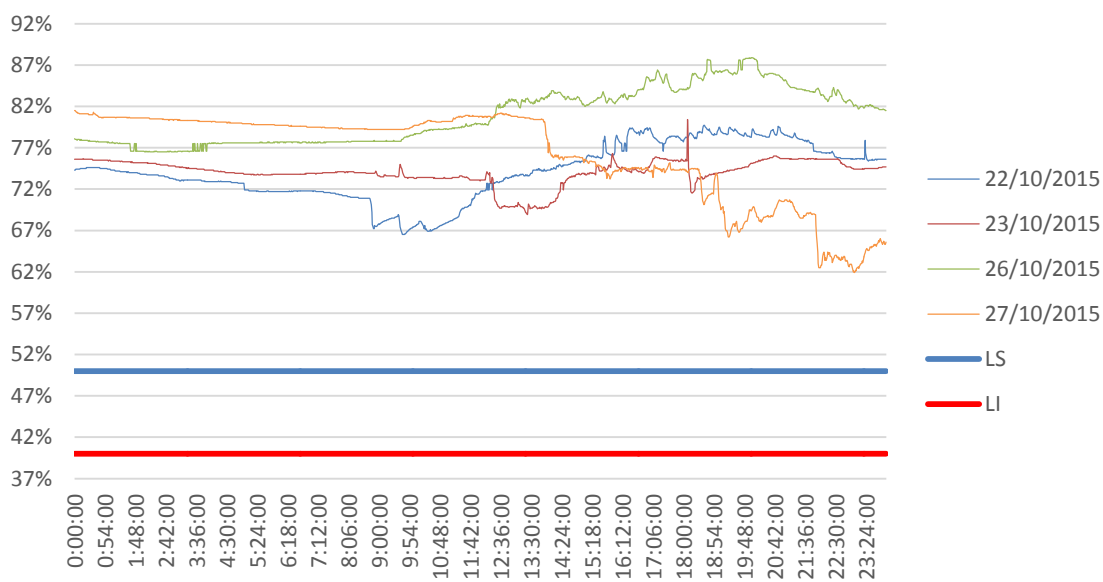


Gráfico 21 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días laborables

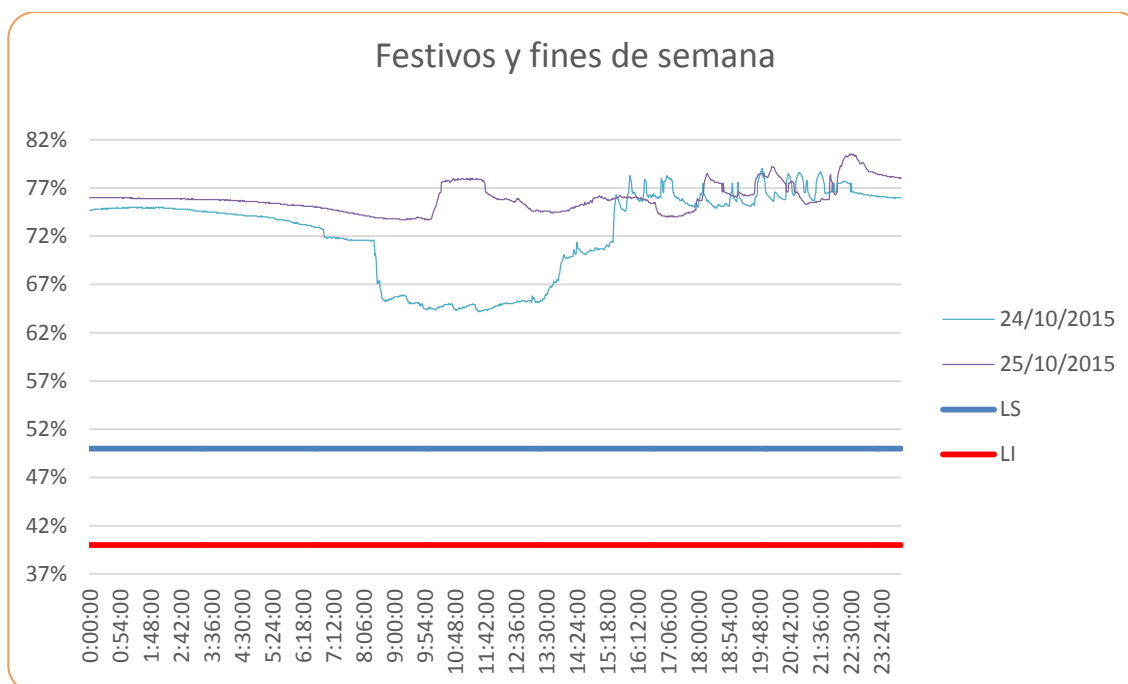


Gráfico 22 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

La estancia en la que se ha realizado el registro no se encuentra climatizada, por lo tanto, no es una estancia representativa del centro.


La temperatura se mantiene generalmente dentro de los límites establecidos por la normativa (21-23°C) durante la mayor parte del periodo de ocupación.

Durante los fines de semana y festivos el centro permanece inactivo.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (50%) durante todo el horario de ocupación, oscilando entre el 40 y 50%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas adecuadas.** En general las temperaturas se encuentran entre los 21°C y los 23°C durante los periodos de ocupación.
- ☐ La estancia registrada no cuenta con sistema de climatización, por lo que no es representativa del centro.
- ☐ La temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación D.

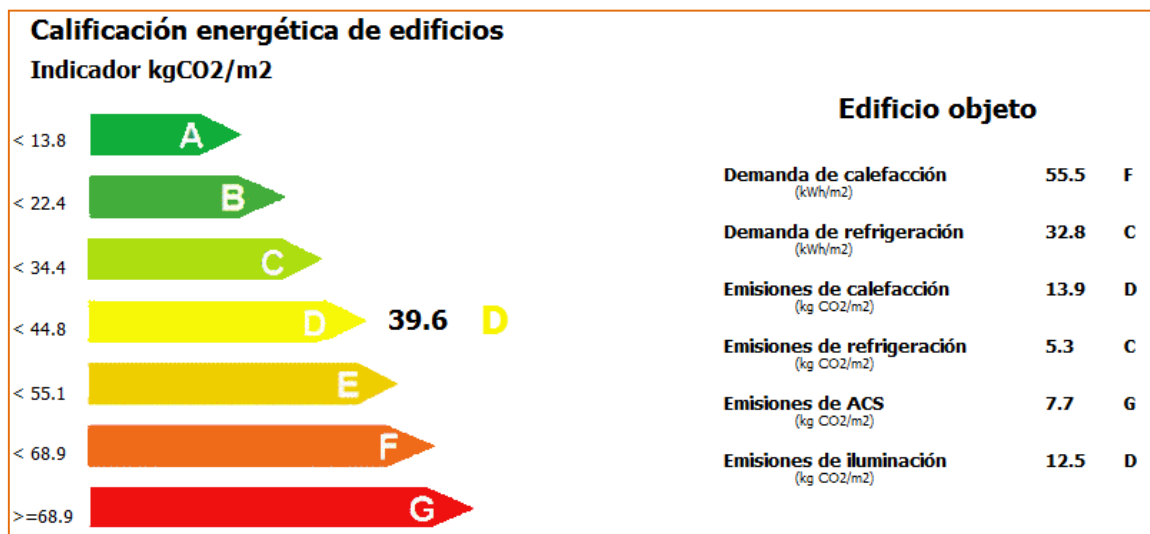


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del Campo de Futbol de San Pedro.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

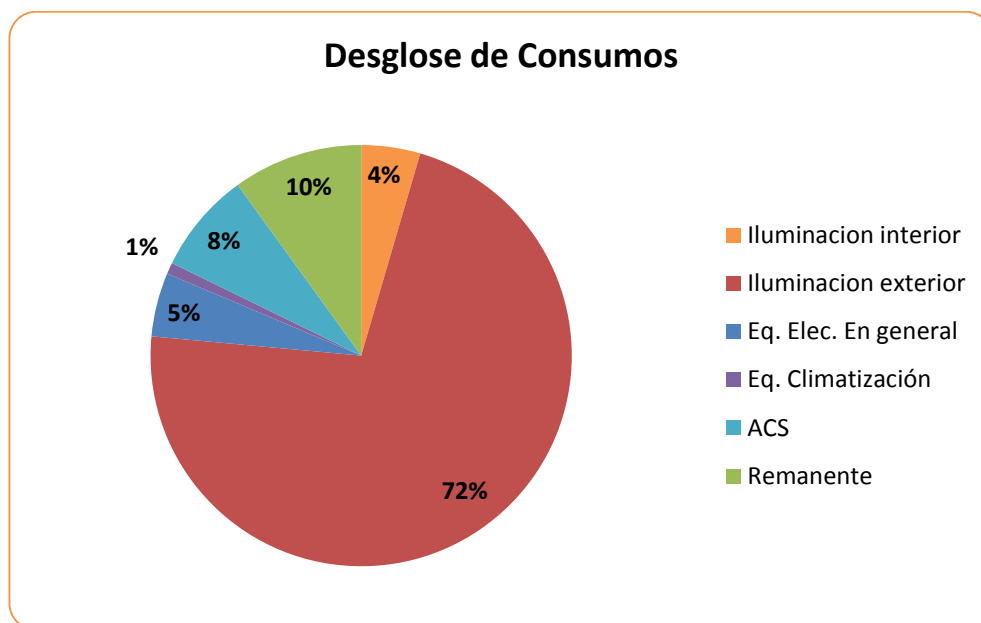


Gráfico 23 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación exterior y la iluminación de los campos de fútbol.

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

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

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

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

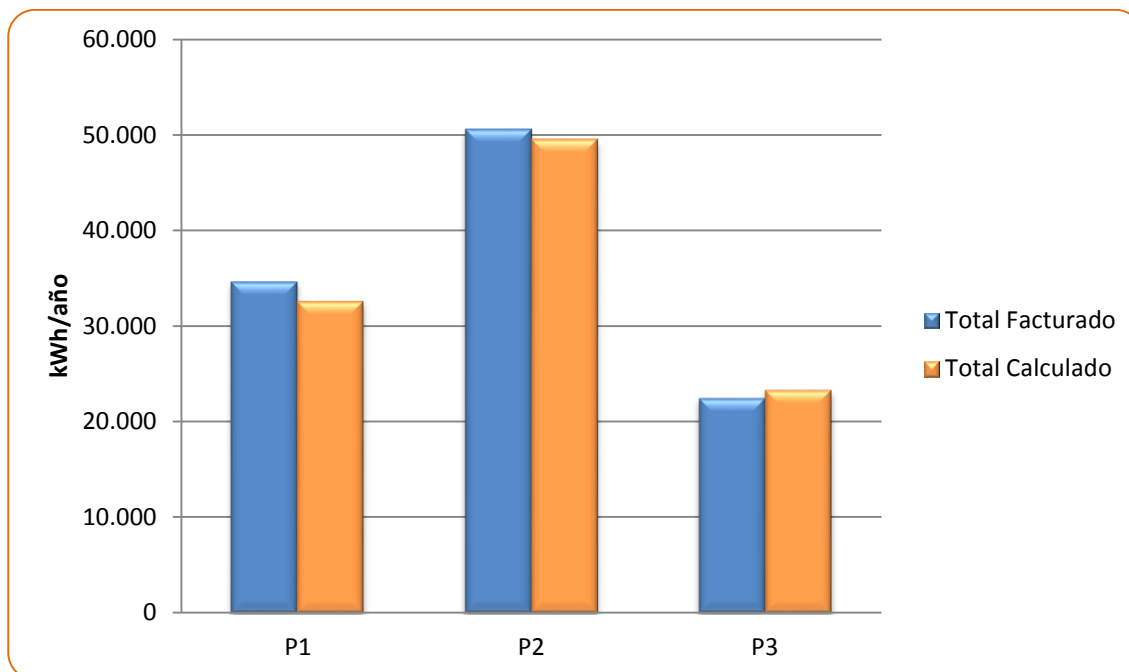


Gráfico 24 Desglose de consumos por periodo

4.2 Desglose de consumos térmicos

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


4.3 Contribución de energías renovables

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro está cubierta por medio de una instalación solar térmica con apoyo de caldera.

Debido a no poder tener acceso a los consumos de combustible no se puede realizar la estimación del aporte solar térmico en la instalación.

Dado que el edificio es de reciente construcción, se cree que la instalación 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

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

Descripción de la mejora

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

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

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




Imagen 11 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 CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

Precio de la energía

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

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	28,32%	64,19%	7,50%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,19853
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

Inversión


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

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

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
2.948	61,71%	2,73%	359,64 €	62,32 €	421,96 €	4.475,90 €	10,61	1,18

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 CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

5.2 Instalación de batería de condensadores

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

Descripción de la mejora

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

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

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

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

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:


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

Aplicación de la mejora

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

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
53,91	5+10+2x20	55

Tabla 19 Características de batería de condensadores

Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para calcular la inversión necesaria y llevar a cabo la mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes. Con los datos anteriores se ha obtenido un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema es de 1.143,28 €.

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

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


Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	%	€/año	€ ¹	años	Ton/año
--	--	687,32	1.143,28	1,66	--

Tabla 20 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

5.3 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 CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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) en horario de 8:00h a 23:00h de 0,1367 €/kWh (calefacción) y 0,1102 €/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
Intensidad Media - 12h	0,728	0,786

Tabla 21 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 existente (por

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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 CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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 equivalentes - Refrig.	horas anuales equivalentes - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Sede deportiva	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	08:30-23:00	5,00	6,00	261	0	294,14	64,1%	34,07	0,12	2.085,05	61,21	NO

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

RESUMEN DETALLADO

SALA DEPORTIVA – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Pared

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	5,30	5,70	3,01	3,33	2,37	2,43
Propuesto	5,00	6,00	3,58	3,80	6,59	4,10

Tabla 22 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	735,80 €
	Unidad interior	560,95 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	279,00 €
	Instalación eléctrica y de control	209,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	300,00 €
	TOTAL	2.085,05 €

Tabla 23 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
0,00	1.086,42	459,00	164,86	294,14	34,07	2.085,05	61,21

Tabla 24 Ahorros energéticos y económicos


Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ²	€/año	€ ³	años	Ton/año
294,14	64,1%	34,07	2.085,05	61,21	0,12

Tabla 25 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.

² Sobre el consumo eléctrico anual

³ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

6. MEJORAS RECOMENDADAS

6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

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

Descripción de la medida

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

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

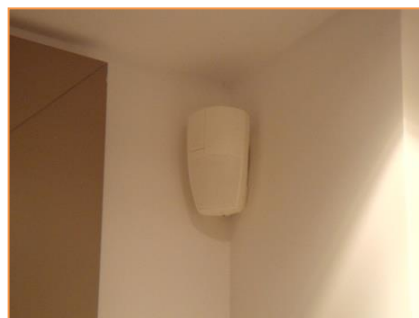



Imagen 12 Detectores de presencia

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

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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 CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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 CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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.

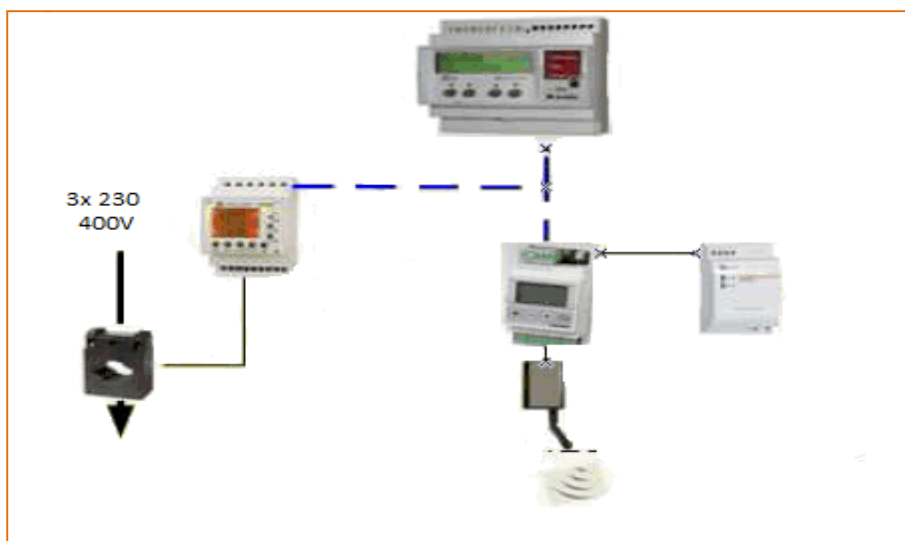



Imagen 13 Esquema de sistema de monitorización

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

Aplicación de la mejora

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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

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

Beneficios de la instalación

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

Inversión

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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.

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, junto con las limitaciones de acceso y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

Por otra parte, el centro ya cuenta con una contribución de energías renovables para la producción térmica mediante la instalación solar térmica.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo


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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CAMPO DE FUTBOL SAN PEDRO	1306
		66
		Rev.03

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	% ⁴	€/año	€ ⁵	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	2.948	2,73%	421,96 €	4.475,90 €	10,61	1,18
Instalación de Batería de condensadores	-	-	687,32	1.143,28	1,66	--
TOTAL ELÉCTRICAS	2.948	2,73	1.109,28	5.619,18	5,07	1,18

Tabla 26 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.

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.

⁴ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

⁵ Todos los precios son sin IVA