






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA **AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

(C.E.I.P. Las Albarizas)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_32_20160226

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envolverte y cerramientos.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.4.1 Producción de ACS	5
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	7
1.4.3 Unidades Terminales.....	9
1.5 Iluminación.....	12
1.5.1 Iluminación interior	13
1.5.2 Iluminación exterior	14
1.5.3 Sistemas de control	14
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	14
1.6 Otros equipos	15
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
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	33

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	37
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	39
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	39
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	41
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	43
7.1	Energía solar térmica.....	43
7.2	Biomasa	43
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	44
8.	RESUMEN	45

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Las Albarizas
Dirección	Avenida Arroyo Primero 10
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Joaquín (Conserje) 951 270 514
Número de edificios	4
Referencia Catastral	2428101UF3422N

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Las Albarizas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Arroyo Primero, 10** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general del CEIP Las Albarizas

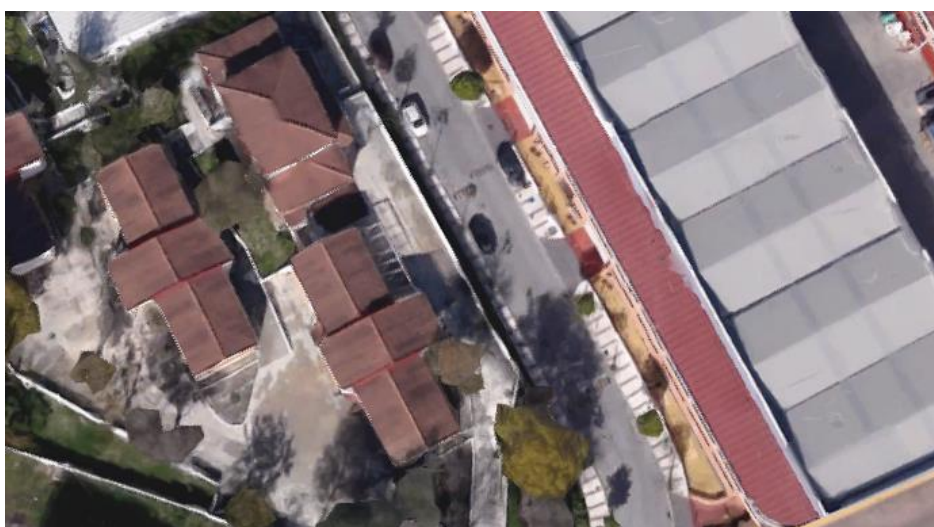


Imagen 2 Vista aérea del colegio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS		1306
			32
			Rev.05

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m²	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Bloque 1	2	193	15	08:00-15:00	1978	2010	Eléctrica(Luminarias, tomas de corriente, etc)
Bloque 2	2	414	13	09:00-14:00	1978	2010	Eléctrica(Luminarias, tomas de corriente, etc)
Bloque 3	2	404	20	09:00-14:00	1978	2010	Eléctrica(Luminarias, tomas de corriente, etc)
Bloque 4	2	428	12	09:00-16:00	1978	2010	Eléctrica(Luminarias, tomas de corriente, etc)

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Cocina	2	13:00-16:00	Cocina
Comedor	50	14:00-16:00	Comedor

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta 1	Planta -1	Sup. Total (m²)
Administrativo	101	--	--	101
Aseos	44	--	--	44
Aulas	305	253	134	692
Cocina-comedor	111	--	--	111
No habitable	78	20	38	136
Usos múltiples	--	74	--	74
Zonas comunes	109	40	12	160
Sup. Total (m²)	747	387	184	1.318

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 53% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 12%.

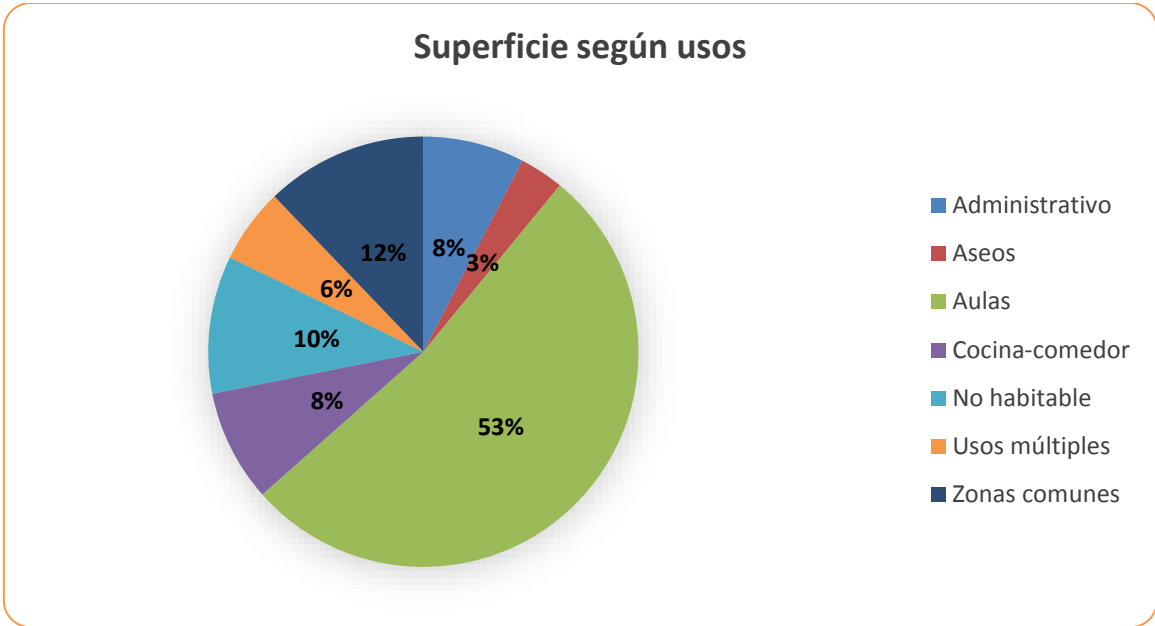


Gráfico 1 Superficie según Usos

A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



Plano 1 Distribución General

En el anexo correspondiente se encuentran detallados los planos del edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

1.3 Envolverte y cerramientos

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

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1978; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

El edificio esta construido con fachada de ladrillo recubiertas con un revoco de cemento pintado de color blanco con franjas amarillas. Las carpinterías de los huecos predominantes en el edificio son de marco metálico con vidrio simple o vidrio armado, este último se instalaba para aumentar la seguridad ante la rotura.

Las cubiertas de los edificios que forman el complejo son inclinadas con dos vertientes, superficialmente montan tejas cerámicas.

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

La climatización de este centro, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y unidades interiores de pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

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 1	0	Servicios	2,00	100	En servicio
Edificio 1	1	Casa conserje	2,00	100	En servicio
Edificio 4	0	Comedor	1,50	80	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos – Casa conserje

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		32
	C.E.I.P LAS ALBARIZAS		Rev.05



Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos - **Servicios**



Imagen 6 Termos acumuladores eléctricos - **Comedor**

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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	3
Generador	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	EDIFICIO 1	EDIFICIO 1	EDIFICIO 1
Planta	0	0	1
Ubicación equipo	Fachada NE	Fachada SO	Fachada SE
Zona de tratamiento	Despacho directora	Sala de profesores	Casa del conserje
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Panasonic	Panasonic	Ansonic
Modelo	CU-UE12JKE	CU-UE12JKE	-
Refrigerante	R410a	R410a	R407c
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,22
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,06	1,06	1,30
EER	3,30	3,30	2,48
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	3,52
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,17	1,17	1,35
COP	3,63	3,63	2,61
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Marzo	Marzo	Marzo
Mes final refrigeración	Octubre	Octubre	Octubre
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Variable	Variable	Variable
horario funcionamiento (tarde)	Variable	Variable	Variable
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Observaciones	-	-	Inaccesible.

Tabla 6 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05



Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC (Split 1x1)

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

Calefacción	12,02 kW
Refrigeración	10,22 kW

Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

1.4.3 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 8 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Despacho directora y sala de profesores**

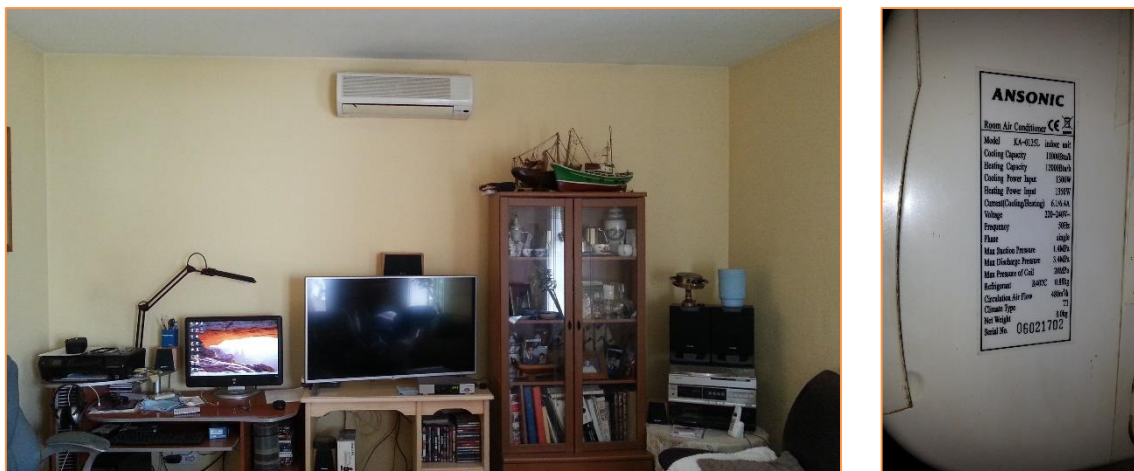


Imagen 9 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Casa Conserje**

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	16,00	4,25	265,63
Usos múltiples	41,00	4,25	103,66
Total	71,00	12,02	169,25

Tabla 8 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:

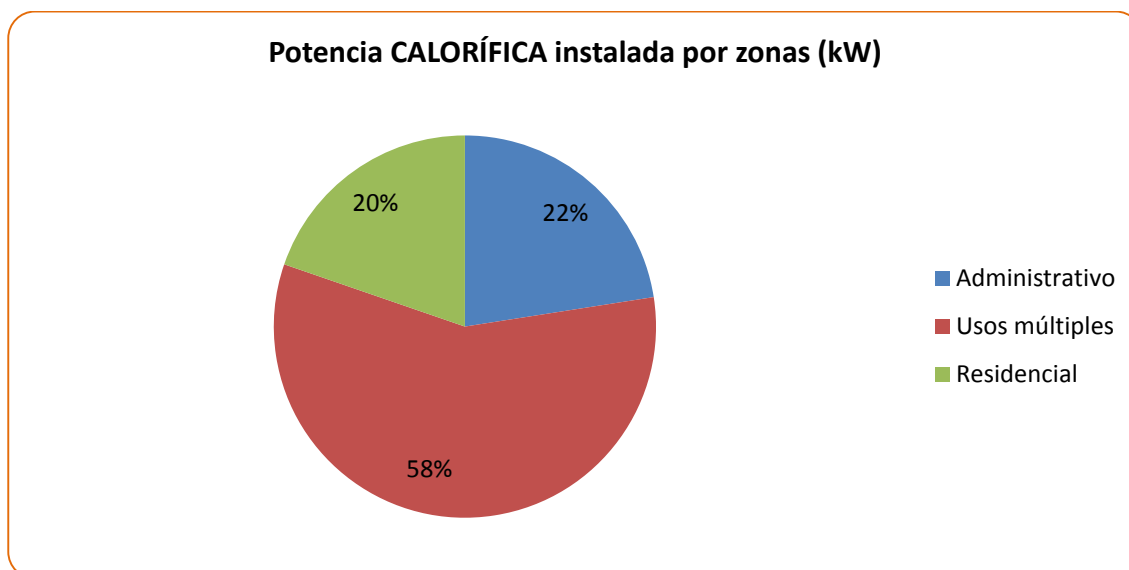


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

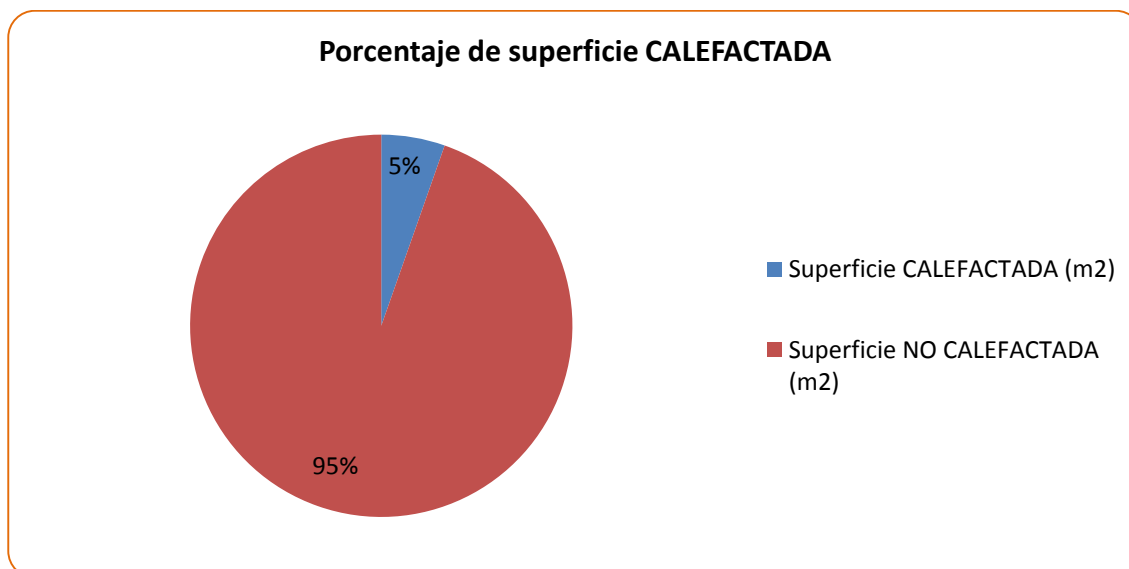


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	16,00	3,50	218,75
Usos múltiples	41,00	3,50	85,37
Total	71,00	10,22	144,00

Tabla 9 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:

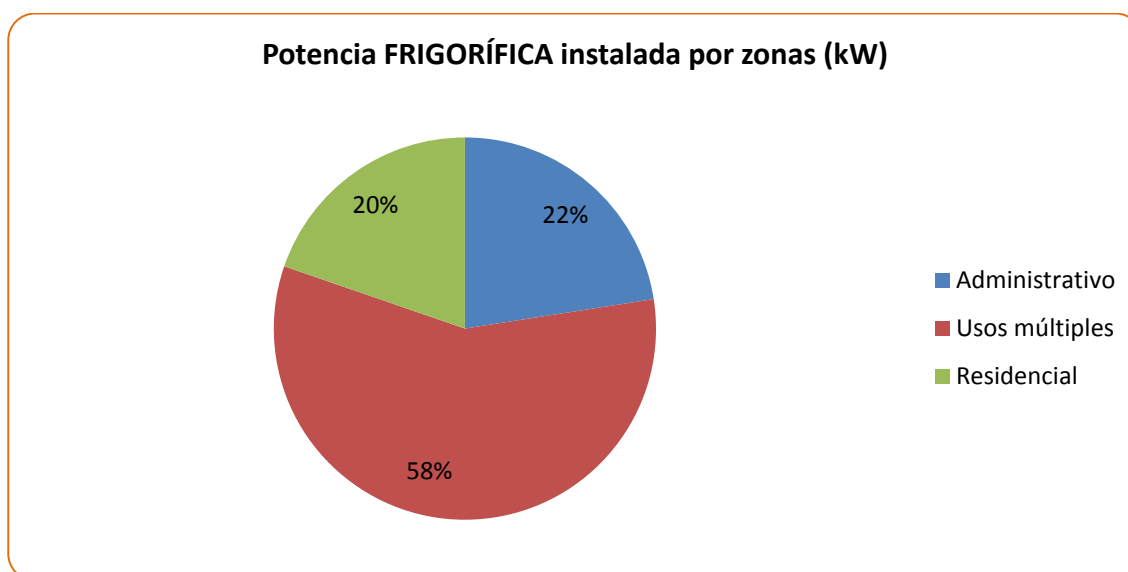


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

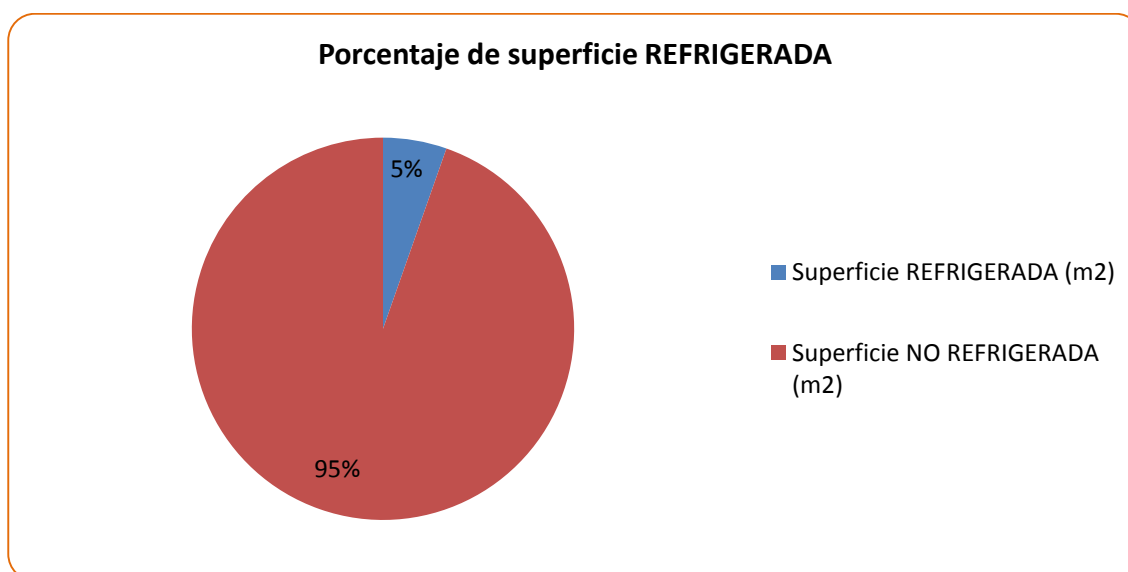


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 22,91 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

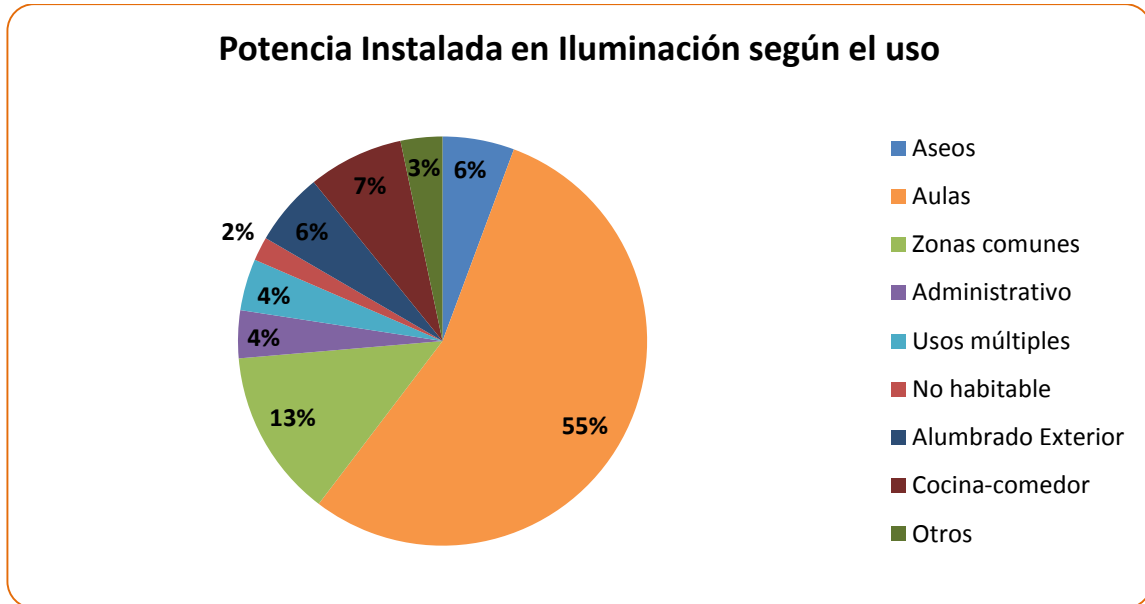


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 centro educativo.

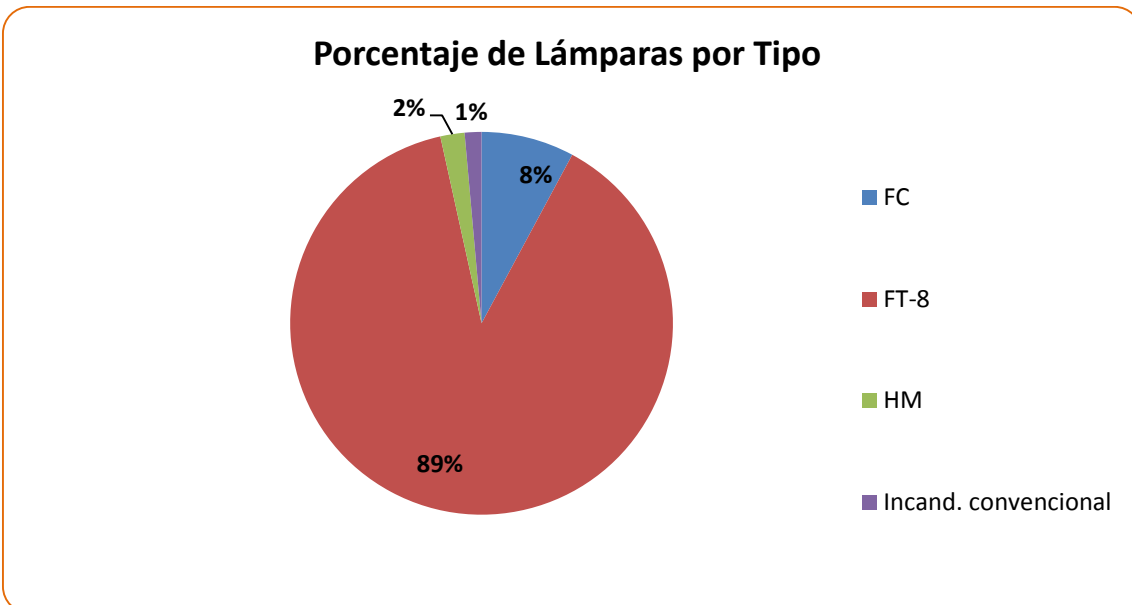


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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)
EL	277	19,87
FT-8	277	19,87
2	275	19,80
36	275	19,80
1	2	0,07
36	2	0,07
-	32	1,72
FC	25	1,30
2	25	1,30
26	25	1,30
Incand. convencional	7	0,42
1	7	0,42
60	7	0,42
Total general	309	21,59

Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 10 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)
-	5	0,40
HM	5	0,40
1	5	0,40
70	5	0,40
Total general	5	0,40

Tabla 11 Resumen de iluminación exterior



Imagen 11 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

El funcionamiento del alumbrado exterior se regula mediante una célula fotónica instalada en una de las fachadas que regula los proyectores.

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.

En el caso del alumbrado exterior se activa en función del aporte de luz natural.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	9	2,409
Proyector	7	2,139
283	3	0,849
325	2	0,65
320	2	0,64
Otros	1	0,02
20	1	0,02
Television LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	18	25,43
Frigorífico	2	0,44
220	2	0,44
Horno	2	4,75
1500	1	1,5
3250	1	3,25
Lavavajillas	2	4,37
1000	1	1
3370	1	3,37
Maquina de café	3	3,64
1500	1	1,5
1460	1	1,46
680	1	0,68
Mesa Caliente	2	4,8
2400	2	4,8
Microondas	3	3,2
1200	2	2,4
800	1	0,8
Nevera	1	0,8
800	1	0,8
Kettle/Agua caliente	1	2,28
2280	1	2,28
Tostador	1	0,6
600	1	0,6
Lavadora	1	0,55
550	1	0,55
Informático	41	14,313
Ordenador sobremesa	27	8,1
300	27	8,1
Scanner	1	0,025
25	1	0,025
Fotocopiadora	4	4,575
1600	1	1,6
175	1	0,175
1400	2	2,8
Fax	1	0,026
26	1	0,026
Impresora doméstica	7	1,571
310	1	0,31
220	1	0,22
300	1	0,3
50	1	0,05
360	1	0,36
11	1	0,011
320	1	0,32

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Otros	1	0,016
16	1	0,016
Otros	3	0,508
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Campana extractora	1	0,1
100	1	0,1
Otros	1	0,018
18	1	0,018
Sonido	14	0,343
Altavoz	9	0,24
20	8	0,16
80	1	0,08
Radio-CD	4	0,053
14	3	0,042
11	1	0,011
Equipo de música	1	0,05
50	1	0,05
Radiador eléctrico	8	14,4
Radiador electrico	8	14,4
1500	2	3
2000	4	8
1200	1	1,2
2200	1	2,2
Producción de frío y calor	3	3,67
Unidad exterior - Split	3	3,67
1160	2	2,32
1350	1	1,35
ACS	3	5,5
Termo-acumulador eléctrico	3	5,5
1500	1	1,5
2000	2	4
Total general	99	66,573

Tabla 12 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.

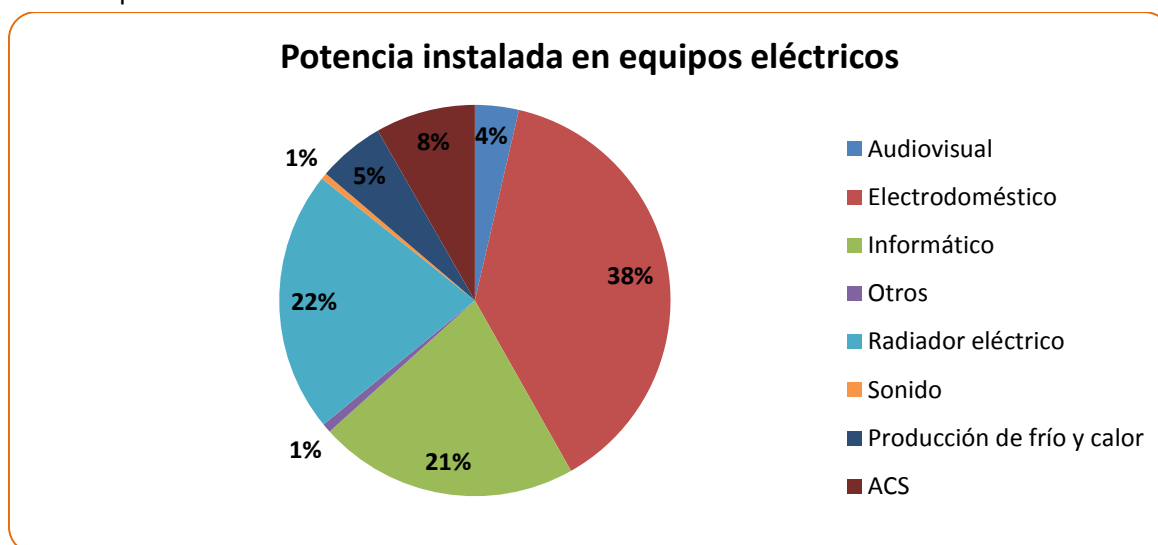


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

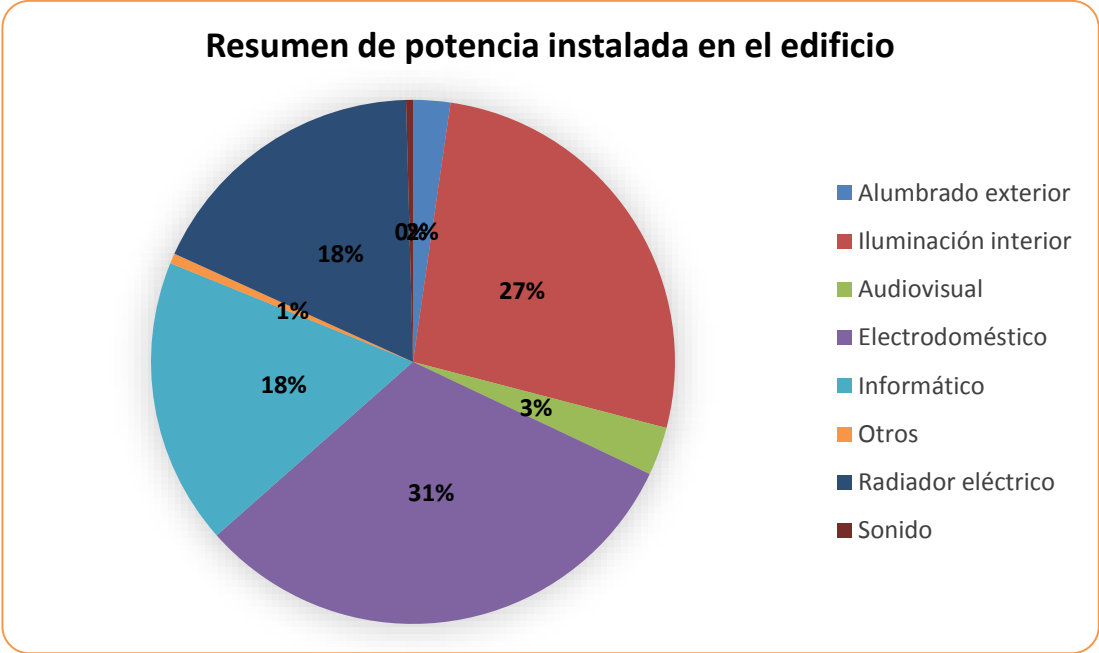


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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	ES0031103004801001XY0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	90	90	90
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 Diciembre del 2013 hasta Noviembre 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	910	5566	1012	18 /49 /9	0,00	1.399,19
31/01/2014	28/02/2014	786	4987	832	19 /59 /10	0,00	1.263,41
28/02/2014	31/03/2014	832	4319	925	32 /42 /11	0,00	1.259,60
31/03/2014	30/04/2014	1436	2402	889	42 /42 /9	0,00	1.109,52
30/04/2014	31/05/2014	1227	2170	823	20 /20 /8	0,00	1.068,20
31/05/2014	30/06/2014	1139	2122	838	24 /24 /8	0,00	1.041,54
30/06/2014	31/07/2014	768	1520	922	14 /15 /8	0,00	945,22
31/07/2014	31/08/2014	639	1535	1113	13 /13 /6	0,00	942,97
31/08/2014	30/09/2014	1338	2188	1079	22 /19 /11	0,00	1.096,36
30/09/2014	31/10/2014	1161	2360	1021	25 /21 /8	0,00	1.104,83
31/10/2014	30/11/2014	724	3794	1057	11 /36 /8	0,00	1.187,78
30/11/2014	31/12/2014	780	3927	1102	18 /49 /10	0,00	1.233,47

Tabla 13 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	90	90	90
Potencia registrada (kW)	42	59	11

Tabla 14 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 superior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

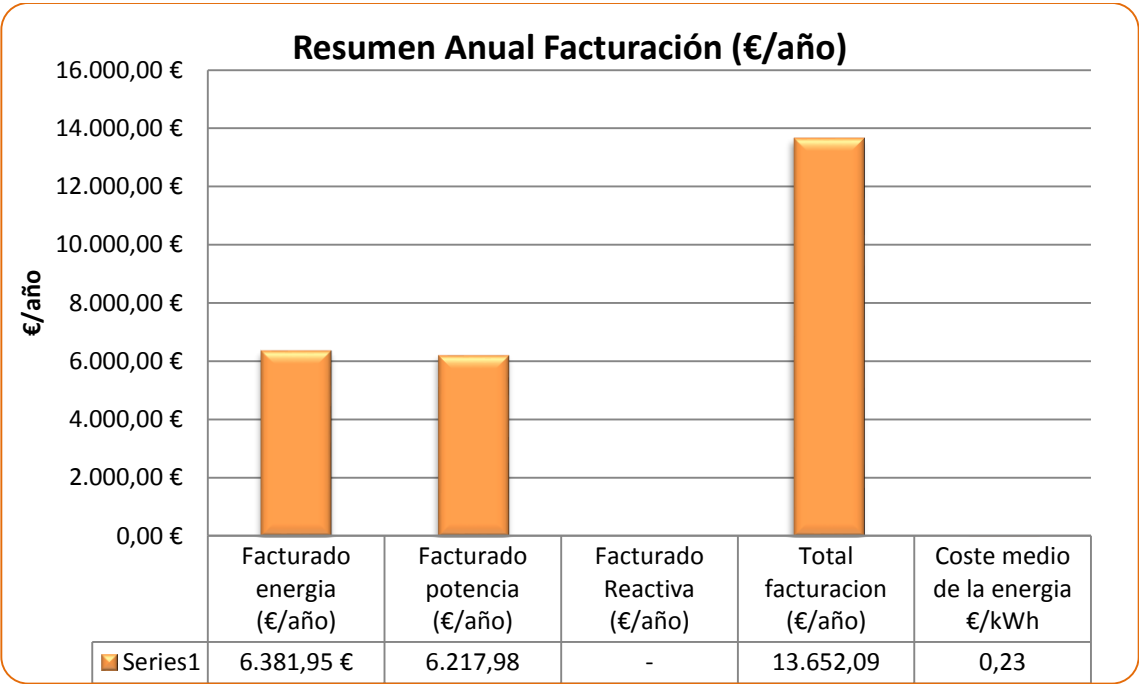


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

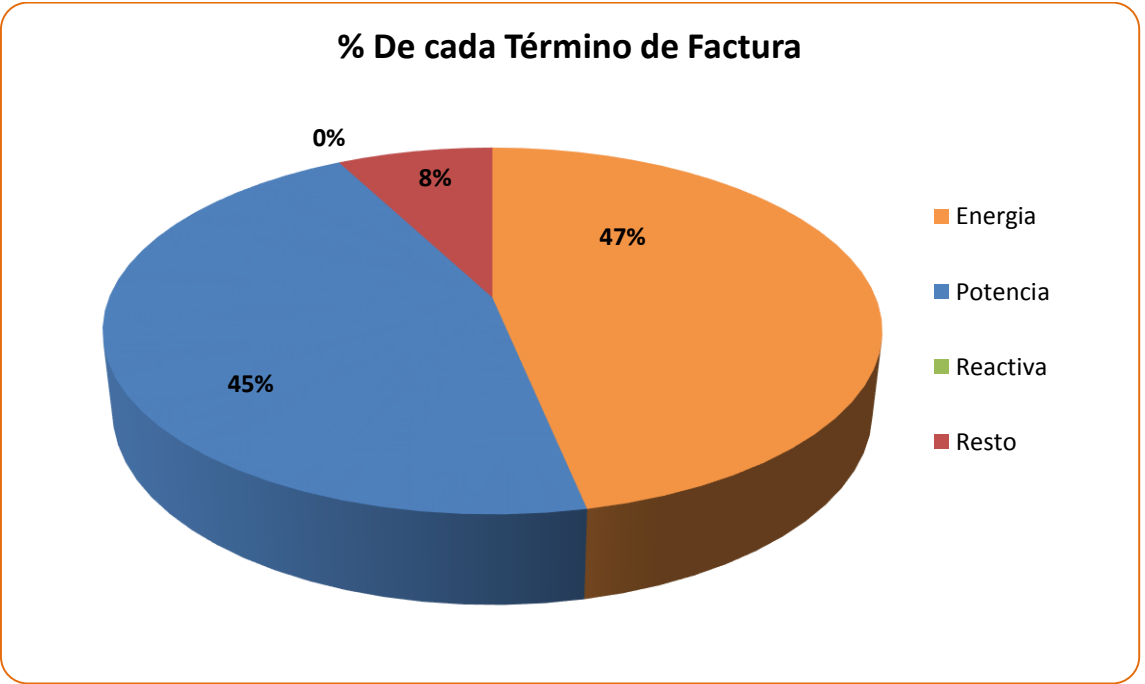


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

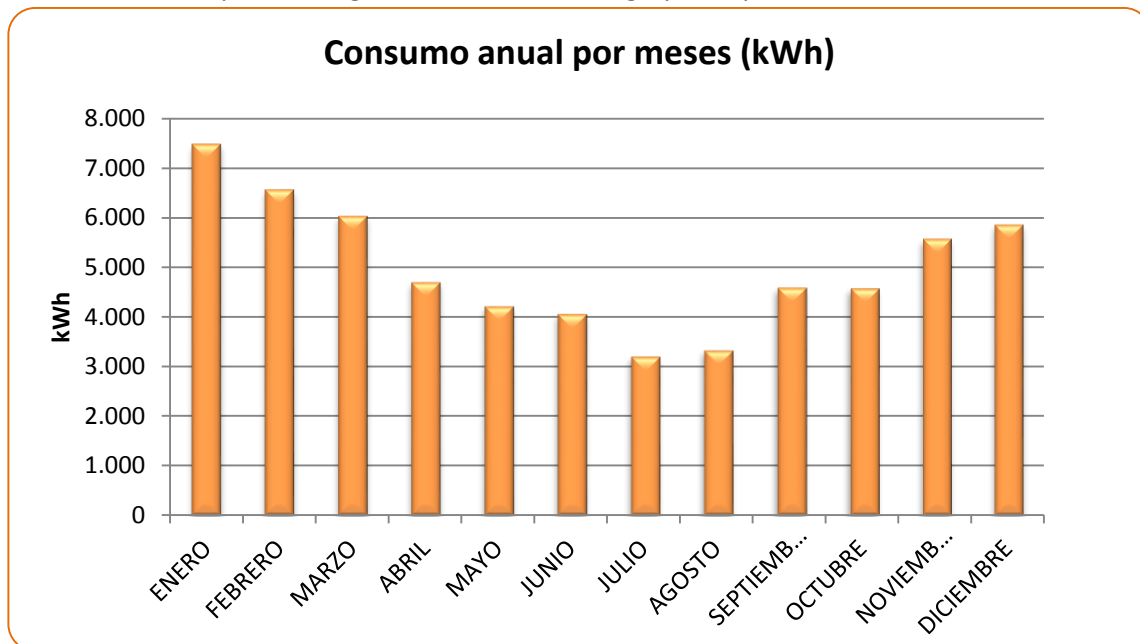


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

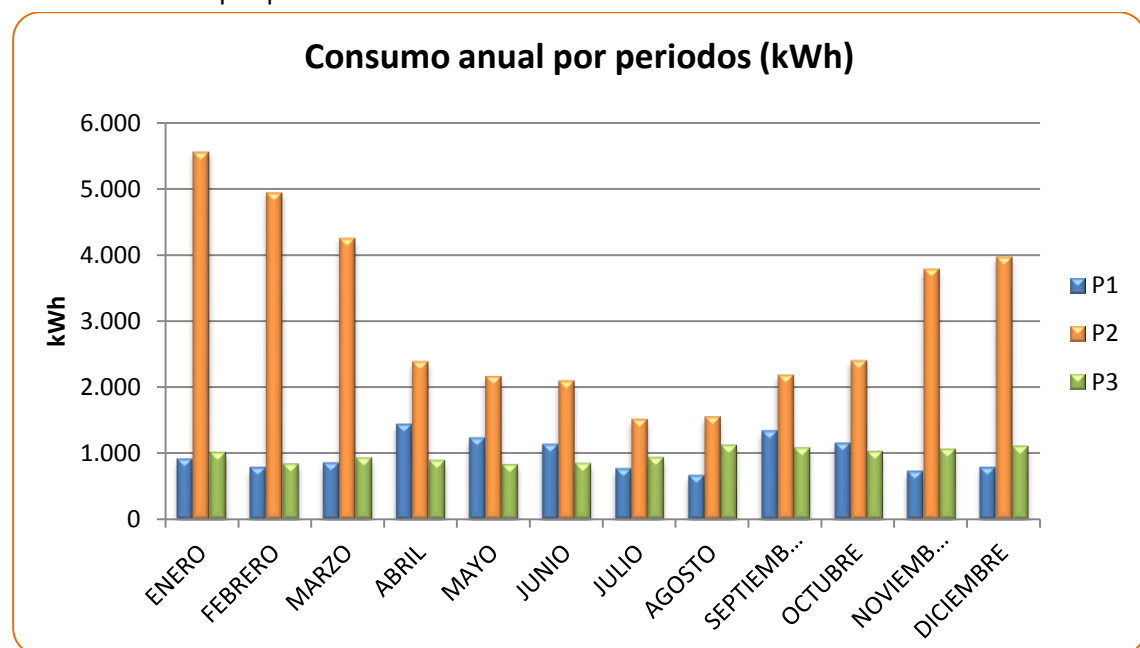


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	60.243
Total Facturación (€)	13.652,09
Media mensual de consumo (kWh/mes)	5.020
Media mensual de coste (€/mes)	1.137,67
Coste medio energía (€/kWh)	0,227

Tabla 15 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

2.2 Consumos térmicos

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

2.3 Consumos energéticos totales

	Consumo (kWh/año)	Coste (€/año)
Electricidad	60.243,00	13.652,09
Combustible (PCI)	-	-
Total	60.243,00	13.652,09

Tabla 16 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	
Nº de personas que utilizan la instalación	60
Superficie total (m ²)	1.318,11
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	21,65
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	1,85
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	66,57
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	90,08

Tabla 17 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	60.243,00
€/kWh	0,23
kWh/m ² Total	45,70
€/m ² Total	10,36
kWh/persona uso	1.004,05
€/persona uso	227,53
Ton CO ₂ /año	24,04
Kg CO ₂ /m ²	18,24
Pot. Iluminación en W/m ²	16,43

Tabla 18 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

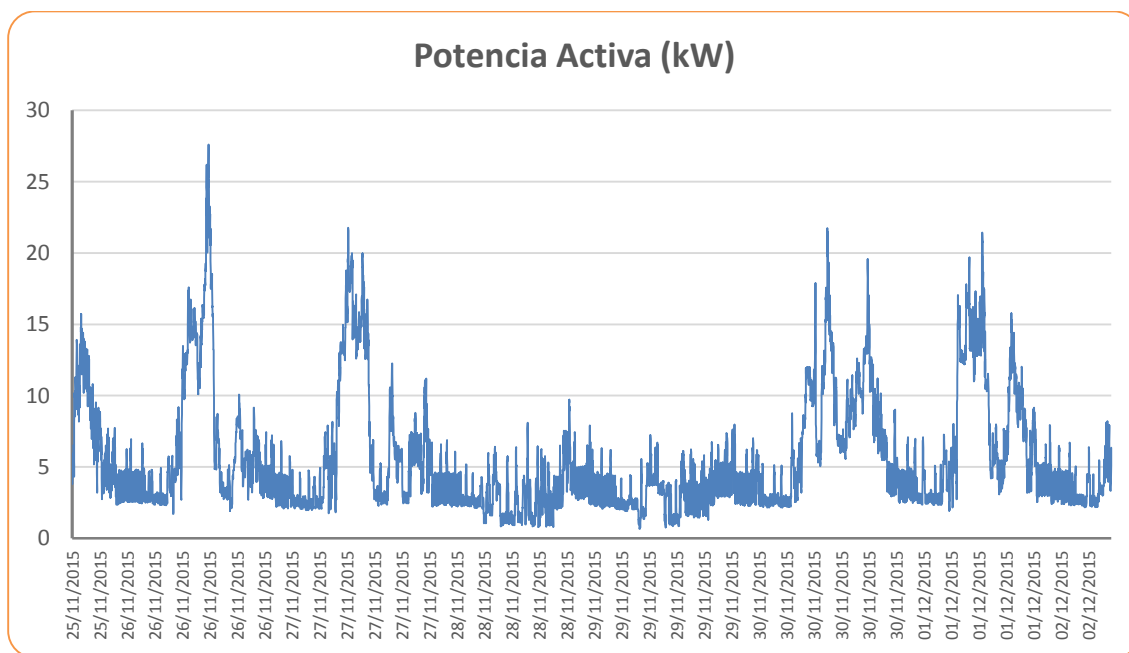


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 25/11/2015 al 02/11/2015

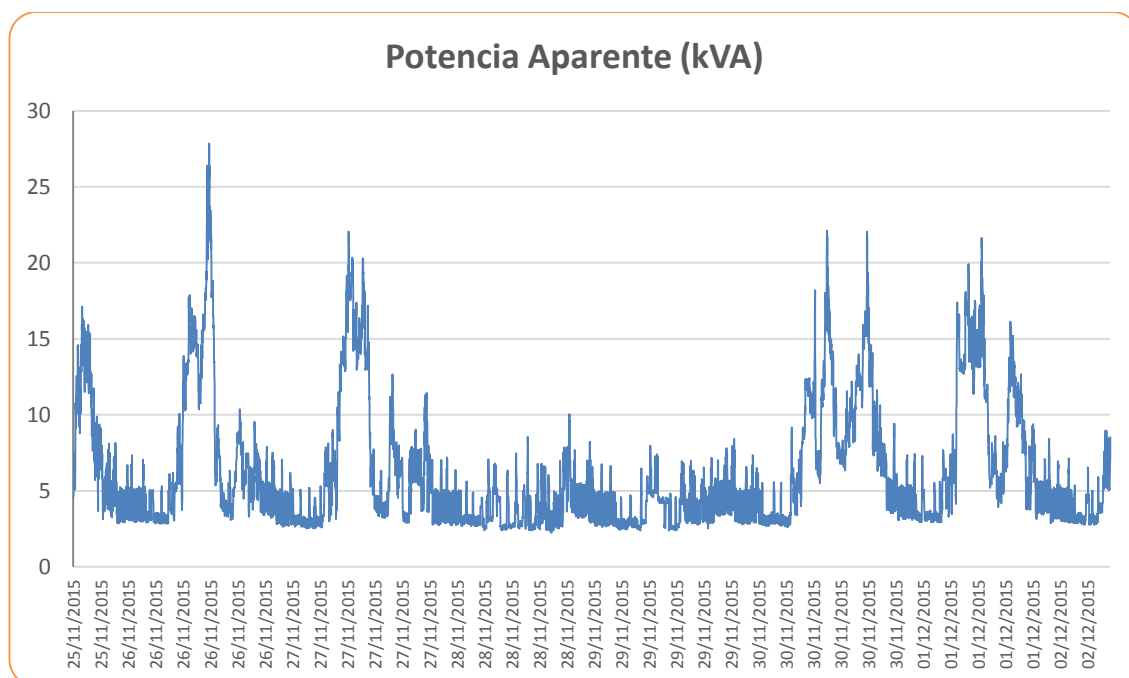


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 25/11/2015 al 02/11/2015

Factor de Potencia

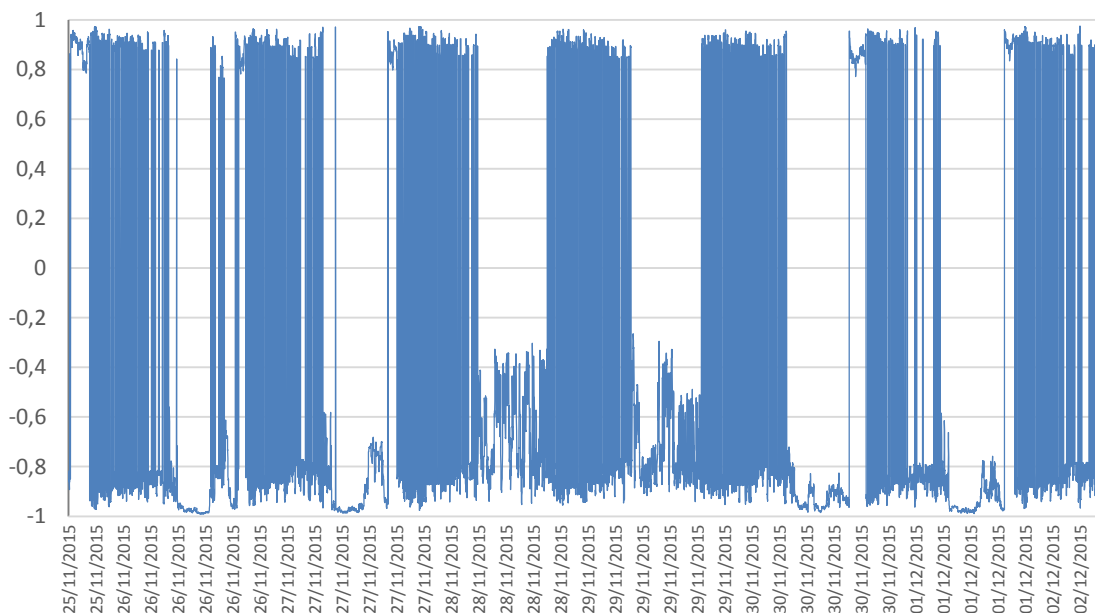


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días lectivos (kW)

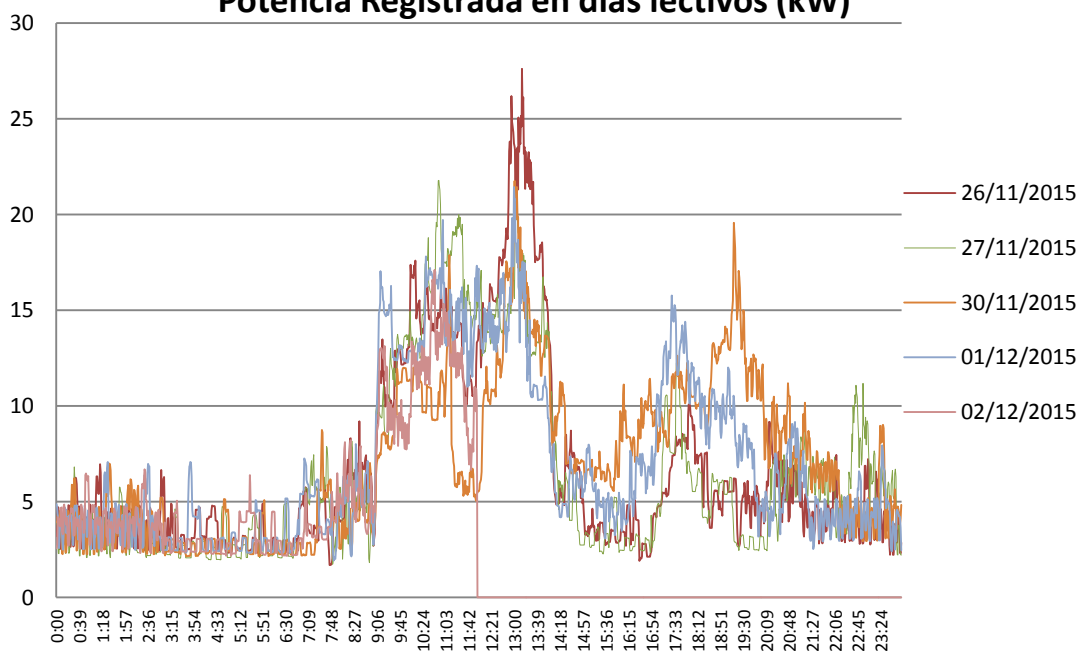


Gráfico 17 Potencia registrada en días lectivos (kW)

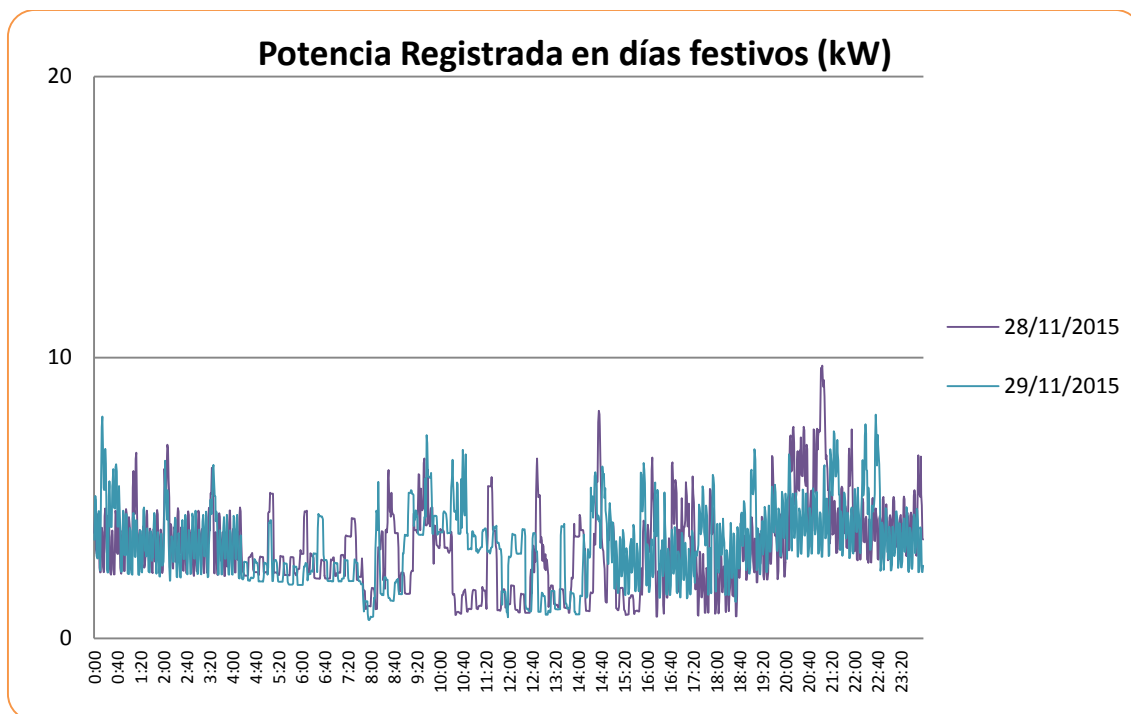


Gráfico 18 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 1,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 25 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 9:00 y 15:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y/o el termo eléctrico instalado.

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

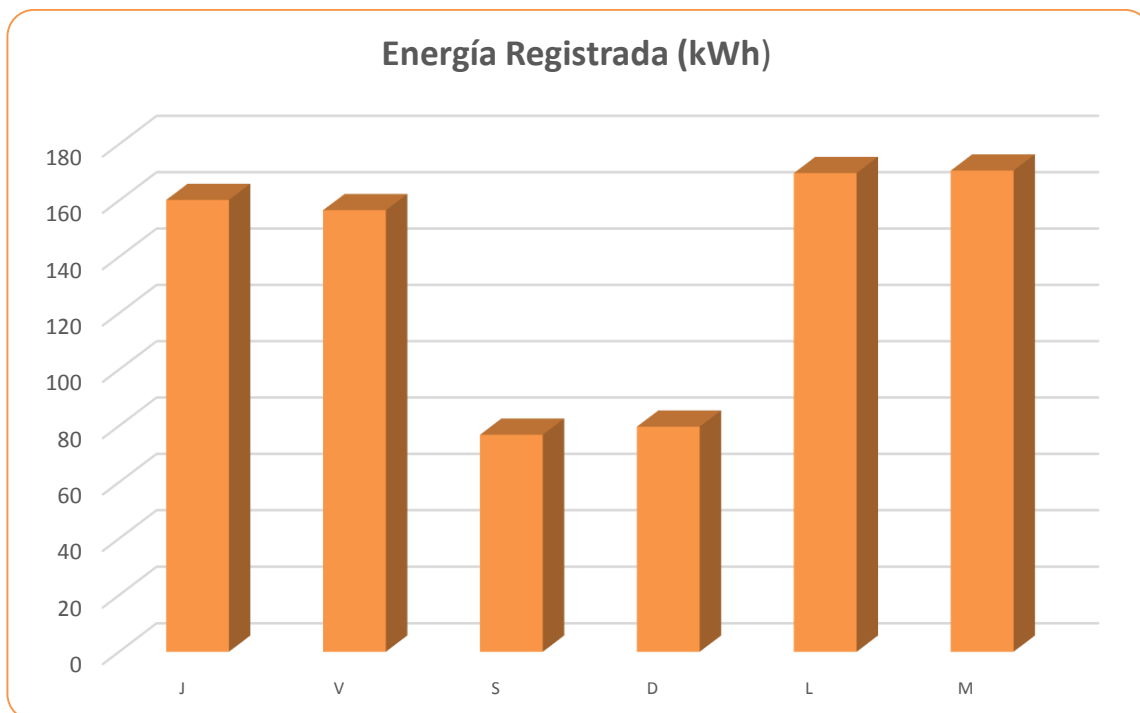


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 164,31kWh y durante los días festivos de 78,29 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 4069,00kWh para el mes de Noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Noviembre de 2015 de un 13 % superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Sala de profesores



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en sala de profesores

- Aula 1

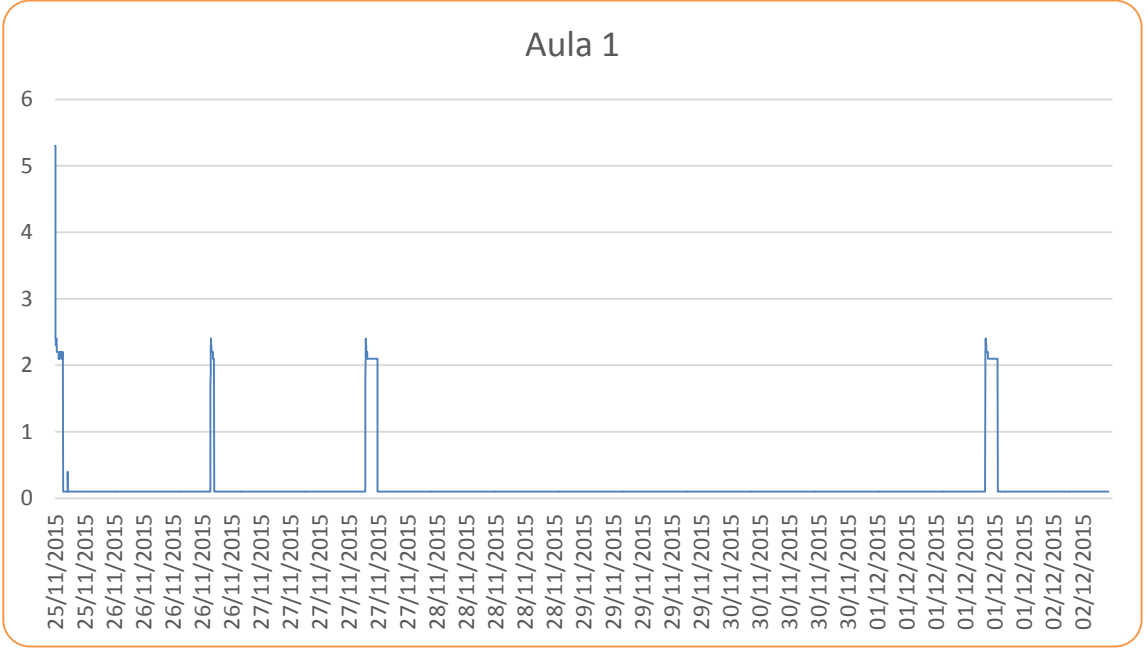


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en Aula 1

- **Zonas Comunes**

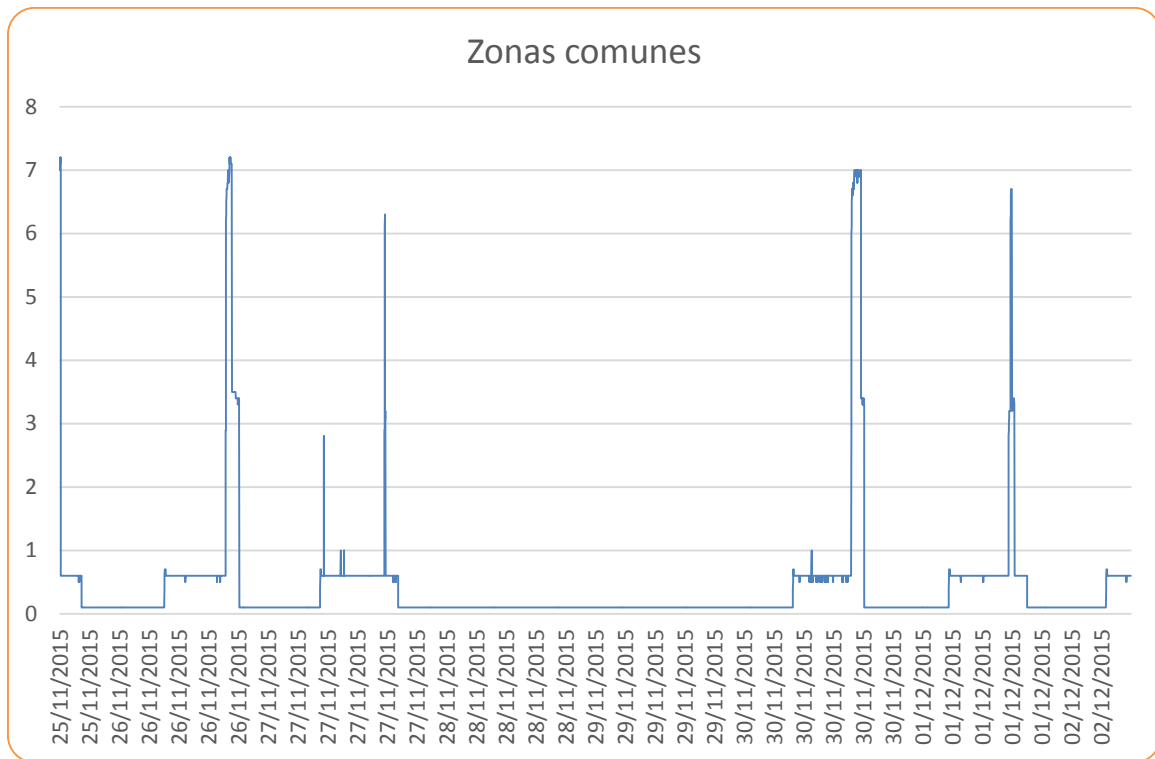


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en Zonas comunes

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

- Sala de profesores: 4h
- Aula 1: 0,5 h.
- Zonas comunes: 1,5 h.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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
Administrativo	0	Reprografía	288	18,00	695	300	2,30
No habitable	0	Almacén	144	20,40	218	150	3,24
Aulas	0	Aula 1	1152	67,00	1065	300	1,61
Aulas	0	Aula 2	1152	67,00	985	300	1,75
Aulas	-1	Aula 3	1152	67,00	970	300	1,77
No habitable	-1	Limpiadoras	288	18,00	878	150	1,82
Zonas comunes	-1	Distribuidor 2	360	12,00	554	200	5,42
Aulas	-1	Aula 4	1152	67,00	1012	300	1,70
Aulas	0	Aula 1 2º	1152	67,00	1036	300	1,66
No habitable	0	Almacen 1	72	10,00	245	150	2,94
No habitable	0	Almacen 2	72	10,00	251	150	2,87
No habitable	0	Almacen 3	72	10,00	260	150	2,77
No habitable	0	Almacen 4	72	10,00	256	150	2,81
Aulas	0	Aula 2 1º	1152	67,00	992	300	1,73
Aulas	1	Aula 3 3º	1152	67,00	1301	300	1,32
Zonas comunes	1	Distribuidor 2	360	12,00	443	200	6,77
Aulas	1	Aula 4 4º	1152	67,00	1039	300	1,65
Cocina-comedor	0	Comedor	1152	74,00	867	200	1,80
Cocina-comedor	0	Cocina	576	37,00	785	200	1,98
No habitable	0	Almacén de deportes	144	18,00	493	150	1,62
Aulas	1	Aula de apoyo 1	144	9,36	589	300	2,61
Aulas	1	Clase de 4º	1152	74,00	1034	300	1,51
Usos múltiples	1	Biblioteca	1152	74,00	992	500	1,57

Tabla 19 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia cumple con lo establecido en la normativa para un edificio de este uso.

*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 20 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 25/11/2015 y 02/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Secretaría (Planta baja)**

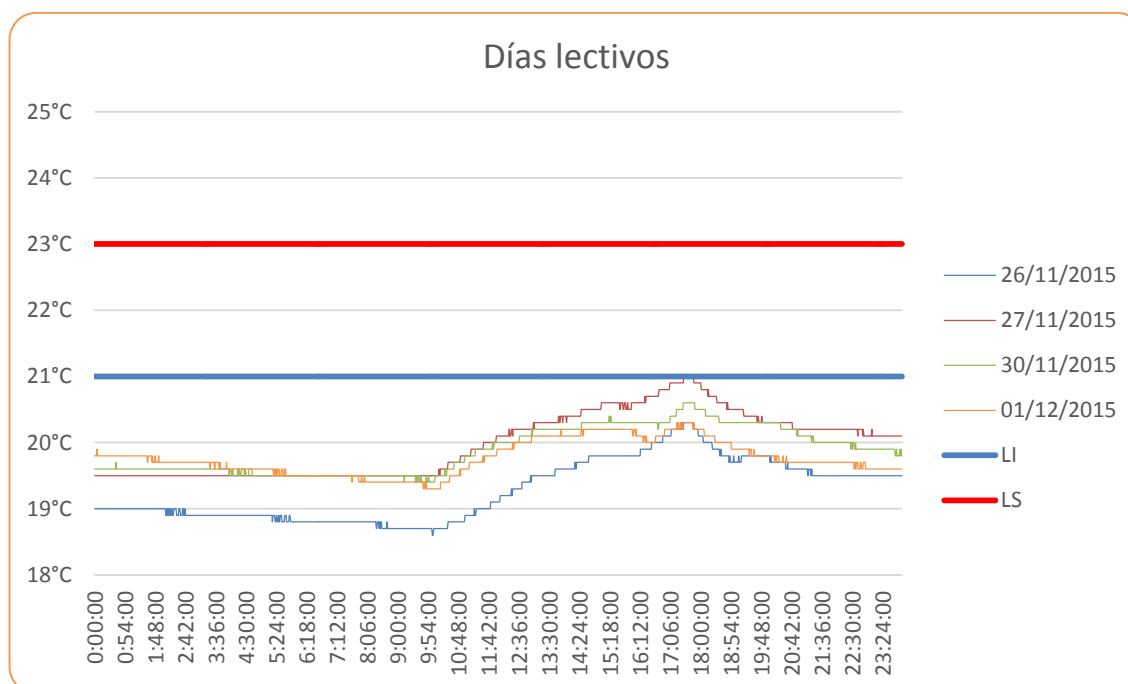


Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

Festivos y fines de semana

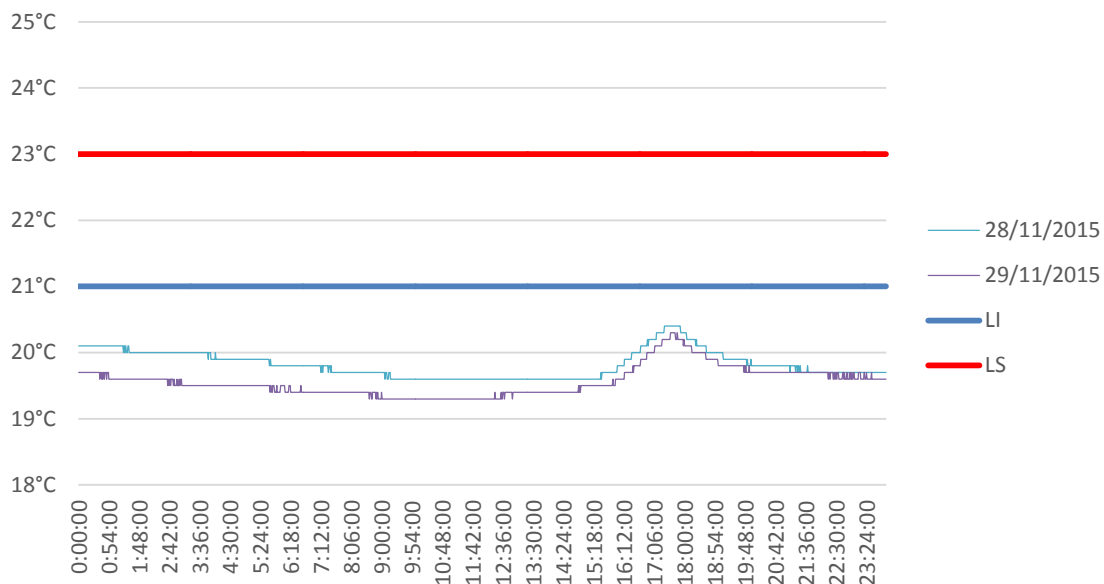


Gráfico 24 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

Días lectivos

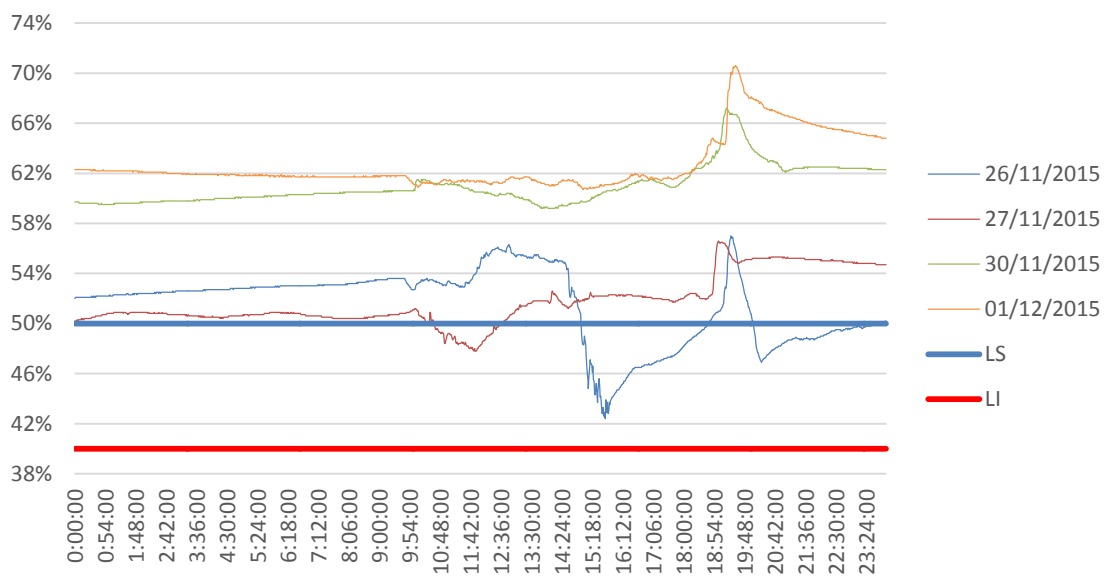


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos

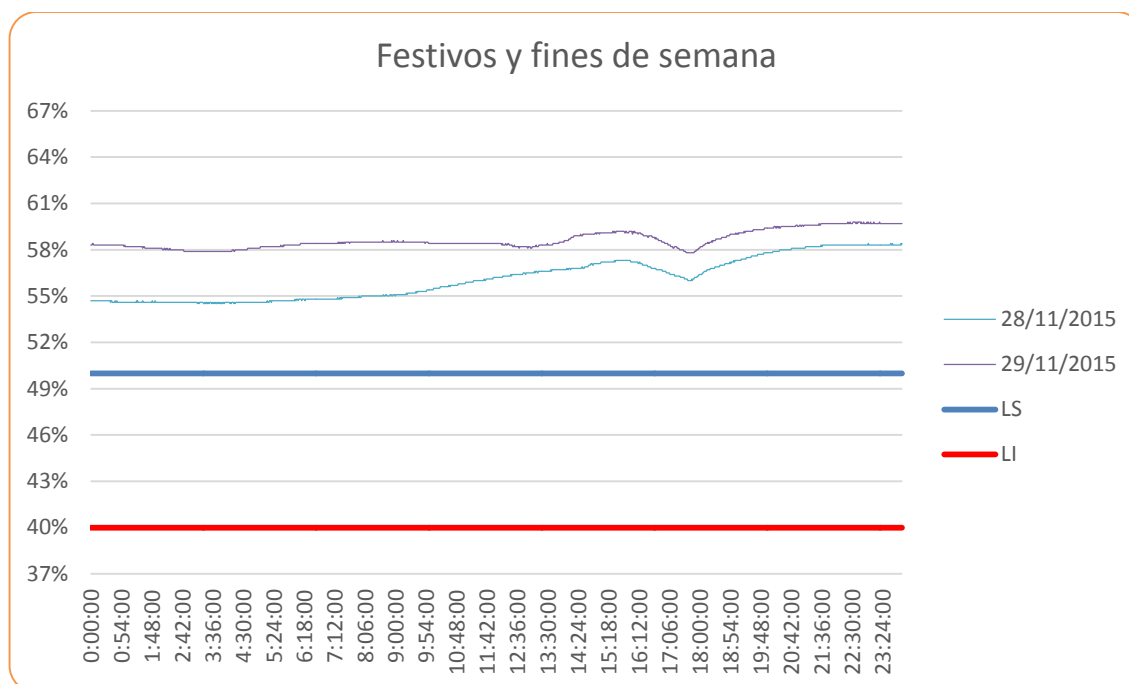


Gráfico 26 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

La estancia donde se lleva a cabo el registro está tratada mediante un radiador eléctrico.

La temperatura comienza a ascender a las 08:00h debido al aumento de la carga térmica del edificio (iluminación, personas...) hasta las 17:30h de lunes a viernes. La aportación térmica parece insuficiente ya que las temperaturas permanecen por debajo del intervalo normativo (21-23°C).

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran por debajo de los 21°C que marca la normativa.
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 8:00 hasta las 17:30 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- ☐ No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos.**

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.

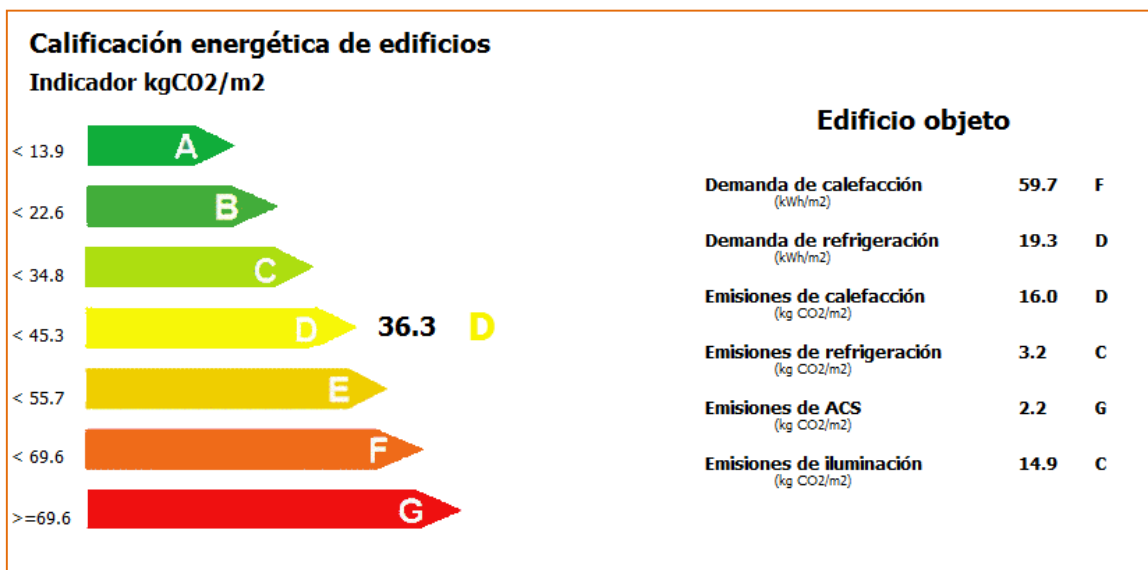


Imagen 12 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del edificio.

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:

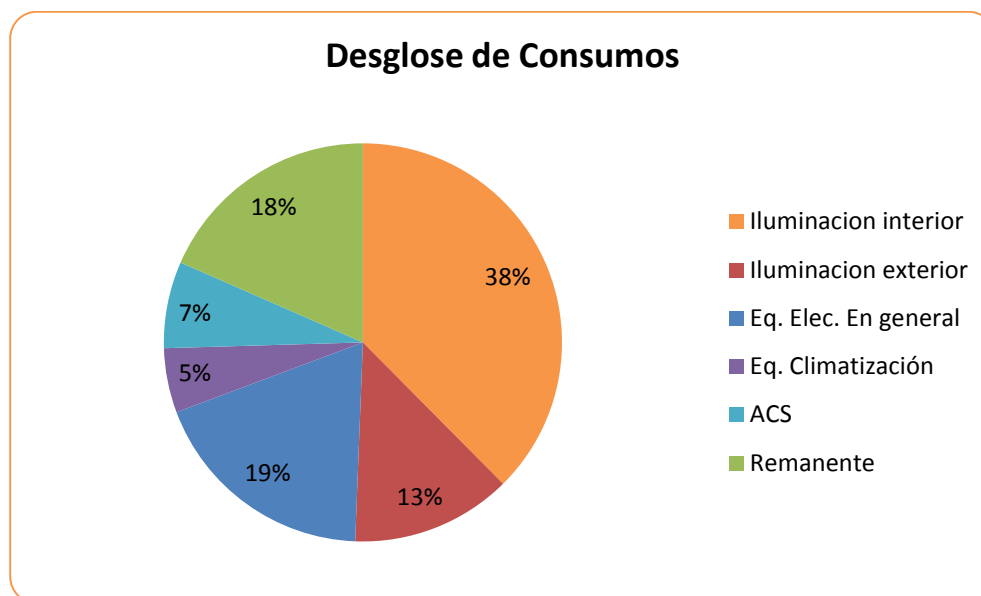


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

Por otra, 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 es relativamente elevado para una instalación de estas características, por lo que, según lo explicado anteriormente, se recomienda revisar la instalación para localizar estos 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 6%.

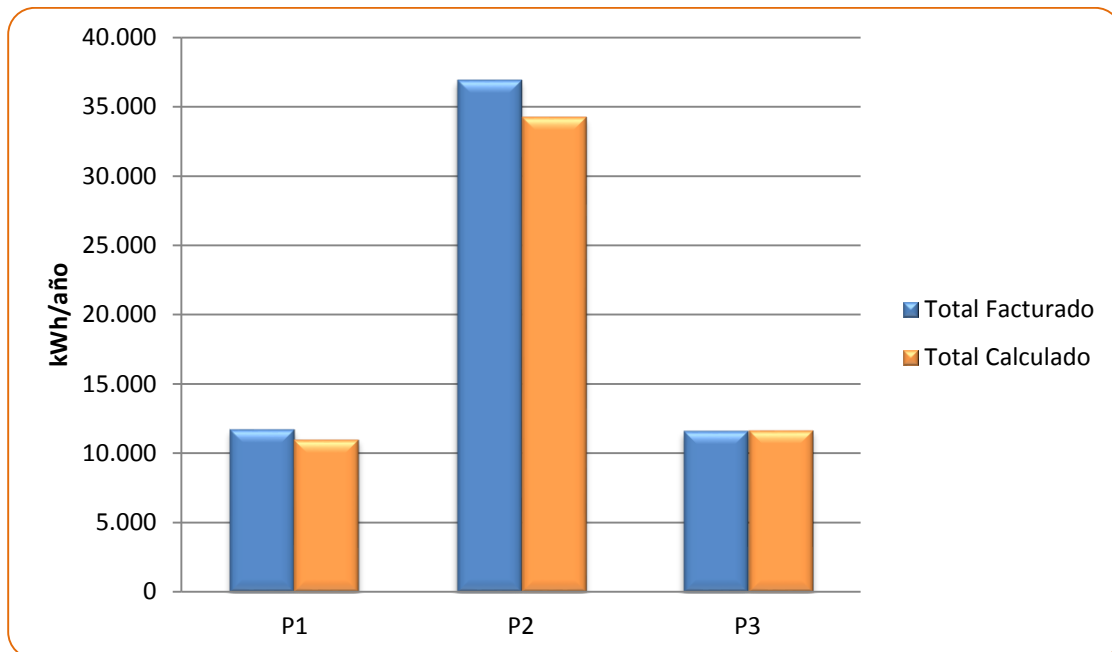


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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 13 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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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	24,91%	70,33%	4,76%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,19066
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			
9.790	45,69%	16,25%	1.193,47 €	112,36 €	1.305,83 €	18.074,16 €	13,84	3,91

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

Descripción de la mejora

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

Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demandada se encuentra en varios de los periodos facturados por debajo 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 29 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 **30 / 60 / 60 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 instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

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	
90	90	90	30	60	60	2.992,51 €

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

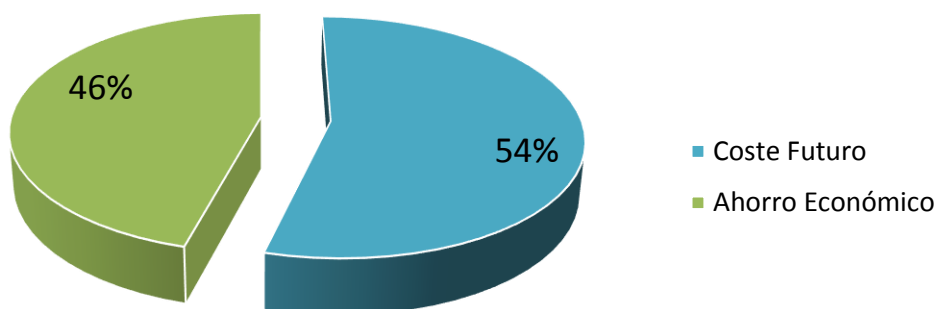


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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.

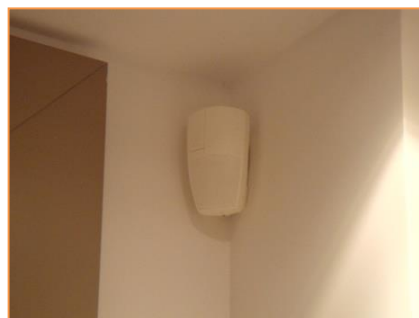


Imagen 14 Detectores de presencia

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

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

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

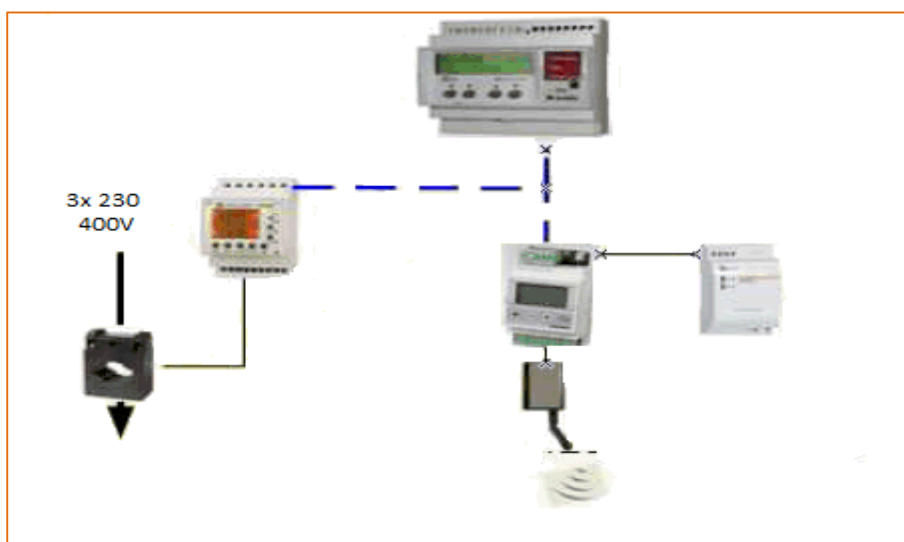


Imagen 15 Esquema de sistema de monitorización

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

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 C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

En los centros docentes la instalación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar térmica es una medida ejemplarizante y educativa del uso de este tipo de energías y de la preocupación y cuidado por el medio ambiente.

A continuación se resumen las consideraciones generales a tener en cuenta en este caso:

- Sólo existe demanda durante los meses lectivos, que coinciden con los meses de menor radiación solar, lo cual disminuye el rendimiento y el ahorro proporcionado por la instalación.
- La demanda de ACS es muy baja. El CTE establece un consumo medio diario por persona a 60°C de 3 litros/persona-día, lo que conlleva instalaciones de pocos captadores solares.
- Debido a que en los meses de verano los centros permanecen cerrados, es necesario implementar algún sistema para disipar la energía generada durante esos meses para evitar el deterioro o incluso averías de los captadores solares.

Desde el punto de vista únicamente de viabilidad económica, debido a la baja demanda de ACS en el centro, con producción local en termo-acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo, y a que el uso es fundamentalmente en los meses de invierno, la implantación de estos sistemas presentan periodos de retorno altos, por este motivo no se considera su instalación.

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa y radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P LAS ALBARIZAS	1306
		32
		Rev.05

- 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.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

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

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

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	9.790	16,25%	1.305,83 €	18.074,16 €	13,84	3,91
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	2.992,51 €	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	9.790	-	4.298,34	18.074,16	4,20	3,91

Tabla 21 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA