






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA


*(Centro Cívico Divina Pastora)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_52_20160125


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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

<b>1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1	Datos generales del centro .....	1
1.2	Planos y distribución .....	2
1.3	Envolvente y cerramientos.....	4
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	Unidades Terminales.....	10
1.5	Iluminación.....	13
1.5.1	Iluminación interior .....	14
1.5.2	Iluminación exterior .....	15
1.5.3	Sistemas de control .....	16
1.5.4	Condiciones de funcionamiento.....	16
1.6	Otros equipos.....	16
1.7	Resumen de potencias instaladas .....	18
<b>2.</b>	<b>CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>19</b>
2.1	Consumos eléctricos .....	19
2.2	Consumos térmicos.....	22
2.3	Consumos energéticos totales .....	22
2.4	Índices energéticos.....	22
2.4.1	Índices energéticos eléctricos .....	22
2.4.2	Índices energéticos térmicos.....	22
<b>3.</b>	<b>MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>23</b>
3.1	Medidas eléctricas.....	23
3.1.1	Registros trifásicos .....	23
3.1.2	Registros monofásicos.....	26
3.2	Medida de nivel de iluminación .....	27
3.3	Medidas térmicas.....	27
3.3.1	Registradores de temperatura y humedad .....	28
3.4	Análisis termográfico.....	31
3.5	Certificación energética .....	31

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>32</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	32
4.2 Desglose de consumos térmicos .....	33
4.3 Contribución de energías renovables .....	33
<b>5. ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>34</b>
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	34
5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	36
5.3 Instalación de batería de condensadores .....	38
<b>6. MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>40</b>
6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	40
6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control.....	42
<b>7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>44</b>
7.1 Energía solar térmica.....	44
7.2 Biomasa .....	44
7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo .....	44
<b>8. RESUMEN .....</b>	<b>45</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	1306
		52
		Rev.07

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Centro Cívico Divina Pastora
Dirección	CL PRESBITERO JUAN ANAYA 1 29601 MARBELLA (MÁLAGA)
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto	Asociación de vecinos la concha (639 15 68 46) / Distrito 7 (952 76 87 27)
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **Centro Cívico Divina Pastora** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Presbítero Juan Anaya 1** en la localidad de **Marbella**



*Imagen 1 Vista general del Centro Cívico divina Pastora*



*Imagen 2 Vista aérea Centro Cívico Divina Pastora*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>		<b>1306</b>
			<b>52</b>
			<b>Rev.07</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	3	1215	84	De lunes a viernes. Verano de 7:45 a 15:00, invierno de 7:30 a 16:00	1975	2007	Instalación climatización

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Defensor del ciudadano 1	1	7:45-14:15	Administrativo
Defensor del ciudadano 2	1	7:45-14:15	Administrativo
Asociación esclerosis múltiple	15	Según necesidad (sin horario fijo)	Administrativo
Asociación esclerosis múltiple Nuevo amanecer	4	9:00 a 14:00	Administrativo
Distrito 7	5	7:45-14:15	Administrativo
Asociación voluntarios	4	9:30-13:30	Administrativo
Plataforma voluntariado	3	M-J-V 9:00-14:00	Administrativo
Asociación de vecinos Huerto Porral	1	Sin horario fijo	Administrativo
Oficina 1	1	Sin horario fijo	Administrativo
Aula	18	Según cursos y actividades organizadas	Aula
Despacho	1	Según cursos y actividades organizadas	Administrativo
Salón de actividades	15	Según cursos y actividades organizadas	Administrativo
Aula de informática	15	Según cursos y actividades organizadas	Aula

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 1 (m²)	Planta 2 (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	177	--	177
Aseos	29	--	29
Aulas	63	--	63
No habitable	19	34	53
Usos múltiples	65	--	65
Zonas comunes	146	17	163
Sup. Total (m²)	499	51	550

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 las zonas administrativas abarcan el 32% 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 30%.

### Superficie según usos

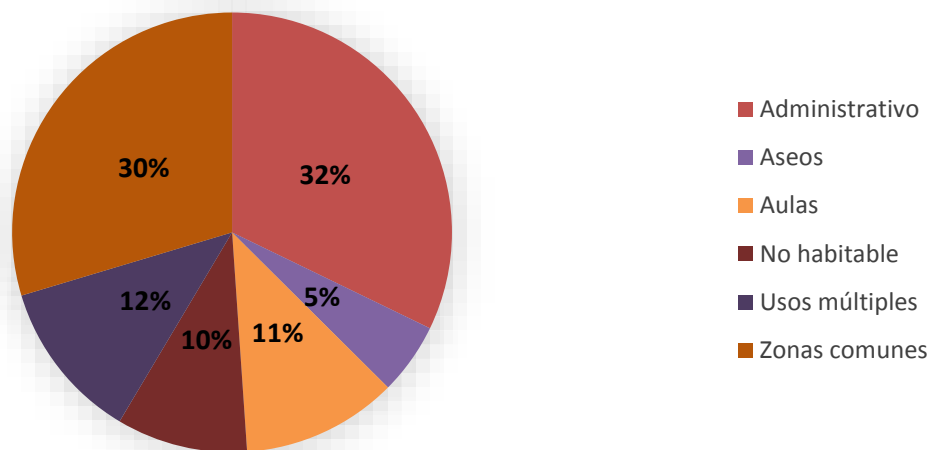
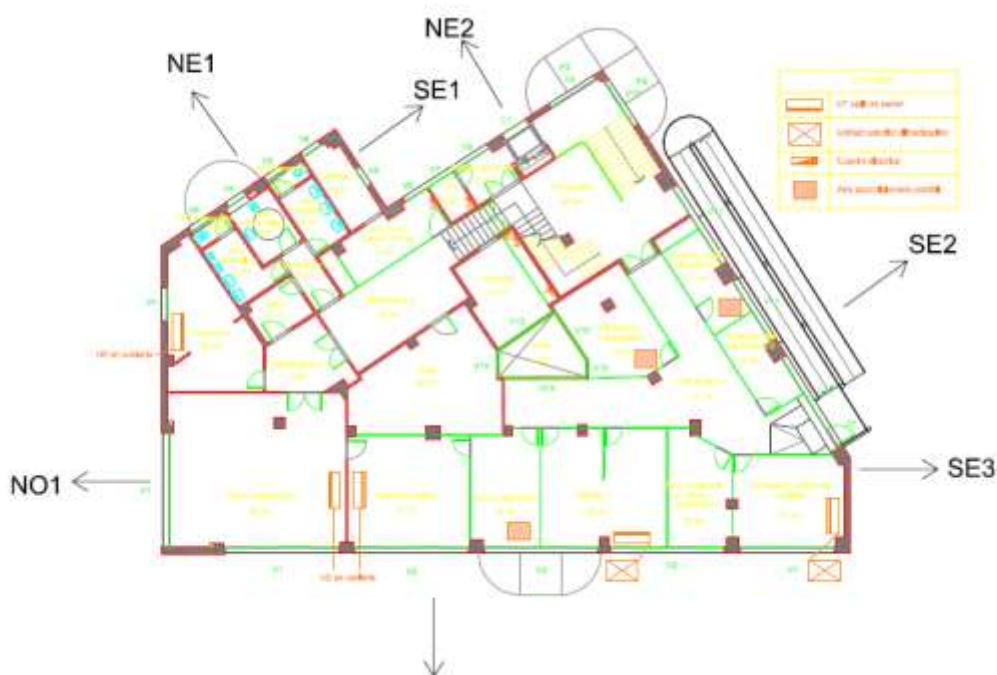
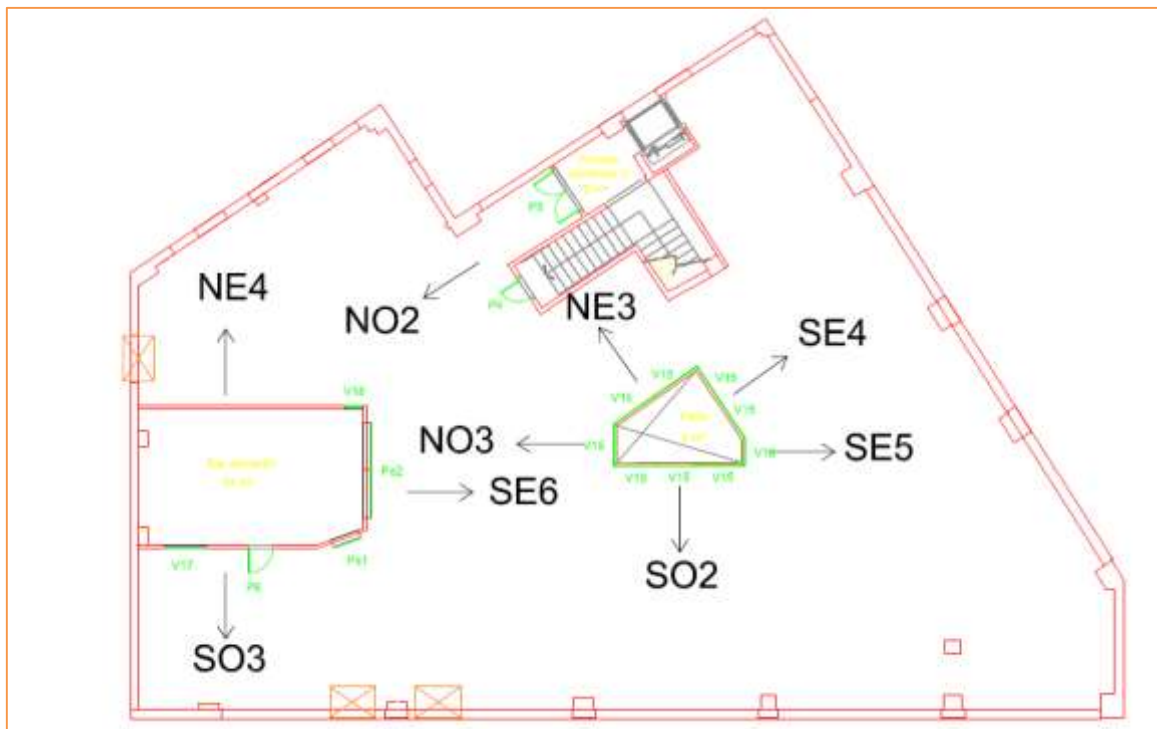


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Primera



*Plano 2 Planta Segunda*

### 1.3 Envolvente 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 1975; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

Hay que destacar que en el año 2007 se realizó una reforma en las instalaciones de climatización del edificio.

El edificio consta de dos plantas, con fachadas con doble cámara y acabados lisos. Consta de una cubierta transitable en planta. Los cerramientos son de PVC con vidrio armado.



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 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 cubierta y unidades interiores de pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

Por otro lado, la climatización del centro se complementa mediante tres equipos portátiles de tipo consola ubicados en diferentes estancias.

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 la Oficina 1 de la planta primera y en el Bar almacén de la planta segunda

##### 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, ubicados en la Oficina 1 (planta primera) y en el bar Almacén (segunda planta).

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio principal	1	Oficina 1	1,20	75	En servicio
Edificio principal	2	Bar almacén	2,10	31	Fuera de servicio

*Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos*


	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 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	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x2	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x3	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x4
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	2	2	1
Ubicación equipo	Fachada SO1	Cubierta orientación SO1	Cubierta orientación NO	Fachada SO1
Zona de tratamiento	Asociación esclerosis múltiple	Aula de informática	Despacho	Asociación esclerosis múltiple
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter
Marca	Fujitsu	WINTAIR	WINTAIR	Fujitsu
Modelo	AOY14USBC	AS-18HR4NU7	AS-12HR4NU7	AOY14USBC
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Refrigerante	R410a	R407c	R407c	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	4,25	5,13	3,28	4,25
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,38	1,90	1,26	1,38
EER	3,08	2,70	2,61	3,08
Potencia Calorífica (kW)	4,80	5,28	3,80	4,80
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,27	1,60	1,19	1,27
COP	3,78	3,30	3,21	3,78
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Variable	Variable	Variable	8:00 - 14:15
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x5	Bomba de calor portátil	Climatizador evaporativo portátil	Bomba de calor portátil
Edificio	Edificio principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	2	1	1	1
Ubicación equipo	Cubierta orientación SO1	Administrativo	Administrativo	Administrativo
Zona de tratamiento	Salón de actividades	Defensor del ciudadano 1	Asociación voluntarios	Plataforma voluntariado
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	-	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	-	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Ventilador	Compresor Scroll
Marca	WINTAIR	Daitsu	Orbegozo	Daitsu
Modelo	AS-24HR4NU7	APD-9T	Air 50	APD-9T
Tipo de unidad interior	Pared			
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R407c
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	6,89	2,64	-	2,64
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,65	1,05	0,07	1,05
EER	2,60	2,51	-	2,51
Potencia Calorífica (kW)	7,33	1,61	-	1,61
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,65	1,60	-	1,60
COP	2,77	1,01	-	1,01
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	-	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	-	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Variable	Variable	Variable	Variable
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

*Tabla 7 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*



*Imagen 5 Equipo de expansión directa tipo Split-Fachada SO1*



*Imagen 6 Equipo de expansión directa tipo Split- Cubierta SO1*



*Imagen 7 Bomba de calor portátil – Defensor del Ciudadano*



*Imagen 8 Climatizador evaporativo portátil – Asociación Voluntarios*

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

Calefacción	29,23 kW
Refrigeración	29,08 kW

*Tabla 8 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

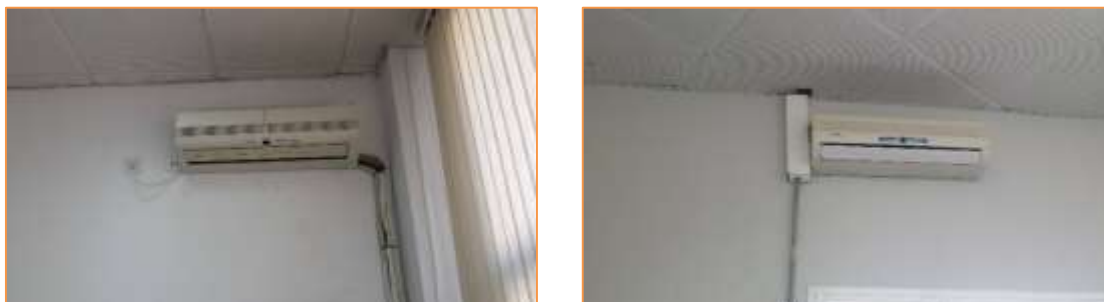
### 1.4.3 Unidades Terminales

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 y equipos portátiles 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), 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 9 Tipología de **unidades interiores** instaladas – Pared*

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

Zona	Superficie Calefactada (m <sup>2</sup> )	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m <sup>2</sup> )
Administrativo	95,00	16,62	174,95
Aulas	31,00	5,28	170,32
Usos múltiples	65,00	7,33	112,77
<b>Total</b>	<b>191,00</b>	<b>29,23</b>	<b>153,04</b>

Tabla 9 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas:

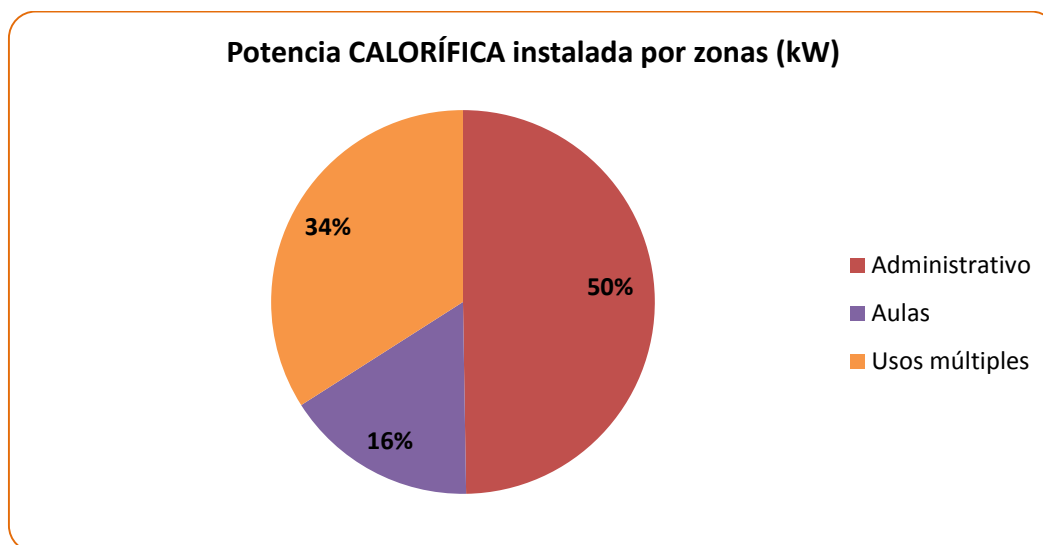


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

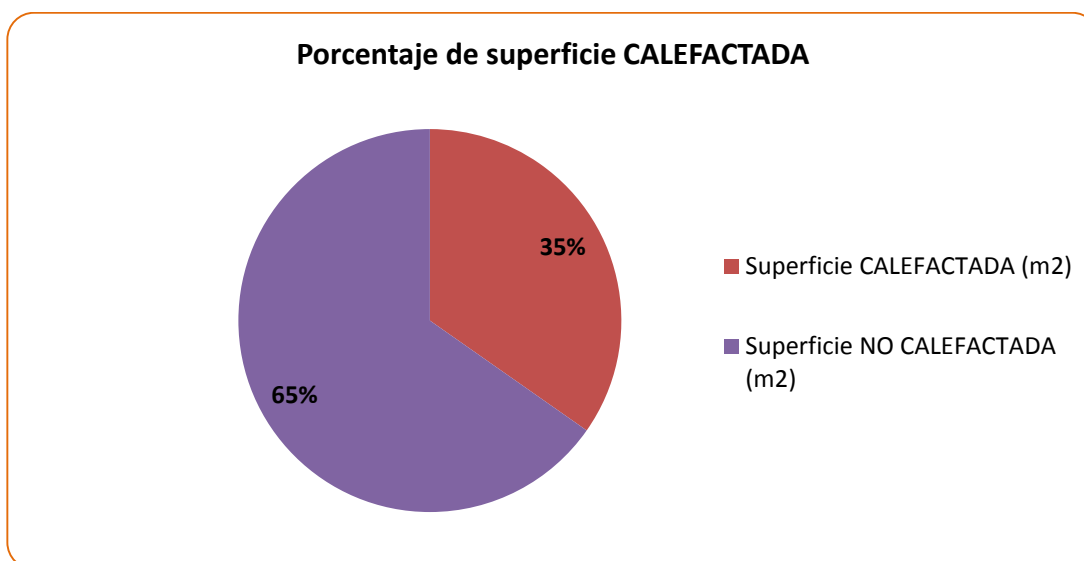


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m <sup>2</sup> )	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m <sup>2</sup> )
Administrativo	95,00	17,06	179,58
Aulas	31,00	5,13	165,48
Usos múltiples	65,00	6,89	106,00
<b>Total</b>	<b>191,00</b>	<b>29,08</b>	<b>152,25</b>

Tabla 10 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas:

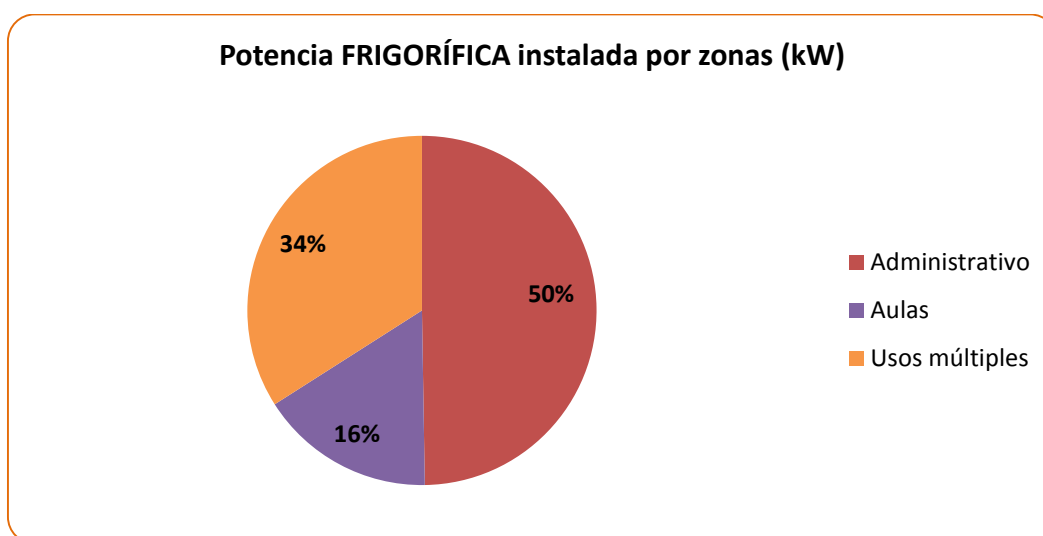


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

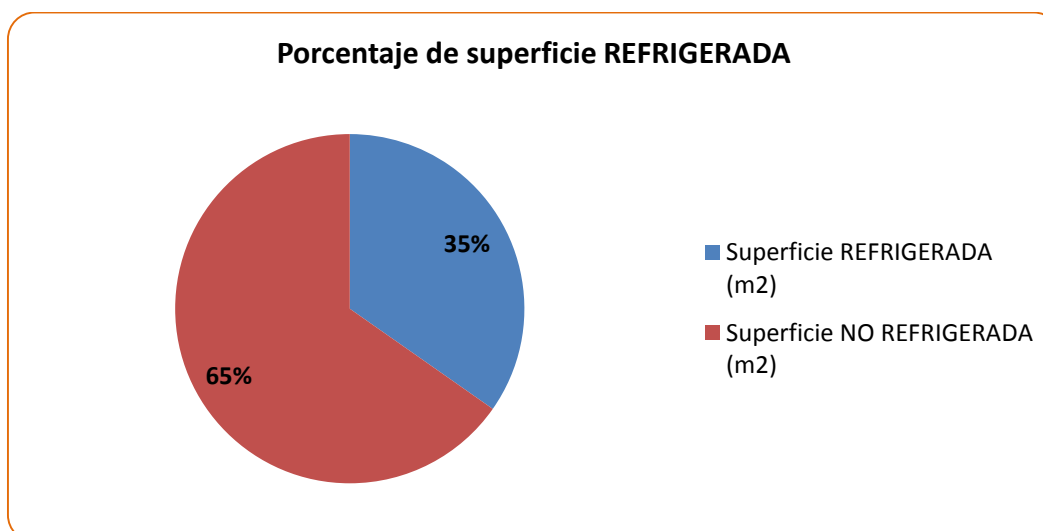


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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



### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 8,47 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

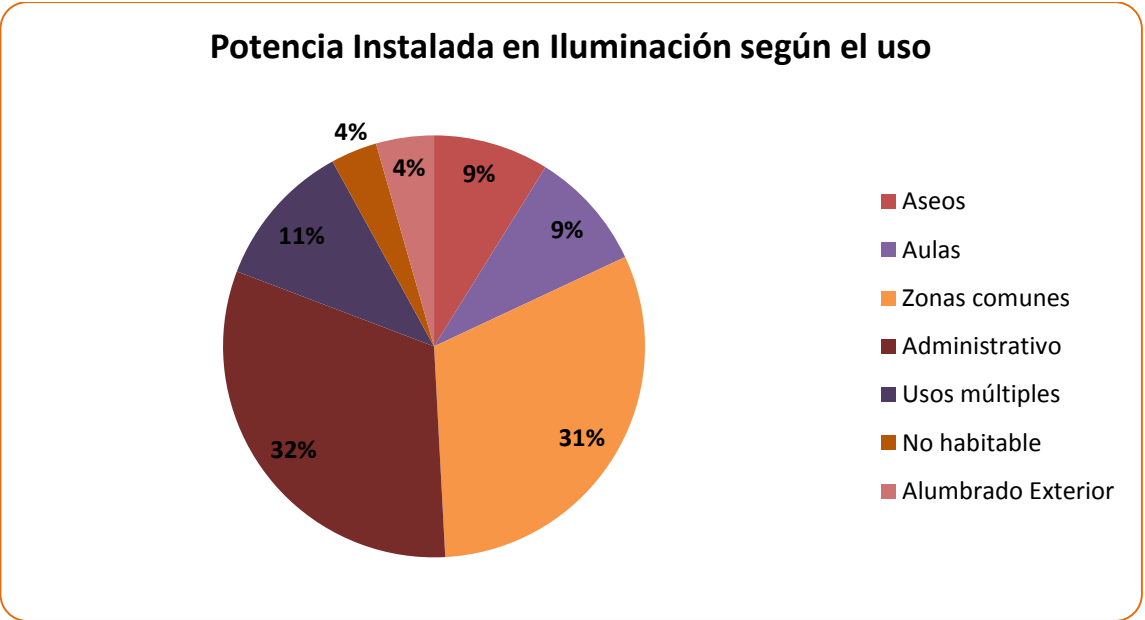


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

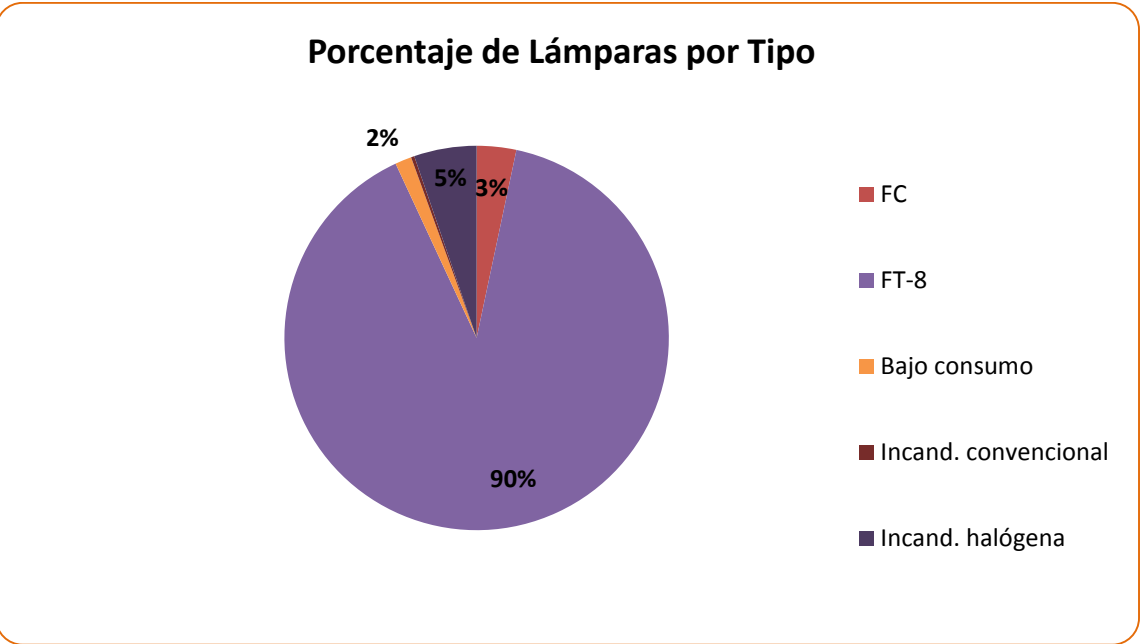


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 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.	Suma de kW TOTAL
EM	82	7,08
FT-8	82	7,08
2	2	0,17
36	2	0,17
4	80	6,91
18	80	6,91
-	21	1,01
Incand. convencional	1	0,04
1	1	0,04
42	1	0,04
Incand. halógena	19	0,95
1	19	0,95
50	19	0,95
Bajo consumo	1	0,02
1	1	0,02
16	1	0,02
<b>Total general</b>	<b>103</b>	<b>8,09</b>

Tabla 11 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.	Suma de kW TOTAL
-	16	0,38
Bajo consumo	4	0,06
1	4	0,06
16	4	0,06
FC	12	0,31
1	12	0,31
26	12	0,31
<b>Total general</b>	<b>16</b>	<b>0,38</b>

*Tabla 12 Resumen de iluminación exterior*

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



*Imagen 11 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

### 1.5.3 Sistemas de control

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

### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del edificio 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 21 horas todos los días.

### 1.6 Otros equipos

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

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Audiovisual</b>	<b>2</b>	<b>0,36</b>
<b>Proyector</b>	<b>1</b>	<b>0,06</b>
60	1	0,06
<b>Televisión</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Electrodoméstico</b>	<b>6</b>	<b>0,837</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
350	1	0,35
<b>Extractor</b>	<b>3</b>	<b>0,09</b>
30	3	0,09
<b>Nevera</b>	<b>2</b>	<b>0,397</b>
220	1	0,22
177	1	0,177
<b>Informático</b>	<b>20</b>	<b>6,684</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>10</b>	<b>3</b>
300	10	3
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,355</b>
355	1	0,355
<b>Fotocopiadora</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Fax</b>	<b>1</b>	<b>0,135</b>
135	1	0,135
<b>Impresora doméstica</b>	<b>1</b>	<b>0,015</b>
15	1	0,015
<b>Impresora oficina</b>	<b>4</b>	<b>1,628</b>
13	1	0,013
450	1	0,45
165	1	0,165

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
1000	1	1
<b>Otros</b>	<b>2</b>	<b>0,051</b>
35	1	0,035
16	1	0,016
<b>Otros</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
<b>Otros</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
11000	1	11
<b>Sonido</b>	<b>1</b>	<b>0,12</b>
<b>Minicadena música</b>	<b>1</b>	<b>0,12</b>
120	1	0,12
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>6</b>	<b>10,4</b>
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>6</b>	<b>10,4</b>
2000	4	8
1200	2	2,4
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>5</b>	<b>10,74</b>
<b>Unidad exterior - Split</b>	<b>5</b>	<b>10,74</b>
1,7	1	1,7
2,46	1	2,46
1,75	1	1,75
1,38	1	1,38
3,45	1	3,45
<b>Total general</b>	<b>41</b>	<b>40,141</b>

*Tabla 13 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.

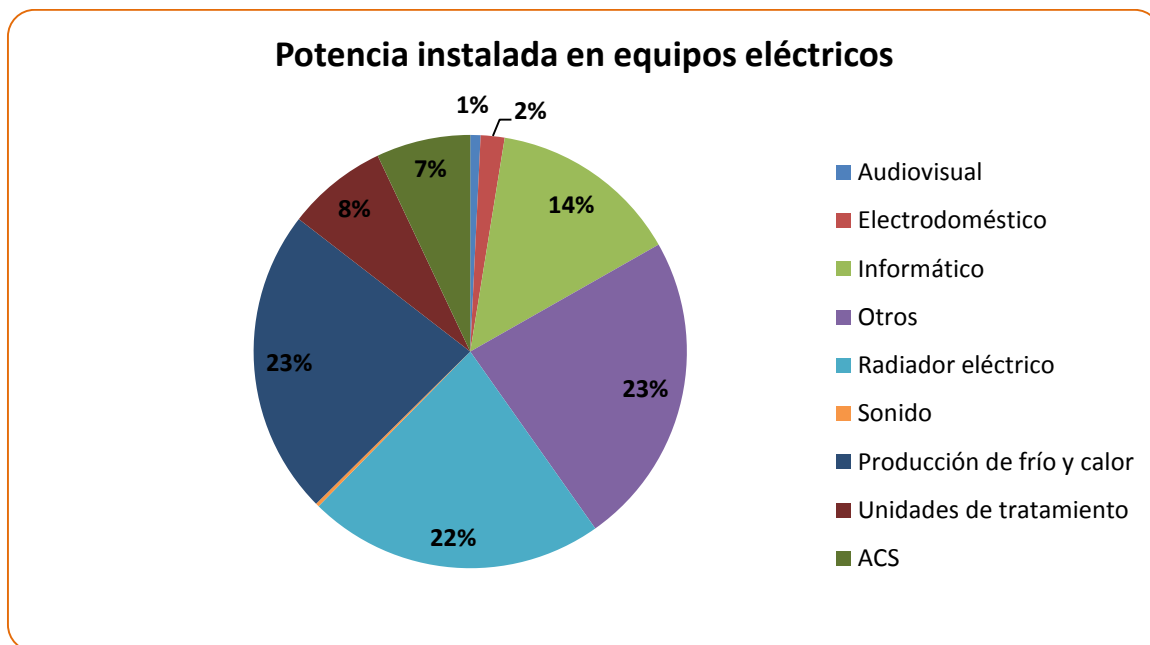


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

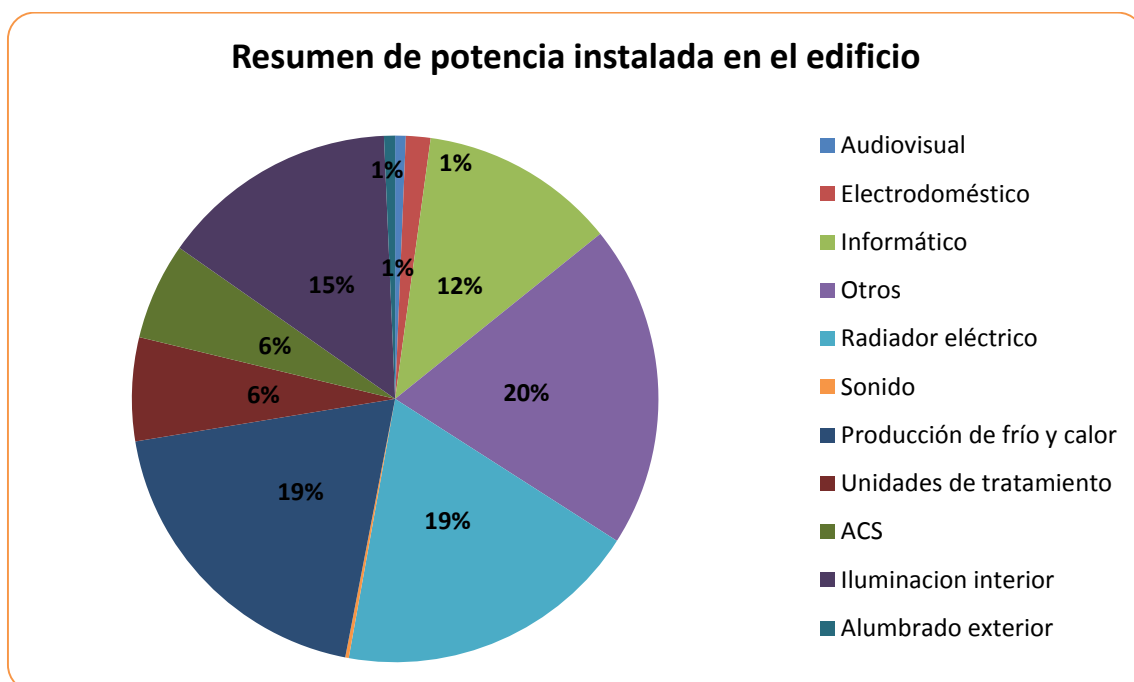



Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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:

<b>CUPS</b>	ES0031104203769001JV0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	60	60	60
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,29141
<b>Término de energía (€/kWh)</b>	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 del 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	342	1.686	349	7 /17 /12	44,73	700,57
31/01/2014	28/02/2014	321	1.439	272	10 /17 /13	32,13	622,57
28/02/2014	31/03/2014	288	749	230	6 /6 /8	38,94	583,81
31/03/2014	30/04/2014	216	677	217	7 /8 /1	33,49	545,95
30/04/2014	31/05/2014	216	637	245	4 /5 /2	22,56	545,05
31/05/2014	30/06/2014	332	761	259	9 /9 /4	12,69	555,94
30/06/2014	31/07/2014	386	833	337	7 /8 /3	15,74	594,06
31/07/2014	31/08/2014	319	604	215	6 /6 /2	5,34	538,11
31/08/2014	30/09/2014	410	834	275	9 /8 /4	38,68	604,04
30/09/2014	31/10/2014	272	793	288	6 /7 /4	38,74	593,45
31/10/2014	30/11/2014	294	1.021	274	7 /14 /5	26,39	595,46
30/11/2014	31/12/2014	327	1.372	270	7 /18 /5	22,04	648,05

Tabla 14 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **331,41 €/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).

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:

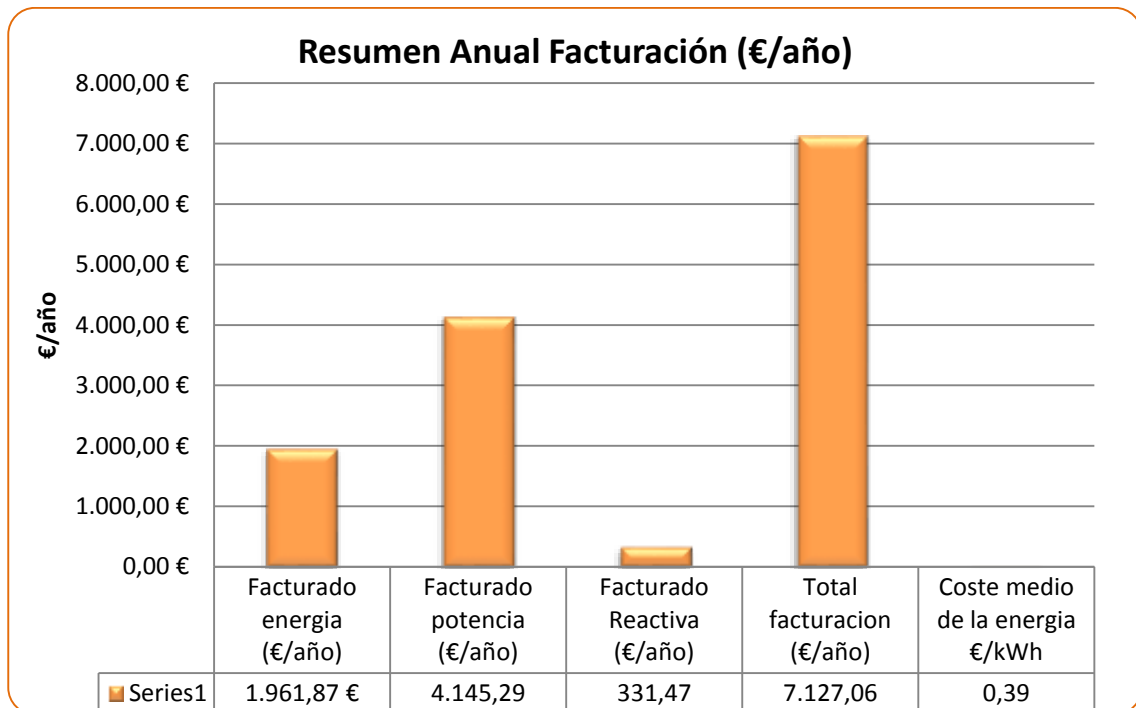


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

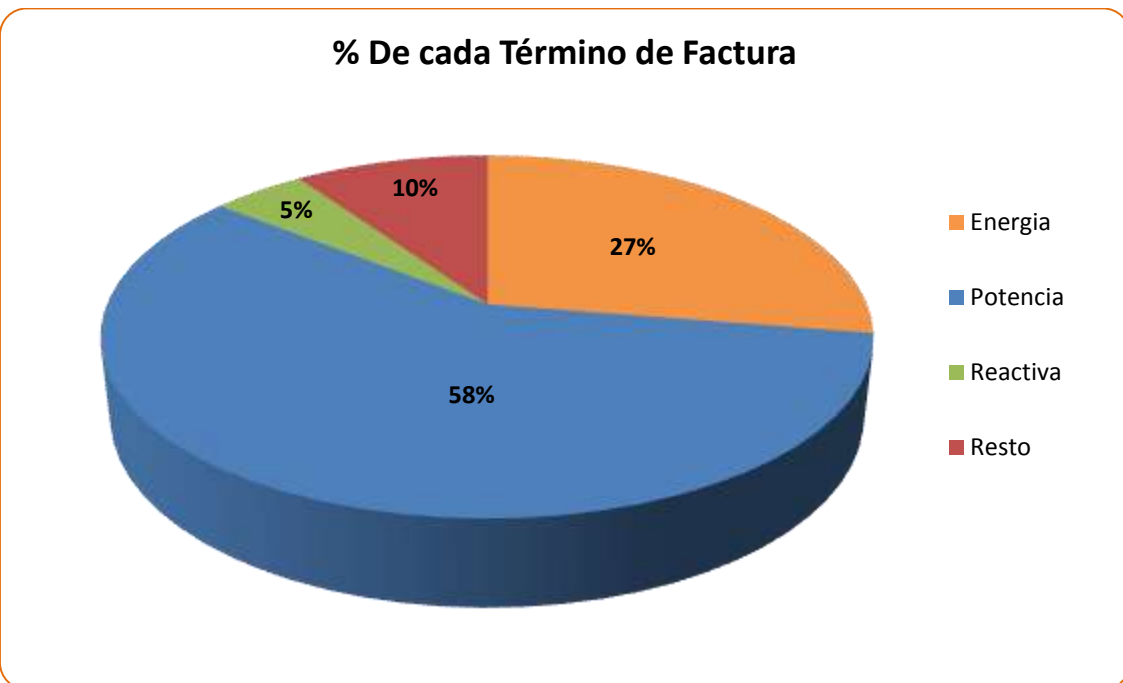


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

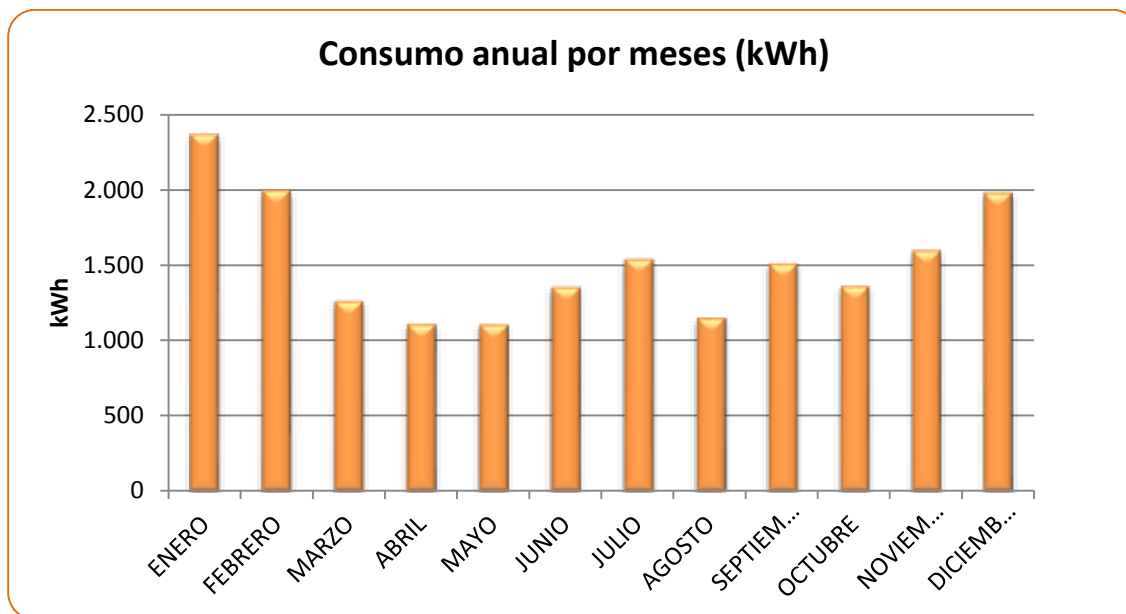


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

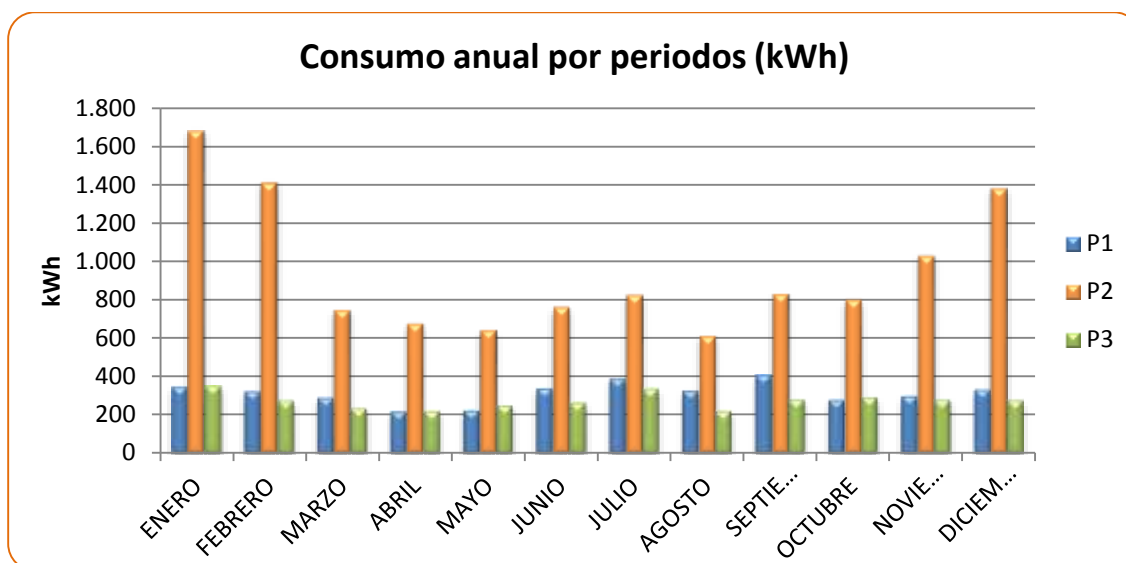



Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	18.360
Total Facturación (€)	7.127,06
Media mensual de consumo (kWh/mes)	1.530
Media mensual de coste (€/mes)	593,92
Coste medio energía (€/kWh)	0,388

Tabla 15 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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)	18.360	-	18.360
Coste (€/año)	7.127,06	-	7.127,06

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	Variable
Superficie total (m²)	550,00
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	8,09
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	0,37
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	46,96
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	55,42


Tabla 17 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	18.360,00
€/kWh	0,39
kWh/m² Total	33,38
€/m² Total	12,96
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO <sub>2</sub> /año	7,33
Kg CO <sub>2</sub> /m²	13,32
Pot. Iluminación en W/m²	14,71

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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>		<b>1306</b>
			<b>52</b>
			<b>Rev.07</b>

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

#### Potencia Activa (kW)

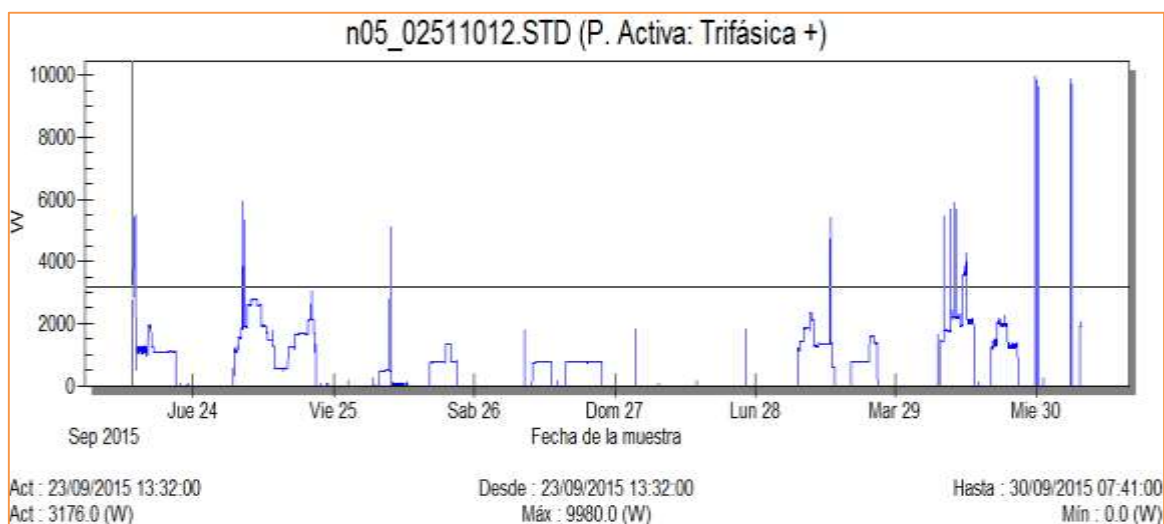


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 23/09/2015 al 30/09/2015

#### Factor de Potencia

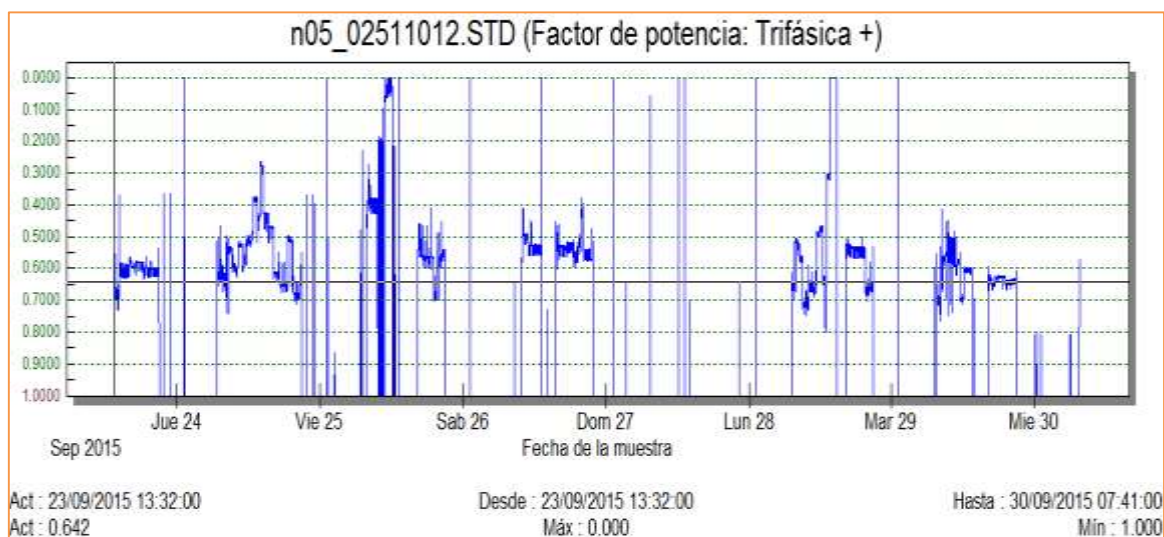


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

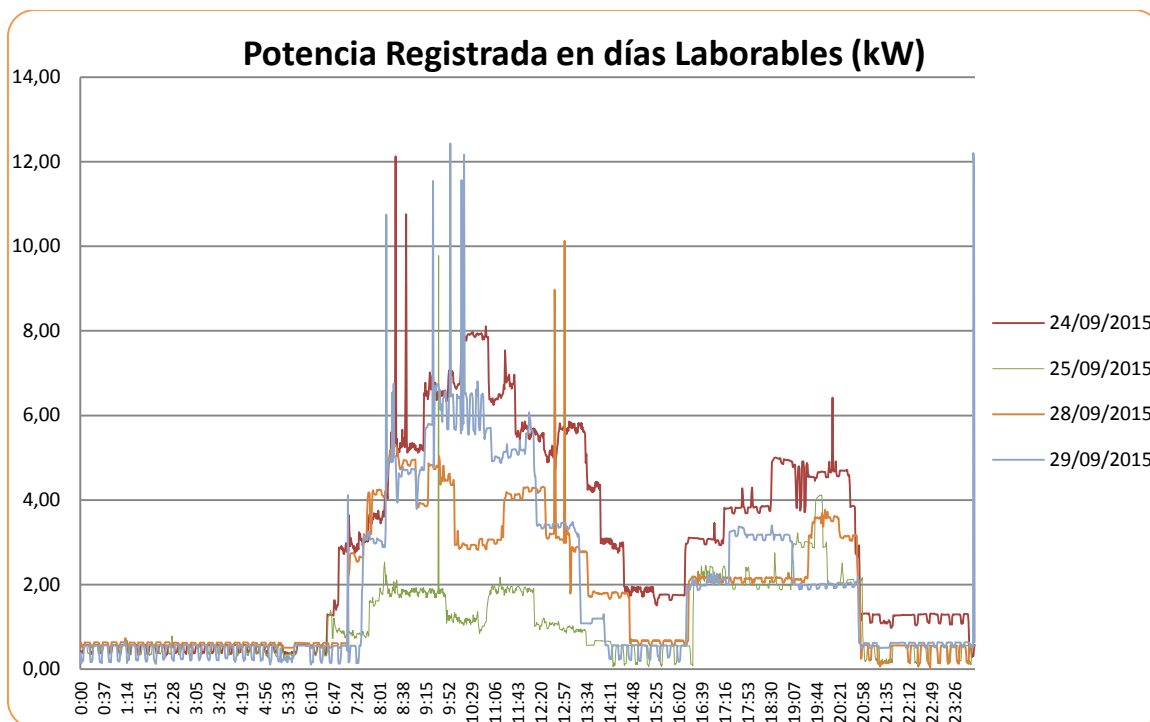


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborables (kW)

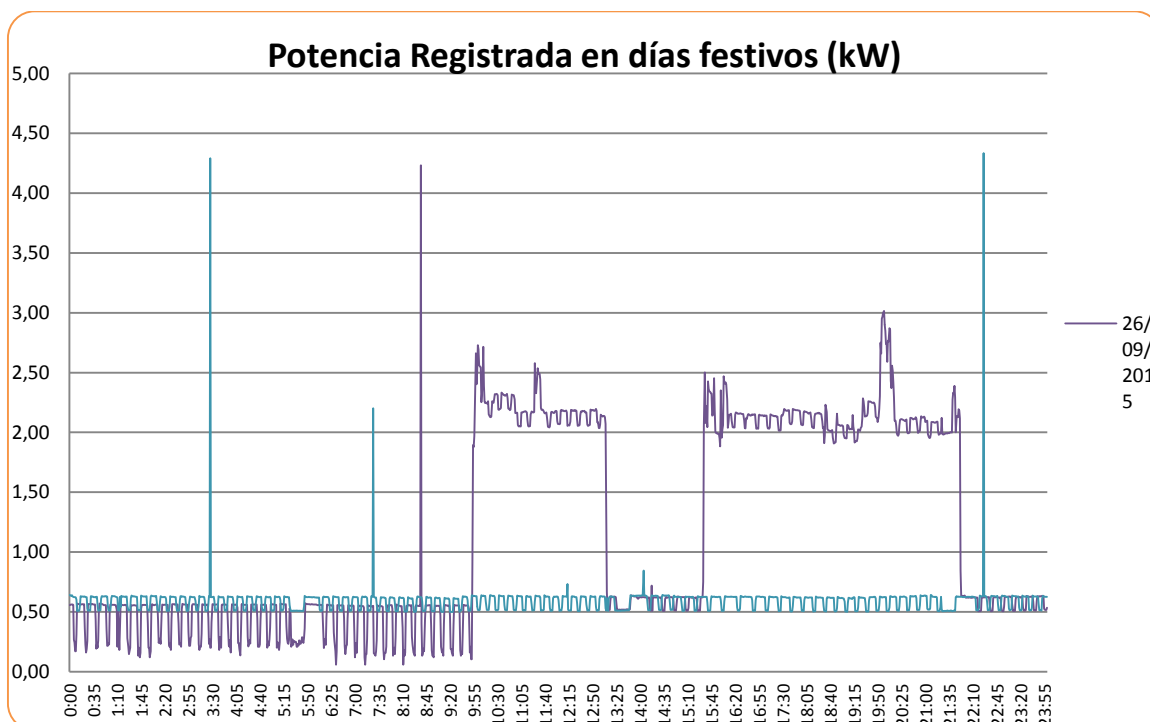



Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 que no existe una demanda de potencia fija de 0,5 kW.

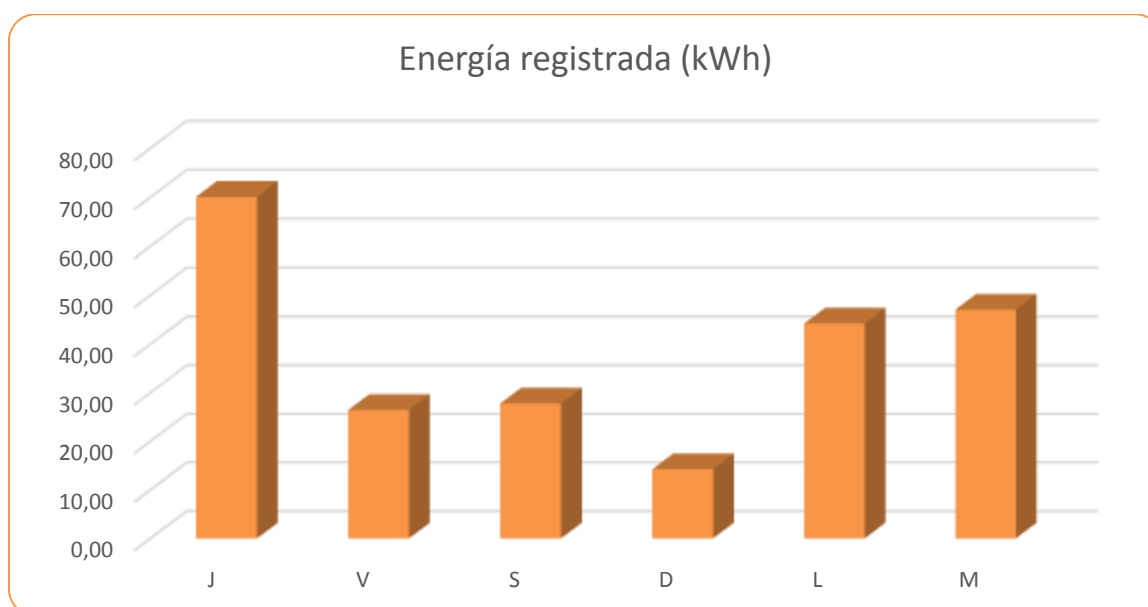
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 12,422kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso de 7:00 a 14:00 y 16:00 a 21:00

Durante los días laborables también se observa que desde las 21:00 hasta las 6:00 se hace uso de la iluminación exterior.

A lo largo de la medición realizada se ha podido ver como el domingo 27 /09/2016 fuera del horario de funcionamiento existe un consumo constante de 0,4 kW, éste puede ser debido a que se haya quedado encendido algún equipo eléctrico.

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



*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborables es de 1.032,53 kWh y durante los días festivos de 168,08 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 1.200,62 kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 11% inferior; 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.





	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

### 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 ( $\text{W/m}^2$ ) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría)*.

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

Ubicación	Potencia (W)	Área ( $\text{m}^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Defensor del ciudadano 2	172,8	9,00	421	300	4,56057007
Asociación esclerosis múltiple	345,6	24,00	512	300	2,8125
Escalera	259,2	12,00	178	150	12,1348315
Asociación de vecinos Huerto Porral	172,8	12,00	294	300	4,89795918
Distribuidor 3	172,8	4,00	433	150	9,97690531
Aseo femenino	150	6,00	196	150	12,755102
Aula	432	32,00	306	300	4,41176471
Salón de actividades	950,4	65,00	605	200	2,41678322
Aula de informática	345,6	31,00	243(*)	500	4,58781362

Tabla 19 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en el caso del Aula de Informática.

\*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 VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 23/09/2015 y 30/079/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

#### - Oficina Distrito 7 (Planta primera) – Orientación S

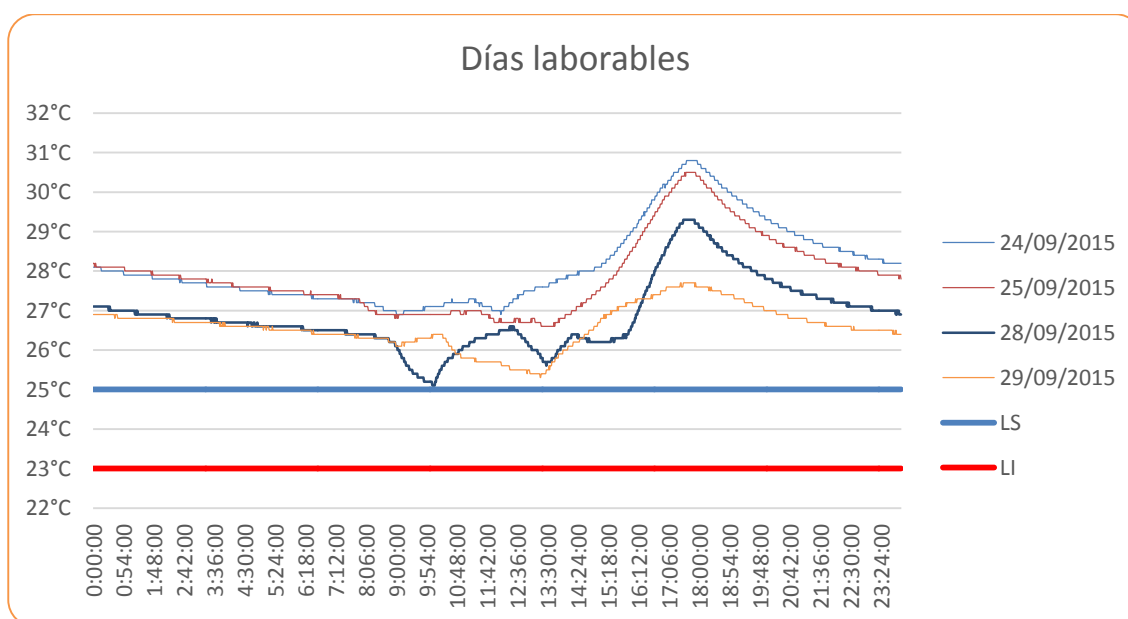


Gráfico 21 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

### Festivos y fines de semana

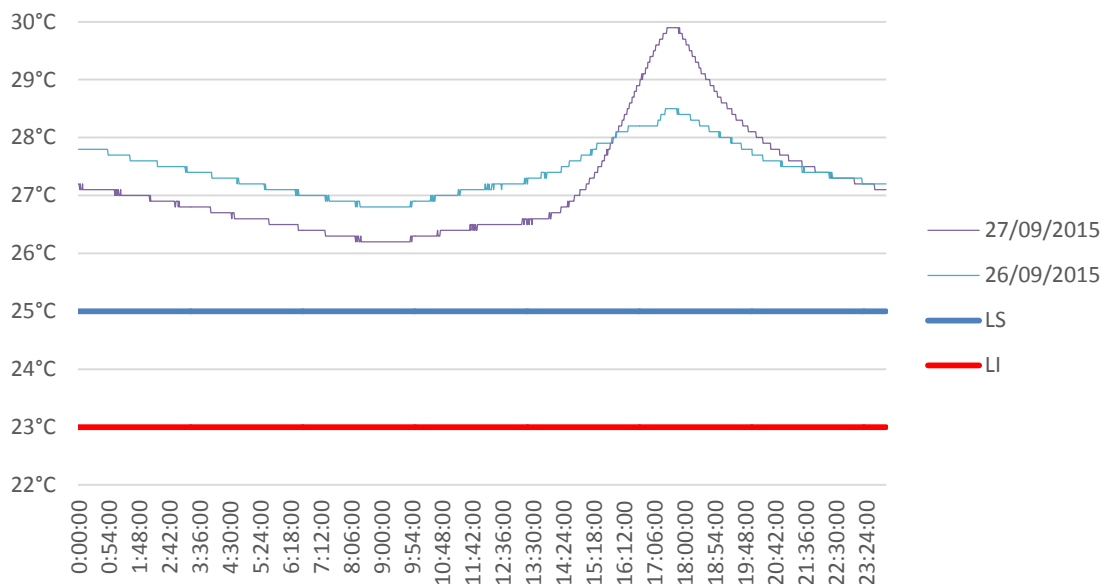


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

### Días laborables

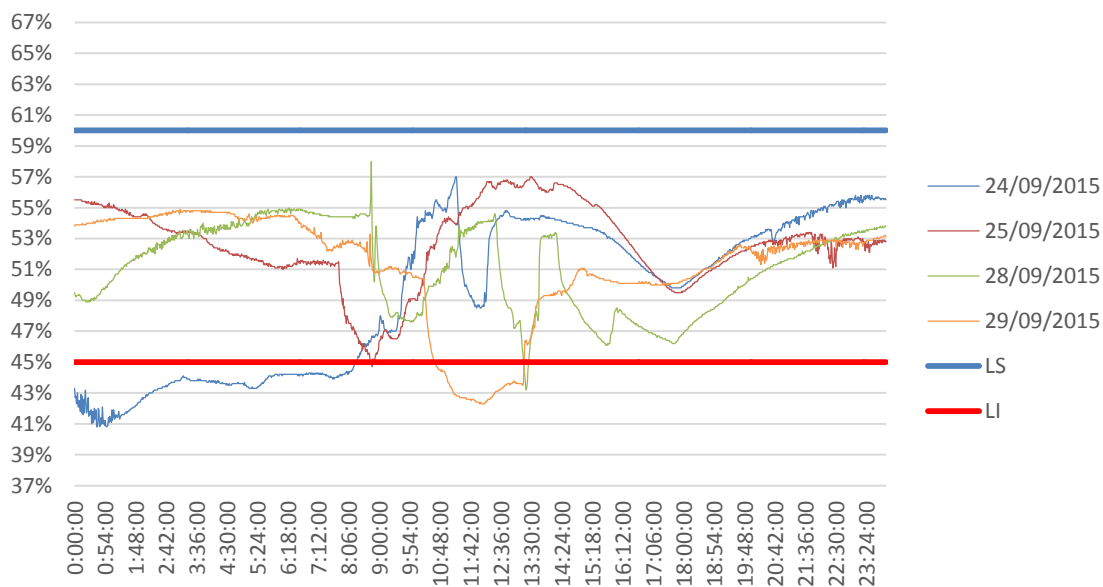


Gráfico 23 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



*Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos*

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo pared. Las temperaturas oscilan entre los 25°C y los 30,8°C durante los periodos de ocupación, superando los 25°C reglamentarios, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona.

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

La humedad se sitúa por entre los límites requeridos por la normativa en la mayor parte del día.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 25°C y los 30,8°C, lo cual indica un aporte escaso de refrigeración, muy por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C).
- ☐ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo desde las 8:30 hasta las 11:00 -12:00 y a partir de esa hora va aumentando.

### 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 C.



Imagen 12 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del Centro Cívico Divina Pastora.

#### 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:

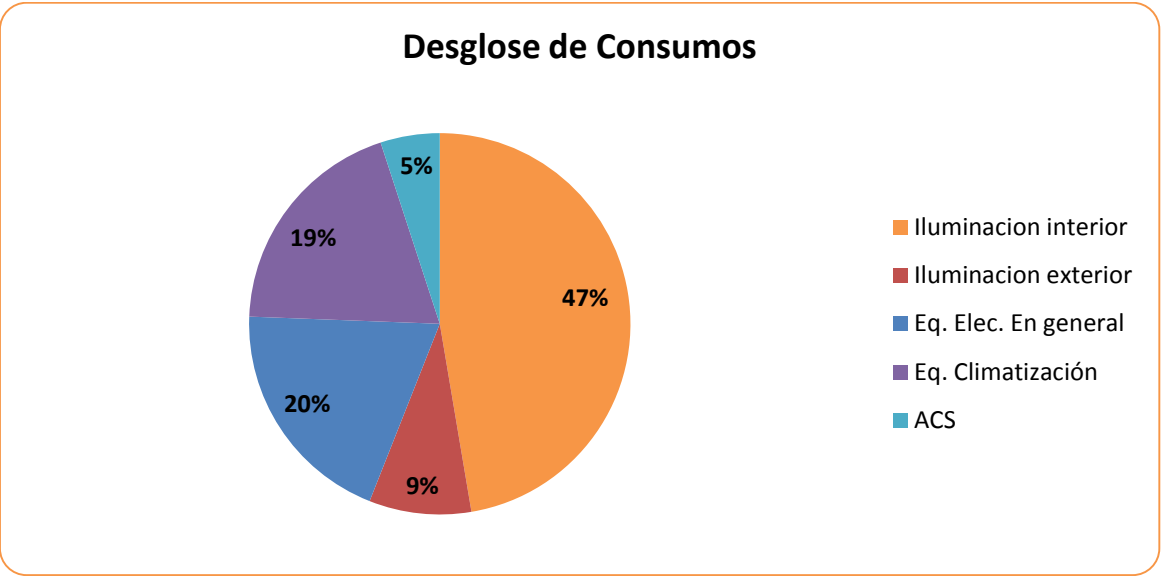


Gráfico 25 Desglose de consumos eléctricos

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

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 5%.

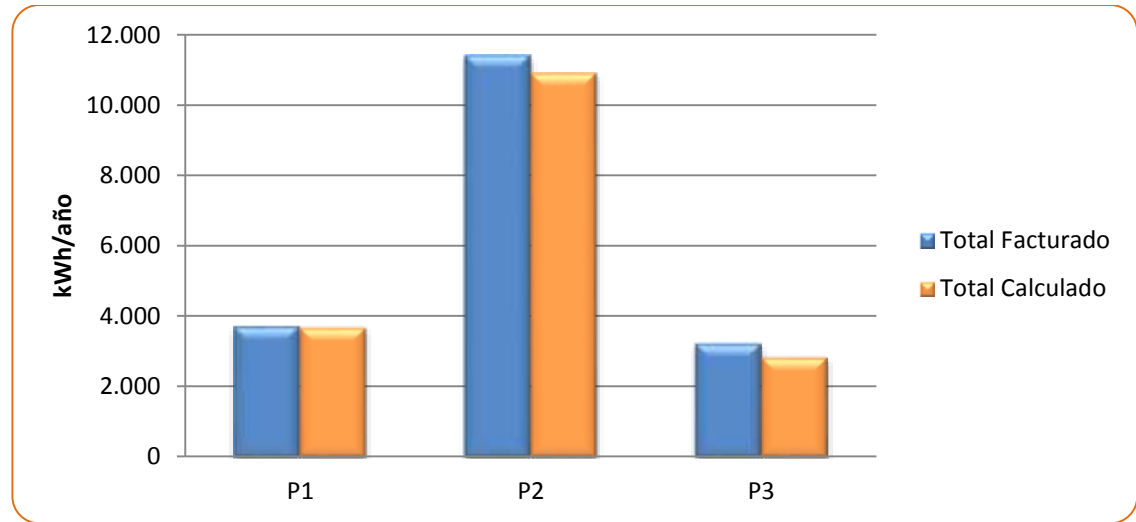


Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

 <b>SONINGEO ENERGY</b> SERVICIOS ENERGÉTICOS	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

#### **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.



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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.

#### 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:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	25,09%	69,39%	5,52%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,16915
Horas equivalentes (h/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 <sub>2</sub> evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
4.469	54,13%	24,34%	543,85 €	53,43 €	597,28 €	6.063,17 €	10,15	1,78

### 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	1306
		52
		Rev.07

## 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 27 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 **15 / 15/ 32 kW** para cada uno de los periodos.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

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

### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia 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	
60	60	60	15	15	32	2.973,54

### Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

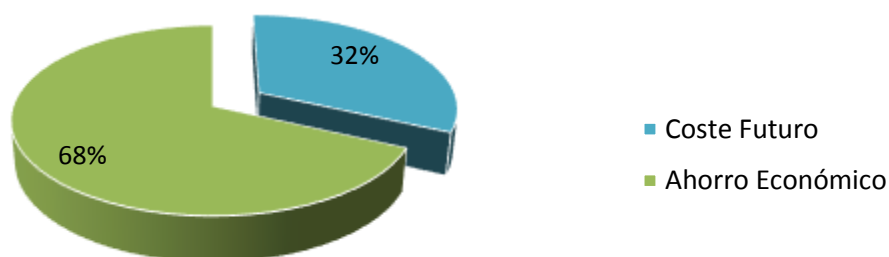


Gráfico 28 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

### 5.3 Instalación de batería de condensadores

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

#### Descripción de la mejora

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

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

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

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

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:


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

#### Aplicación de la mejora

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

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
24,64	2,5+5+10	17,5

Tabla 21 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 778,01 €.

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 <sub>2</sub> evitadas
kWh	%	€/año	€ <sup>1</sup>	años	Ton/año
--	--	348,42	778,01	2,23	--

Tabla 22 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.

<sup>1</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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 Electrónicos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

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.



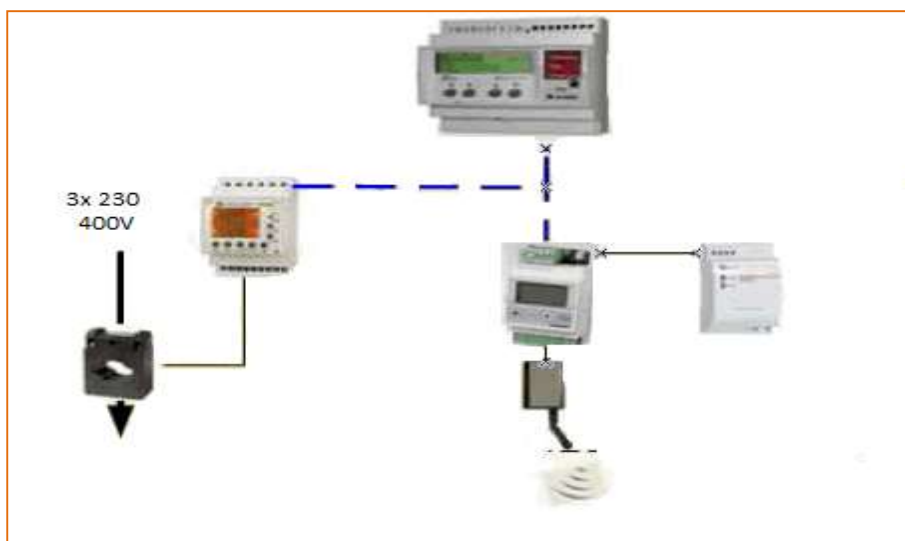
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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 datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

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 €.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO CIVICO DIVINA PASTORA</b>	<b>1306</b>
		<b>52</b>
		<b>Rev.07</b>

## **7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

### **7.1 Energía solar térmica**

No se considera su implantación ya que la demanda de agua caliente sanitaria en el centro es muy reducida, produciéndose de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo. Se trata de un uso muy esporádico.

### **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.

### **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 <sub>2</sub> evitadas
	kWh	% <sup>2</sup>	€/año	€ <sup>3</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación por Tecnología LED	4.469	54,13%	597,28 €	6.063,17 €	10,15	1,78
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	2.973,54 €	-	-	-
Instalación de batería de condensadores	-	-	348,42 €	778,01 €	2,23	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>9.460</b>	<b>-</b>	<b>1.507,27 €</b>	<b>6.333,29 €</b>	<b>4,20</b>	<b>3,77</b>

Tabla 23 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

La implantación de todas las actuaciones permitiría unos **ahorros económicos de 1.507,27 €/año** con un periodo de retorno de la inversión de aproximadamente **4,20 años**.

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

- 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.

<sup>2</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>3</sup> Todos los precios son sin IVA