



## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Policía Local y Bomberos San Pedro)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_22_20150217

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

<b>1. 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 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS .....	6
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	7
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo .....	10
1.4.4 Unidades Terminales.....	10
1.5 Iluminación.....	14
1.5.1 Iluminación interior .....	15
1.5.2 Iluminación exterior .....	16
1.5.3 Sistemas de control .....	17
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	17
1.6 Otros equipos .....	18
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	21
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>22</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	22
2.2 Consumos térmicos.....	28
2.1 Consumos energéticos totales .....	28
2.2 Índices energéticos.....	29
2.2.1 Índices energéticos eléctricos .....	29
2.2.2 Índices energéticos térmicos.....	29
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>	<b>30</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	30
3.1.1 Registros trifásicos .....	30
3.1.2 Registros monofásicos.....	33
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	35
3.3 Medidas térmicas.....	36
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	36
3.4 Análisis termográfico.....	39
3.5 Certificación energética .....	39
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>40</b>

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	40
4.2	Desglose de consumos térmicos .....	42
4.3	Contribución de energías renovables .....	42
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>43</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	43
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	45
5.3	Instalación de batería de condensadores .....	49
5.4	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	51
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>6</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	6
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	8
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	9
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>11</b>
7.1	Energía solar térmica.....	11
7.2	Biomasa .....	11
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	11
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

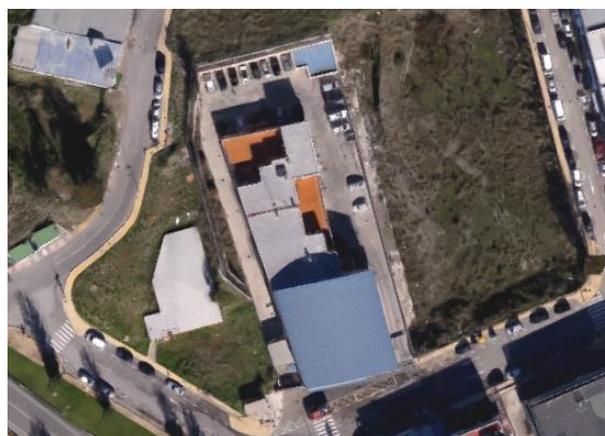
Denominación del Centro	Policía local y Bomberos de <u>San Pedro</u>
Dirección	C/ Carril de Picaza, 29670 Marbella (Málaga)
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Policía: Inspector destacamento Ricardo del Río 650 970 356
Número de edificios	2

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones de la Policía Local y Bomberos que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Carril de Picaza** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**. Se trata de un edificio dividido en dos zonas; una para la policía y otra para bomberos además de un lavadero de coches.



*Imagen 1 Vista general de las instalaciones*



*Imagen 2 Vista aérea del edificio*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m <sup>2</sup>	Nº personas	Horario	Año de construcción
Edificio principal	2	1775,2	14	24 h Todo el año	1990
Edificio lavadero	1	-	2	2 veces/semana	-

*Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos*

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
DCO	2	07:00-15:00	Administrativo
Recepción	2	24 horas	-
Objetos perdidos	1	07:00-15:00	Administrativo
Inspector	1	-	Administrativo
Tráfico	1	07:00-15:00	Administrativo
Atestados	2	24 horas	Administrativo
Bomberos	5	24 horas	-
Lavadero policía	2	Par de veces por semana	-

*Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio*

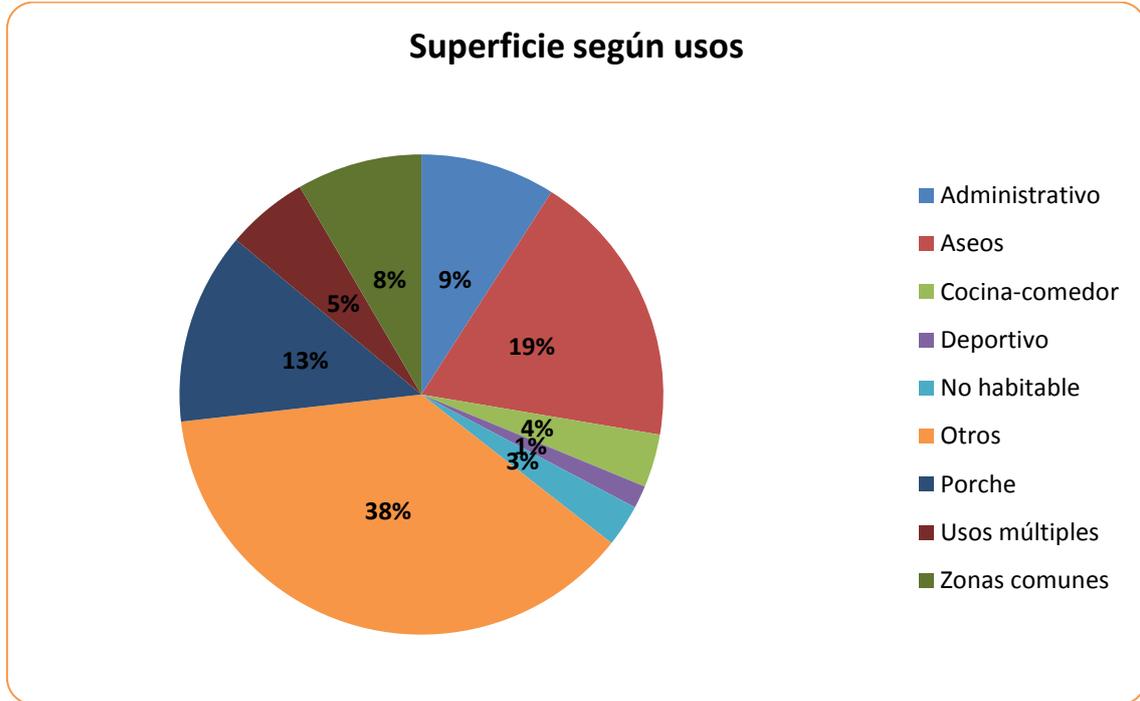
## 1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta 1	Sup. Total (m <sup>2</sup> )
Administrativo	119,70	46,50	166,20
Aseos	240,60	102,50	343,10
Cocina-comedor	53,00	13,00	66,00
Deportivo	28,00	--	28,00
No habitable	52,10	--	52,10
Otros	586,50	105,00	691,50
Porche	--	238,00	238,00
Usos múltiples	48,00	53,00	101,00
Zonas comunes	106,50	47,70	154,20
<b>Sup. Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1.234,40</b>	<b>605,70</b>	<b>1.840,10</b>

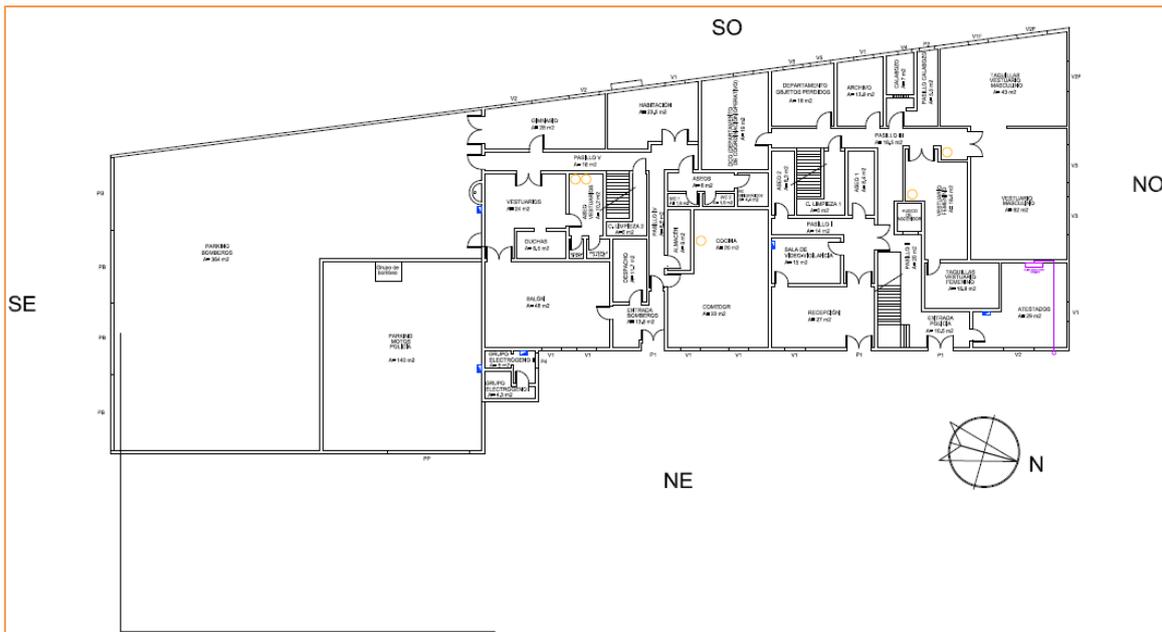
*Tabla 4 Distribución de Superficie por usos*

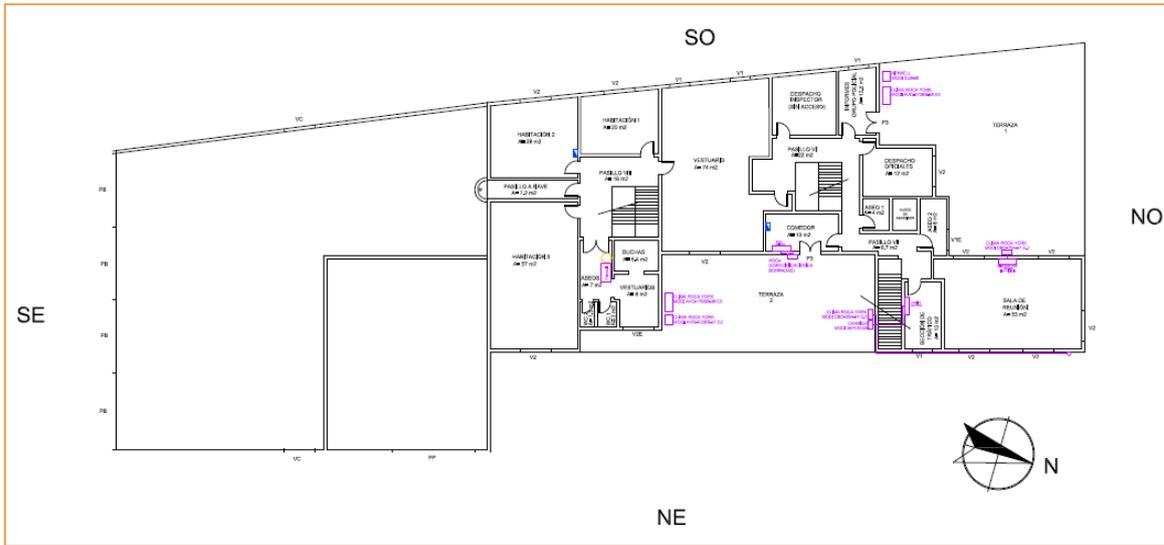
A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona que más comprende (con un 38%) es la zona dedicada a "otros" usos, aquí se encuentran los parking de bomberos y policía que tienen una gran superficie. En segundo lugar están los aseos con un 19%.



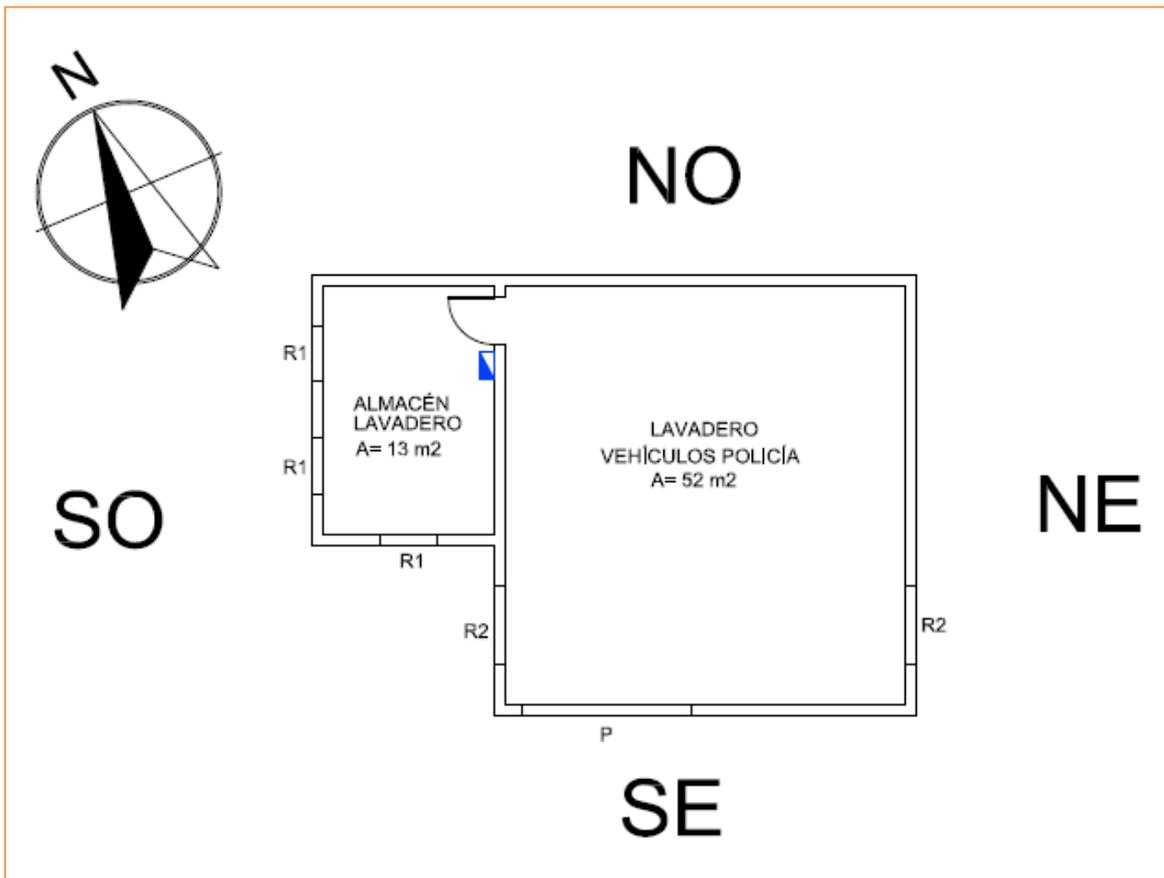
*Gráfico 1 Superficie según Usos*

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





*Plano 2 Planta Primera*



*Plano 3 Lavadero Policía*

### 1.3 Envoltente y cerramientos

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

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

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

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1990; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas Normas Básicas de la Edificación.

Todas las fachadas presentan las mismas características constructivas; presentan un acabado liso continuo terminado con bikril en colores tierra. Las cubiertas son planas excepto el pabellón del parking que es curva. Todas las carpinterías son de aluminio en color blanco y de cristal doble excepto en los aseos y vestuarios donde hay vidrios esmerilados.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

#### 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 cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared y conductos). 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.

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio Principal (Policía)	0	Vestuario masculino (Pasillo III)	1,60	100
Edificio Principal (Policía)	0	Vestuario femenino	1,60	100
Edificio Principal (Bomberos)	0	Cocina	1,00	50
Edificio Principal (Bomberos)	0	Aseos vestuarios	1,00	50
Edificio Principal (Bomberos)	0	Aseos vestuarios	1,60	100
Edificio Principal (Bomberos)	1	Aseo	1,00	50

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

### 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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Terraza 1	Terraza 1	Terraza 2	Terraza 1
Zona de tratamiento	Recepción, Sala de video-vigilancia, Archivo, Departamento objetos perdidos, DCO	Despacho inspector, Informes grupo policial, Despacho oficiales	Atestados	Sala de reunión
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	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	CLIMA ROCA YORK	AIRWELL	CLIMA ROCA YORK	CLIMA ROCA YORK
Modelo	AVO-170BB-38 E2	OU8 28	DBO-35A-21 E.5	DBO-70A-21 E.1
Refrigerante	<b>R22</b>	<b>R410a</b>	<b>R22</b>	<b>R22</b>
Año de instalación	<b>2003</b>	<b>2003</b>	<b>2003</b>	<b>2003</b>
Tipo Unidad interior	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>16,00</b>	<b>7,92</b>	<b>3,40</b>	<b>6,50</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	6,49	3,60	1,18	2,70
EER	<b>2,47</b>	<b>2,20</b>	<b>2,88</b>	<b>2,41</b>
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	<b>17,80</b>	<b>8,55</b>	<b>3,50</b>	<b>7,70</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	6,49	3,60	1,18	2,70
COP	<b>2,74</b>	<b>2,38</b>	<b>2,97</b>	<b>2,85</b>
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-D	L-D	L-D	L-D
horario funcionamiento	24h	24h	24h	24h
Sistema de gestión centralizado	Si	Si	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	Fuera de servicio	En servicio	Fuera de servicio

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

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Terraza 2	Terraza 2	Terraza 2	Terraza 2
Zona de tratamiento	Sección de trafico	Comedor	Comedor-cocina, Habitación, Salón	Habitación 1, Habitación 2 y Habitación 3
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	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	CARRIER	ROCA	CLIMA ROCA YORK	CLIMA ROCA YORK
Modelo	38YVE009	DBO 20 A	AVO-170BB-38 E2	AVO-100BB-21 E2
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R22</b>	<b>R22</b>	<b>R22</b>
Año de instalación	<b>2013</b>	-	<b>2003</b>	<b>2003</b>
Tipo Unidad interior	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>2,40</b>	<b>2,10</b>	<b>16,00</b>	<b>10,00</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	0,80	0,79	6,49	3,20
EER	<b>3,00</b>	<b>2,66</b>	<b>2,47</b>	<b>3,13</b>
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	<b>3,00</b>	<b>2,20</b>	<b>17,80</b>	<b>10,30</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,90	0,79	6,49	3,20
COP	<b>3,33</b>	<b>2,78</b>	<b>2,74</b>	<b>3,22</b>
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-D	L-D	L-D	L-D
horario funcionamiento	24h	24h	24h	24h
Sistema de gestión centralizado	No	No	SI	SI
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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



*Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización*

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

Calefacción	70,85 kW
Refrigeración	64,32 kW

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

### 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria
Edificio	Edificio Pincipal	Edificio Pincipal
Ubicación	Parking motos policia	Parking motos policia
Denominación	B1	B2
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	VENETO	VENETO
Modelo	V20 6	V20 6
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	21.600,00	21.600,00
Presión disponible (m.c.a.)	70,0	70,0
Potencia abs (kW)	4,00	4,00

Tabla 9 Características grupos de bombeo



Imagen 6 Grupos de bombeo

### 1.4.4 Unidades Terminales

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

#### Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de diferentes tipologías (pared y conductos) que funcionan en combinación con las unidades exteriores como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

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.

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	190,50	32,85	172,44
Cocina-comedor	66,00	20,00	303,03
Usos múltiples	114,80	7,70	67,07
Otros	128,50	10,30	80,16
<b>Total</b>	<b>499,80</b>	<b>70,85</b>	<b>141,76</b>

Tabla 10 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

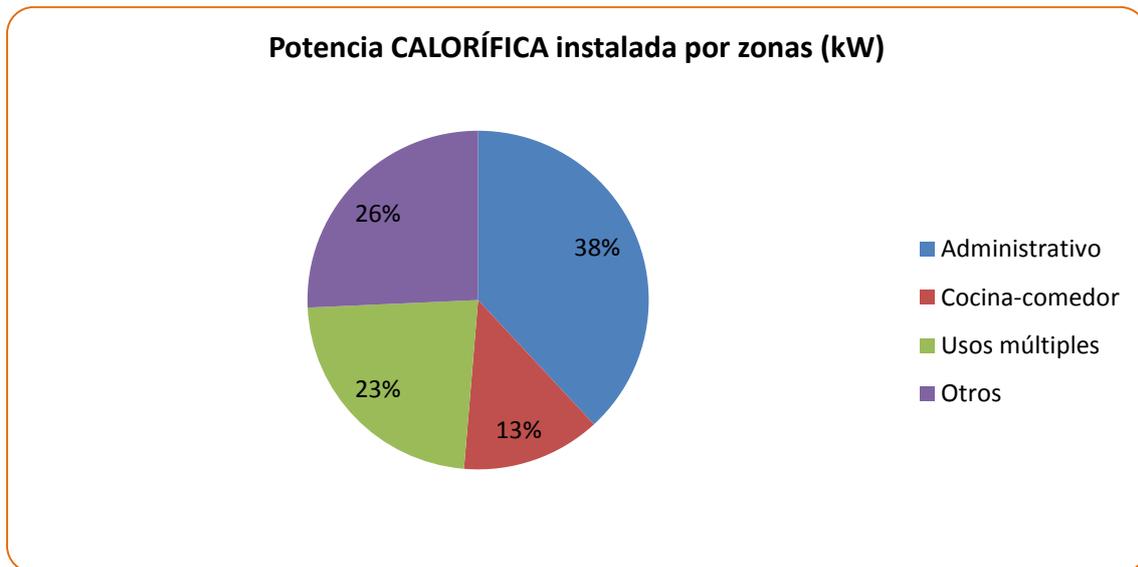


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

### Porcentaje de superficie CALEFACTADA

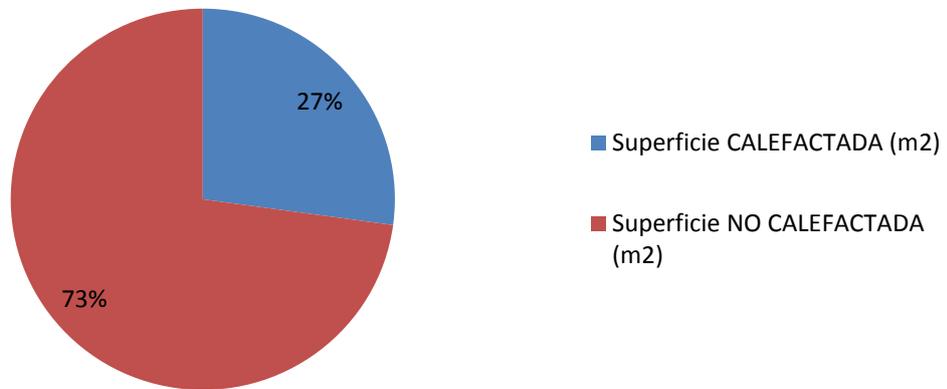


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	190,50	29,72	156,01
Cocina-comedor	66,00	18,10	274,24
Usos múltiples	114,80	6,50	56,62
Otros	128,50	10,00	77,82
<b>Total</b>	<b>499,80</b>	<b>64,32</b>	<b>128,69</b>

Tabla 11 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

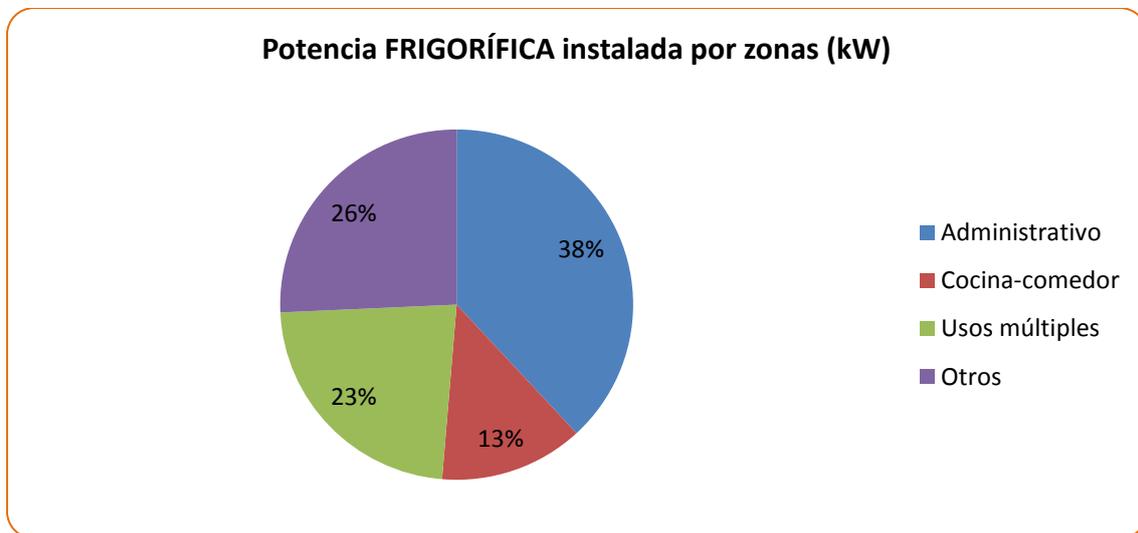


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

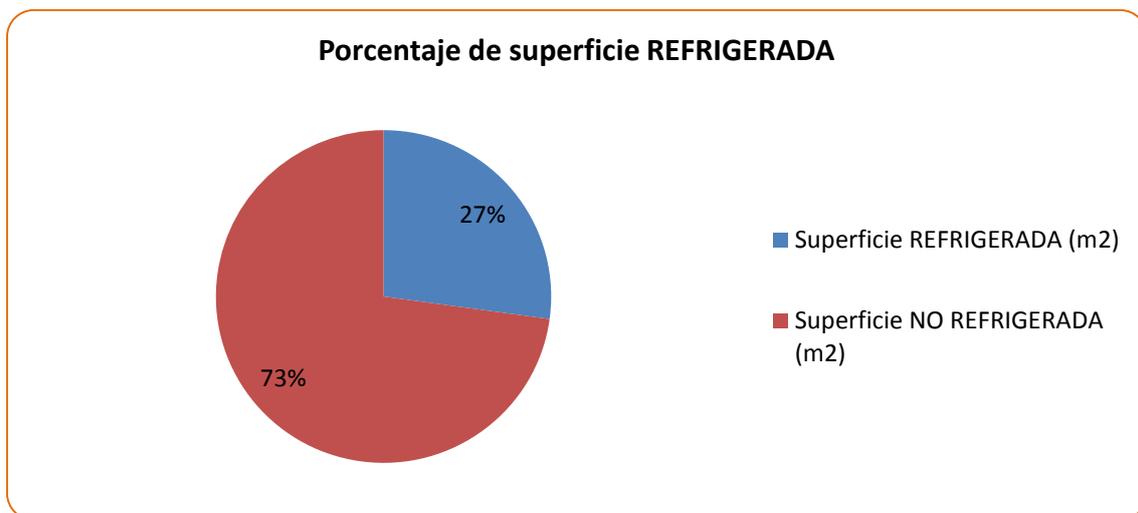


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 21,45 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.

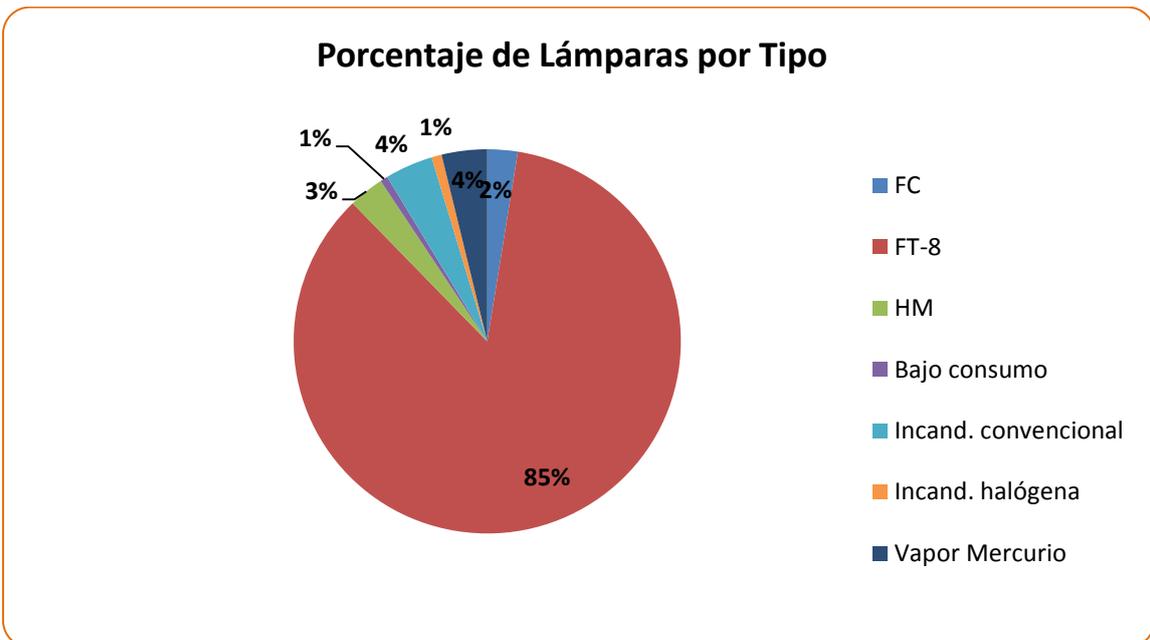


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	147	14,05
FT-8	133	9,85
1	38	1,64
36	38	1,64
4	76	6,57
18	76	6,57
2	19	1,64
36	19	1,64
Vapor Mercurio	14	4,20
1	14	4,20
250	14	4,20
-	29	1,28
Incand. convencional	19	0,82
1	19	0,82
60	3	0,18
40	16	0,64
FC	6	0,22
2	6	0,22
18	6	0,22
Bajo consumo	3	0,04
1	3	0,04
13	3	0,04
Incand. halógena	1	0,20
4	1	0,20
50	1	0,20
<b>Total general</b>	<b>176</b>	<b>15,32</b>

Tabla 12 Resumen de lámparas instaladas

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



*Imagen 7 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)
EM	8	2,11
FT-8	4	0,91
9	2	0,78
36	2	0,78
3	2	0,13
18	2	0,13
Vapor Mercurio	4	1,20
1	4	1,20
250	4	1,20
-	14	4,02
HM	14	4,02
1	14	4,02
150	9	1,62
400	5	2,40
<b>Total general</b>	<b>22</b>	<b>6,13</b>

*Tabla 13 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 8 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### **1.5.3 Sistemas de control**

La iluminación de los pasillos se encuentra se regula mediante detectores de presencia.

Sin embargo, no existe ningún tipo de control del alumbrado exterior.

### **1.5.4 Condiciones de funcionamiento**

Dado que las secciones de iluminación del centro 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 como media durante unas once horas al año.

### 1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
<b>Audiovisual</b>	<b>8</b>	<b>1,572</b>
<b>DVD/CD</b>	<b>1</b>	<b>0,022</b>
22	1	0,022
<b>Televisión Tubo</b>	<b>3</b>	<b>0,9</b>
300	3	0,9
<b>Televisión LCD</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>
250	2	0,5
<b>TDT</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
50	1	0,05
<b>Equipo de vídeo</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>
100	1	0,1
<b>Electrodoméstico</b>	<b>17</b>	<b>12,53</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
350	1	0,35
<b>Horno</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Microondas</b>	<b>3</b>	<b>2,4</b>
800	3	2,4
<b>Extractor</b>	<b>3</b>	<b>0,09</b>
30	3	0,09
<b>Cafetera</b>	<b>2</b>	<b>2,36</b>
1100	1	1,1
1260	1	1,26
<b>Nevera</b>	<b>2</b>	<b>0,44</b>
220	2	0,44
<b>Campana extractora</b>	<b>1</b>	<b>0,09</b>
90	1	0,09
<b>Máquina expendedora</b>	<b>2</b>	<b>1,2</b>
600	2	1,2
<b>Máquina expendedora café</b>	<b>1</b>	<b>1,8</b>
1800	1	1,8
<b>Lavadora</b>	<b>1</b>	<b>2,3</b>
2300	1	2,3
<b>Informático</b>	<b>21</b>	<b>10,006</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>9</b>	<b>2,7</b>
300	9	2,7
<b>Rack</b>	<b>1</b>	<b>0,36</b>
360	1	0,36

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,39</b>
390	1	0,39
<b>Fotocopiadora</b>	<b>3</b>	<b>4,5</b>
1500	1	1,5
1600	1	1,6
1400	1	1,4
<b>Ordenador Portátil</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>
150	2	0,3
<b>Telefonía</b>	<b>1</b>	<b>0,64</b>
640	1	0,64
<b>Router</b>	<b>1</b>	<b>0,016</b>
16	1	0,016
<b>Impresora oficina</b>	<b>1</b>	<b>0,76</b>
760	1	0,76
<b>Servidor</b>	<b>1</b>	<b>0,09</b>
90	1	0,09
<b>Impresora doméstica</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>
250	1	0,25
<b>Otros</b>	<b>15</b>	<b>53,715</b>
<b>Secador de manos</b>	<b>10</b>	<b>16,5</b>
1650	10	16,5
<b>Decodificador Sat.</b>	<b>1</b>	<b>0,015</b>
15	1	0,015
<b>Compresor</b>	<b>2</b>	<b>2,2</b>
1100	2	2,2
<b>Máquina agua a presión</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
3000	1	3
<b>Grupo electrógeno</b>	<b>1</b>	<b>32</b>
32000	1	32
<b>Sonido</b>	<b>9</b>	<b>0,365</b>
<b>Altavoz</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
20	1	0,02
<b>Radio-CD</b>	<b>4</b>	<b>0,13</b>
30	1	0,03
20	1	0,02
40	2	0,08
<b>Amplificador</b>	<b>1</b>	<b>0,06</b>
60	1	0,06
<b>Equipo de música</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
50	1	0,05
<b>Sistema audio 2.1</b>	<b>1</b>	<b>0,07</b>

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
70	1	0,07
<b>Equipo sonido</b>	<b>1</b>	<b>0,035</b>
35	1	0,035
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>3,5</b>
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>3,5</b>
1000	1	1
2500	1	2,5
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>8</b>	<b>25,35</b>
<b>Sistema autónomo de expansión directa tipo</b>		
<b>BdC - Multisplit</b>	<b>4</b>	<b>19,78</b>
6,49	2	12,98
3,6	1	3,6
3,2	1	3,2
<b>Sistema autónomo de expansión directa tipo</b>		
<b>BdC - Split</b>	<b>4</b>	<b>5,57</b>
1,18	1	1,18
2,7	1	2,7
0,9	1	0,9
0,79	1	0,79
<b>Distribución - Bombas</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
<b>Bomba</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
4	2	8
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>0,055</b>
<b>Ventilador</b>	<b>1</b>	<b>0,055</b>
55	1	0,055
<b>ACS</b>	<b>6</b>	<b>7,8</b>
<b>Termo-acumulador eléctrico</b>	<b>6</b>	<b>7,8</b>
1,6	3	4,8
1	3	3
<b>Total general</b>	<b>89</b>	<b>122,893</b>

Tabla 14 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.

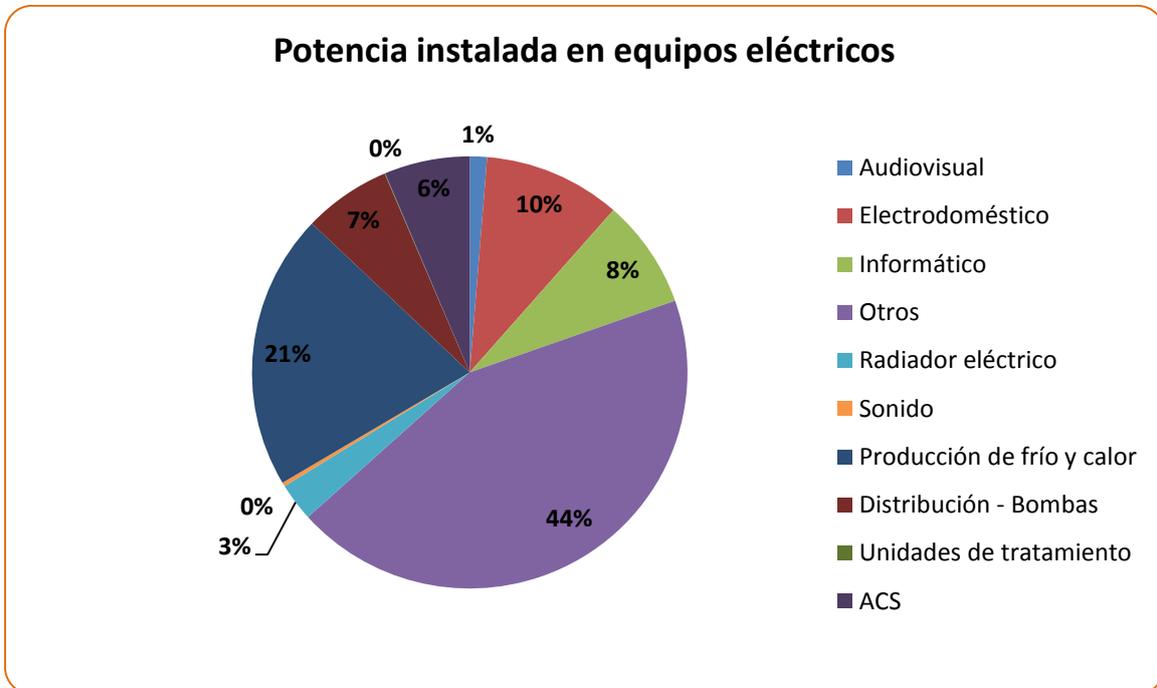


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

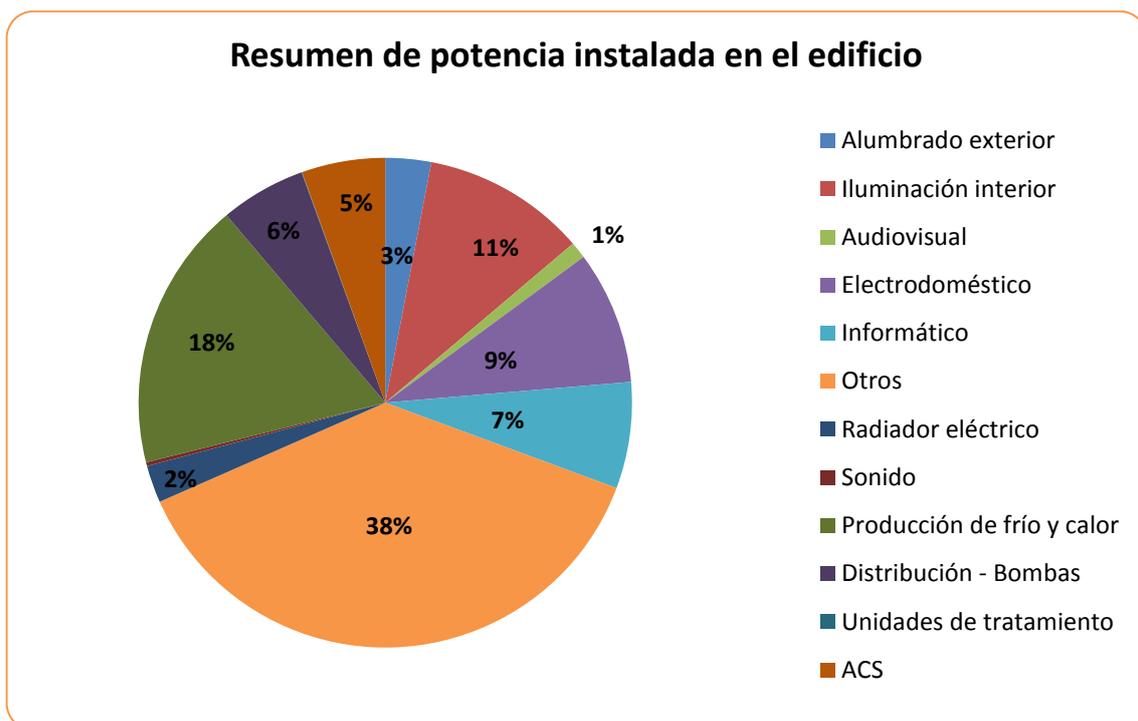


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

## 2. CONSUMOS ANUALES

### 2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Este edificio consta con dos puntos de suministro: uno para la zona correspondiente a bomberos y otro para la correspondiente a la policía.

#### PUNTO DE SUMINISTRO - BOMBEROS

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

<b>CUPS</b>	ES0031104225212001JW0F	<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>	40	40	40
<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 de 2014 a Enero de 2015 hasta Noviembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
07/01/2014	05/02/2014	831	1.935	1.061	16 /16 /12	12,85	651,64
05/02/2014	05/03/2014	788	1.831	1.113	15 /15 /12	22,80	646,36
05/03/2014	03/04/2014	482	1.278	702	10 /13 /9	8,56	503,61
03/04/2014	06/05/2014	485	1.562	990	8 /11 /9	26,86	608,43
06/05/2014	04/06/2014	308	1.073	682	6 /9 /8	14,68	461,67
04/06/2014	04/07/2014	365	1.262	764	9 /9 /9	23,27	518,32
04/07/2014	06/08/2014	506	1.833	1.127	11 /12 /10	34,41	666,98
06/08/2014	03/09/2014	521	1.921	1.122	10 /13 /13	37,78	642,40
03/09/2014	03/10/2014	471	1.678	885	9 /12 /9	40,29	607,98
03/10/2014	06/11/2014	514	1.605	992	9 /9 /8	27,08	632,19
06/11/2014	04/12/2014	661	1.512	851	14 /13 /11	18,32	575,00
04/12/2014	07/01/2015	1.004	2.297	1.504	16 /14 /12	17,44	813,23

Tabla 15 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **284,34€/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	40	40	40
Potencia registrada (kW)	16	16	13

Tabla 16 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 ha recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

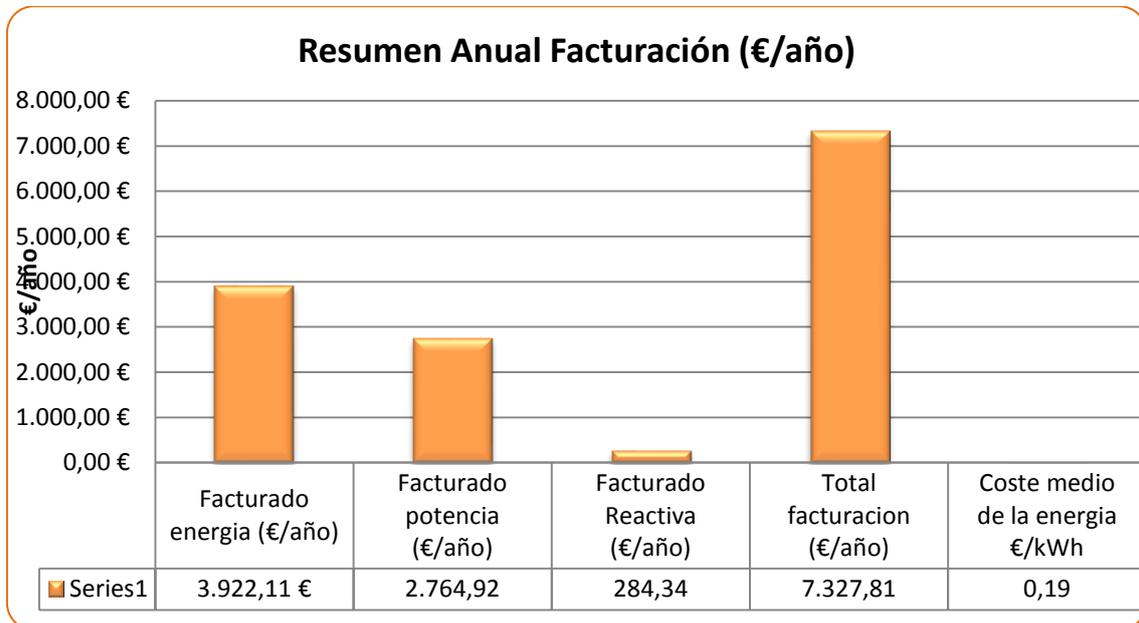


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

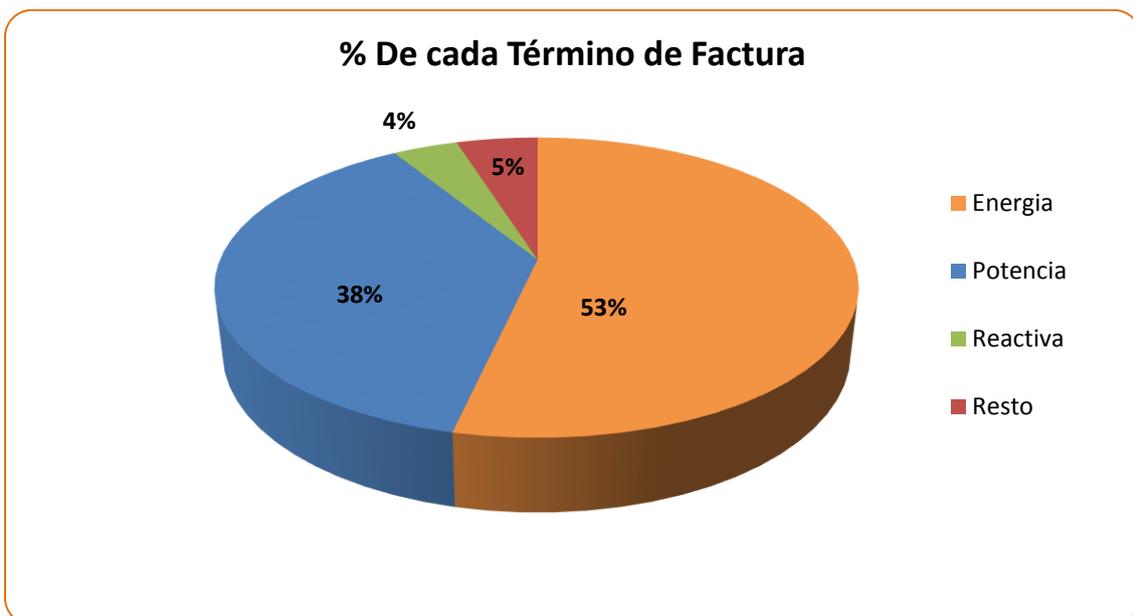


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

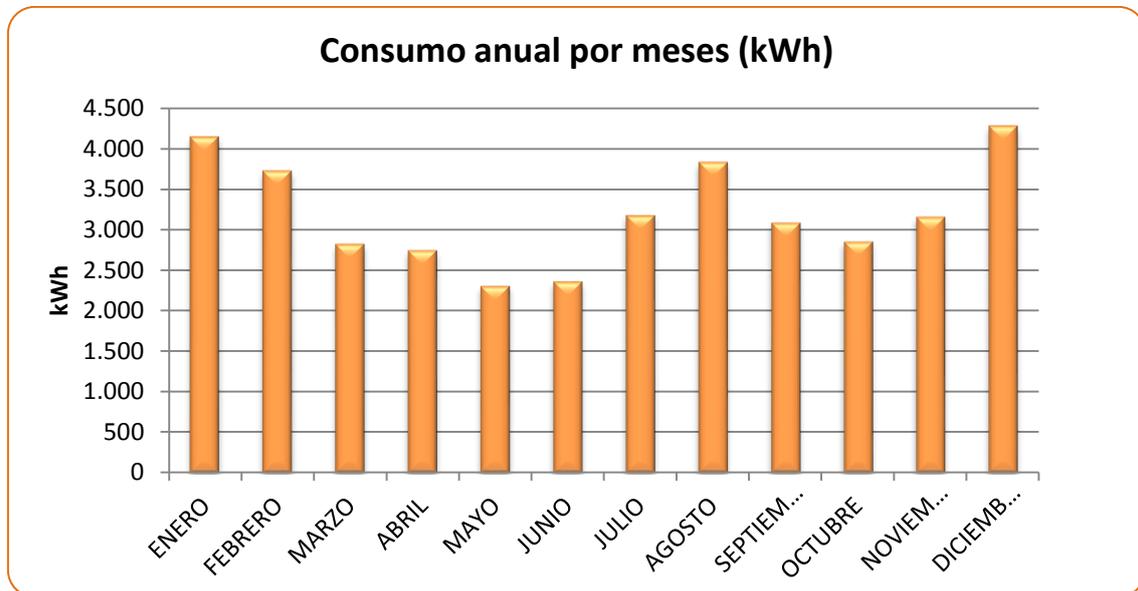


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

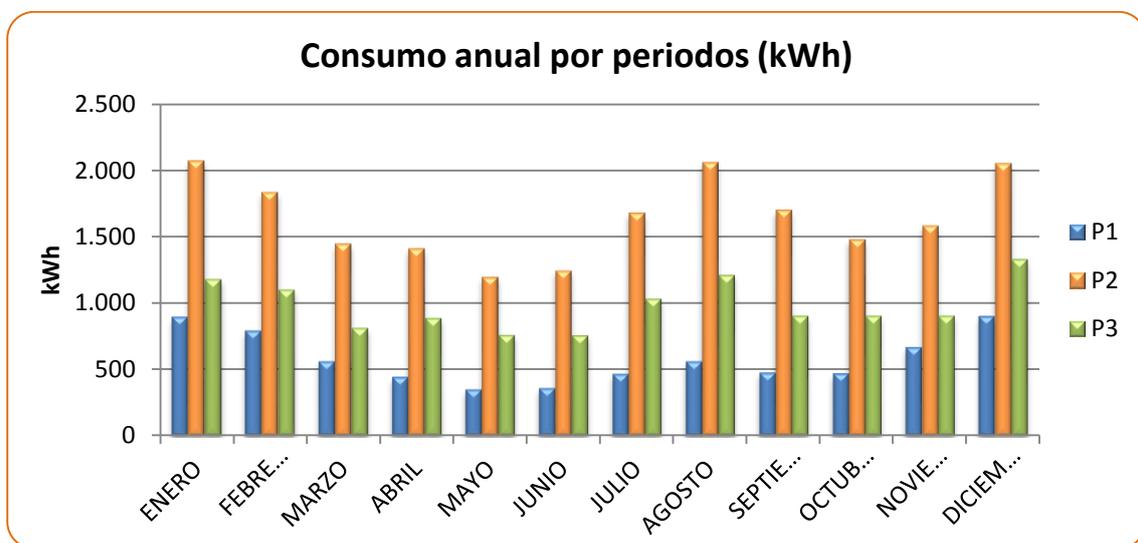


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores del periodo estudiado para este punto de suministro:

Total Consumo energía (kWh)	38.516
Total Facturación (€)	7.327,81
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.210
Media mensual de coste (€/mes)	610,65
Coste medio energía (€/kWh)	0,190

Tabla 17 Resumen valores de la facturación eléctrica – Punto de suministro bomberos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

### PUNTO DE SUMINISTRO - POLICÍA

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

<b>CUPS</b>	ES0031104225212002JA0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
Potencia contratada (kW)	40	40	40
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 Febrero de 2014 a Febrero de 2015 hasta Noviembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
05/02/2014	06/03/2014	939	2.827	2.096	14 /15 /16	0,00	220,05
06/03/2014	03/04/2014	746	2.280	1.739	14 /17 /15	0,00	713,44
03/04/2014	06/05/2014	798	2.260	2.260	14 /11 /14	0,00	250,40
06/05/2014	04/06/2014	743	2.113	1.654	14 /13 /14	0,00	697,31
04/06/2014	04/07/2014	1.103	3355	2.054	15 /16 /15	0,00	937,04
04/07/2014	06/08/2014	1.444	4.123	2.573	15 /15 /15	0,00	1.137,25
06/08/2014	03/09/2014	1.260	3.619	2.333	15 /16 /15	0,00	995,18
03/09/2014	03/10/2014	1.115	3.217	2.032	15 /15 /14	0,00	921,45
03/10/2014	06/11/2014	897	2.547	1.982	13 /13 /14	0,00	842,07
06/11/2014	04/12/2014	835	2.476	1980	14 /16 /15	0,00	777,05
04/12/2014	07/01/2015	1.205	3.588	2.735	14 /15 /16	0,00	1.066,44
07/01/2015	05/02/2015	1.087	3.306	2.363	17 /19 /16	0,00	962,06

Tabla 18 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	40	40	40
Potencia registrada (kW)	17	19	16

Tabla 19 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

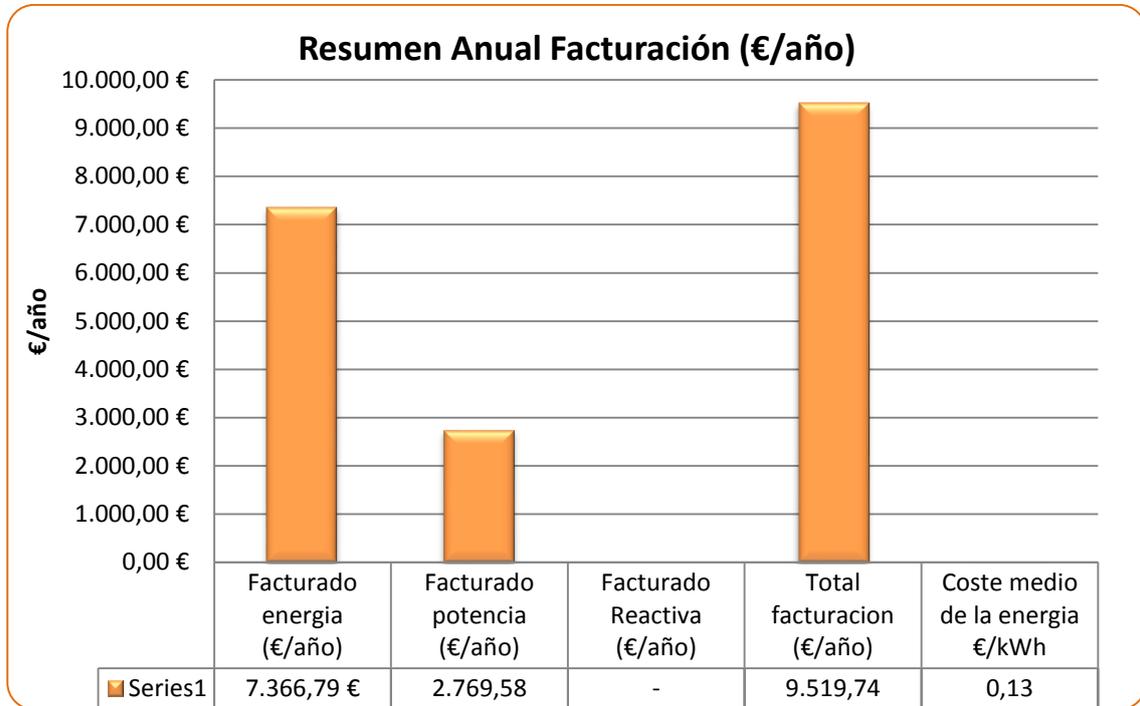


Gráfico 14 Resumen Anual de Facturación

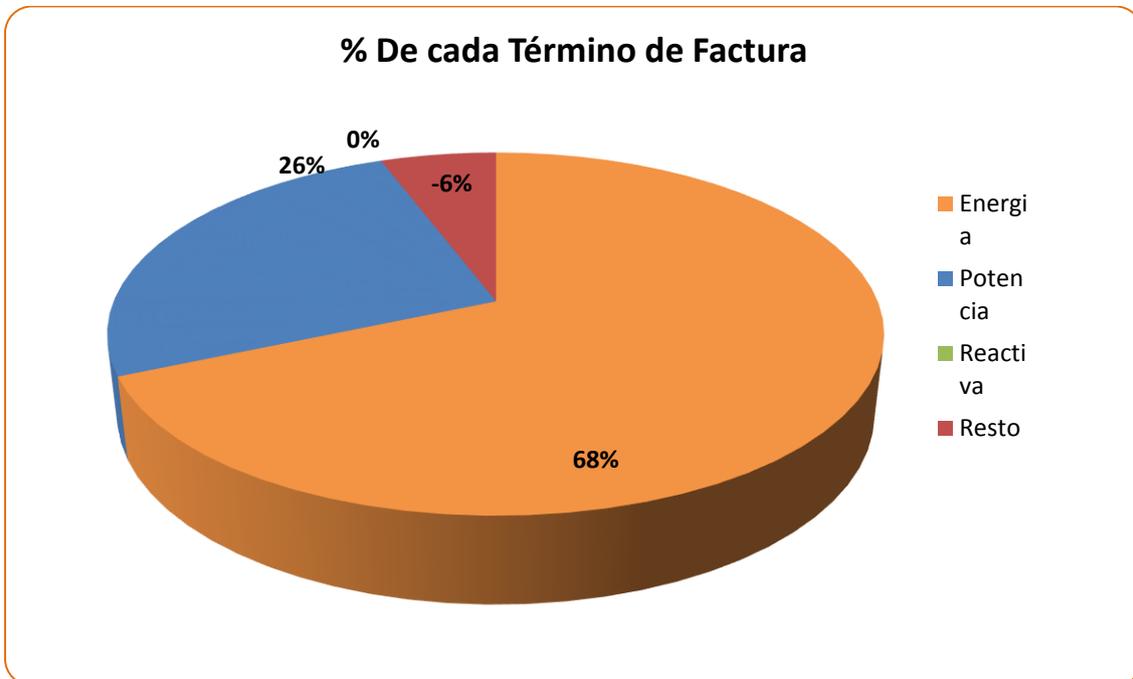


Gráfico 15 Resumen de los términos de Factura

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

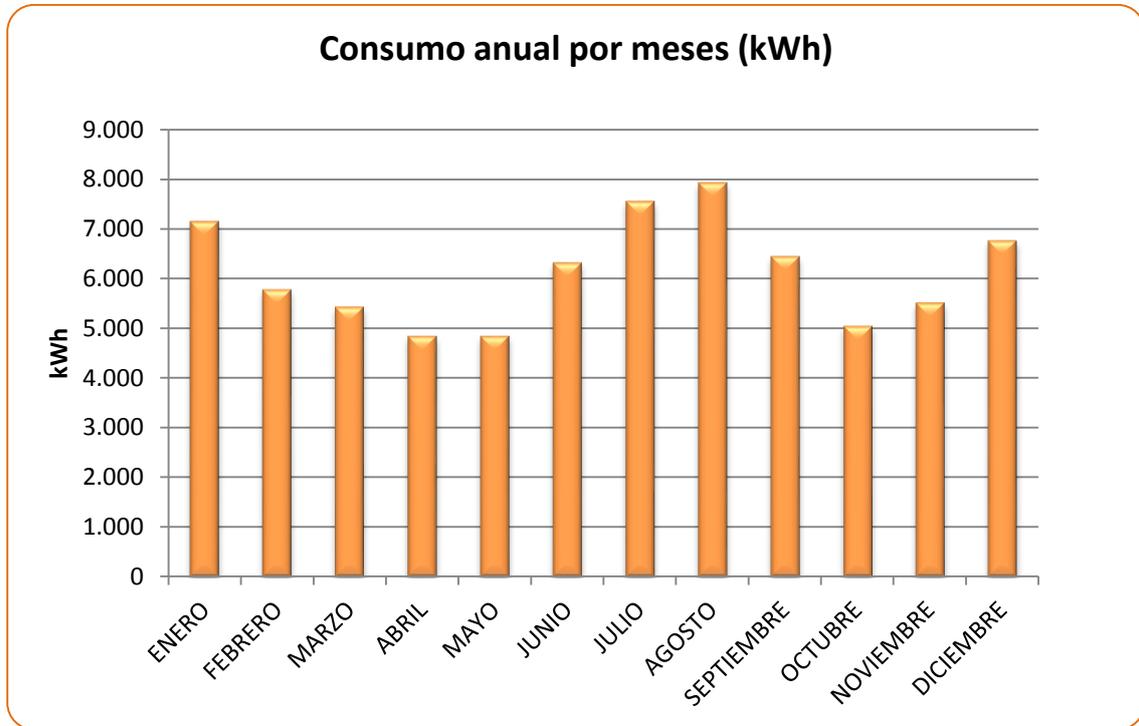


Gráfico 16 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

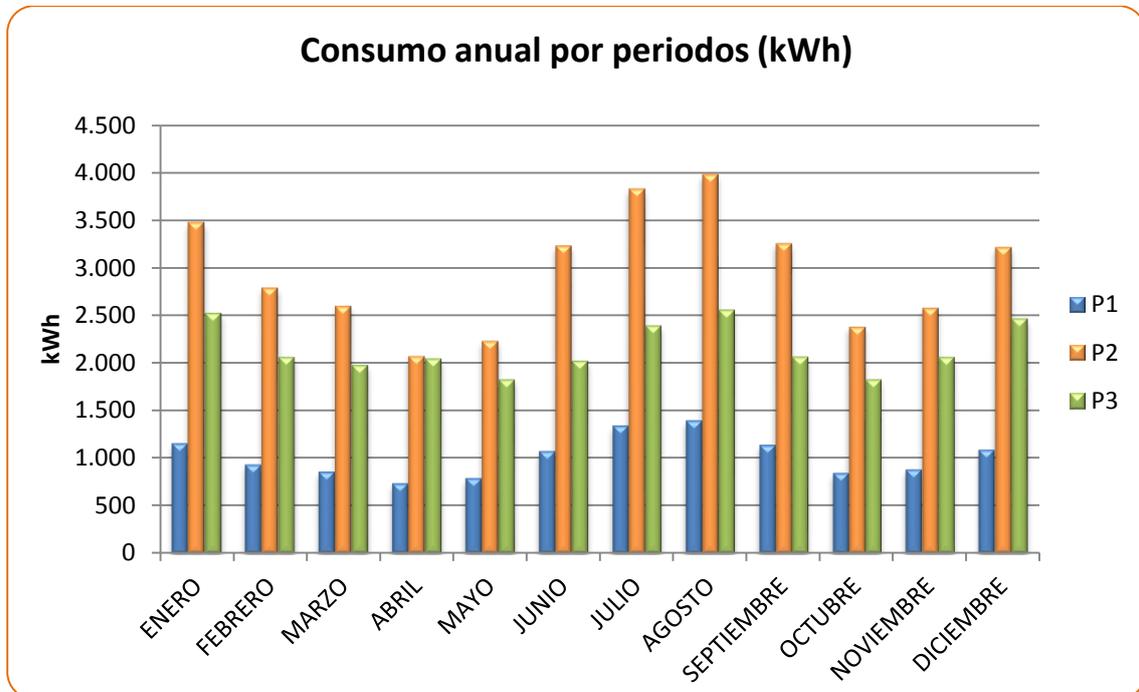


Gráfico 17 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores del periodo estudiado para este punto de suministro:

Total Consumo energía (kWh)	73.684
Total Facturación (€)	9.519,74
Media mensual de consumo (kWh/mes)	6.140
Media mensual de coste (€/mes)	793,31
Coste medio energía (€/kWh)	0,129

Tabla 20 Resumen valores de la facturación eléctrica – Punto de suministro policía

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	112.200
Total Facturación (€)	16.847,55
Media mensual de consumo (kWh/mes)	9.350
Media mensual de coste (€/mes)	1.403,96
Coste medio energía (€/kWh)	0,319

Tabla 21 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

## 2.2 Consumos térmicos

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

## 2.1 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	112.200	-	112.200
Coste (€/año)	16.847,55	-	16.847,55

Tabla 22 Consumos energéticos anuales totales

## 2.2 Índices energéticos

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

### 2.2.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo, en este caso el año 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	14
Superficie total (m <sup>2</sup> )	1.840,10
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	15,32
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	6,13
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	122,89
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	144,35

Tabla 23 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	112.200,00
€/kWh	0,15
kWh/m <sup>2</sup> Total	60,97
€/m <sup>2</sup> Total	9,16
kWh/persona uso	8.014,29
€/persona uso	1.203,40
Ton CO <sub>2</sub> /año	44,77
Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	24,33
Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup>	8,33

Tabla 24 Resumen Índices energéticos eléctricos

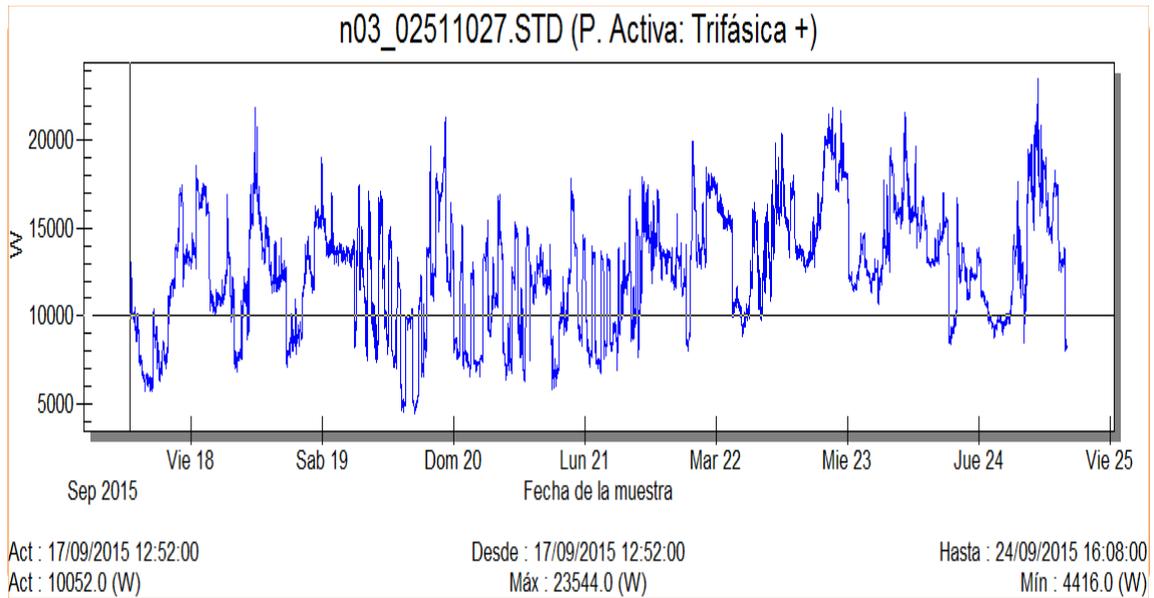
### 2.2.2 Índices energéticos térmicos

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

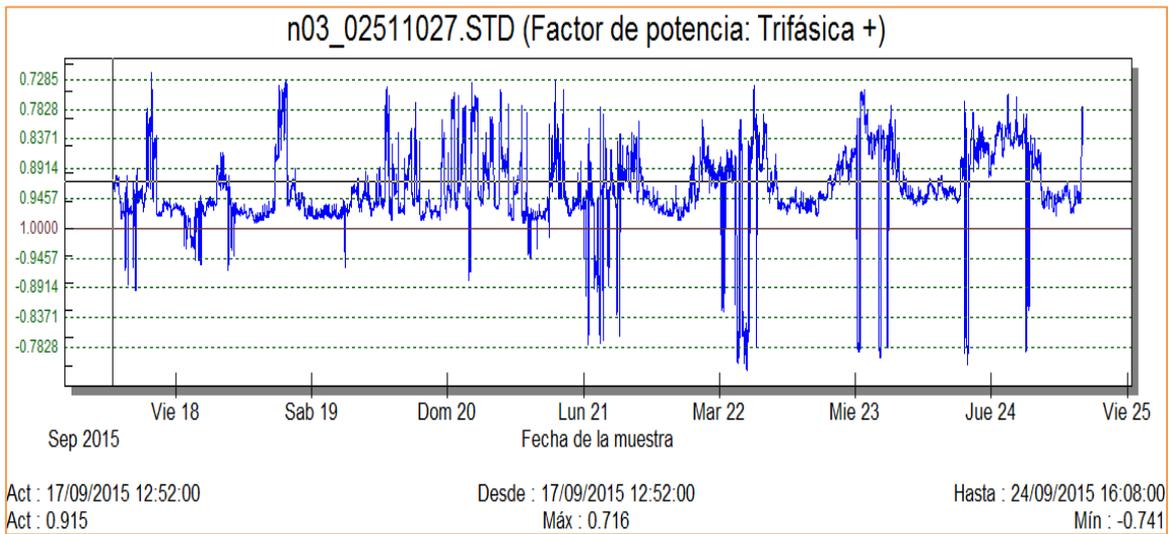
### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

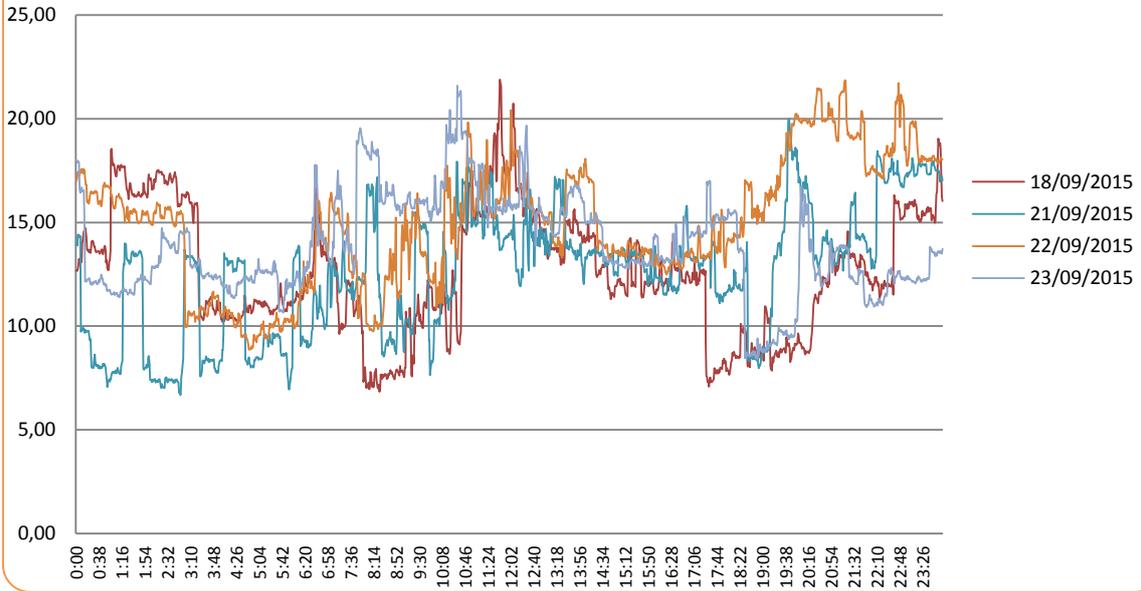


*Gráfico 18 Datos de registro de potencia activa desde el 17/09/2015 al 24/09/2015*



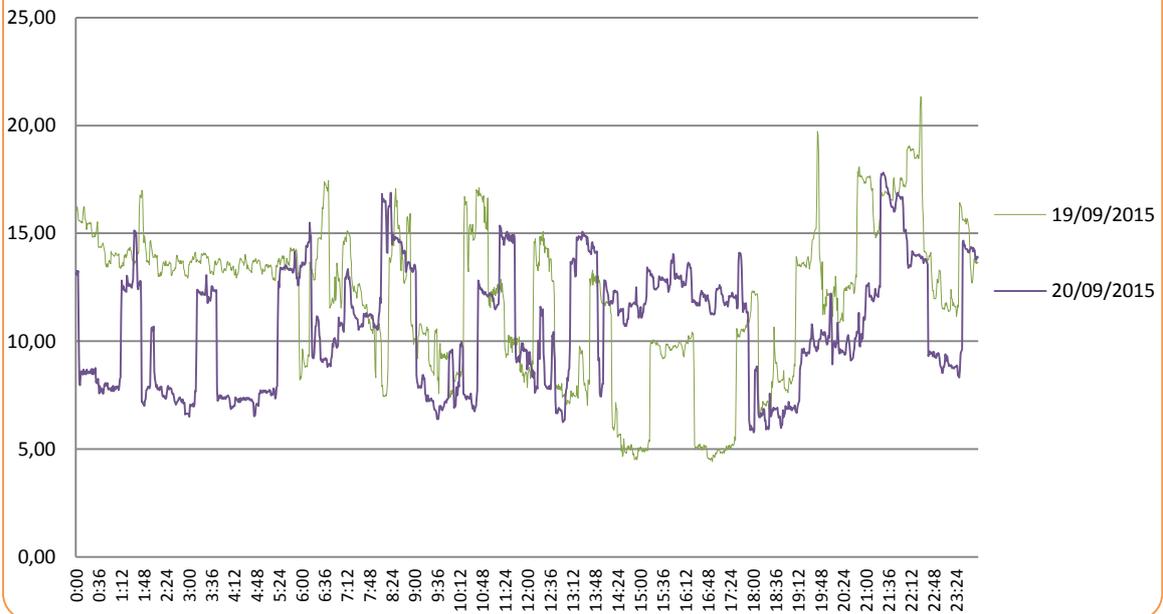
*Gráfico 19 Factor de potencia trifásico registrado*

### Potencia Registrada en días laborales (kW)



*Gráfico 20 Potencia registrada en días laborables (kW)*

### Potencia Registrada en días no Laborales (kW)



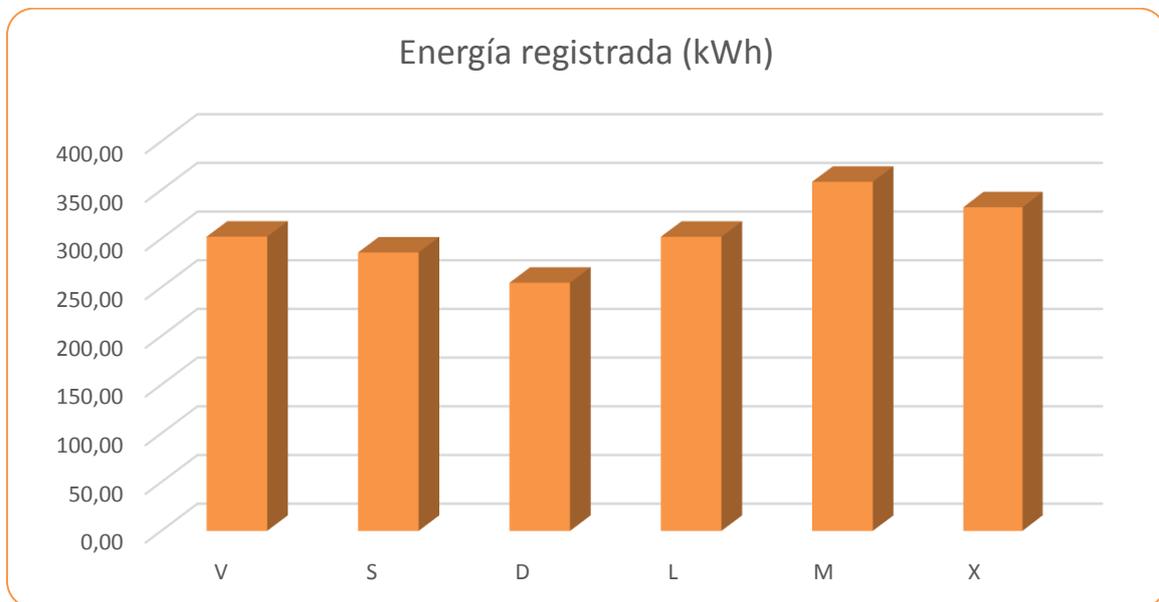
*Gráfico 21 Potencia registrada en días no laborables (kW)*

Se observa como la demanda energética es 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 5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 21,76 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas y un perfil de uso de 24 horas.

Además se observa que a lo largo del registro de la semana se producen un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y los termos eléctricos instalados.

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



*Gráfico 22 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborables es de 330,90 kWh y durante los días festivos de 270,31 kWh. Al tratarse de un edificio que funciona 24 horas al día tiene un perfil de consumo muy similar durante todos los días de la semana. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 9.442,34 kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 1,84% inferior; este pequeño desvío se explica por 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.

- **Recepción**

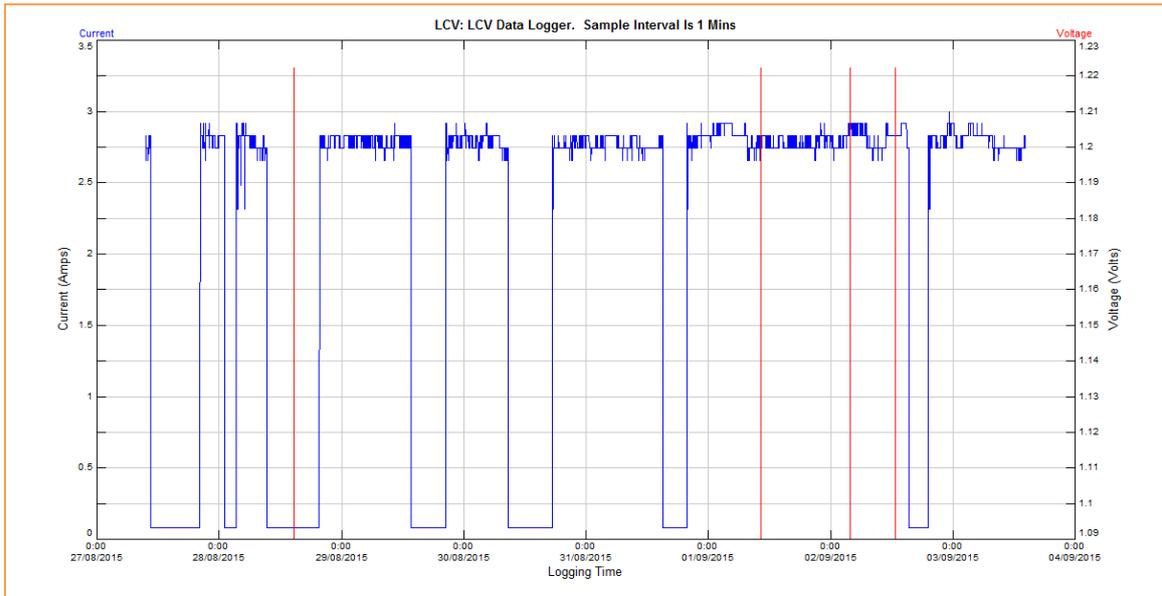


Gráfico 23 Registro de monofásico instalado en la recepción.

- **Parking bomberos**

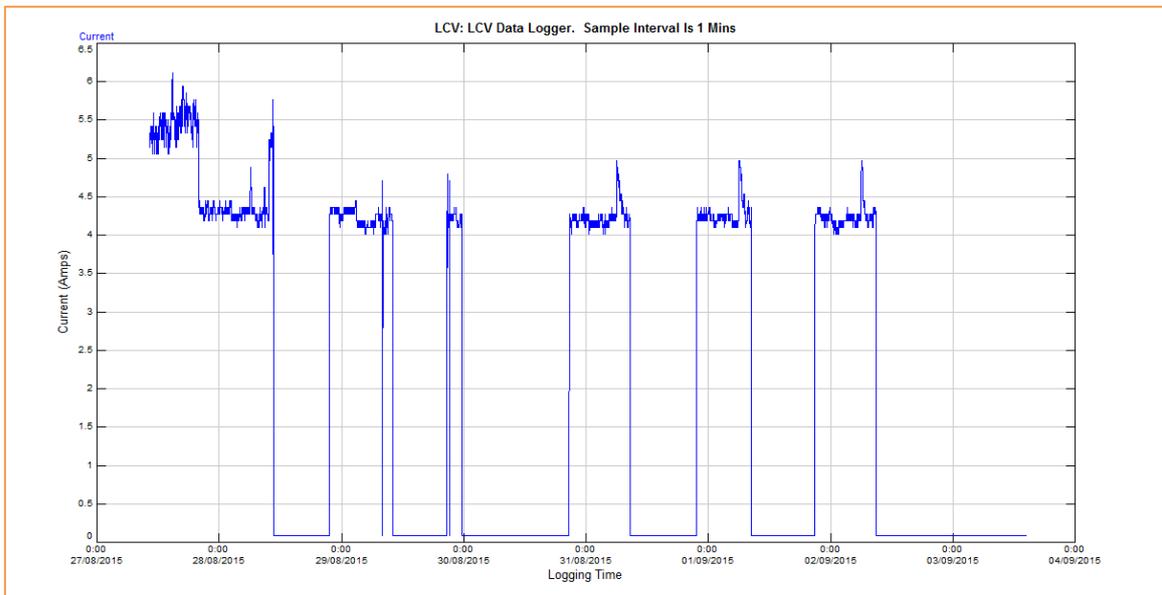
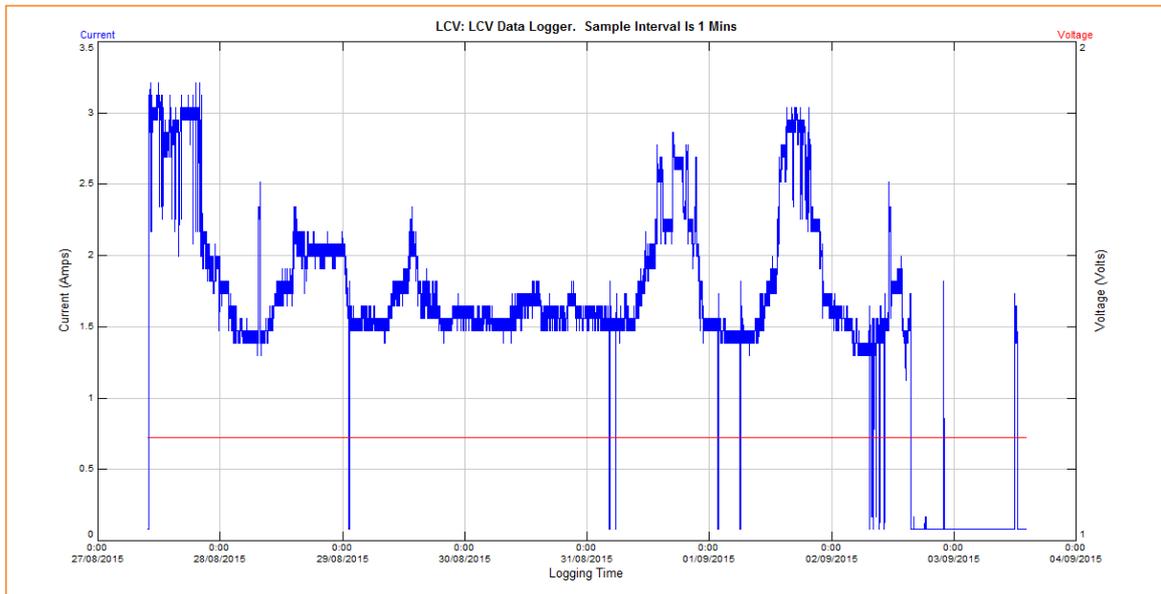


Gráfico 24 Registro de monofásico instalado en el parking de bomberos

- **Planta primera sección de tráfico**



*Gráfico 25 Registro de monofásico instalado en planta alta sección de tráfico.*

Este monofásico recoge las estancias: gabinete de diseño, departamento de programación, coordinador, jefe negociado, educación, almacén y distribuidor P1.

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

- Recepción: 16,75 horas
- Parking bomberos: 8,38 h
- Planta alta sección tráfico: 13,78 h

### 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.

Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Sala de video-vigilancia	172,8	15,00	186	300	6,19
Pasillo I	259,2	14,00	509	200	3,64
Aseo 1	72	8,40	112	150	7,65
Aseo 2	72	6,30	204	150	5,60
Pasillo II	172,8	20,00	538	300	1,61
Vestuario femenino	86,4	16,40	138	150	3,82
DCO	345,6	19,00	263	300	6,92
Despacho	86,4	11,70	254	300	2,91
Habitación	345,6	23,50	210	300	7,00
Gimnasio	172,8	28,00	121	200	5,10
Vestuarios-ducha	259,2	24,00	111	150	9,73
Aseo vestuarios	86,4	10,20	262	150	3,23
Pasillo VI	259,2	22,00	274	200	4,30
Vestuario	777,6	74,00	401	150	2,62
Aseo 1	36	8,40	162	150	2,65
Pasillo VII	86,4	9,70	237	200	3,76
Pasillo VIII	259,2	16,00	270	200	6,00
Habitación 1	172,8	20,00	195	300	4,43
Aseos	43,2	7,00	260	150	2,37
Almacén lavadero	86,4	13,00	373	100	1,78
Vestuario	777,6	74,00	401	150	2,62

*Tabla 25 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

Se observa como en los pasillos los niveles de iluminancia en los pasillos superan a los recomendados por la norma, mientras que en los aseos en su mayoría se encuentran en un rango aceptable. La sala de vigilancia tiene un valor de iluminancia demasiado por debajo de la media.

Los valores de eficiencia energética en líneas generales no superan el valor máximo de la norma salvo en algunos casos. Se aprecian niveles de iluminancia excesivos en las estancias: Aula P3, Lavabo, Secretaría, Pasillos y Aula Refuerzo.

### 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

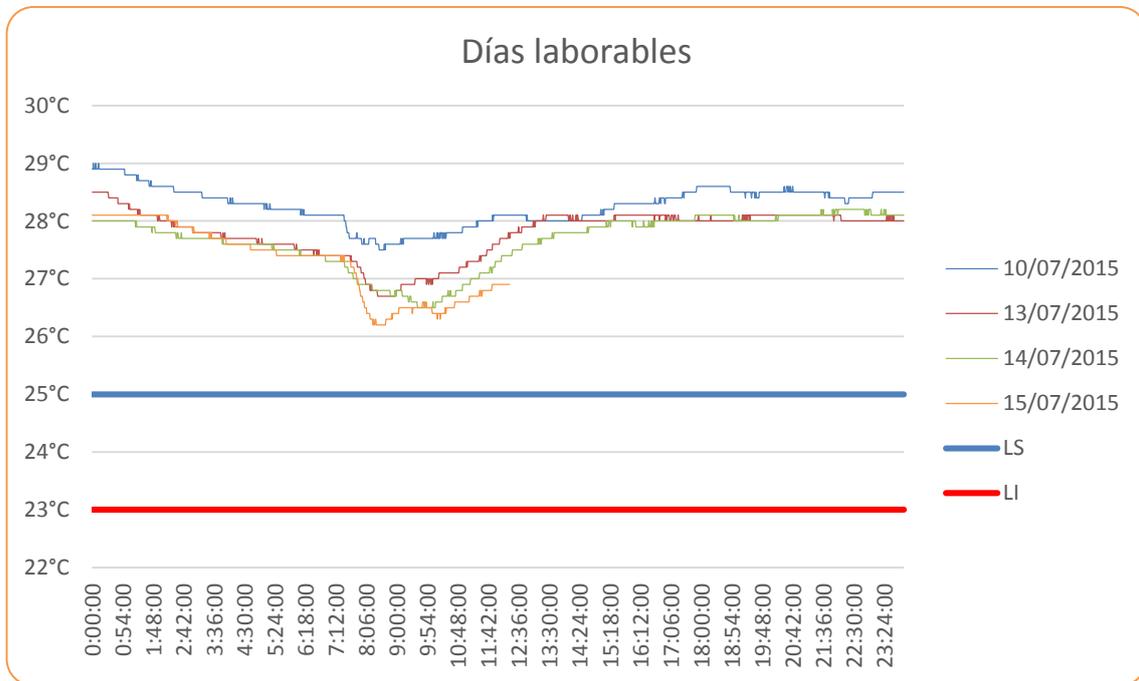
Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

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

*Tabla 26 Condiciones interiores exigidas por el RITE*

Durante el periodo de una semana, entre los días 09/07/2015 y 15/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

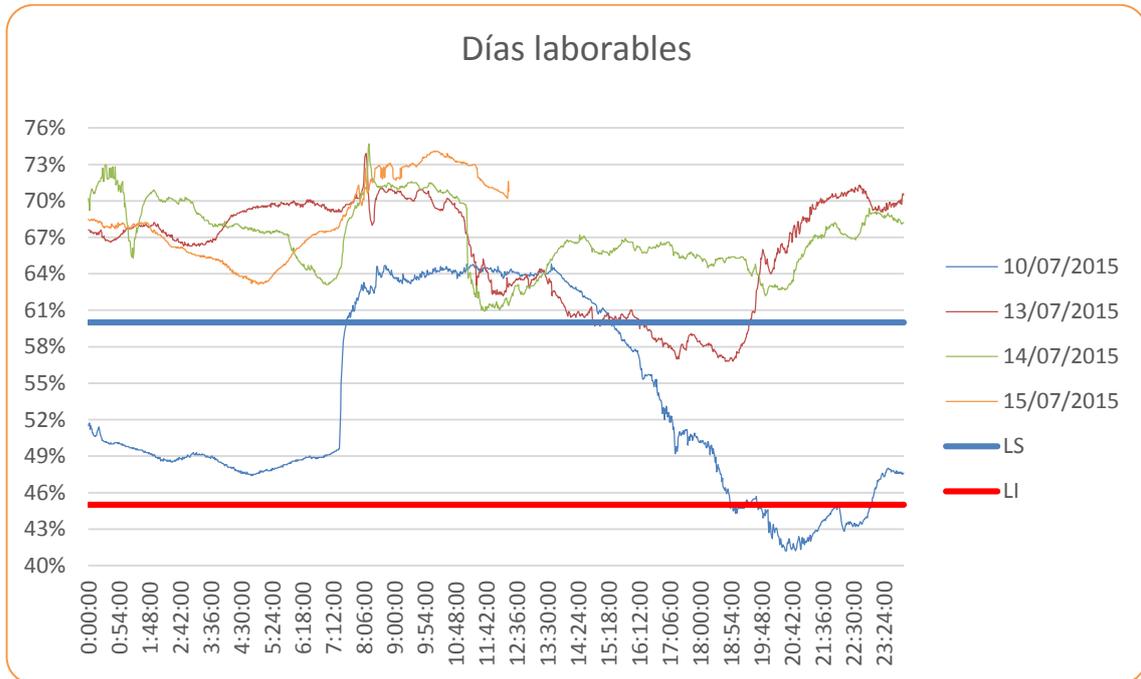
- **Salón Bomberos**



*Gráfico 26 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables*



*Gráfico 27 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos*



*Gráfico 28 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables*



*Gráfico 29 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos*

Esta zona se trata mediante un sistema split tipo bomba de calor con unidad interior de tipo conductos.

La temperatura desciende ligeramente a primera hora de la mañana desde unos 28°C hasta unos 26°C coincidiendo quizá con la activación del sistema de climatización. A partir de las 10 de la mañana la temperatura comienza a ascender hasta alcanzar los 28°C y mantenerse constante en ese valor durante todo el día y la noche.

Los fines de semana se observa que sigue la misma pauta de comportamiento, descendiendo por la mañana y aumentando por las tardes manteniéndose en torno a los 28°C.

EN general se puede deducir que el aporte frigorífico es insuficiente durante la semana que ha durado el registro, la temperatura se sitúa bastante por encima de lo que marca el reglamento.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (60%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 60 y 75%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 28°C y los 29°C, lo cual indica un aporte escaso de refrigeración, muy por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C).
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación de la estancia, disminuyendo a partir de las 8:00, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 10:30 y a partir de esa hora se va incrementando.

### 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.

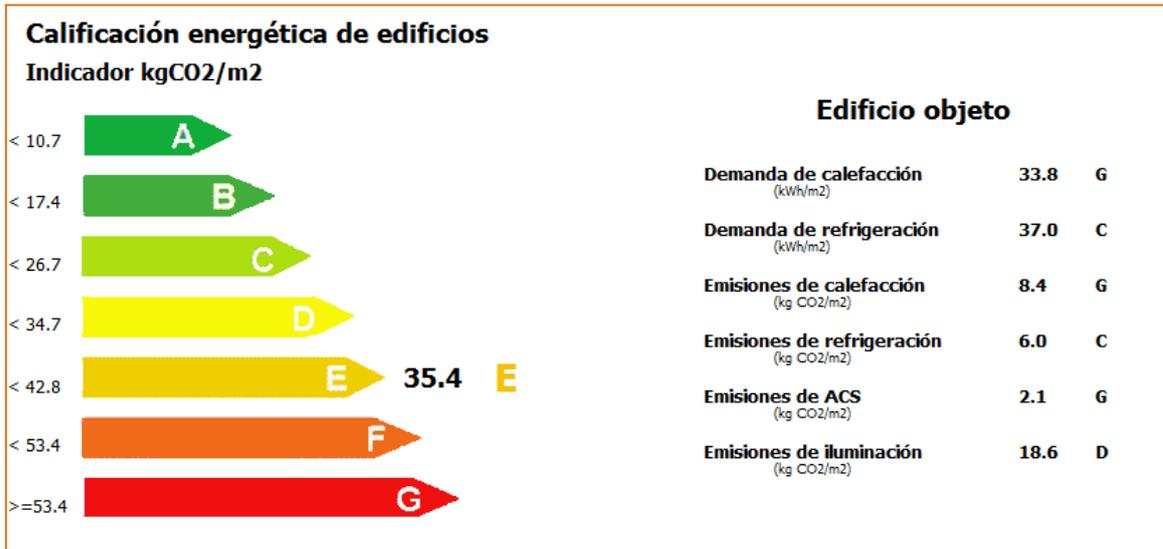


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del edificio de la Policía Local y Bomberos.

#### 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:

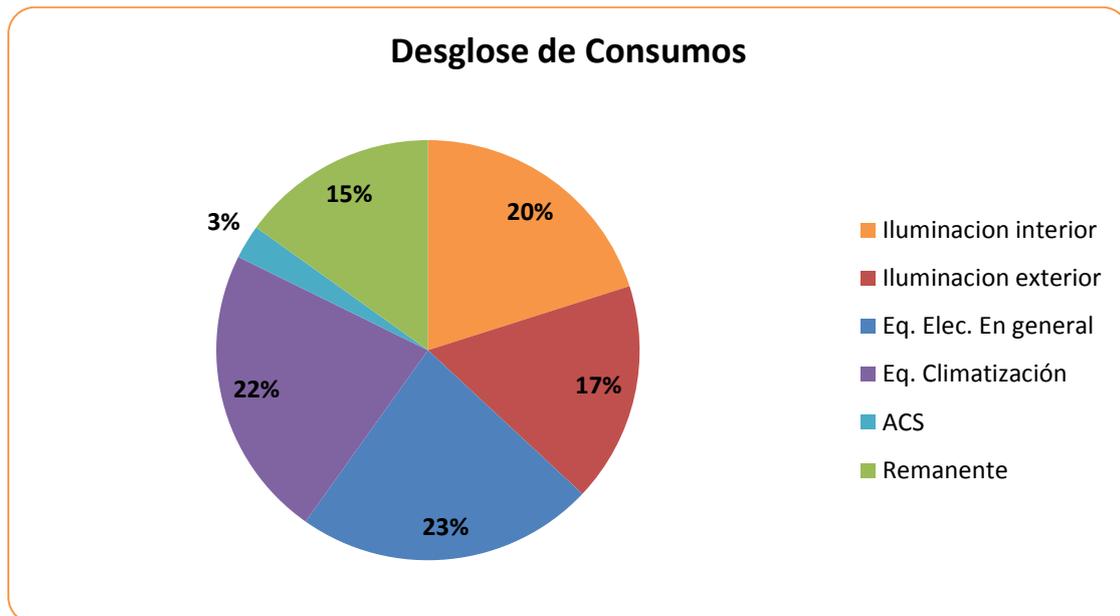


Gráfico 30 Desglose de consumos eléctricos

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

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

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

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

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

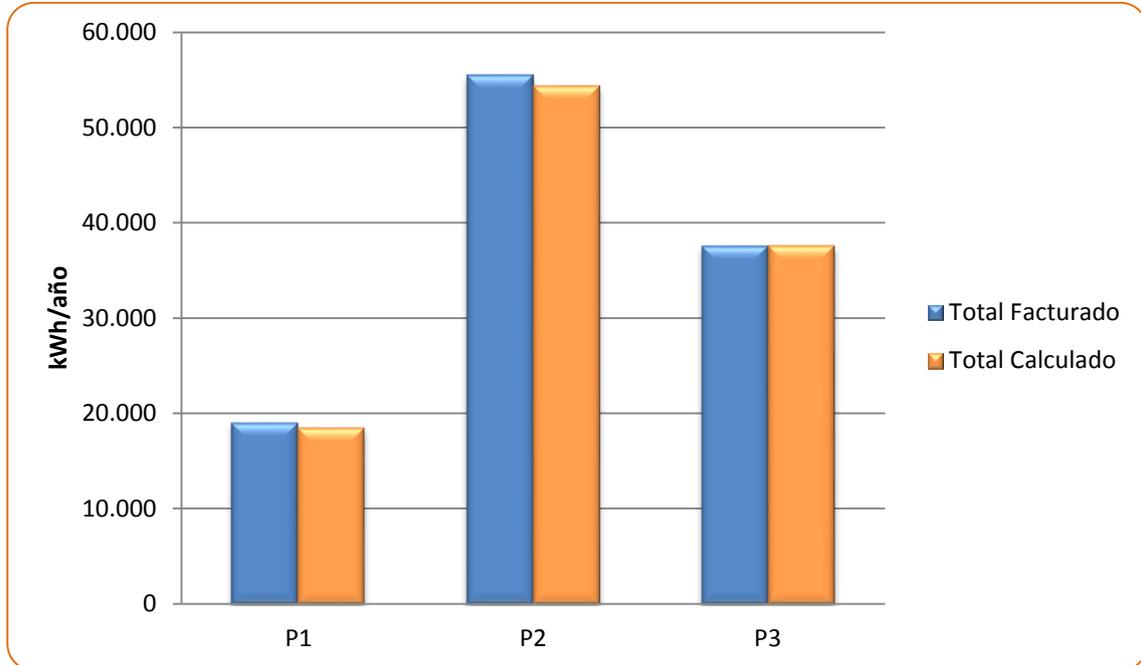


Gráfico 31 Desglose de consumos por periodo

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</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.

## 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 10 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

### 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	19,79%	55,53%	24,68%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,30670
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 <sub>2</sub> evitadas	
kWh	De la mejora %	Del edificio %	Por energía €/año	Por potencia €/año	Total €/año	€	Años	Ton/año
12.803	57,75%	11,41%	1.447,58 €	103,34 €	1.550,92 €	12.954,57 €	8,35	5,11

### 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.

## 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

### PUNTO DE SUMINISTRO BOMBEROS

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

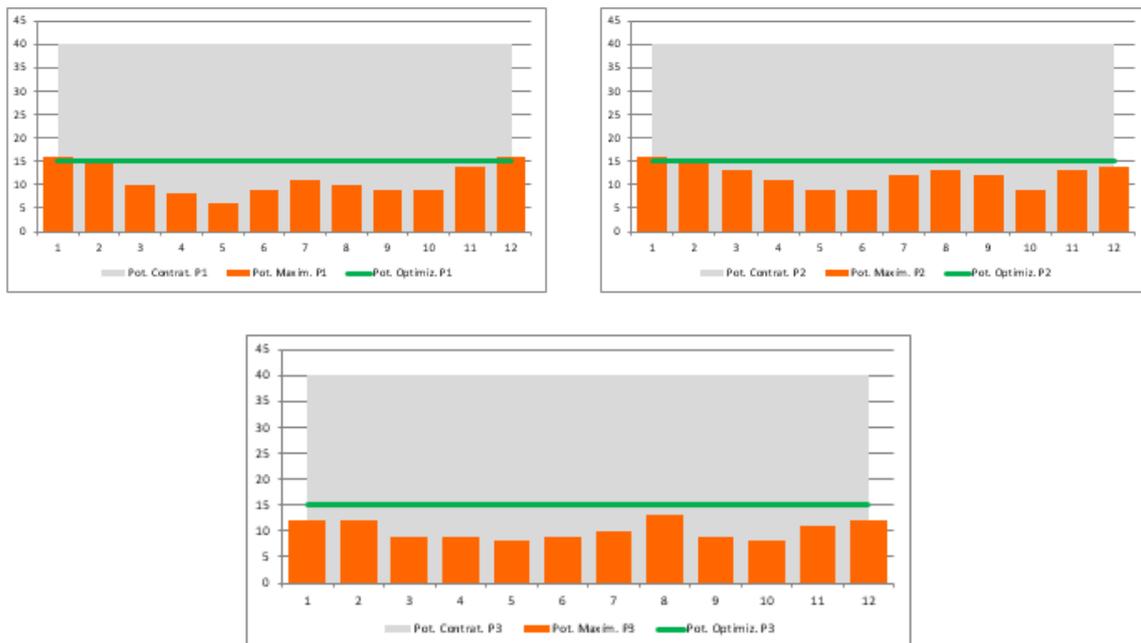
#### Descripción de la mejora

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

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

### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia 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)
<b>3.0 A</b>	<b>42,81</b>	<b>25,69</b>	<b>17,12</b>

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	
40	40	40	15	15	15	<b>1.743,09 €</b>

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

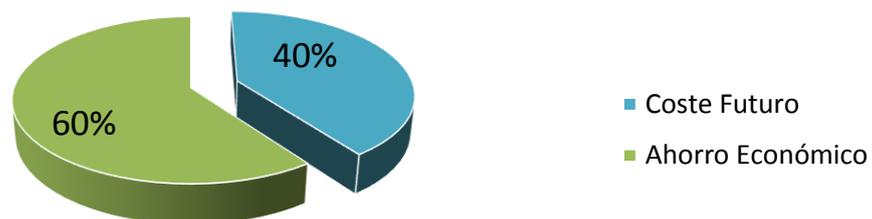


Gráfico 33 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

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

**PUNTO DE SUMINISTRO POLICÍA**

**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.

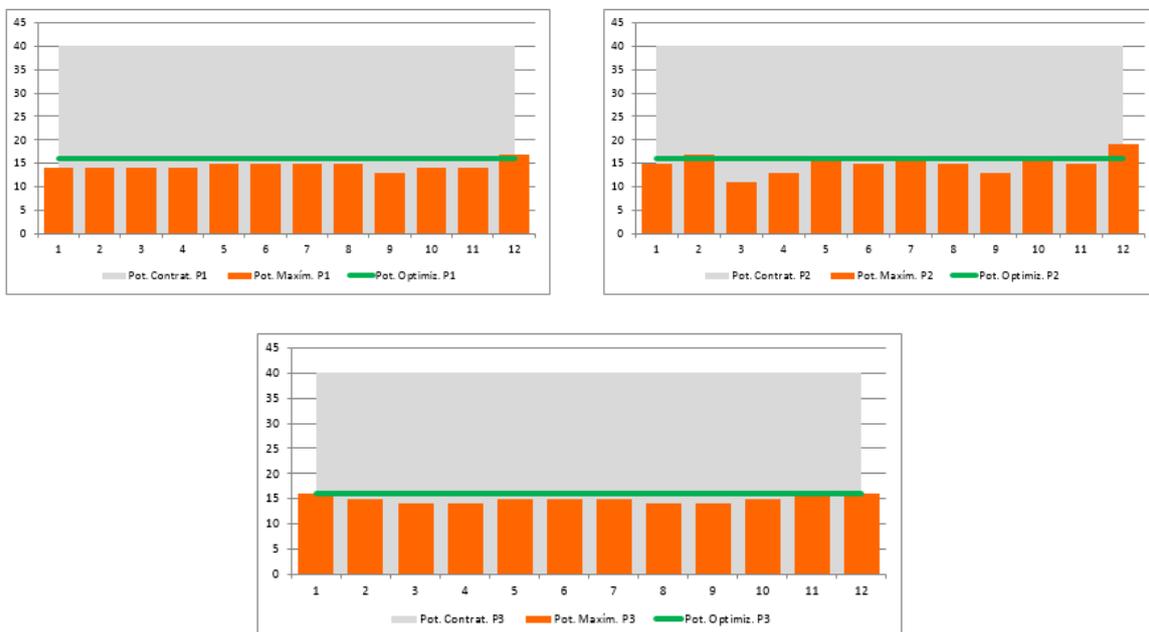


Gráfico 34 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **16/16/16 kW** para cada uno de los periodos.

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

### Cálculo de ahorros

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

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

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	
40	40	40	16	16	16	<b>1.544,35 €</b>

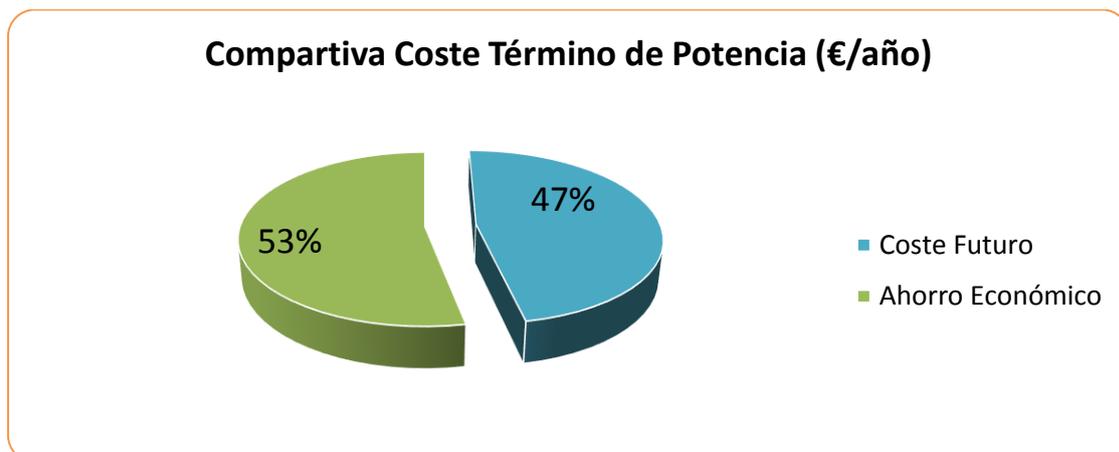


Gráfico 35 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### 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>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

### 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>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
279,71	2,5+2x5	12,5

Tabla 27 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 767,51 €.

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
--	--	298,88	767,51	2,57	--

Tabla 28 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>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

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

##### INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

### CRITERIOS DE DISEÑO

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

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
  - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
  - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
  - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
  - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 30-25%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es:
  - Equipos con funcionamiento continuo (L-D) en horario de 0:00h a 24:00h de 0,107643209 €/kWh (calefacción) y 0,114975182 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguiente factor reductor (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
  - Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el centro.

Intensidad	Fp - Calefacción	Fp - Refrigeración
Intensidad Baja - 24h	0,636	0,805

*Tabla 29 Factor de ponderación*

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio W/m<sup>2</sup> se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

### RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

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

Zona de tratamiento	Tipología de equipo	Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	Horas anuales equivalentes - Refrig.	Horas anuales equivalentes - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Recepción, Sala de video-vigilancia, Archivo, Departamento objetos perdidos, DCO	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Lunes - Domingo 24h	20,00	23,00	833	995	5.218,20	44,0%	606,32	2,08	7.101,45	11,71	SI
Atestados	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Lunes - Domingo 24h	3,50	4,00	833	995	1.023,19	47,4%	118,21	0,41	1.115,05	9,43	SI
Comedor	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Lunes - Domingo 24h	2,50	2,15	208	249	231,78	64,2%	27,08	0,09	977,65	36,10	NO
Comedor-cocina, Habitación, Salón	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Lunes - Domingo 24h	20,00	17,20	312	373	1.956,82	44,0%	227,37	0,78	7.101,45	31,23	NO
Habitación 1, Habitación 2 y Habitación 3	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Lunes - Domingo 24h	9,50	10,80	190	218	631,50	48,3%	73,83	0,25	3.691,19	50,00	NO

### RESUMEN DETALLADO

**RECEPCIÓN, SALA DE VIDEO-VIGILANCIA, ARCHIVO, DEPARTAMENTO OBJETOS PERDIDOS, DCO – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	16,00	17,80	2,47	2,74	1,98	1,74
Propuesto	20,00	17,20	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 30 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	3.448,25 €
Tratamiento	Unidad interior	1.214,20 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	1.067,40 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.200,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>7.101,45 €</b>

Tabla 31 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
11.266,46	10.726,46	11.863,72	6.645,52	5.218,20	606,32	7.101,45	11,71

Tabla 32 Ahorros energéticos y económicos

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
<b>5.218,20</b>	44,0%	606,32	7.101,45	11,71	2,08

Tabla 33 Resumen de resultados principales obtenidos

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

**ATESTADOS – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Pared**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	3,40	3,50	2,88	2,97	2,32	1,89
Propuesto	3,50	4,00	3,30	4,00	3,42	4,74

Tabla 34 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	291,85 €
Tratamiento	Unidad interior	224,90 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	189,00 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	209,30 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	200,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>1.115,05 €</b>

Tabla 35 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
2.215,32	2.279,37	2.157,04	1.133,85	1.023,19	118,21	1.115,05	9,43

Tabla 36 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>4</sup>	€/año	€ <sup>5</sup>	años	Ton/año
<b>1.023,19</b>	47,4%	118,21	1.115,05	9,43	0,41

Tabla 37 Resumen de resultados principales obtenidos

<sup>4</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>5</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

**COMEDOR – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Pared**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	2,10	2,20	2,66	2,78	2,14	1,77
Propuesto	2,50	2,15	3,78	4,36	6,55	4,61

Tabla 38 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	246,35 €
Tratamiento	Unidad interior	208,00 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	189,00 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	209,30 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	125,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>977,65 €</b>

Tabla 39 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
348,12	351,96	361,03	129,25	231,78	27,08	977,65	36,10

Tabla 40 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>6</sup>	€/año	€ <sup>7</sup>	años	Ton/año
<b>231,78</b>	64,2%	27,08	977,65	36,10	0,09

Tabla 41 Resumen de resultados principales obtenidos

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

<sup>6</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>7</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

**COCINA/COMEDOR, SALÓN Y HABITACIÓN – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	16,00	17,80	2,47	2,74	1,98	1,74
Propuesto	20,00	17,20	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 42 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	3.448,25 €
Tratamiento	Unidad interior	1.214,20 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	1.067,40 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.200,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>7.101,45 €</b>

Tabla 43 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
4.224,92	4.022,42	4.448,90	2.492,07	1.956,82	227,37	7.101,45	31,23

Tabla 44 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>8</sup>	€/año	€ <sup>9</sup>	años	Ton/año
1.956,82	44,0%	227,37	7.101,45	31,23	0,78

Tabla 45 Resumen de resultados principales obtenidos

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

<sup>8</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>9</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

**HABITACIÓN 1, HABITACIÓN 2 Y HABITACIÓN 3 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	10,00	10,30	3,13	3,22	2,52	2,05
Propuesto	9,50	10,80	3,21	3,61	5,10	3,81

Tabla 46 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	1.147,25 €
Tratamiento	Unidad interior	780,65 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	991,69 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	600,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>3.691,19 €</b>

Tabla 47 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto			€	años
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año		
1.429,12	1.531,43	1.306,88	675,38	631,50	73,83	3.691,19	50,00

Tabla 48 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>10</sup>	€/año	€ <sup>11</sup>	años	Ton/año
<b>631,50</b>	48,3%	73,83	3.691,19	50,00	0,25

Tabla 49 Resumen de resultados principales obtenidos

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

<sup>10</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>11</sup> Todos los precios son sin IVA

## 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 11 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	1306
		22
		Rev.05

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

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

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

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

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

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

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

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

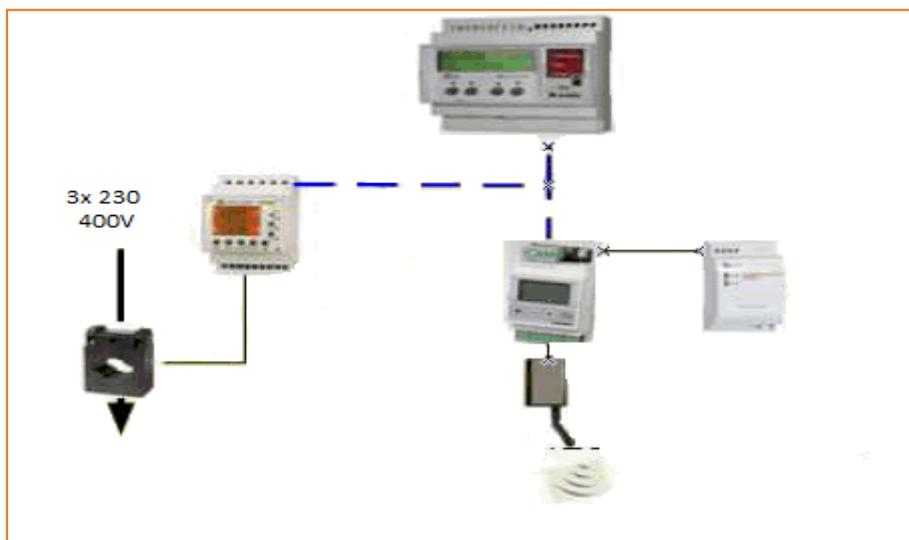
- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

### 6.3 Implantación de un sistema de monitorización y control

#### Descripción de la mejora

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

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



*Imagen 12 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

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 €.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</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 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>12</sup>	€/año	€ <sup>13</sup>	años	Ton/año
Cambio de Tubos Fluorescentes por Tecnología LED	12.803	57,75%	1.550,92	12.954,57	8,35	5,11
Mejora Ajuste de Potencia	-	-	3.287,44	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores	-	-	298,88	767,51	2,57	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>12.803</b>	<b>57,75</b>	<b>5.137,24</b>	<b>13.721,72</b>	<b>2,67</b>	<b>5,11</b>

Tabla 50 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

A continuación se resumen los resultados alcanzados con la aplicación de la medida de sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante desarrollada en el apartado de **instalaciones térmicas**:

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>14</sup>	€/año	€ <sup>15</sup>	años	Ton/año
<b>6.241,39</b>	<b>45,7%</b>	<b>724,53</b>	<b>8.216,50</b>	<b>11,34</b>	<b>2,49</b>

Tabla 51 Resumen de resultados principales obtenidos

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

<sup>12</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>13</sup> Todos los precios son sin IVA

<sup>14</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>15</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>22</b>
		<b>Rev.05</b>

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

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.