

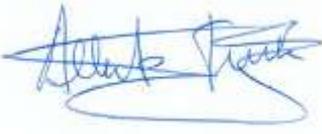


INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Delegación de Juventud y Fiestas)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_68_20151030

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envolverte y cerramientos.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.4.1 Producción de ACS	5
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	5
1.4.3 Unidades Terminales.....	7
1.5 Iluminación.....	10
1.5.1 Iluminación interior	11
1.5.2 Iluminación exterior	12
1.5.3 Sistemas de control	13
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	13
1.6 Otros equipos	14
1.7 Resumen de potencias instaladas	15
2. CONSUMOS ANUALES.....	16
2.1 Consumos eléctricos	16
2.2 Consumos térmicos.....	19
2.3 Consumos energéticos totales	19
2.4 Índices energéticos.....	19
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	19
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	19
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	20
3.1 Medidas eléctricas.....	20
3.1.1 Registros trifásicos	20
3.1.2 Registros monofásicos.....	23
3.2 Medida de nivel de iluminación	24
3.3 Medidas térmicas.....	25
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	25
3.4 Análisis termográfico.....	28
3.5 Certificación energética	29
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	30
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	30

4.2	Desglose de consumos térmicos	31
4.3	Contribución de energías renovables	31
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	32
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	32
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	34
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	36
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	36
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	38
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	40
7.1	Energía solar térmica.....	40
7.2	Biomasa	40
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	40
8.	RESUMEN	42

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Dependencias Juventud y Fiestas
Dirección	C/Jacinto Benavente, Local 10 (29601)
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Fran 952 765 821
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la **Delegación de Juventud y Fiestas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Jacinto Benavente nº 10** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general de la Delegación de Juventud y Fiestas



Imagen 2 Vista aérea de la Delegación de Juventud y Fiestas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Util m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	1	341.41	15	07:15-16:00 16:00-21:15	1981	2009	-

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	14	08:00-21:15	Administrativo
Sala A	25	09:00-14:00	Docente
Sala B	25	09:00-14:00	Docente
Sala informática	10	09:00-14:00	Docente

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 (m2)	Planta 1 (m2)	Sup. Total (m2)
Administrativo	80	28	108
Aseos	17	--	17
Aulas	122	--	122
No habitable	8	--	8
Usos múltiples	8	8	16
Zonas comunes	63	7	70
Sup. Total (m2)	298	44	341

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 36% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a administrativo con un 32%.

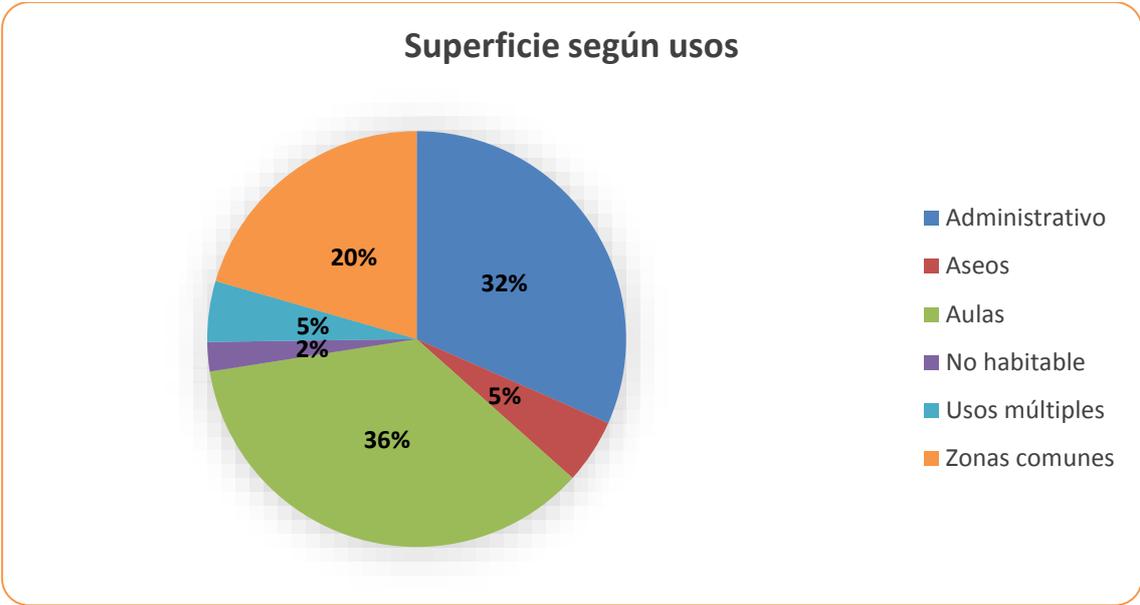


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Baja y Entreplanta

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

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 1981; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

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 fachada 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.

El centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.4.1 Producción de ACS

Tal y como se comenta anteriormente, el centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1	2
Generador	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1
Ubicación equipo	Fachada	Fachada
Zona de tratamiento	Dirección de juventud	Despacho de juventud
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire
Marca	MITSUBISHI ELECTRIC	MITSUBISHI ELECTRIC
Modelo	MUZ-GE35VA	MUZ-GE35VA
Refrigerante	R410a	R410a
Año de instalación	2009	2009
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	0,87	0,87
EER	4,05	4,05
Potencia Calorífica (kW)	4,00	4,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,96	0,96
COP	4,19	4,19
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre

Nº generador	1	2
días/semana	5	5
horario funcionamiento	07:15-21:15	07:15-21:15
Sistema de gestión centralizado	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio

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



Imagen 4 Equipos de producción de frío y calor para climatización

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

Calefacción	8,00 kW
Refrigeración	7,00 kW

Tabla 6 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

1.4.3 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

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

Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.



Imagen 5 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Dirección de juventud** – **Tipo pared**



Imagen 6 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Despacho de juventud** – **Tipo pared**

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)
Administrativo	107,94	5,67
Aulas	122,38	18,36
Zonas comunes	37,78	5,67
Usos múltiples	7,85	1,18
Total	275,95	41,39

Tabla 7 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

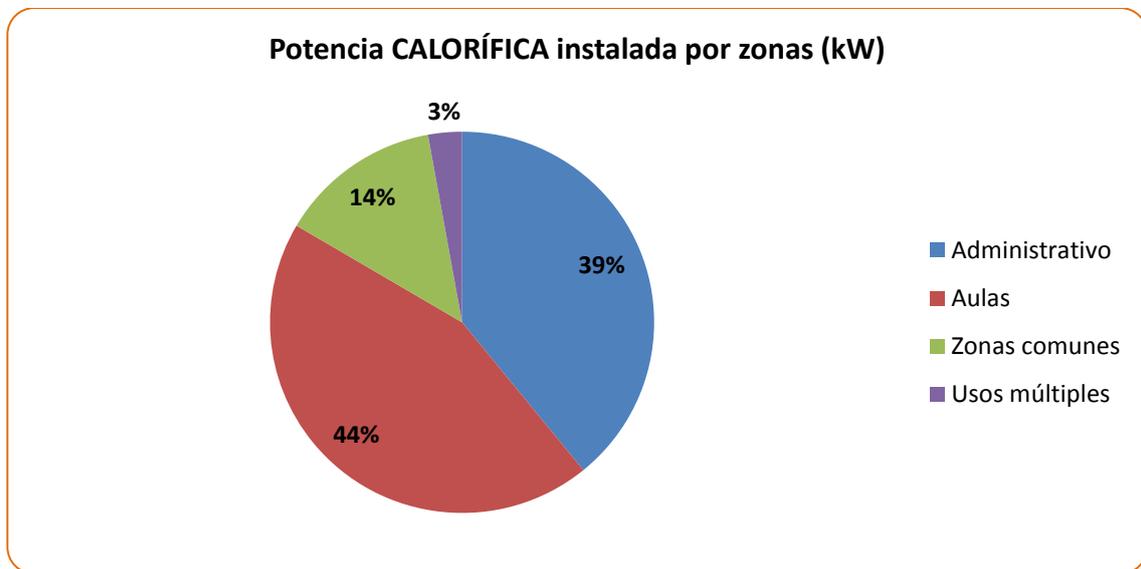


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

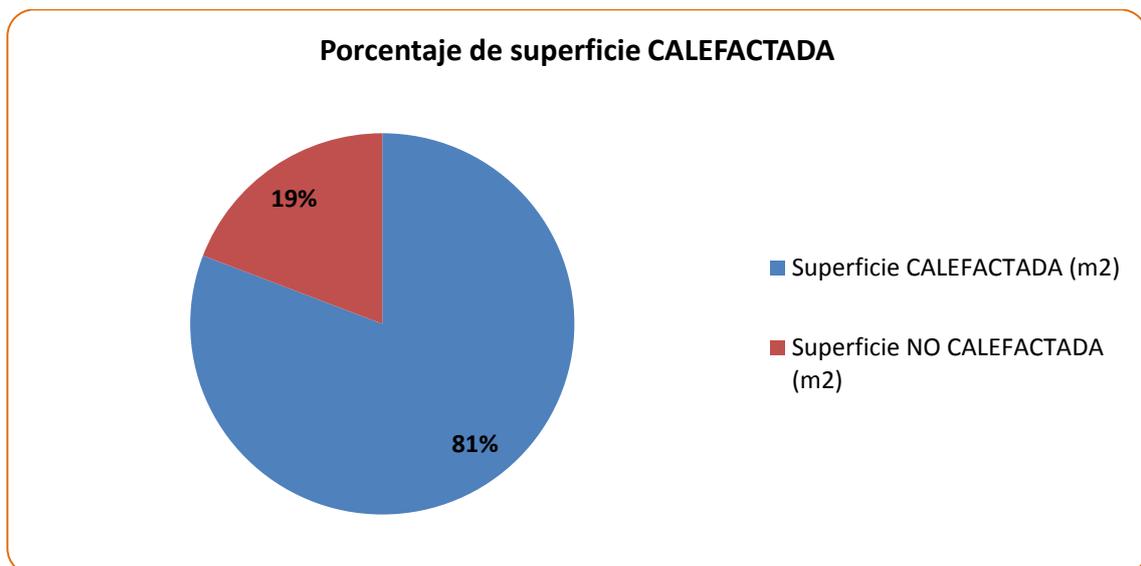


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)
Administrativo	107,94	16,19
Aulas	122,38	18,36
Zonas comunes	37,78	5,67
Usos múltiples	7,85	1,18
Total	275,95	41,39

Tabla 8 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

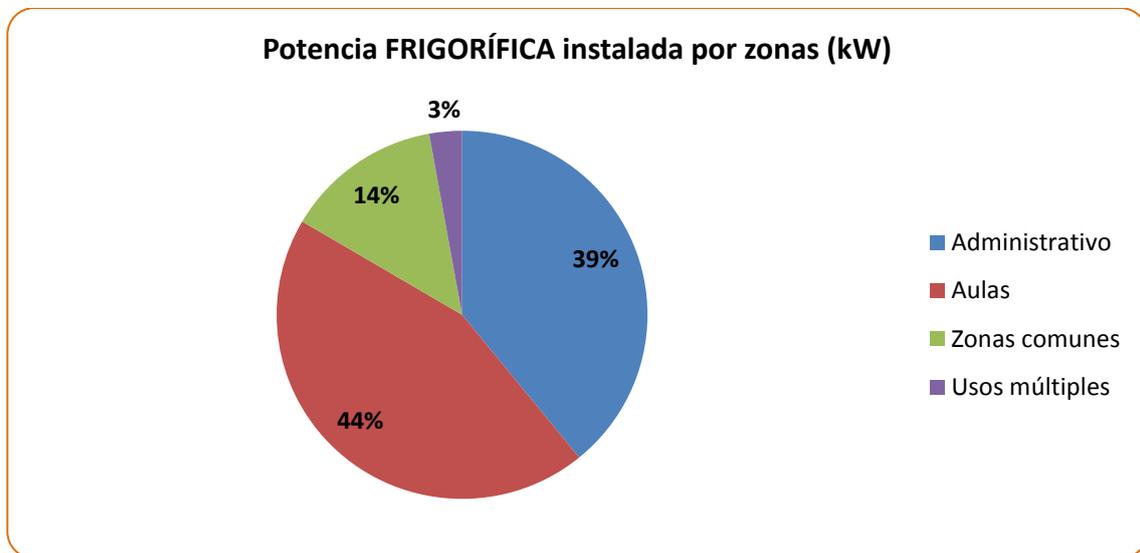


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

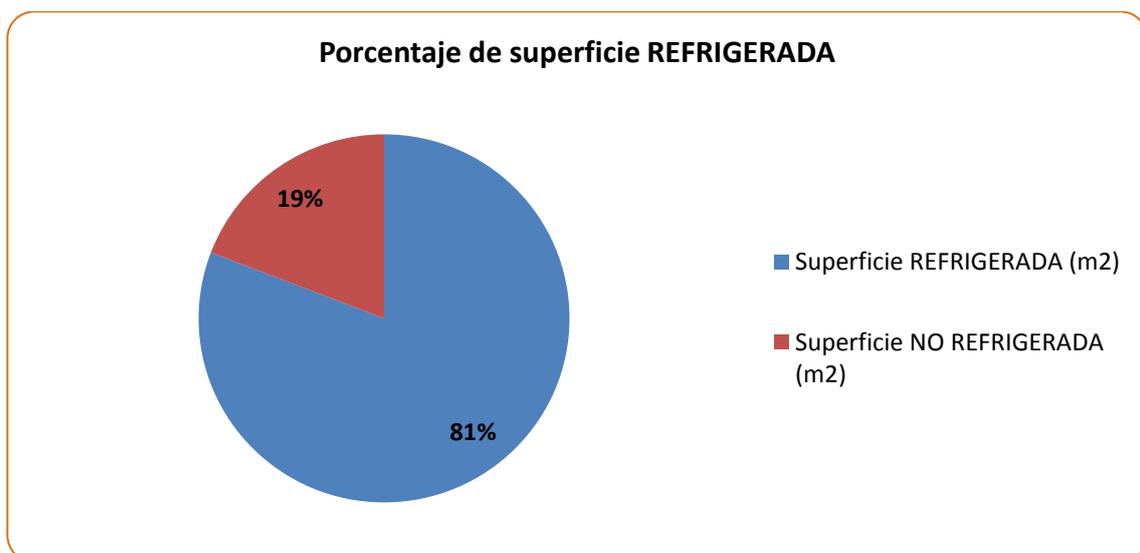


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 6,10kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

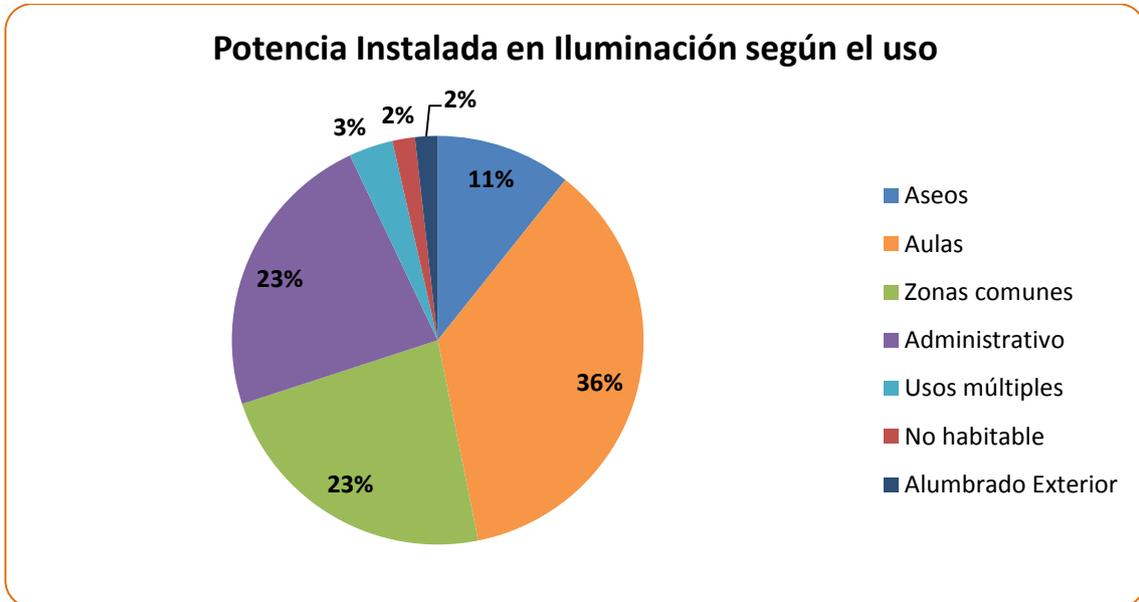


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

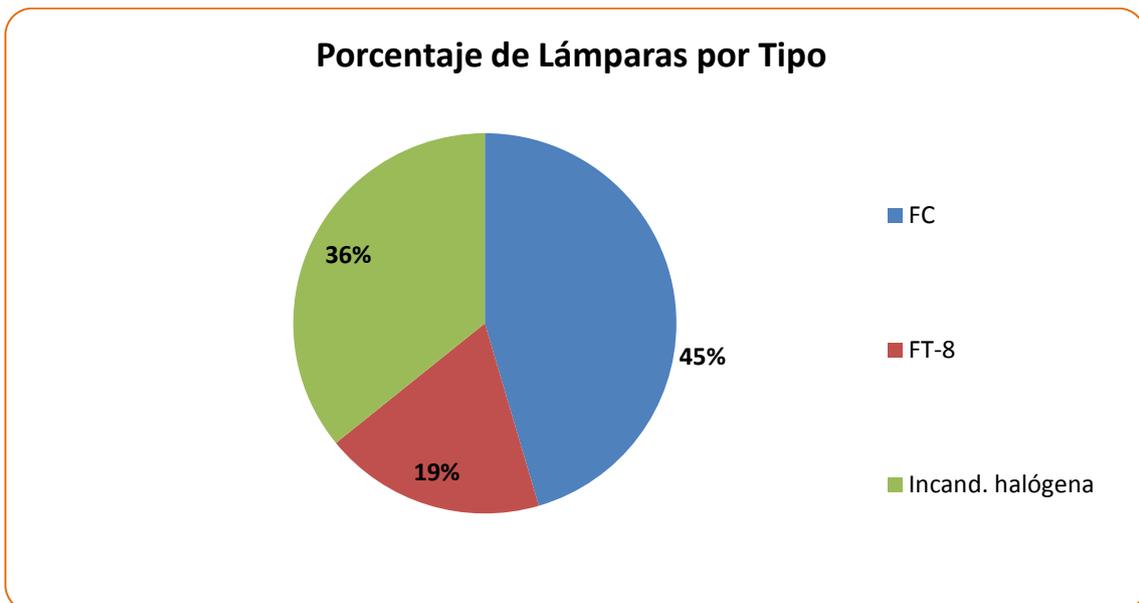


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	11	0,80
FT-8	11	0,80
1	3	0,11
30	3	0,11
4	8	0,69
18	8	0,69
-	104	5,20
FC	40	1,83
1	1	0,04
40	1	0,04
2	39	1,79
18	15	0,54
26	24	1,25
Lámpara Led	3	0,02
1	3	0,02
6	3	0,02
Incand. halógena	61	3,35
1	56	2,80
50	56	2,80
0	0	0,00
2	4	0,40
50	4	0,40
3	1	0,15
50	1	0,15
Total general	115	6,00

Tabla 9 Resumen de lámparas instaladas

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

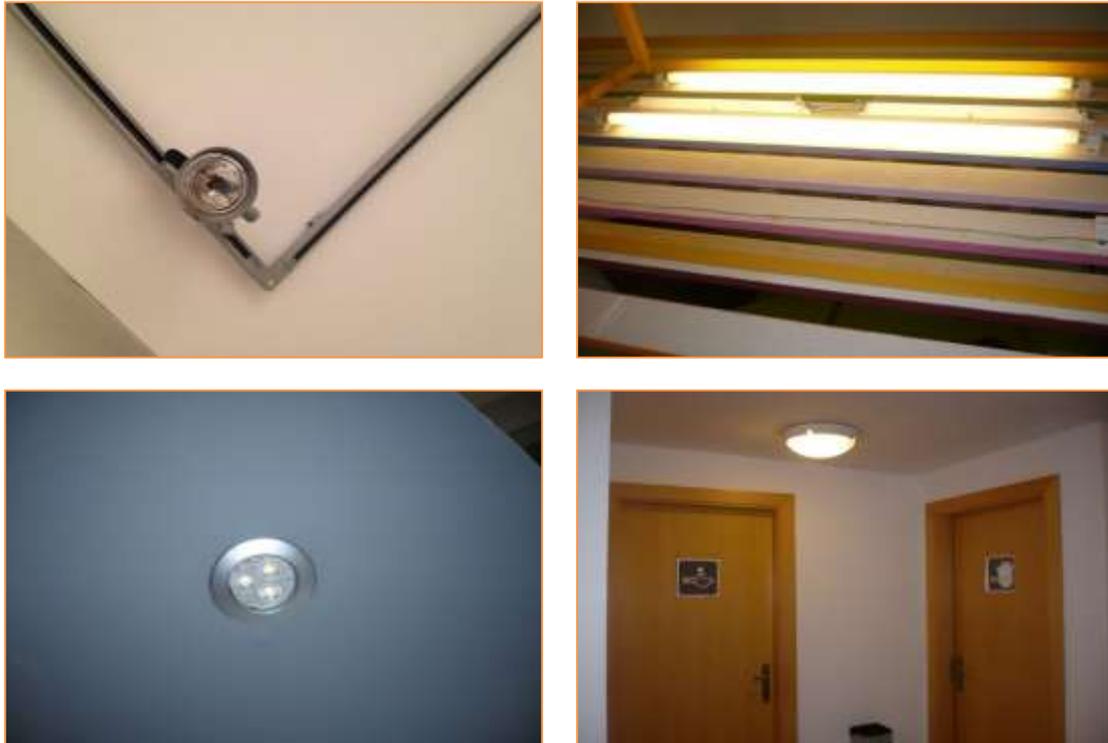


Imagen 7 Tipos de luminarias instaladas

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)
-	3	0,11
FC	3	0,11
2	3	0,11
18	3	0,11
Total general	3	0,11

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
-	3	0,11
FC	3	0,11
2	3	0,11
18	3	0,11
Total general	3	0,11

Tabla 10 Resumen de iluminación exterior



Imagen 8 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

El centro consta con detectores de presencias en los Aseos

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del centro se activan de forma manual a excepción de los aseos que poseen detectores de presencia, 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.

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	1	0,25
Televisión LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	3	1,42
Microondas	1	0,7
700	1	0,7
Nevera	1	0,07
70	1	0,07
Tostador	1	0,65
650	1	0,65
Informático	28	9,835
Ordenador sobremesa	25	7,5
300	25	7,5
Fotocopiadora	2	2,05
450	1	0,45
1600	1	1,6
Impresora doméstica	1	0,285
285	1	0,285
Otros	8	9,99
Secador de manos	3	7,5
2500	3	7,5
Máquina Expendedora	2	2,4
1800	1	1,8
600	1	0,6
Extractor mecánico	3	0,09
30	3	0,09
Sonido	7	0,73
Altavoz	4	0,34
150	2	0,3
20	2	0,04
Equipo Audio	1	0,04
40	1	0,04
Otros	2	0,35
200	1	0,2
150	1	0,15
Producción de frío y calor	3	13,71
Sistema de climatización	1	11,8
11800	1	11,8
Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	2	1,91
955	2	1,91
Total general	50	35,935

Tabla 11 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

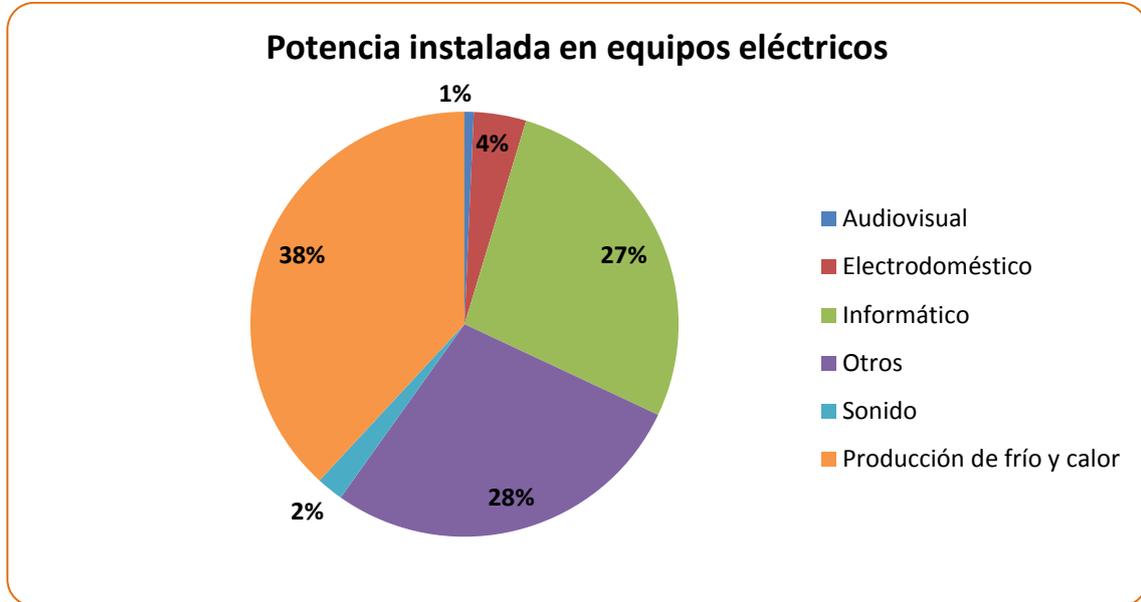


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

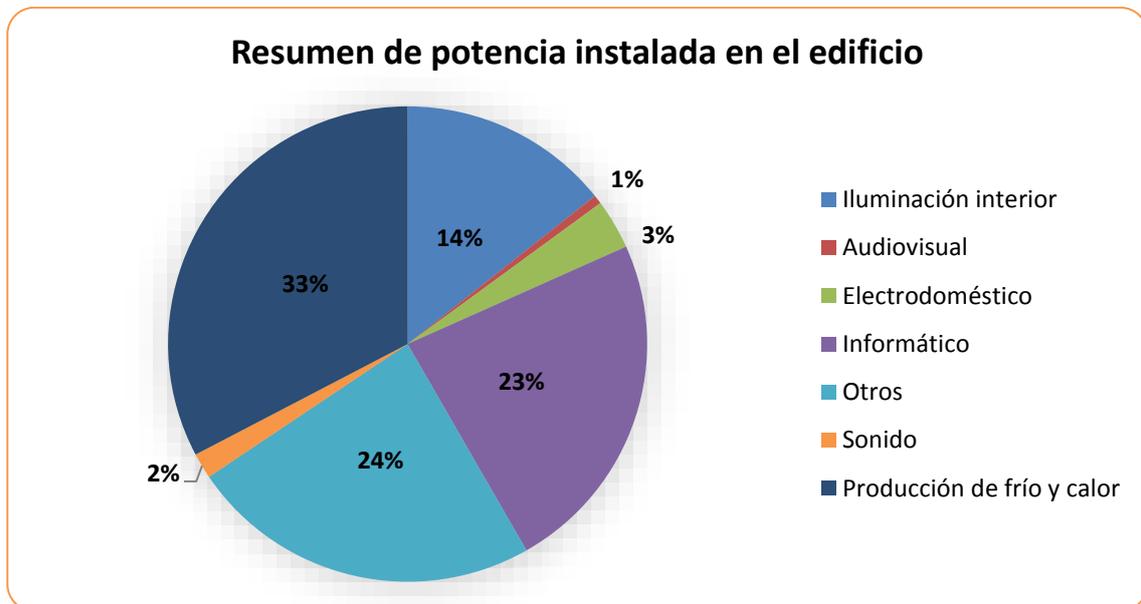


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

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

CUPS	ES0031103006342064ZT0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	33	33	33
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Enero del 2014 hasta Enero del 2015

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
17/01/2014	14/02/2014	554	1.373	524	16 /18 /11	0,00	462,12
14/02/2014	17/03/2014	404	1.163	338	12 /11 /9	0,00	427,15
17/03/2014	15/04/2014	469	1.072	317	10 /13 /4	0,00	410,76
15/04/2014	15/05/2014	434	1.075	295	11 /16 /3	0,00	411,43
15/05/2014	17/06/2014	624	1.287	361	17 /17 /9	0,00	490,28
17/06/2014	15/07/2014	649	1.213	403	17 /16 /10	0,00	456,49
15/07/2014	18/08/2014	956	1418	530	19 /23 /10	0,00	575,51
18/08/2014	16/09/2014	865	1.485	526	17 /16 /10	0,00	534,95
16/09/2014	15/10/2014	648	1.227	287	12 /21 /8	0,00	455,94
15/10/2014	14/11/2014	456	1.181	291	16 /15 /3	0,00	431,64
14/11/2014	15/12/2014	410	1.068	306	11 /12 /9	0,00	418,84
15/12/2014	16/01/2015	194	1.125	387	7 /13 /9	0,00	409,38

Tabla 12 Facturación eléctrica

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

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

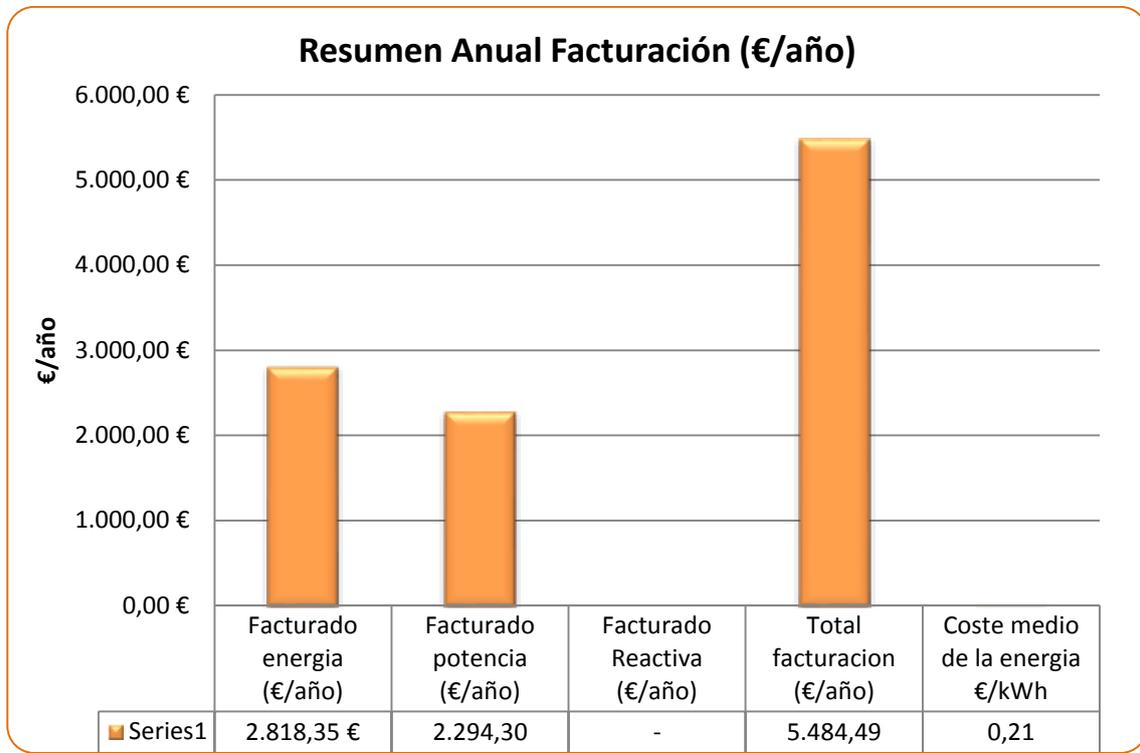


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

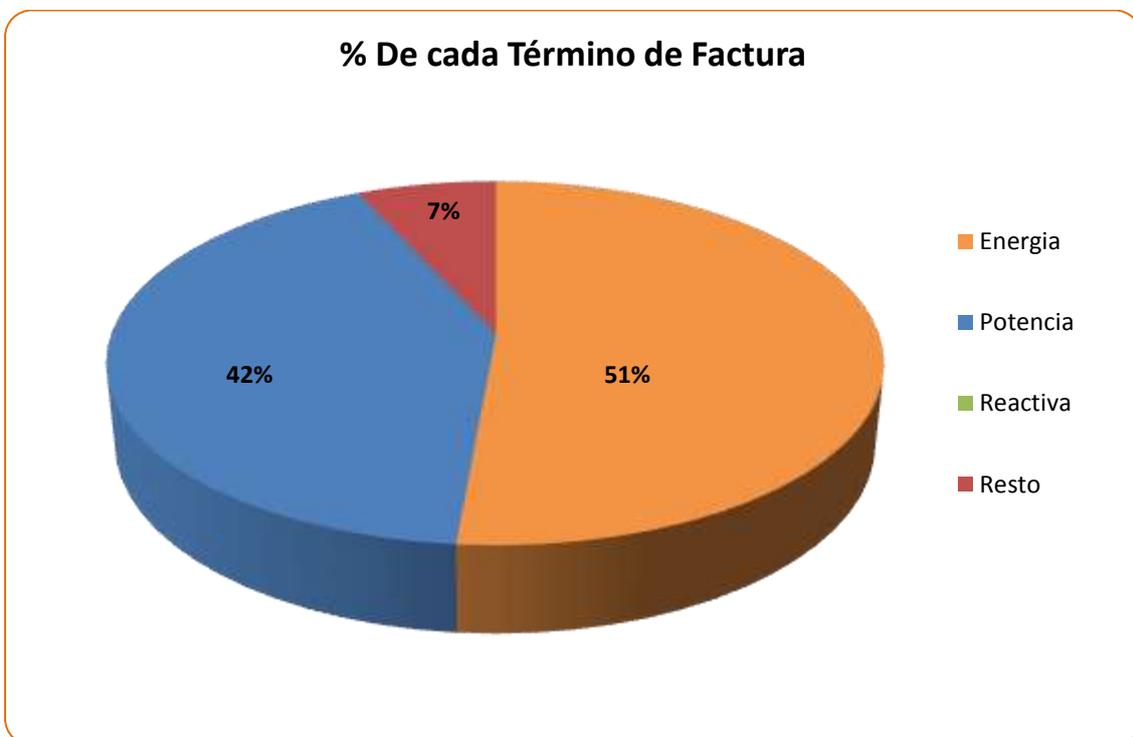


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

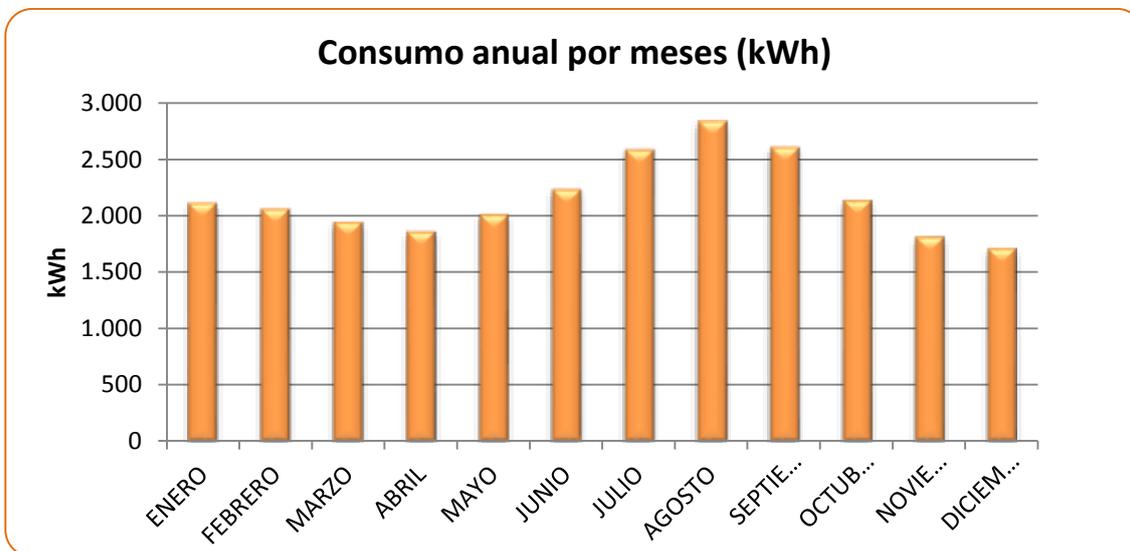


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

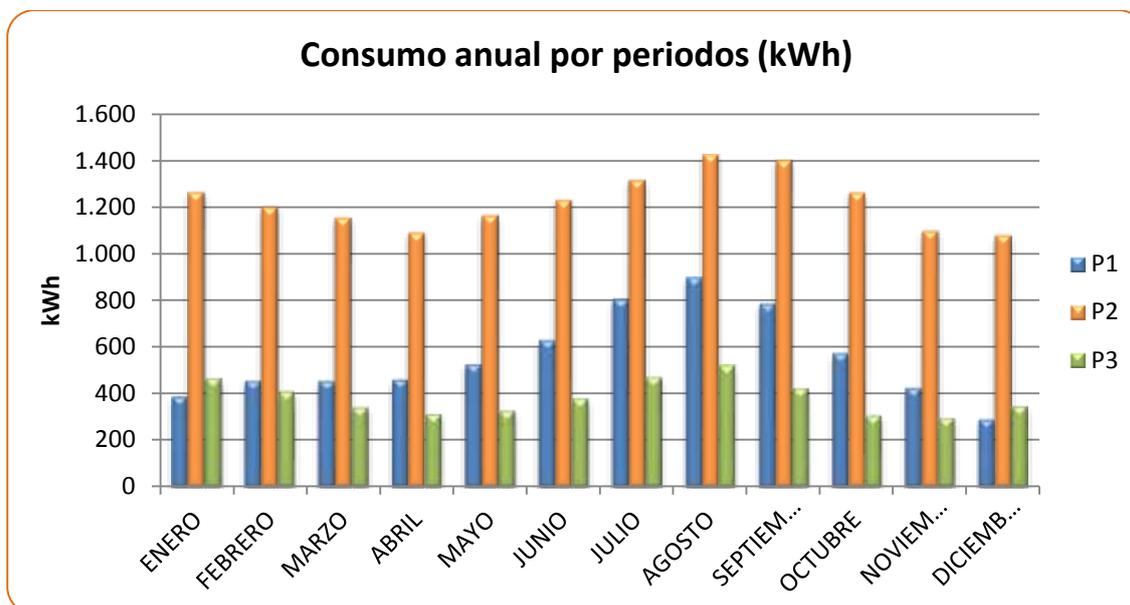


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	25.915
Total Facturación (€)	5.484,49
Media mensual de consumo (kWh/mes)	2.160
Media mensual de coste (€/mes)	457,04
Coste medio energía (€/kWh)	0,212

Tabla 13 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.

2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	25.915	-	25.915
Coste (€/año)	5.484,49	-	5.484,49

Tabla 14 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el 15 de Enero 2014 y el 15 de Enero 2015

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	15
Superficie total (m ²)	341,41
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	6,00
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	0,11
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	35,94
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	42,04

Tabla 15 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	25.914,94
€/kWh	0,21
kWh/m ² Total	75,91
€/m ² Total	16,06
kWh/persona uso	1.727,66
€/persona uso	365,63
Ton CO ₂ /año	10,34
Kg CO ₂ /m ²	30,29
Pot. Iluminación en W/m ²	17,56

Tabla 16 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

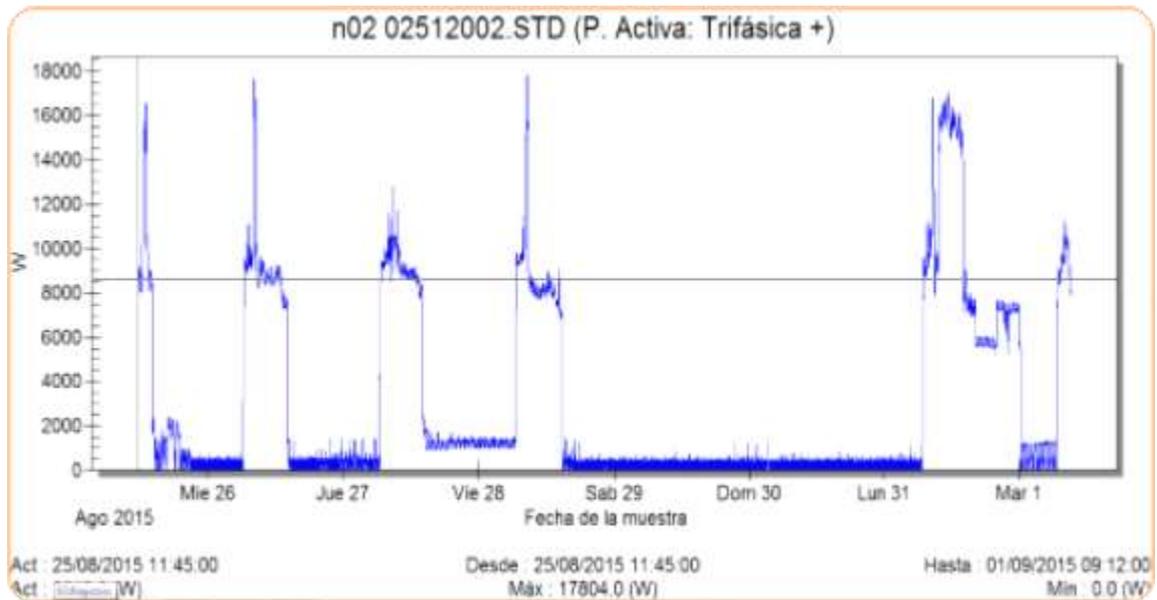


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 25/08/2015 al 01/09/2015

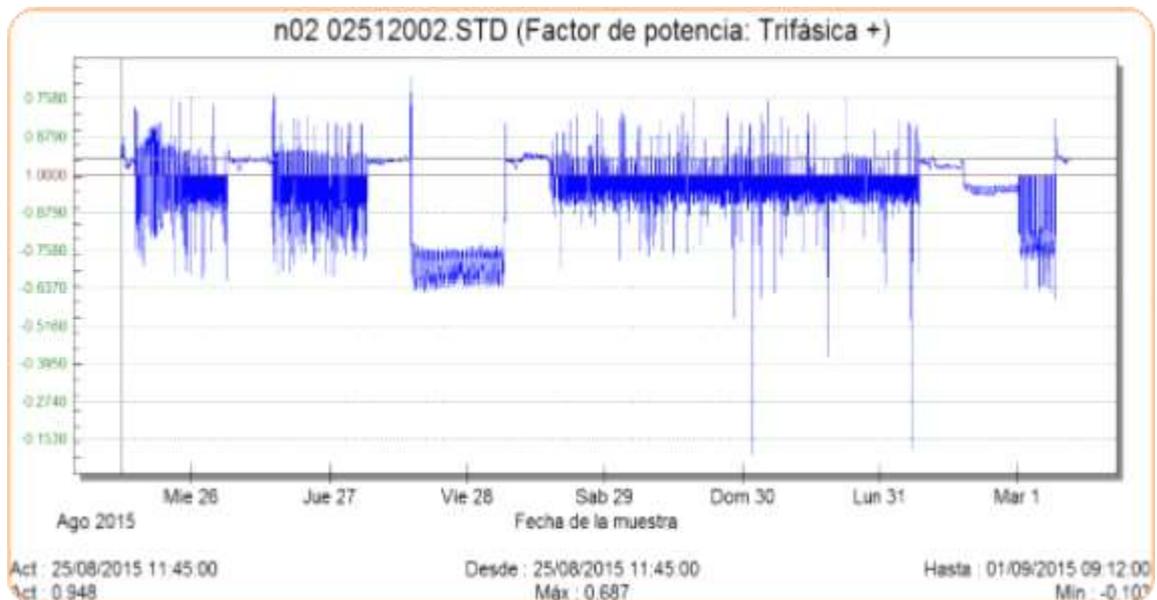


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

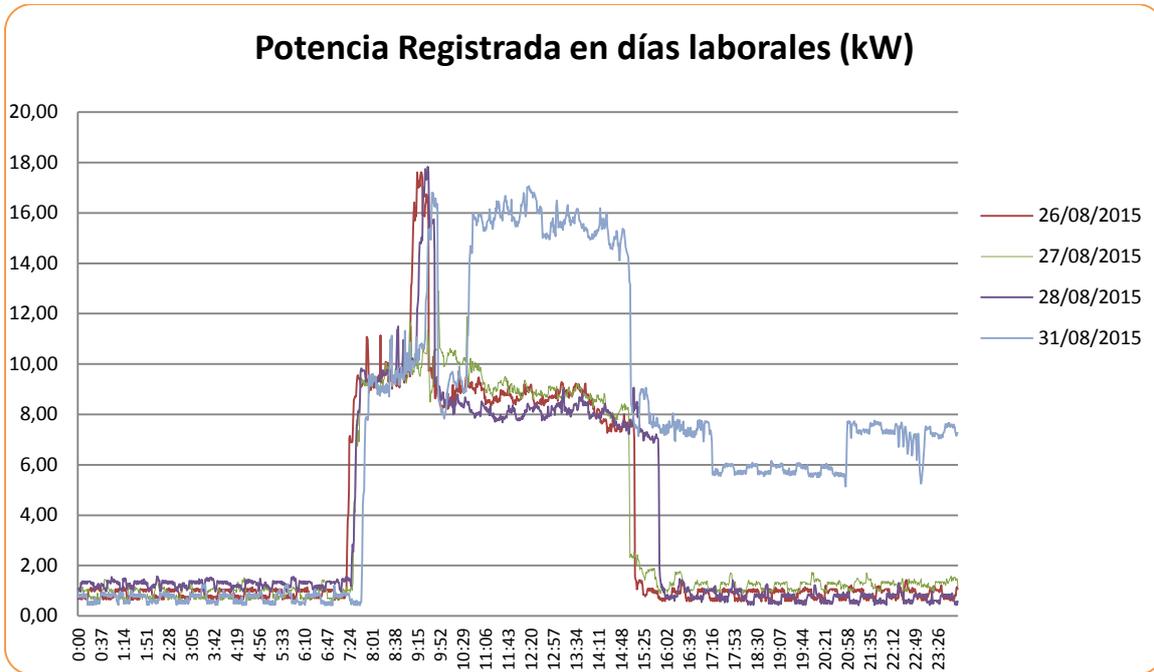


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborales (kW)

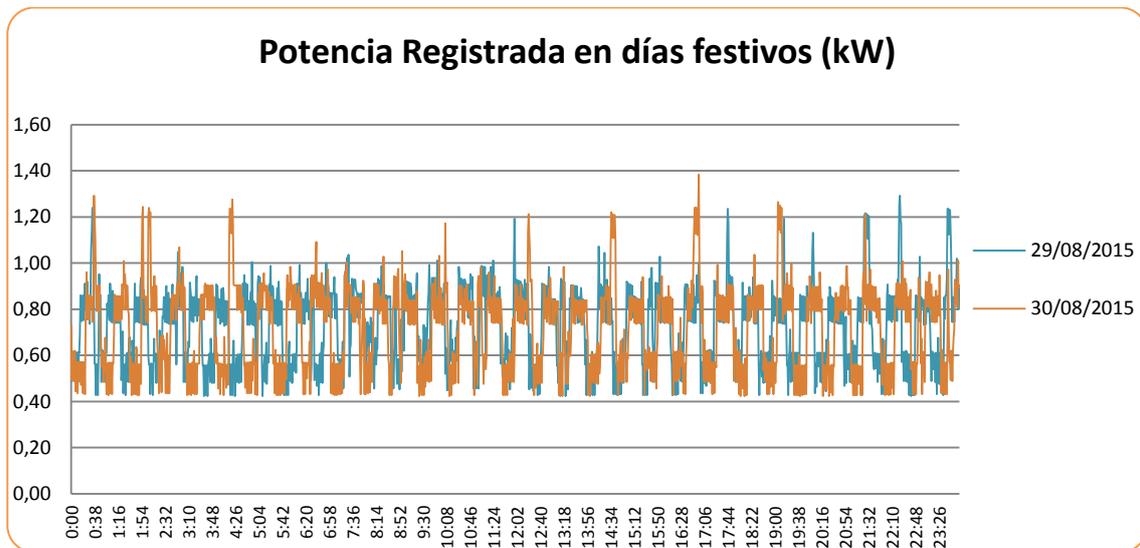


Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0,50 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 17,56 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas.

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

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

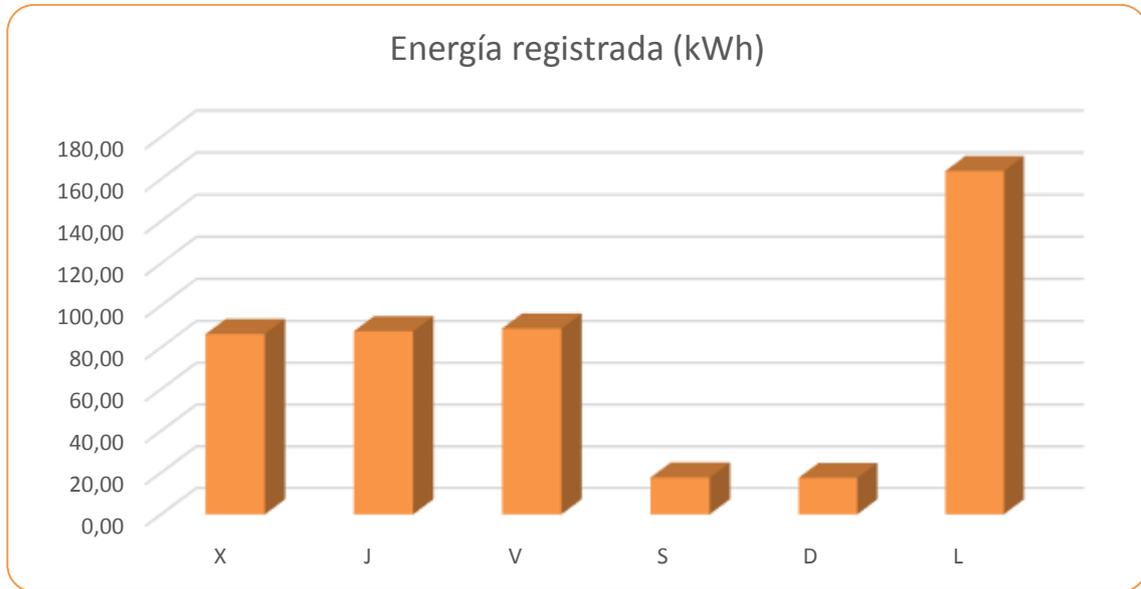


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 106,75 kWh y durante los días festivos de 17,55kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.595,74 kWh para el mes de agosto, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en agosto de 2015 de un 8,61% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

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, atención al público y dirección de juventud**

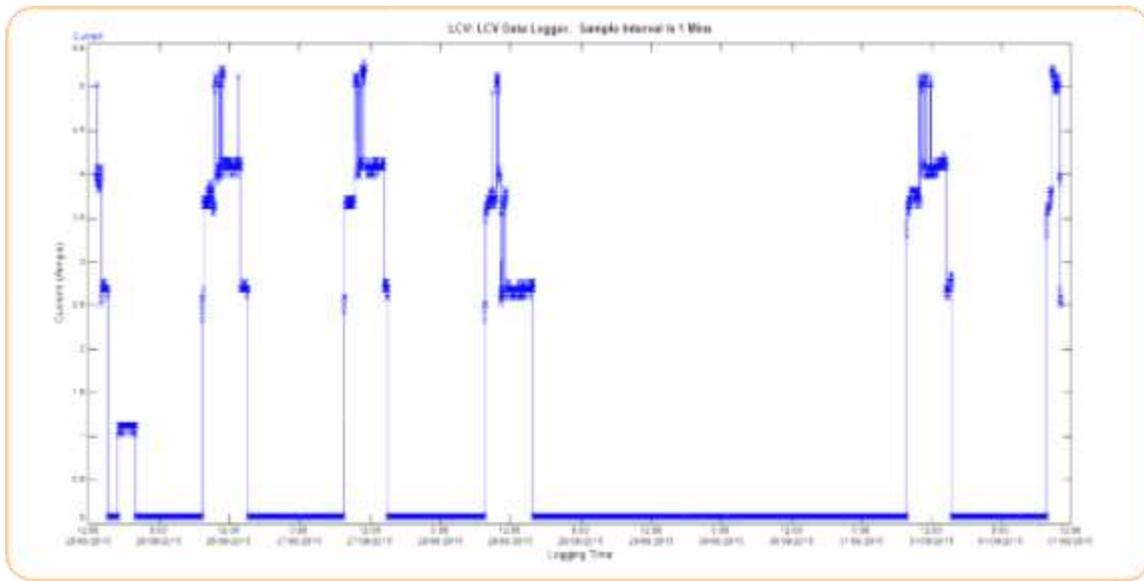


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en recepción, atención al público y dirección de juventud

- **Despacho y dirección de juventud**

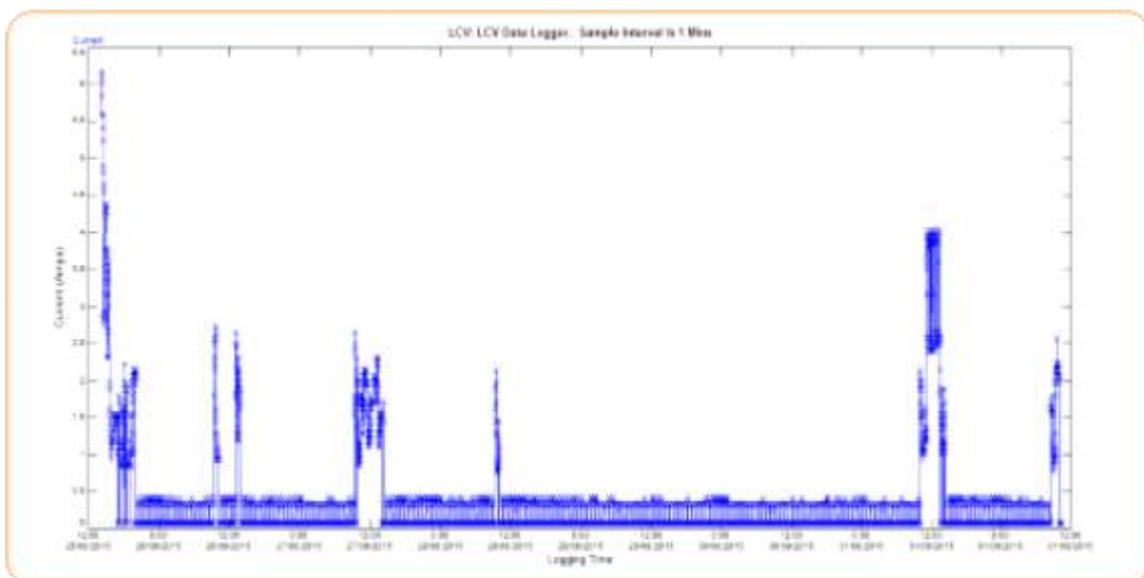


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en despacho y dirección de juventud

- Delegación de fiestas 1 y 2

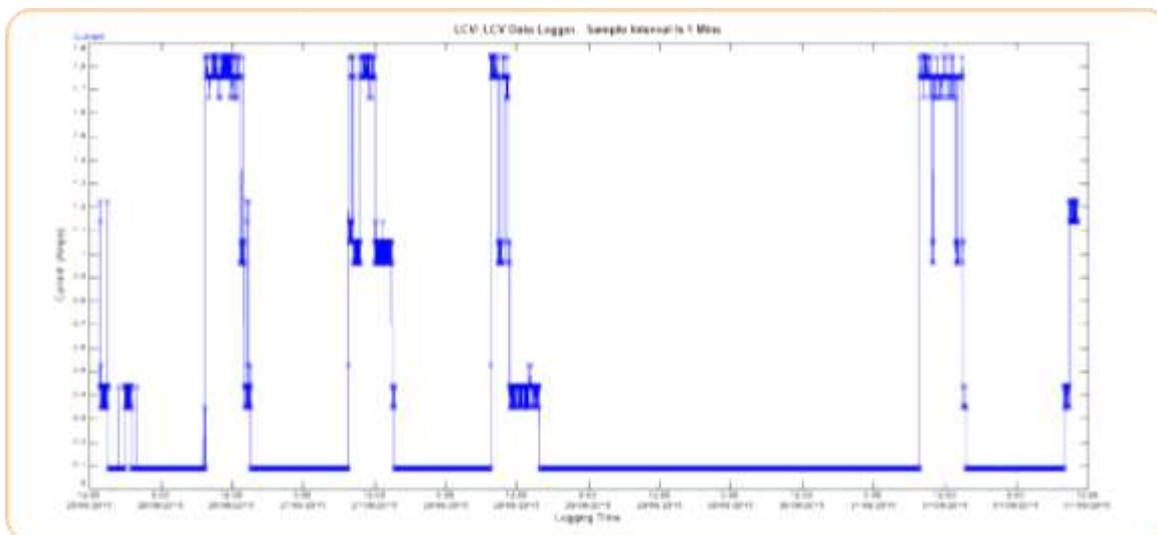


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en delegación de fiestas 1 y 2

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

- **Recepción, atención al público y dirección de juventud:** 5,46 h
- **Despacho y dirección de juventud:** 1,06 h.
- **Delegación de fiestas 1 y 2:** 5,66 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 ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Recepción	100	20,41	432	300	1,13415719
Sala de espera	250	15,03	207(*)	300	8,03545887
Atención al público	260	25,5	125(*)	500	8,15686275
Delegación de fiestas 1	150	15,24	192(*)	300	5,12631234

Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Delegación de fiestas 2	150	18,38	158(*)	300	5,16521811
Pasillo	200	22,75	47(*)	150	18,7046996
Aseo señoras	200	3,83	133(*)	150	39,2626475
WC señoras	50	1,37	160	150	22,810219
Distribuidor 2	200	6,17	430	150	7,53835136
Sala de ensayo	300	47,26	119(*)	300	5,33433856
Dirección de juventud	150	17,4	709	500	1,21589417

Tabla 17 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Todas las estancias medidas a excepción de la recepción, el WC señoras, el distribuidor y la dirección de juventud se encuentran por debajo del valor Normal recomendado.

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

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 18 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 25/08/2015 y 01/08/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Recepción (Planta baja) – Orientación S**

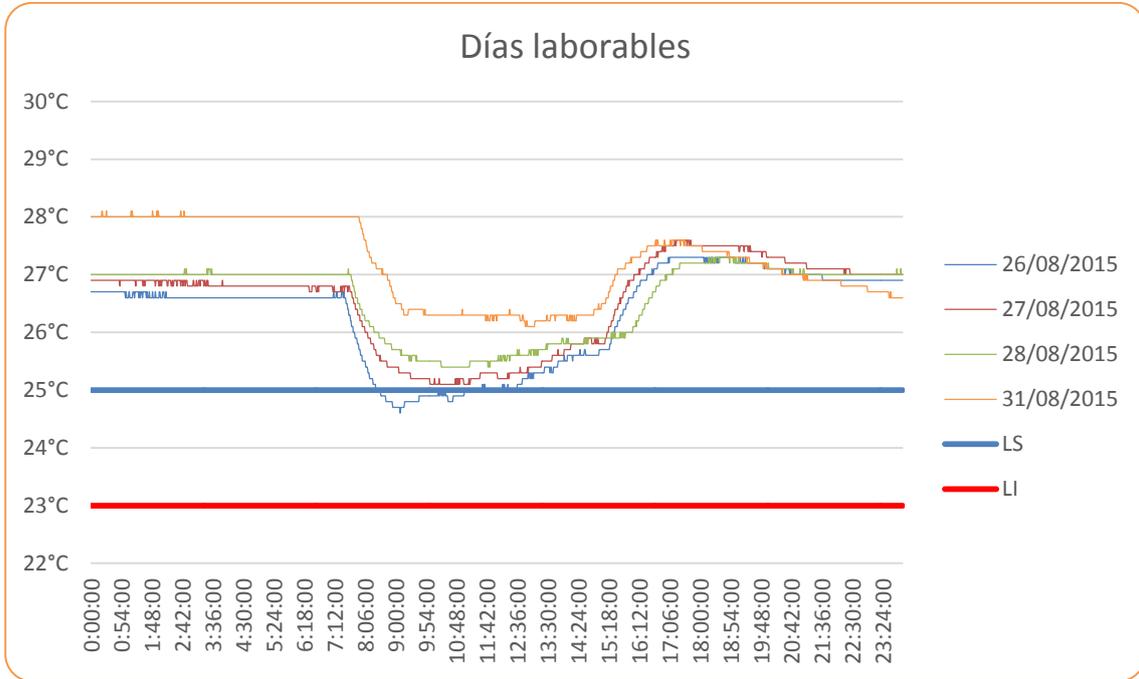
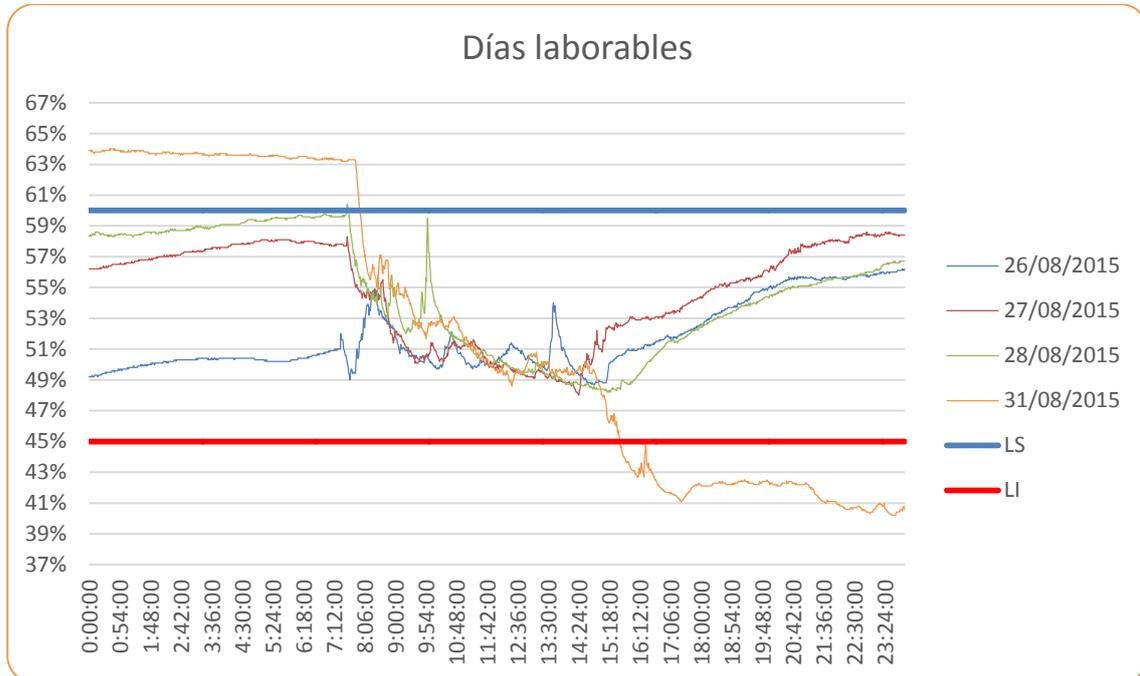


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos



Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo conductos. La temperatura comienza a descender desde los 27-28°C a partir de las 7:30h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. A las 9:30h se alcanzan los 25-26°C y a partir de este momento la temperatura se mantiene uniforme hasta las 15:30h., cuando comienza incrementarse coincidiendo con la finalización de la jornada laboral y con la desactivación del sistema de

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

climatización. Por lo tanto, la temperatura supera los 25°C reglamentarios durante una parte del periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona, aunque no es significativo.

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

La humedad se sitúa en el intervalo requerido por la normativa (45-60%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 48 y 57%. Esto es debido al secado producido en el aire interior mediante el equipo de climatización existente en esta zona.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes, aunque no significativas.** En general las temperaturas se encuentran entre los 25°C y los 26°C durante los periodos de ocupación, lo cual indica un aporte insuficiente de refrigeración en esta zona, encontrándose la temperatura por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C) durante una parte de dicho periodo de ocupación.
- ❑ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo a partir de las 7:30, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 15:30 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 C

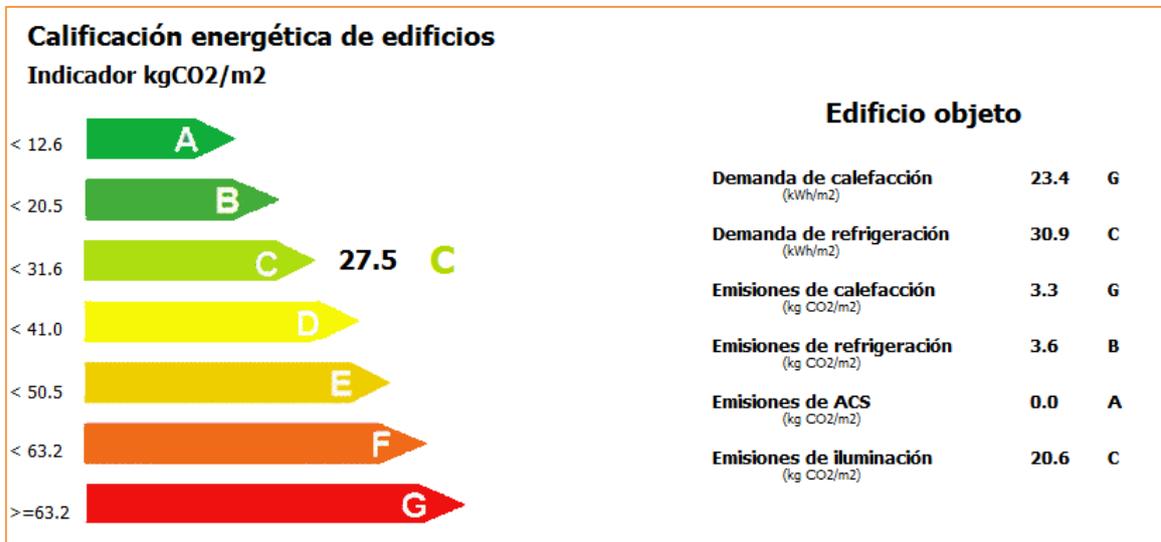


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

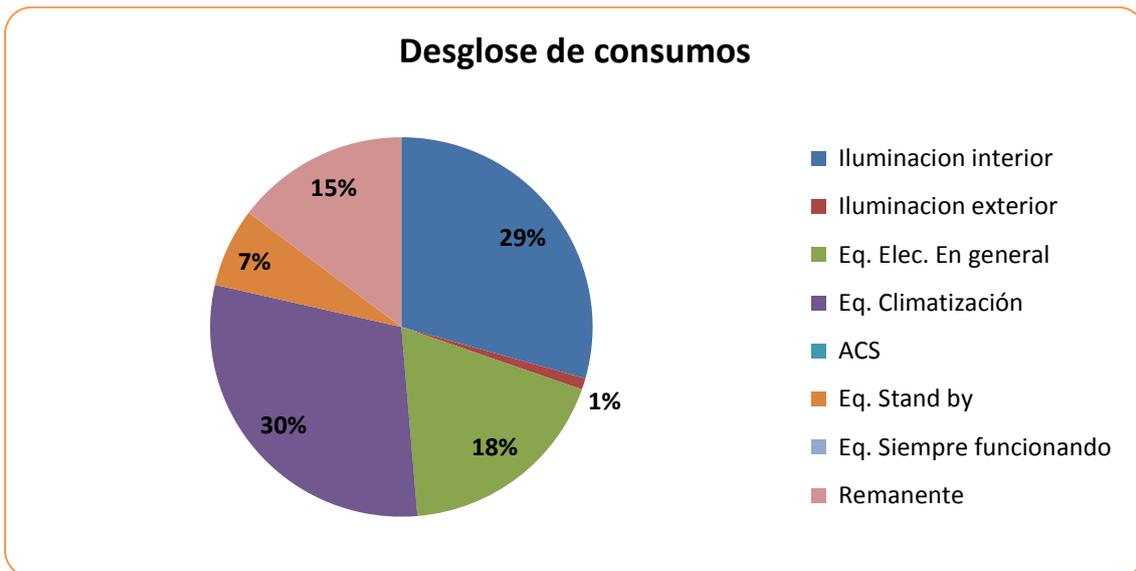


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde a los aparatos eléctricos que están en modo espera (stand by). Este apartado engloba, por ejemplo, a:

- Ordenadores, tanto de sobremesa como portátiles conectados a la red eléctrica.
- Impresoras, fotocopiadoras y escáneres.
- Televisores, proyectores, dvd, etc.
- Teléfonos con base de recarga.
- Equipos de sonido.

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 es relativamente elevado para una instalación de estas características, por lo que, según lo explicado anteriormente, se recomienda revisar la instalación para localizar estos consumos evitables y revisar ciertos comportamientos para intentar reducir en la medida de lo posible este consumo energético.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 6%.

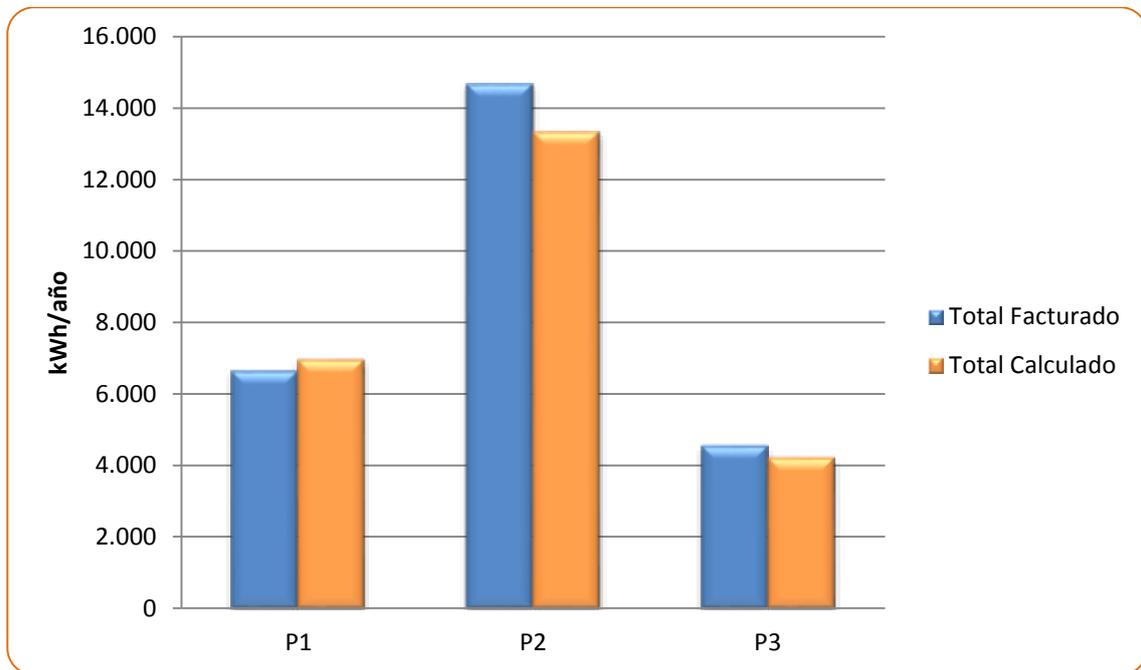


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

4.2 Desglose de consumos térmicos

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

4.3 Contribución de energías renovables

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

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	31,90%	58,01%	10,09%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,21672
Horas equivalentes (h/año)	28,54

Inversión

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

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

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora %	Del edificio %	Por energía €/año	Por potencia €/año	Total €/año	€	Años	Ton/año
4.077	56,59%	15,73%	498,06 €	40,49 €	538,55 €	11.834,37 €	21,97	1,63

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

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

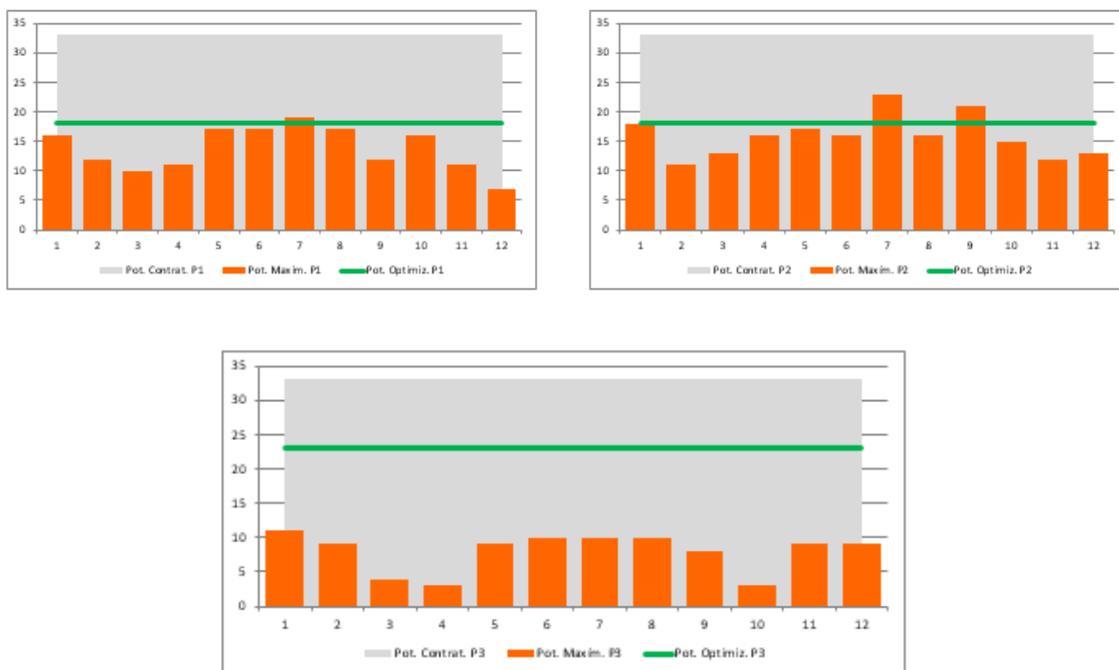


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro 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 **18 / 18 / 23 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)
3.0 A	42,81	25,69	17,12

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
33	33	33	18	18	23	867,32 €

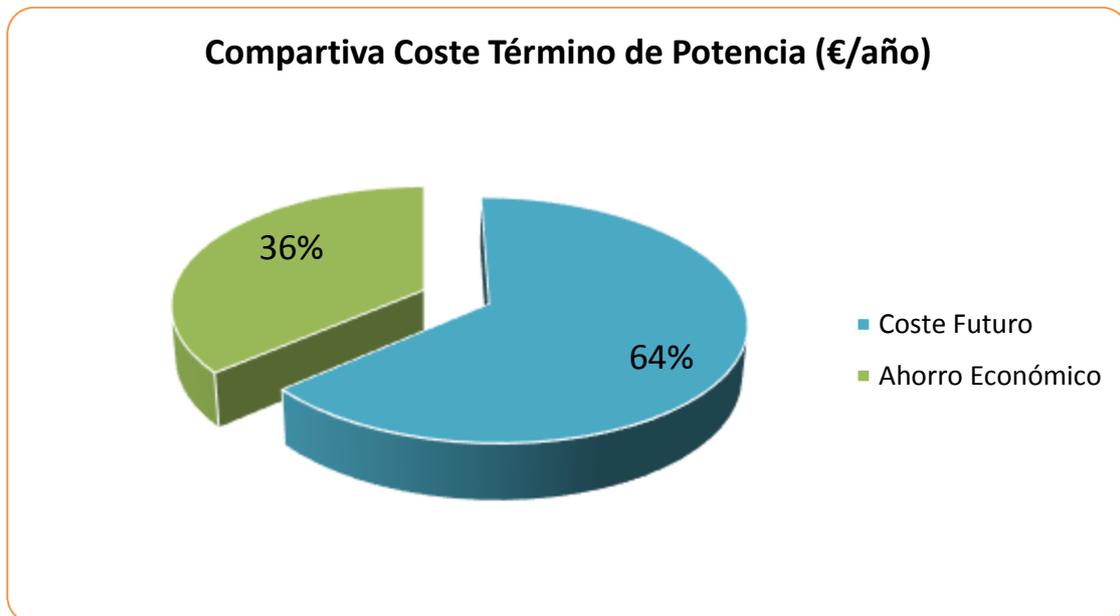


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

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 Electrónicos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

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.

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

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

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

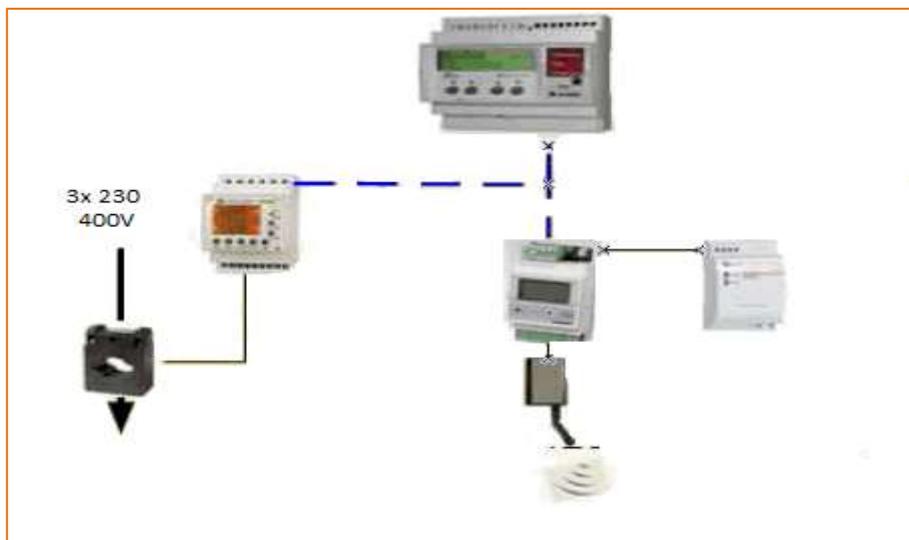


Imagen 12 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

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

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

Beneficios de la instalación

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

Inversión

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda de agua caliente sanitaria (ACS).

7.2 Biomasa

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

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

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

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

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

La incertidumbre existente actualmente en España en relación a la regulación de la generación eléctrica mediante fuentes renovables y el nuevo sistema de retribución basado en un precio de mercado más unos incentivos variables en base a diferentes tipologías de instalaciones, ha dejado prácticamente como única alternativa viable la instalación fotovoltaica de autoconsumo con inyección cero a la red, donde los excedentes producidos en lugar de verterlos a la red, se limitan.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo de estas características se encuentran los siguientes:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DELEGACION DE JUVENTUD Y FIESTAS	1306
		68
		Rev.07

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

En este caso, al no existir en el centro una demanda eléctrica estable durante todos los días del año, la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaico de este tipo llevaría asociado un periodo de retorno muy elevado. Por este motivo no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnología LED	4.077	56,59%	538,55	11.834,37€	21,97	1,63
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	867,32	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	4.077	56,59%	1.405,78	11.834,37€	8,42	1,63

Tabla 19 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA