

INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Delegación de Cultura)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_17_20160108

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 Envolvente y cerramientos 5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS 7
1.4.1 Producción de ACS 7
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización 7
1.4.3 Unidades Terminales 10
1.5 Iluminación 15
1.5.1 Iluminación interior 16
1.5.2 Iluminación exterior 17
1.5.3 Sistemas de control 18
1.5.4 Condiciones de funcionamiento 18
1.6 Otros equipos 19
1.7 Resumen de potencias instaladas 20
2. CONSUMOS ANUALES 21
2.1 Consumos eléctricos 21
2.2 Consumos térmicos 24
2.3 Consumos energéticos totales 24
2.4 Índices energéticos 24
2.4.1 Índices energéticos eléctricos 24
2.4.2 Índices energéticos térmicos 24
3. MEDICIONES REALIZADAS 25
3.1 Medidas eléctricas 25
3.1.1 Registros trifásicos 25
3.1.2 Registros monofásicos 28
3.2 Medida de nivel de iluminación 30
3.3 Medidas térmicas 31
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad 31
3.4 Análisis termográfico 35
3.5 Certificación energética 35
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO 36
4.1 Desglose de consumos eléctricos 36

4.2 Desglose de consumos térmicos 37
4.3 Contribución de energías renovables 37
5. ACTUACIONES PROPUESTAS 38
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED 38
5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada 40
5.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante 42
6. MEJORAS RECOMENDADAS 49
6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior 49
6.2 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante 51
6.3 Implantación de un sistema de monitorización y control 52
7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES 54
7.1 Energía solar térmica 54
7.2 Biomasa 54
7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo 54
8. RESUMEN 55

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Delegación municipal de cultura y enseñanza
Dirección	Plaza Altamirano, 2
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Antonio Luna 952 825 035
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la **Delegación de Cultura** que se han auditado se encuentran situadas en la **Plaza Altamirano** en la localidad de **Marbella.**



Imagen 1 Vista general de la Delegación de Cultura



Imagen 2 Vista aérea de la Delegación de Cultura

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie útil. (m^2)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	5	515	20	07:15-15:00	1935	2002	Rehabilitación completa

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	20	07:15-15:00	Administrativo
Limpiadoras	3	16:00-19:00	Otros

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 (m^2)	Planta 1 (m^2)	Planta 2 (m^2)	Planta 3 (m^2)	Sup. Total (m^2)
Administrativo	65	75	92	--	231
Aseos	--	6	5	--	11
No habitable	10	5	5	95	114
Usos múltiples	24	--	--	--	24
Zonas comunes	56	41	39	25	159
Sup. Total (m^2)	130	126	140	120	515

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 espacios comunes abarca el 51% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes y las áreas no habitables con un 22% y un 25% respectivamente.

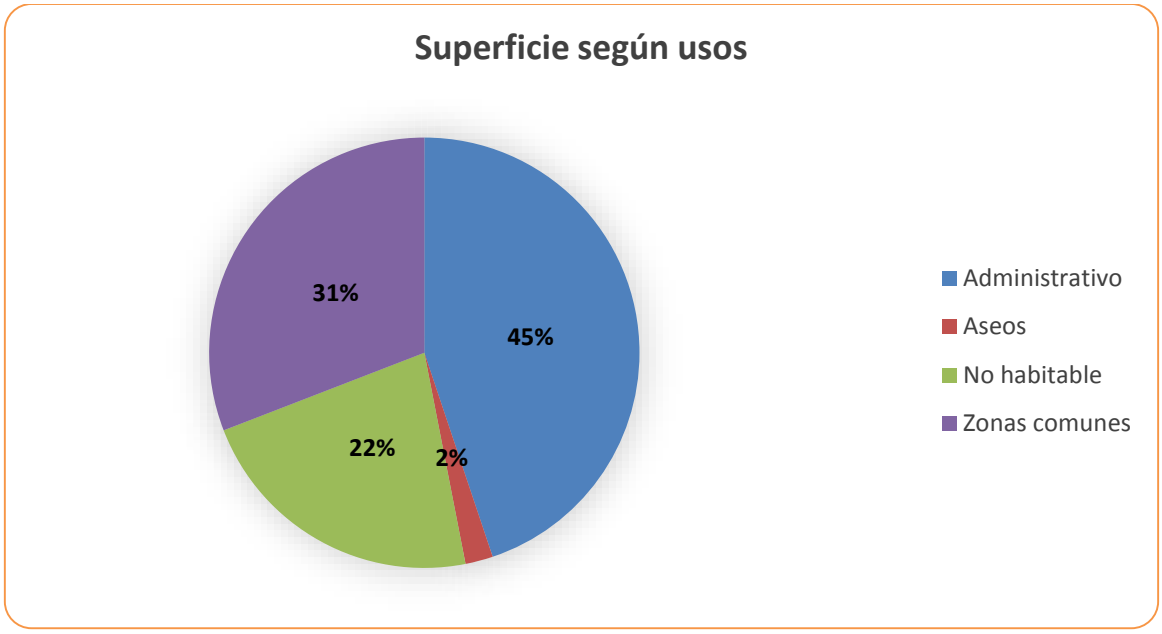
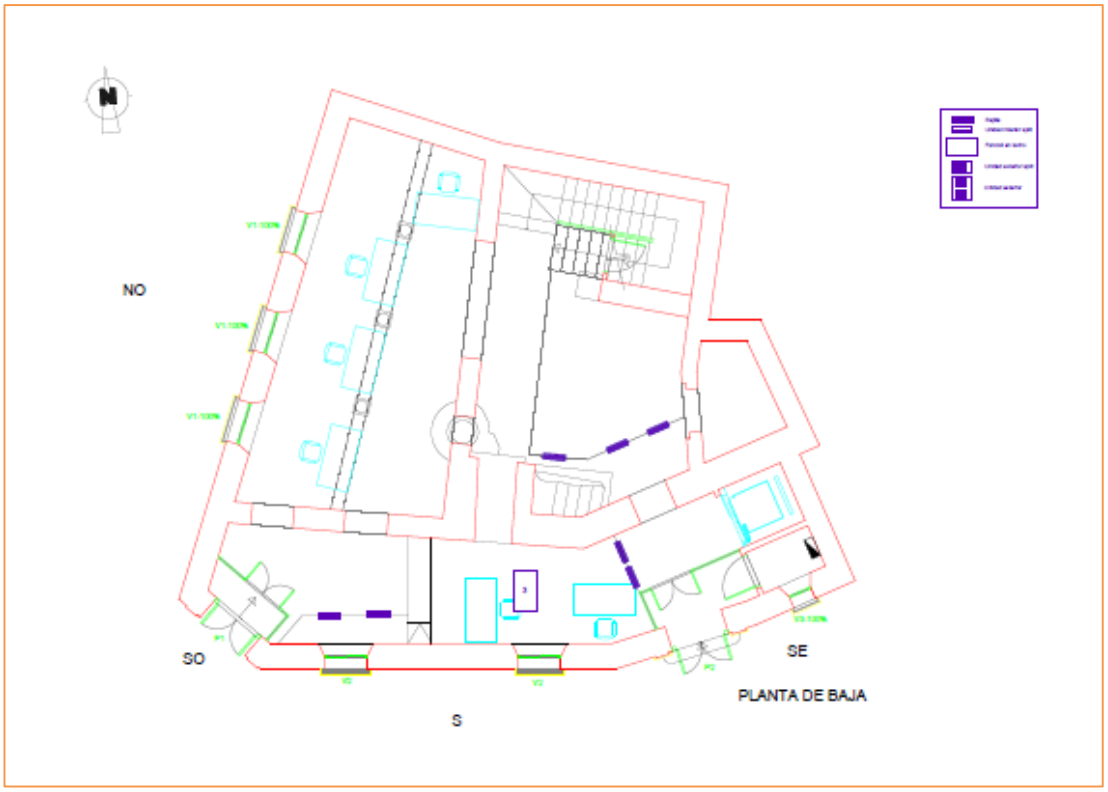
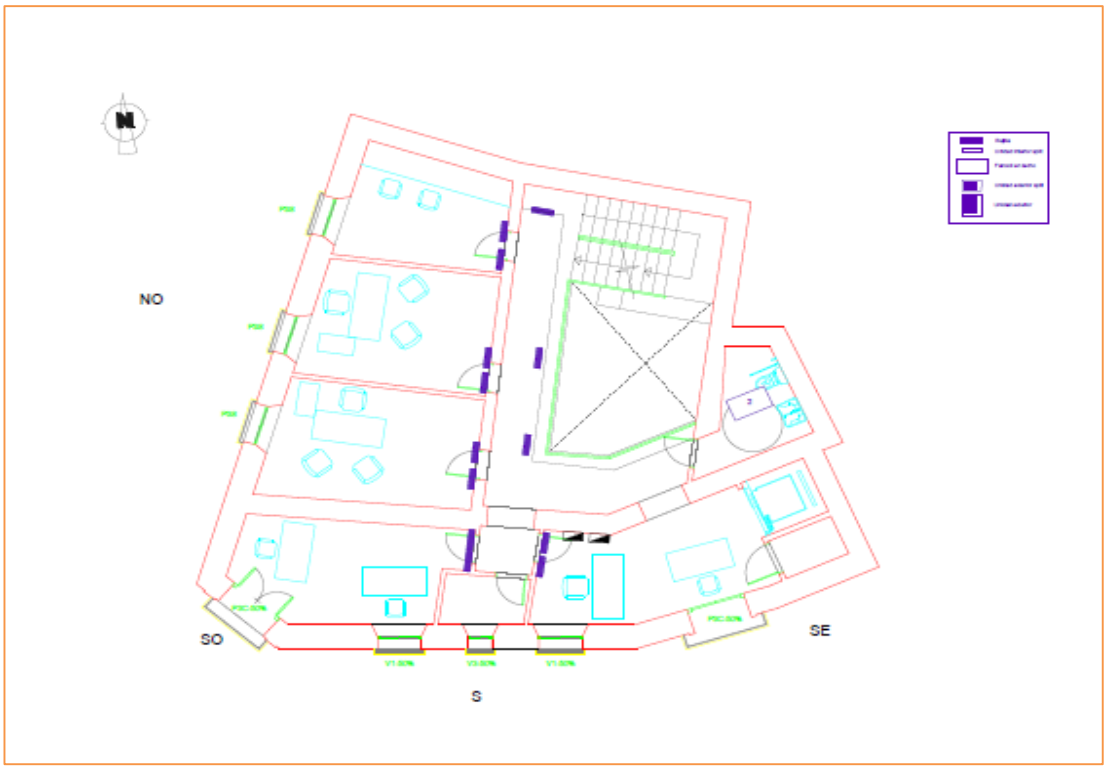


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



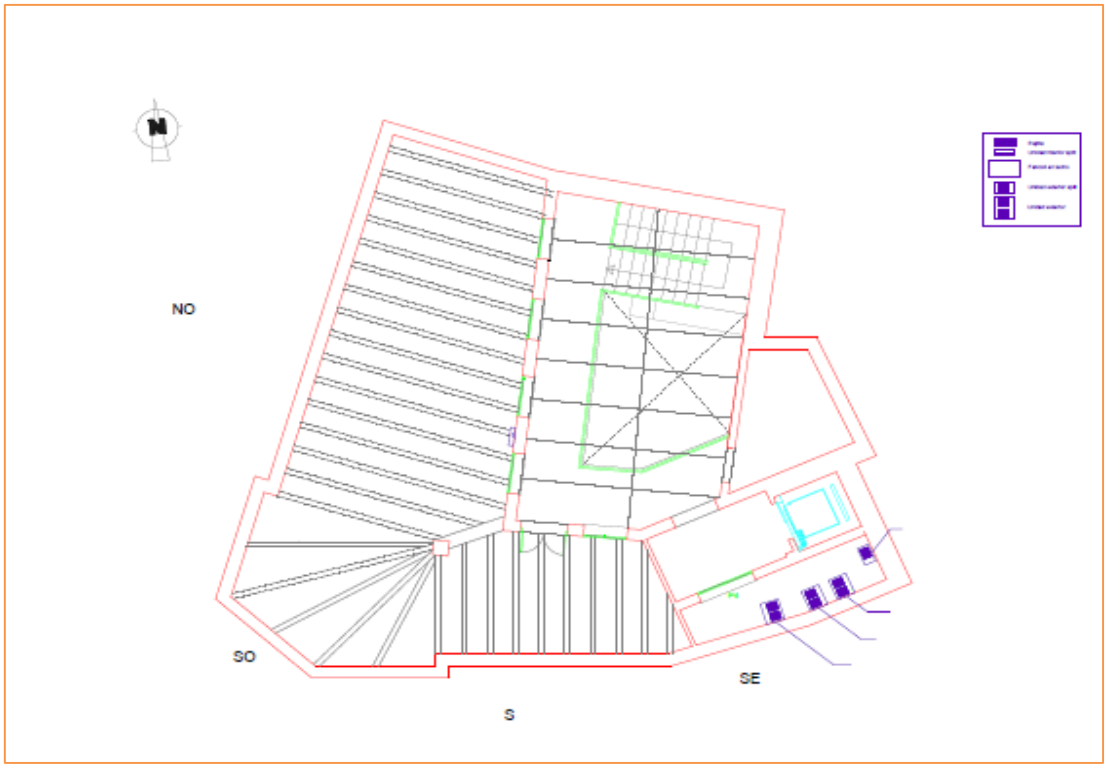
Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera



Plano 3 Planta Segunda



Plano 4. Planta Tercera

1.3 Envolvente y cerramientos

El edificio que acoge la sede de cultura fue construido en el siglo XVI por lo que no se rige por ningún tipo de normativa, si bien en 2002 fue restaurado por completo para poder cumplir con su función actual.
Las ventanas de todo el edificio son de vidrio doble con marco de madera y están renovadas recientemente.

La cubierta inclinada es de teja cerámica característica de las construcciones de la zona.

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.

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

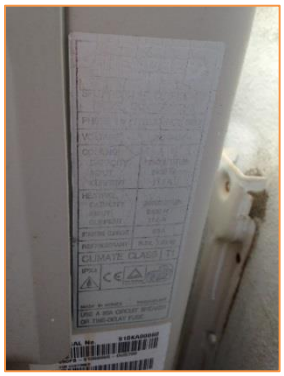
A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	3	3	3	3
Ubicación equipo	Terraza	Terraza	Terraza	Terraza
Zona de tratamiento	Buhardilla almacén	Zonas en planta primera	Zonas en planta baja	Zonas en planta segunda
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	ZHENDRE	ZHENDRE	ZHENDRE	AIRWELL
Modelo	GCMSP24A2M5	GCP613T5	GCP423T5	GC CD 60T RC
Refrigerante	R22	R22	R22	R410a
Año de instalación	2002	2002	2002	2002
Tipo de unidad interior	Pared	Conductos	Conductos	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	7,04	17,90	13,31	16,40
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,40	6,70	4,70	7,40
EER	2,93	2,67	2,83	2,22
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	7,04	17,90	12,94	18,10
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,40	5,70	4,62	7,40

Nº generador	1	2	3	4
COP	2,93	3,14	2,80	2,45
ESCOP	-	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:15-15	07:15-15	07:15-15	07:15-15
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	-	-	-	-
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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







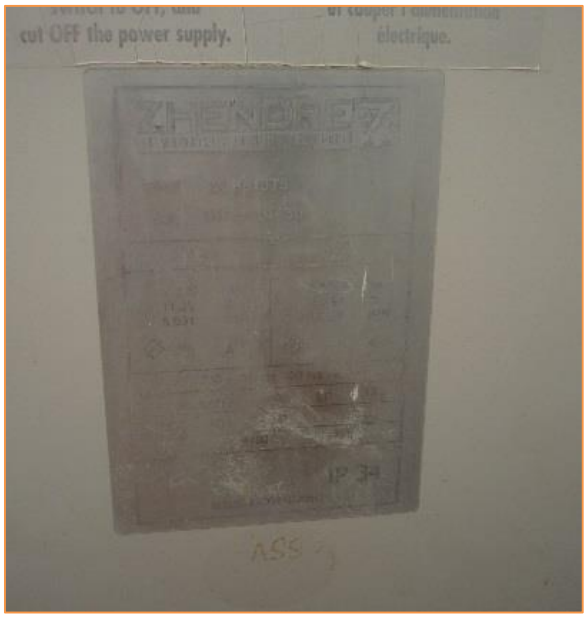




Imagen 4 Equipos de producción de frío y calor para climatización

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

Calefacción	**54,65 kW**
Refrigeración	**55,98 kW**

Tabla 6 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

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.

Característica	1	2	3	4	5
Unidad terminal	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit
Planta	0	0	0	1	1
Zona de tratamiento	Recibidor	Conserjería	Patio	Pasillo 1	Gabinete de diseño
Marca	ZHENDRE	ZHENDRE	ZHENDRE	ZHENDRE	ZHENDRE
Modelo	CTKSP42B2M5	CTKSP42B2M5	CTKSP42B2M5	CTSPP61B2M5	CTSPP61B2M5
Cantidad	1	1	1	1	1
Alimentación	0	0	0	0	0
Batería calor	R-22	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	12,50	0,00	0,00	17,90	17,90
Batería frío	R-22	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	12,94	12,94	12,94	17,90	17,90
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Característica	6	7	8	9	10
Unidad terminal	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración

Característica	1	2	3	4	5
Edificio	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit
Planta	1	1	1	1	2
Zona de tratamiento	Departamento de programación	Coordinador	Jefe de negociación	Despacho	Pasillo 2
Marca	ZHENDRE	ZHENDRE	ZHENDRE	ZHENDRE	AIRWELL
Modelo	CTSPP61B2M5	CTSPP61B2M5	CTSPP61B2M5	CTSPP61B2M5	-
Cantidad	1	1	1	1	1
Alimentación	0	0	0	0	0
Batería calor	R-22	R-22	R-22	R-22	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	17,90	17,90	17,90	17,90	18,10
Batería frío	R-22	R-22	R-22	R-22	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	17,90	17,90	17,90	17,90	15,40
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Característica	11	12	13	14	15
Unidad terminal	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit	Unidad interior - Multisplit
Planta	2	2	2	2	2
Zona de tratamiento	Patrimonio	Jefe de grupo	Secretaría	Despacho concejal	Despacho
Marca	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL
Modelo	-	-	-	-	0
Cantidad	1	1	1	1	1
Alimentación	0	0	0	0	0
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	15,40	15,40	15,40	15,40	15,40
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica

Característica	1	2	3	4	5
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario

*Tabla 7 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas*



*Imagen 5 Tipología de **unidades interiores** instaladas*

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	188,00	180,00	957,45
Zonas comunes	72,50	48,50	668,97
Usos múltiples	87,00	7,04	80,92
Total	**347,50**	**235,54**	**677,81**

Tabla 8 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

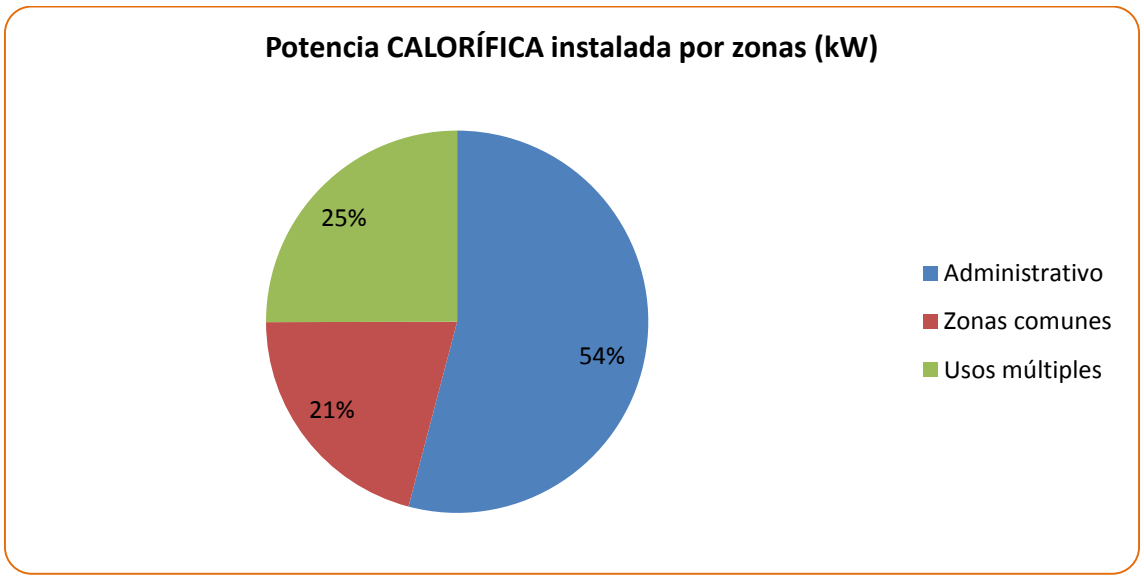


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

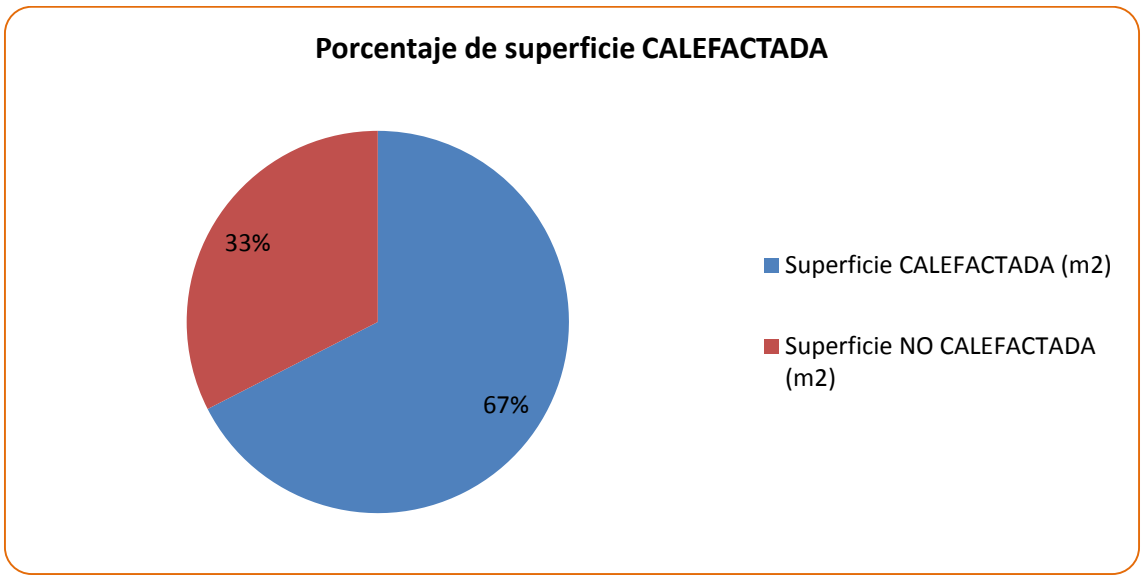


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	188,00	179,44	954,45
Zonas comunes	72,50	59,17	816,17
Usos múltiples	87,00	7,04	80,92
Total	**347,50**	**245,65**	**706,90**

Tabla 9 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de superficie refrigerada en el centro:

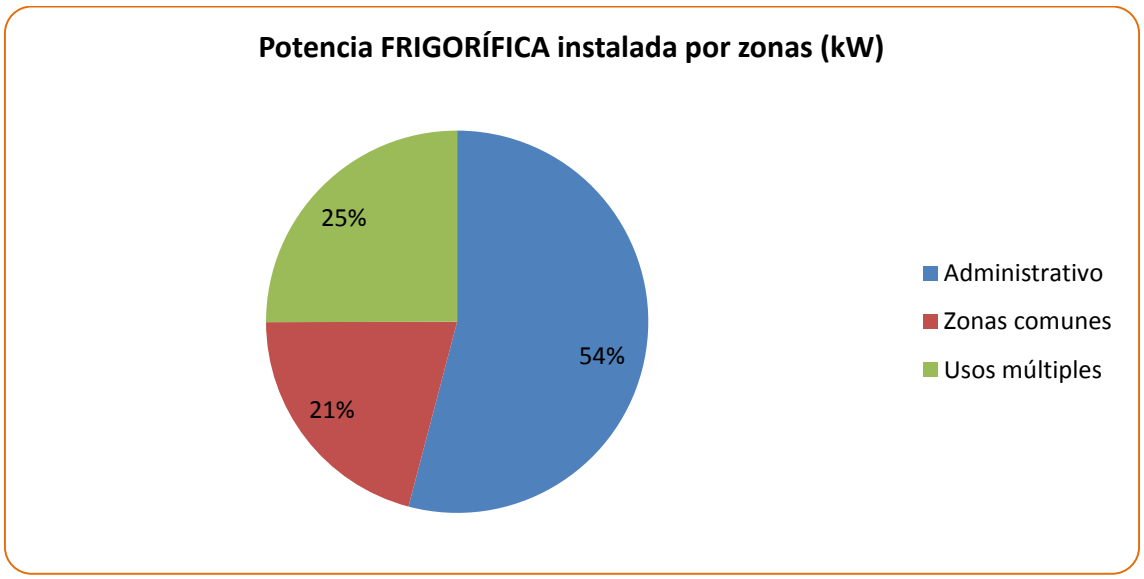


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

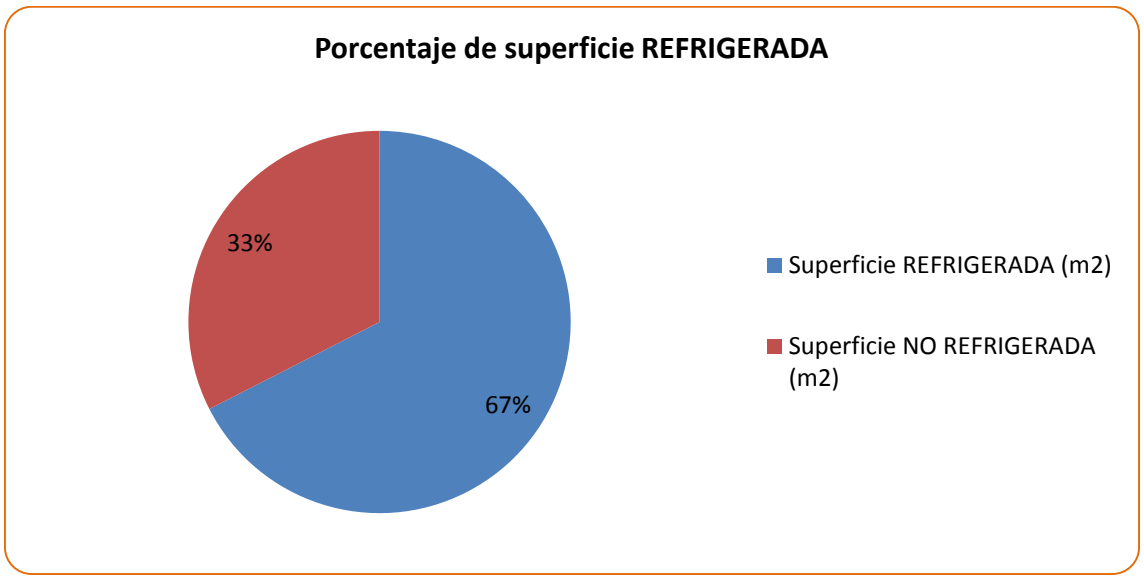


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 7,89kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

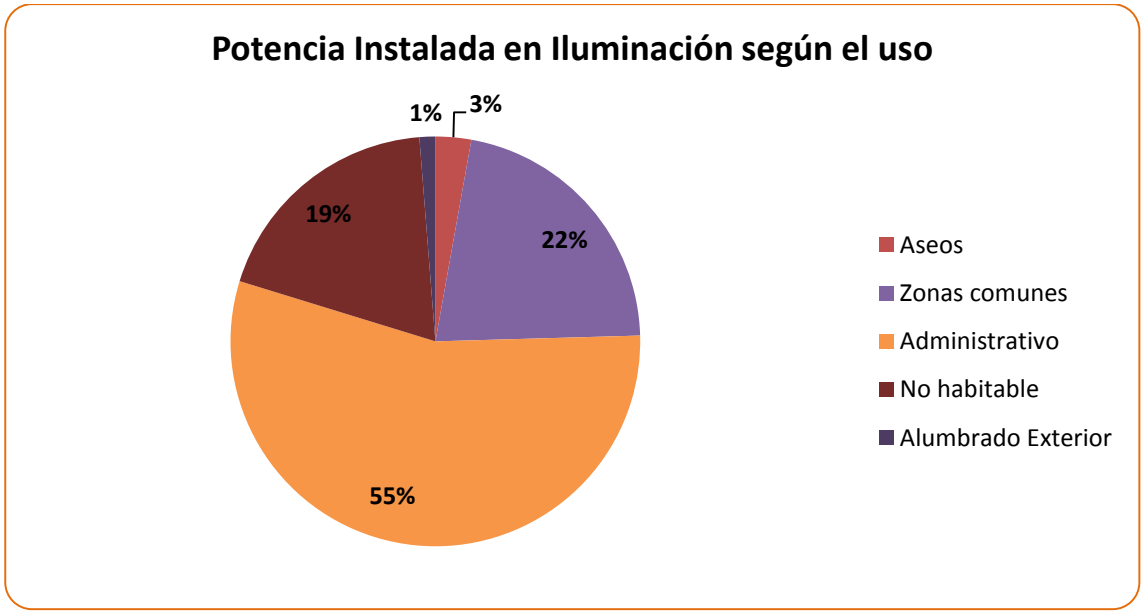


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 administrativo.

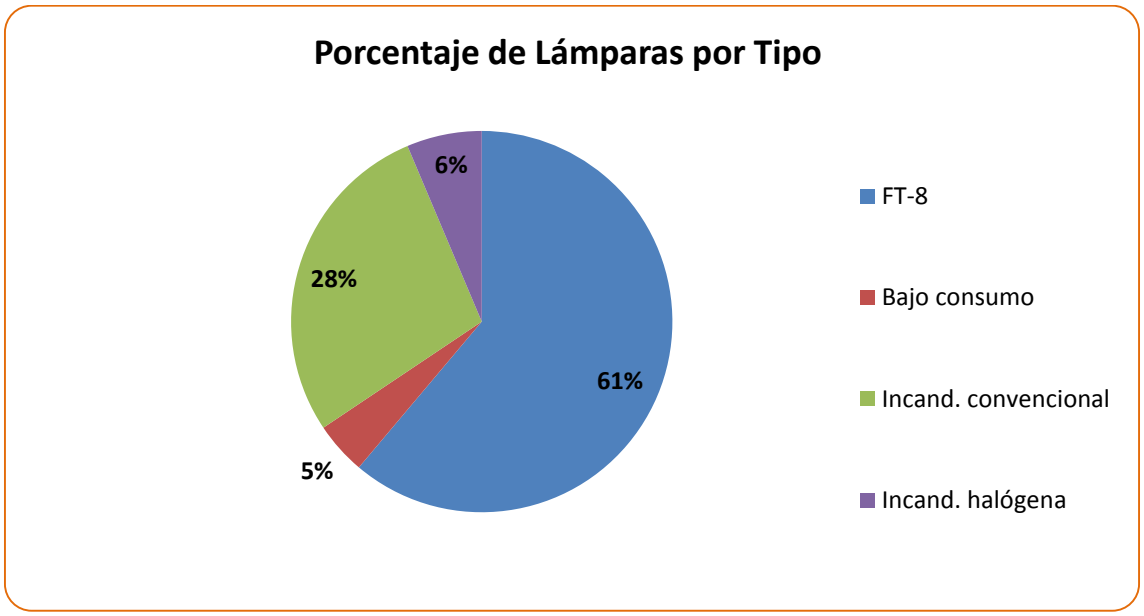


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Suma de kW TOTAL
EM	59	5,70
FT-8	59	5,70
1	24	1,67
58	24	1,67
2	34	3,94
36	15	1,30
58	19	2,64
4	1	0,09
18	1	0,09
-	43	2,20
Incand. convencional	27	1,75
1	14	0,49
40	8	0,32
25	1	0,03
28	5	0,14
2	12	0,96
40	12	0,96
5	1	0,30
60	1	0,30
Incand. halógena	10	0,31
1	10	0,31
18	6	0,11
50	4	0,20
Bajo consumo	6	0,15
1	5	0,11
20	4	0,08
26	1	0,03
2	1	0,04
20	1	0,04
Total general	**102**	**7,90**

Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 6 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	Suma de kW TOTAL
-	1	0,10
Incand. convencional	1	0,10
1	1	0,10
100	1	0,10
Total general	**1**	**0,10**

Tabla 11 Resumen de iluminación exterior



Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del centro cultural 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.

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	**5**	**0,69**
DVD/CD	**2**	**0,04**
20	2	0,04
Televisión Tubo	**2**	**0,6**
300	2	0,6
TDT	**1**	**0,05**
50	1	0,05
Electrodoméstico	**6**	**5,17**
Horno	**1**	**1,65**
1650	1	1,65
Microondas	**1**	**0,8**
800	1	0,8
Cafetera	**1**	**0,8**
800	1	0,8
Nevera	**1**	**0,22**
220	1	0,22
Kettle / Calienta agua	**1**	**1**
1000	1	1
Tostador	**1**	**0,7**
700	1	0,7
Informático	**32**	**10,376**
Impresora	**5**	**0,828**
16	1	0,016
380	2	0,76
27	1	0,027
25	1	0,025
Multifunción	**1**	**0,01**
10	1	0,01
Ordenador sobremesa	**21**	**6,365**
300	20	6
365	1	0,365
Scanner	**1**	**0,027**
27	1	0,027
Fotocopiadora	**3**	**3,13**
1340	2	2,68
450	1	0,45
Fax	**1**	**0,016**
16	1	0,016
Otros	**3**	**0,078**
Flexo	**3**	**0,078**
26	3	0,078
Sonido	**5**	**0,195**
Radio-CD	**3**	**0,07**
10	1	0,01
20	1	0,02
40	1	0,04
Equipo de música	**2**	**0,125**
50	1	0,05
75	1	0,075
Producción Frio y Calor	**4**	**21,2**
Unidad exterior - Split	**1**	**2,4**
2400	1	2,4
Unidad Exterior - Multi-split	**3**	**18,8**
6700	1	6,7

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
4700	1	4,7
7400	1	7,4
Total general	**55**	**37,709**

Tabla 12 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

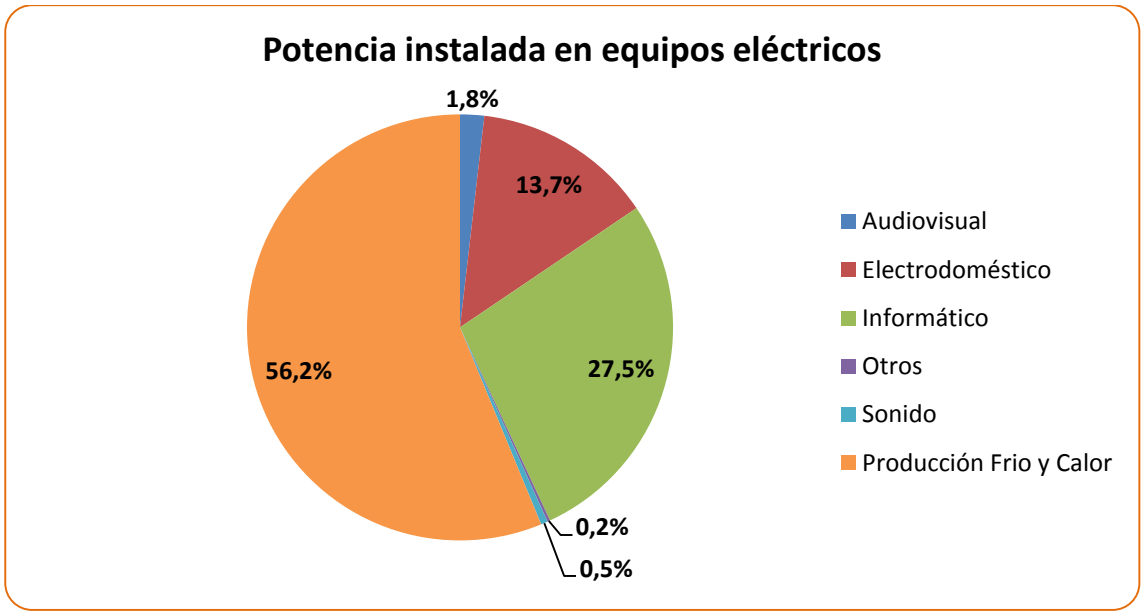


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

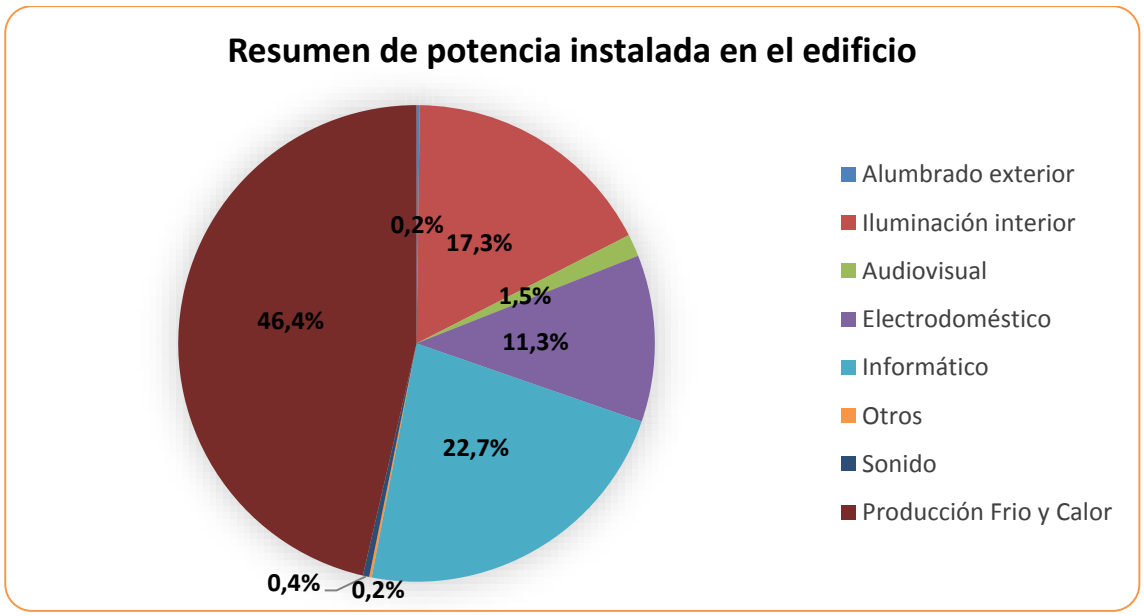


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

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	ES0031104073280001BE0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	44	44	44
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 Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
26/12/2013	28/01/2014	107	1653	258	4 /19 /12	2,81	514,85
28/01/2014	31/01/2014	96	1576	249	4,9 /21,25 /13	1,78	235,87
31/01/2014	26/03/2014	101	1352	269	4 /21 /13	3,40	681,72
26/03/2014	25/04/2014	465	742	224	10 /10 /10	1,23	440,48
25/04/2014	27/05/2014	479	674	211	8 /8 /6	1,07	451,98
27/05/2014	27/06/2014	562	786	191	9 /13 /6	1,15	468,76
27/06/2014	25/07/2014	833	915	193	11 /11 /2	5,82	500,70
25/07/2014	27/08/2014	1094	1146	199	19 /17 /13	6,89	611,85
27/08/2014	29/09/2014	977	1223	244	0 /13 /9	9,06	609,40
29/09/2014	30/10/2014	526	726	160	15 /14 /6	2,20	437,68
30/10/2014	25/11/2014	110	1119	180	5 /13 /7	0,00	412,12
25/11/2014	26/12/2014	102	1344	208	4 /17 /12	2,06	468,17

Tabla 13 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva,** siendo estas de **37,47 €/año,** dado que se trata de un importe muy bajo se desprecia, pero se recomienda al Ayuntamiento que hagan un seguimiento de este concepto por si a lo largo del tiempo se viera incrementado y por tanto sería necesario colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	44	44	44
Potencia registrada (kW)	19	21,25	13

Tabla 14 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es superior/inferior 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:

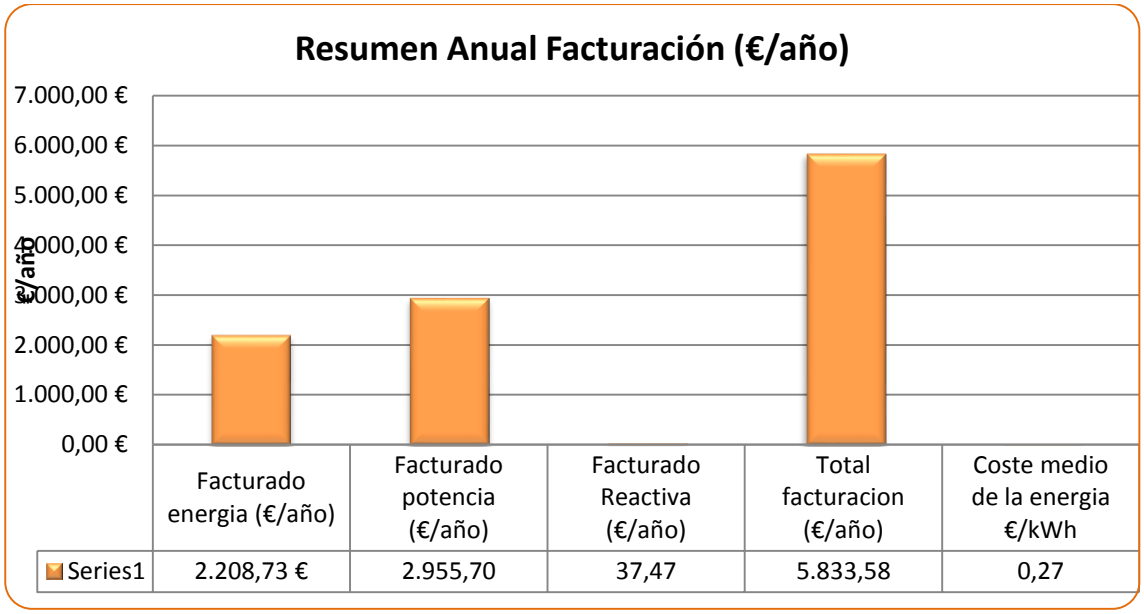


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

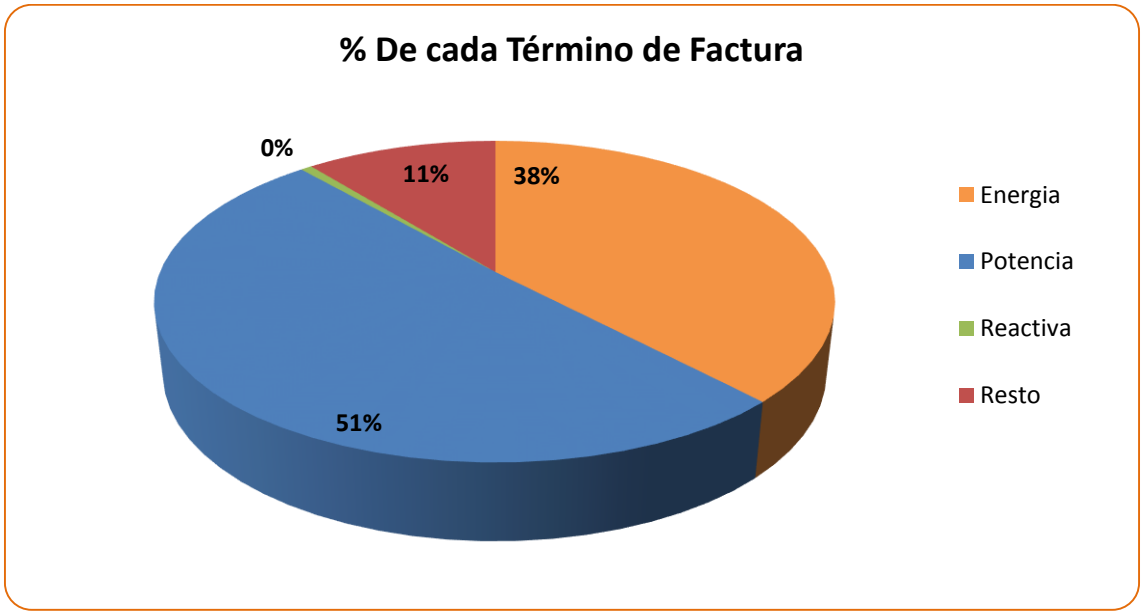


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

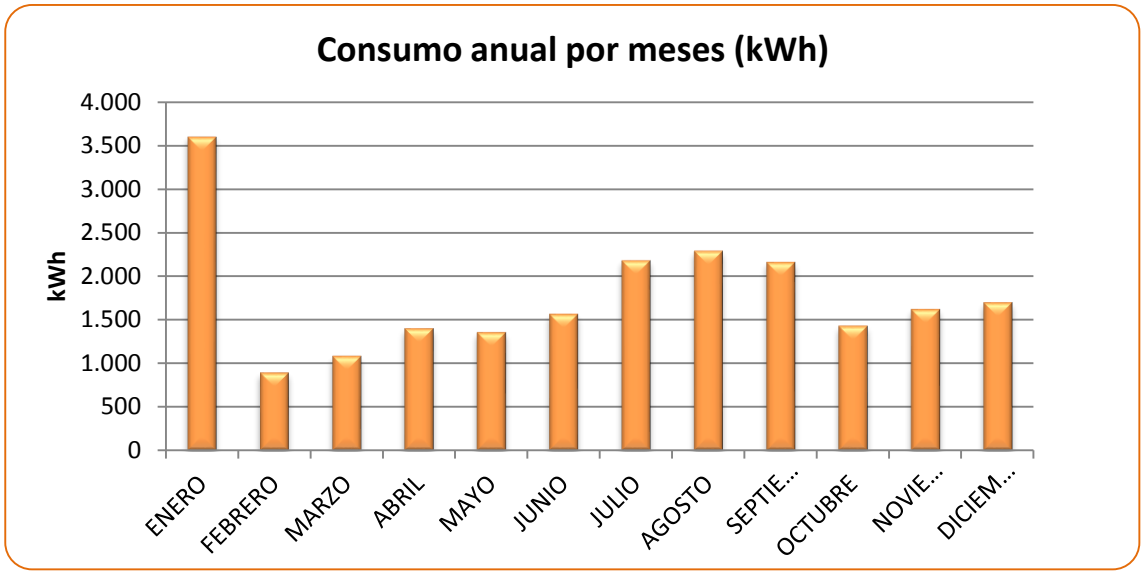


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

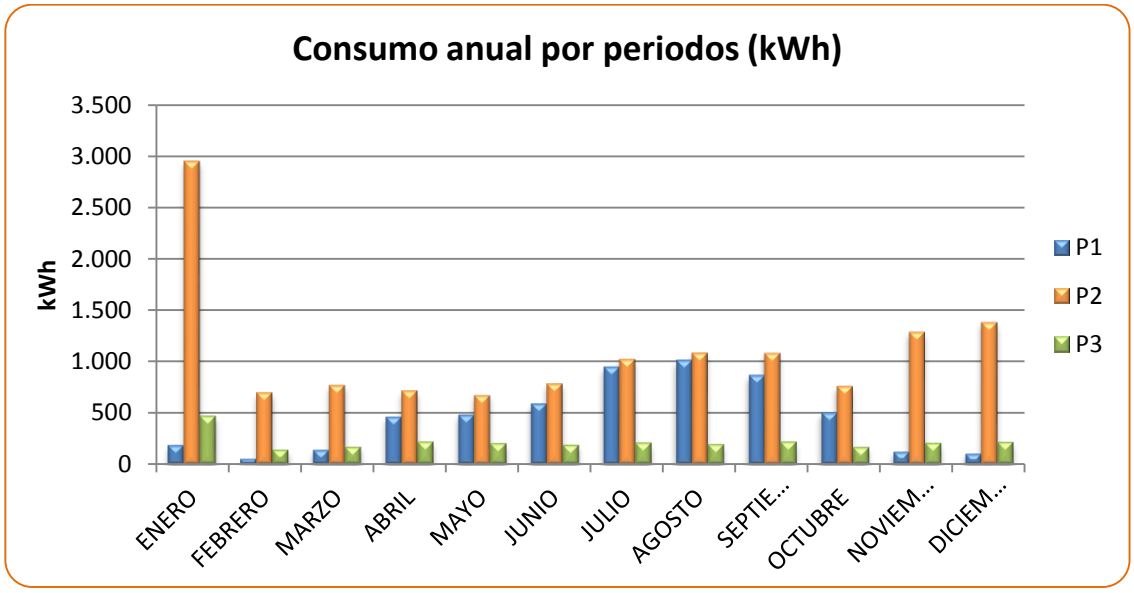


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	21.294
Total Facturación (€)	5.833,58
Media mensual de consumo (kWh/mes)	1.775
Media mensual de coste (€/mes)	486,13
Coste medio energía (€/kWh)	0,274

Tabla 15 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)	21.294,00	-	21.294,00
Coste (€/año)	5.833,58	-	5.833,58

Tabla 16 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	20
Superficie total (m^2)	515,00
Pot. Instalada iluminación (kW)	7,90
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	37,71
Pot. eléctrica total instalada (kW)	45,61

Tabla 17 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	21.294,00
€/kWh	0,27
kWh/m^2 Total	41,35
€/m^2 Total	11,33
kWh/persona uso	1.064,70
€/persona uso	291,68
Ton CO_2/año	8,50
Kg CO_2/m^2	16,50
Pot. Iluminación en W/m^2	15,33

Tabla 18 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

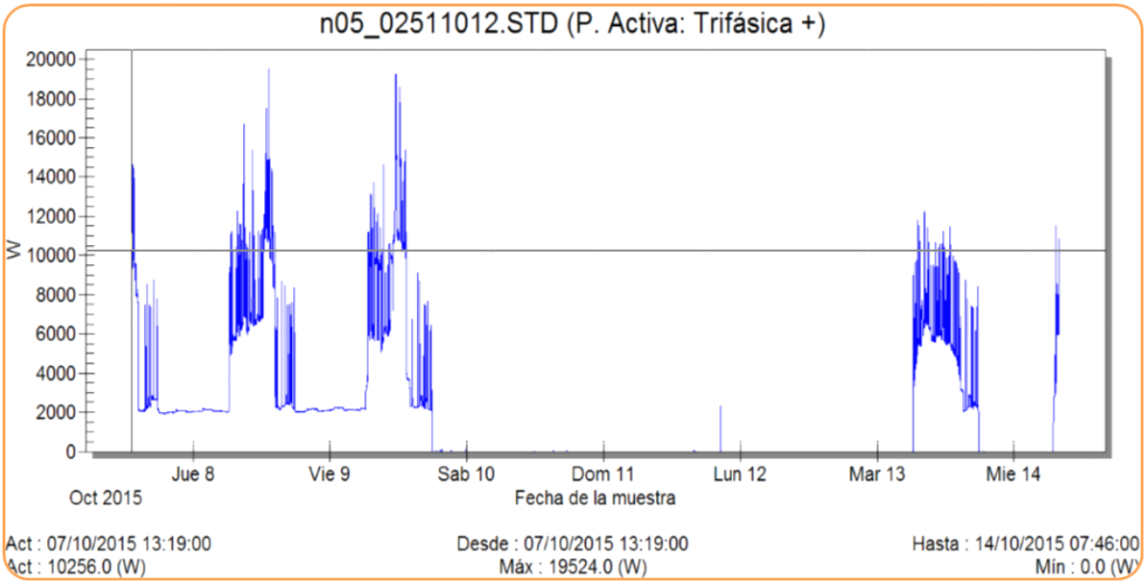


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 07/10/2015 al 14/10/2015

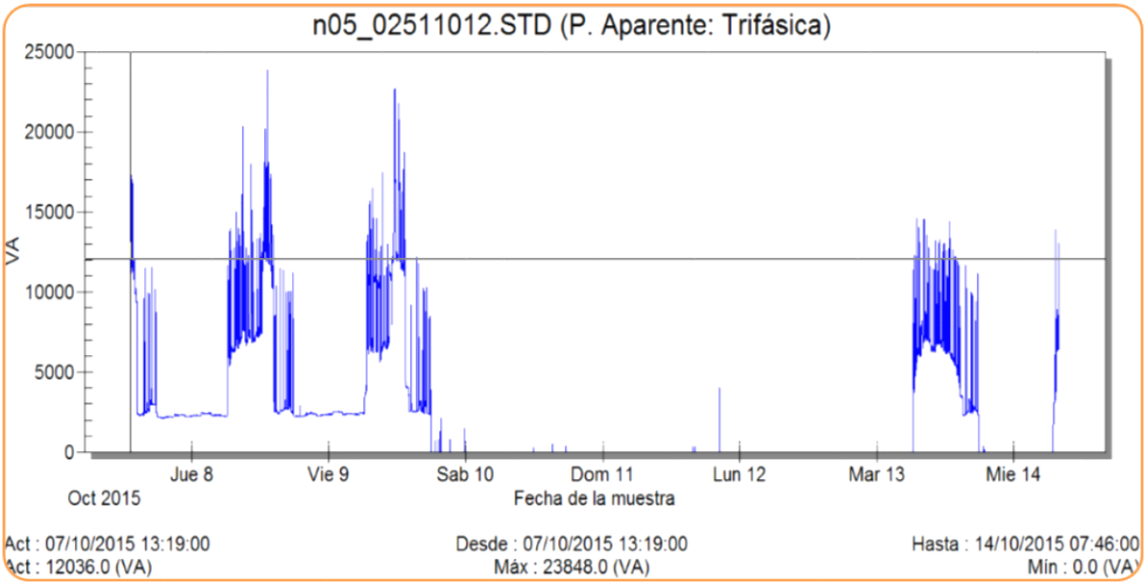


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 07/10/2015 al 14/10/2015

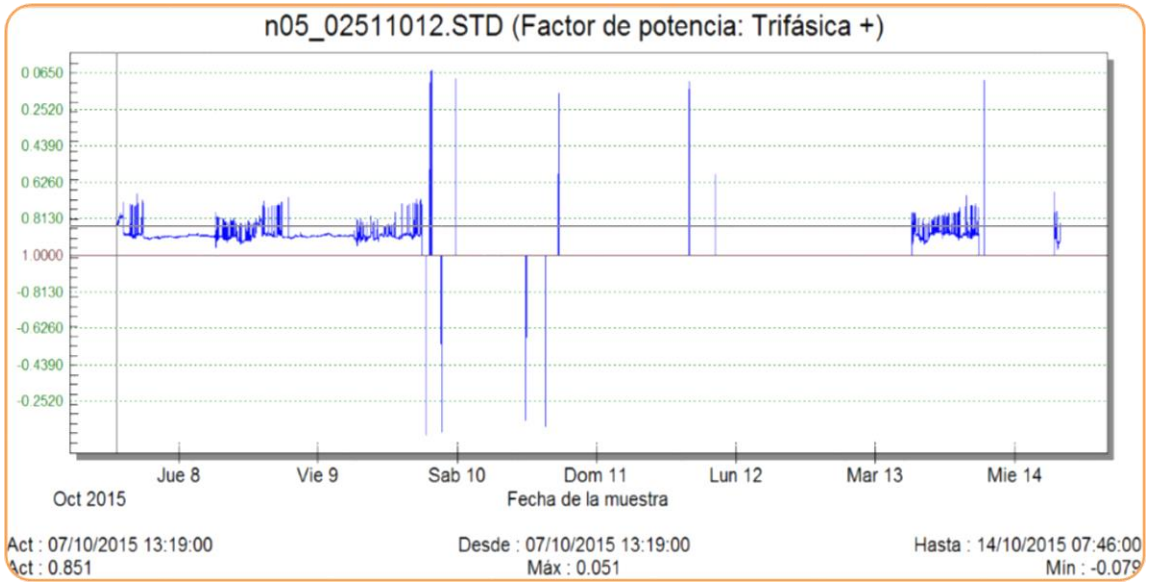


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

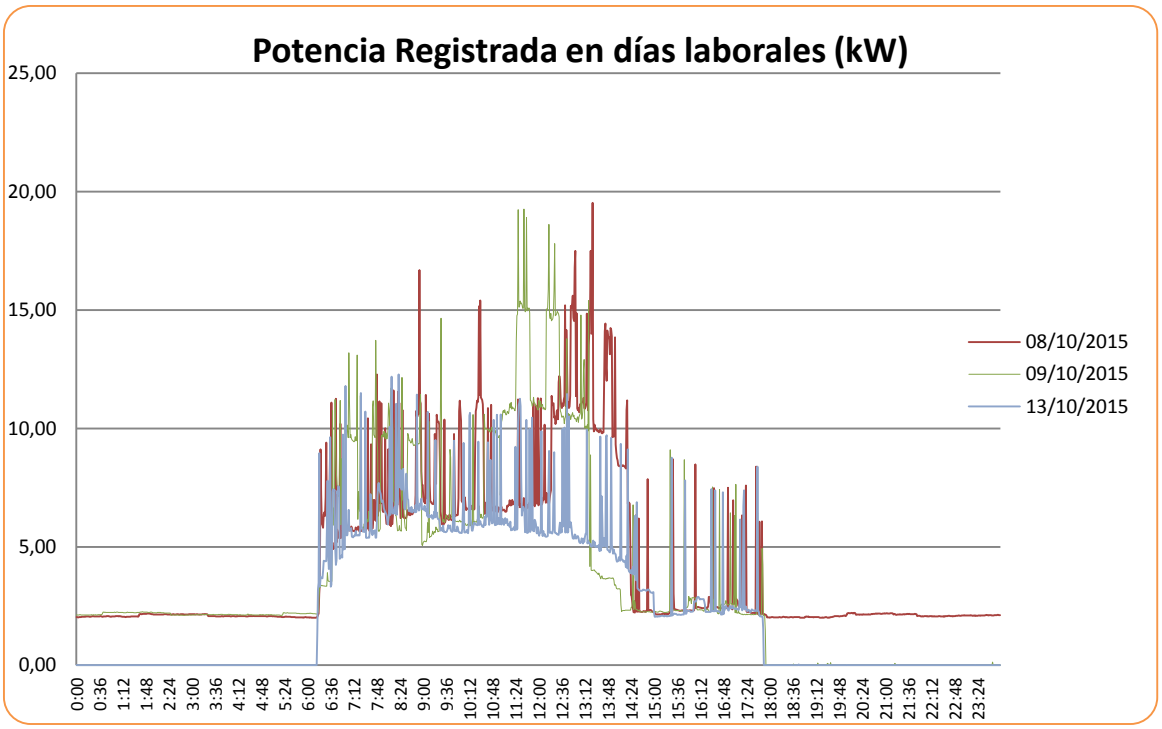


Gráfico 17 Potencia registrada en días laborables (kW)



Gráfico 18 Potencia registrada en días no laborables (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa que no existe una demanda de potencia los días que se consideran no laborales.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 19 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 6:30 y 15:00.

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

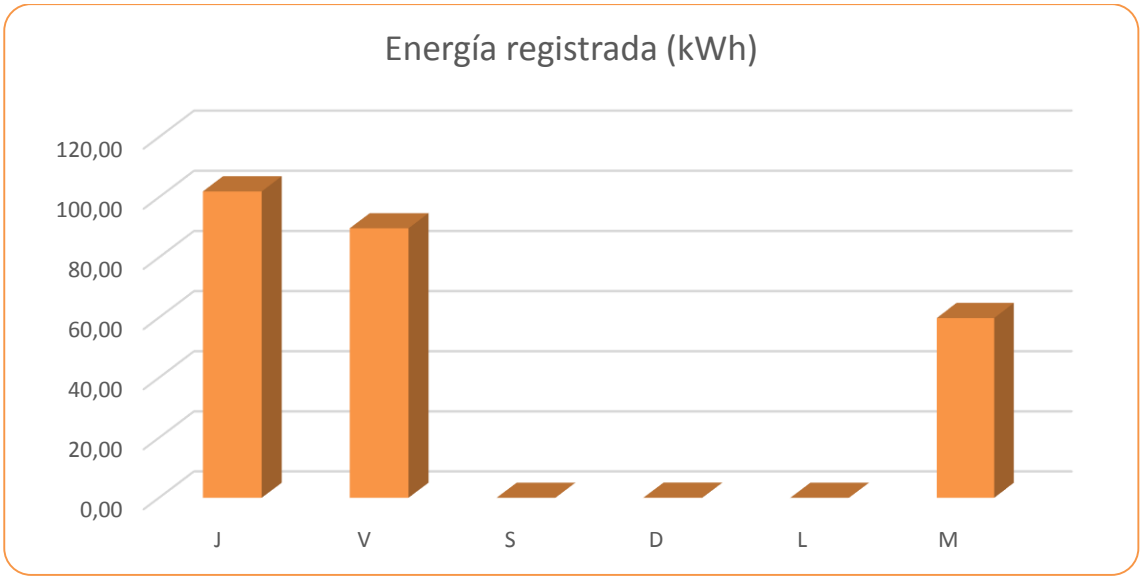


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 83,84 kWh y durante los días festivos de 0,01 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 1.429,29 kWh para el mes de Octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Octubre de 2014 de un 23,19% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Gabinete de diseño, departamento de programación, coordinador, jefe de negociado educación, almacén y distribuidor planta**

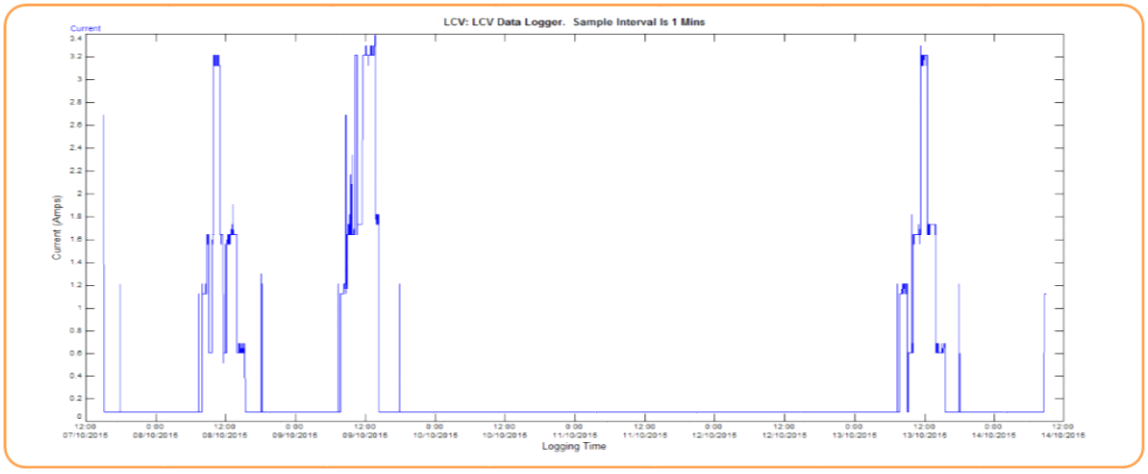


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Gabinete de diseño, departamento de programación, coordinador, jefe de negociado educación, almacén y distribuidor planta

- **Oficinas planta baja**

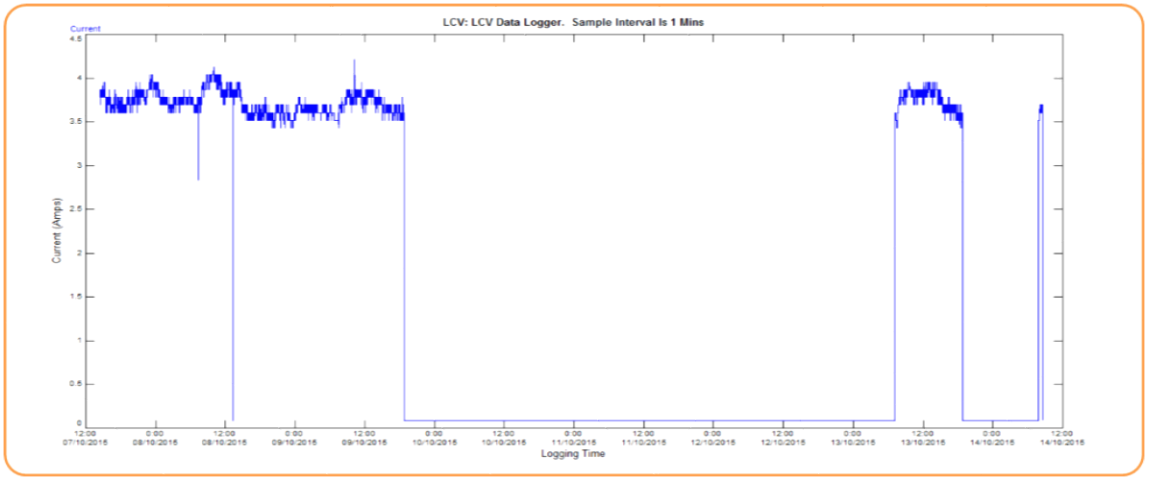


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en oficinas planta baja

- **Oficinas planta baja**

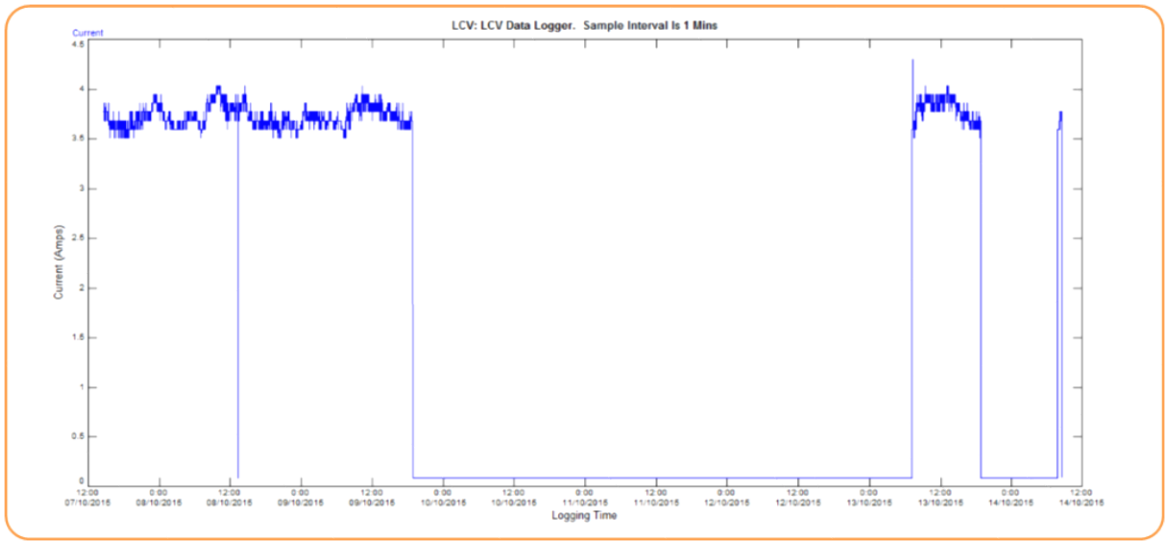


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en oficinas planta baja

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

- Gabinete de diseño, departamento de programación, etc: 3,6 h
- Oficinas planta baja 16,01 h.
- Oficinas planta baja: 15,85 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.

Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
0	Almacén Escalera	40	2,50	134	100	11,94
0	Almacén Patio	69,6	5,00	125	100	11,14
0	Almacén	69,6	2,00	125	100	27,84
1	Distribuidor	40	2,00	68	100	29,41
1	Almacén RAC	40	2,00	60	100	33,33
1	Aseos minusválidos	100	6,00	173	150	9,63
2	Almacén de papelería	20	2,30	44	100	19,76
2	Aseos señoras	100	2,20	326	150	13,94
2	Aseos caballeros	25	2,20	23	150	49,41
3	Buhardilla-almacén	1113,6	87,00	230	100	5,57

Tabla 19 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

En este edificio en particular, solo se han podido realizar medidas de luminosidad en las estancias descritas en la tabla superior, ya que eran las únicas estancias en las que se podía realizar la medida en condiciones óptimas. El resto de estancias se encuentran bajo el aporte lumínico proporcionado por el sol porque las ventanas del resto de estancias no cuentan con ningún sistema de protección solar.

Por las características edificio, a pesar de ser empleado como oficinas administrativas, se trata de un edificio de gran valor arquitectónico por lo que gran parte de la iluminación es iluminación ornamental, lo que justifica los valores de VEEI tan desproporcionados.

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

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 20 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 07/10/2015 y 14/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Oficinas planta baja**

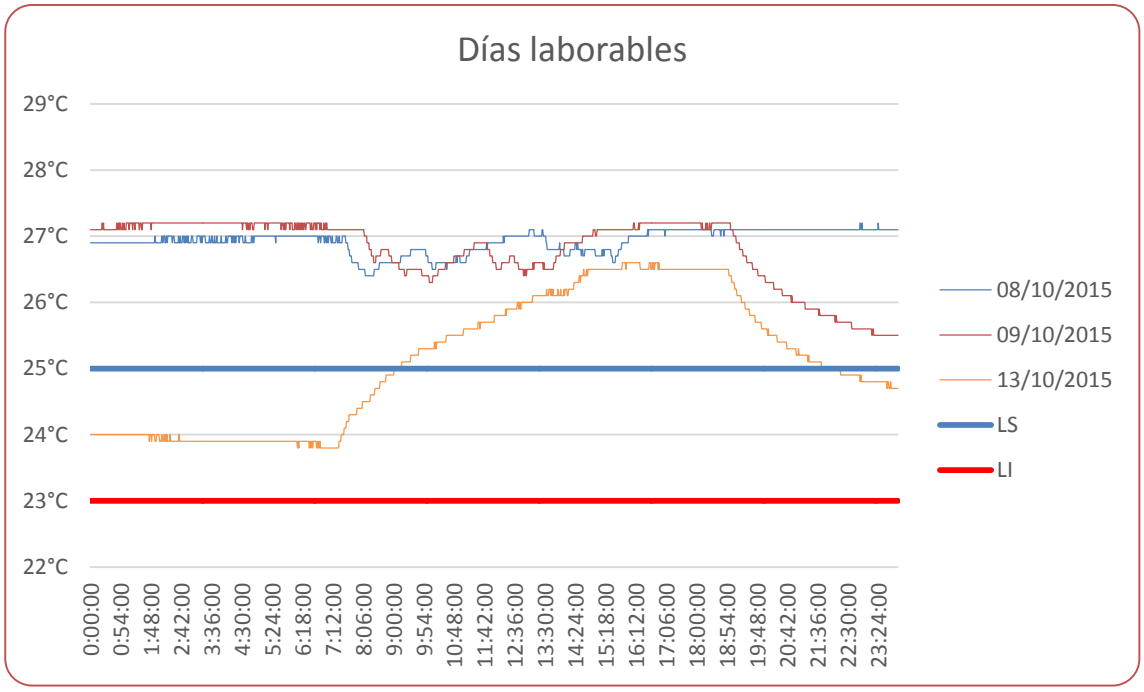


*Gráfico 23 Registro de temperatura – **VERANO – Días laborables***



*Gráfico 24 Registro de temperatura – **VERANO – Fines de semana y festivos***

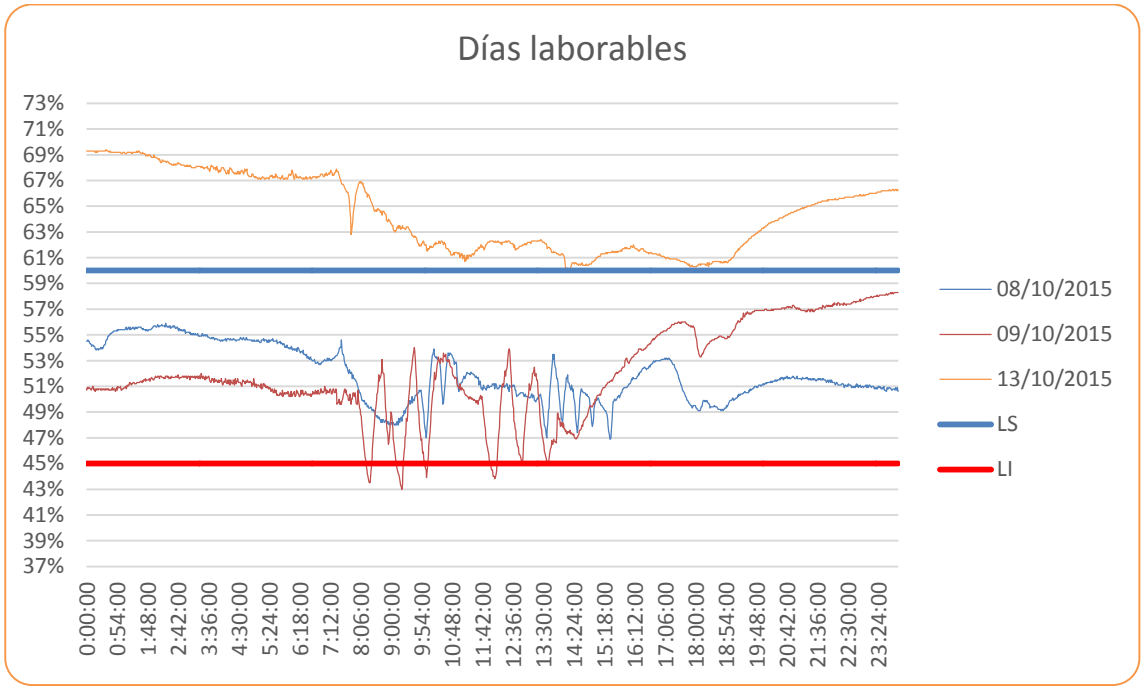


*Gráfico 25 Registro de humedad relativa – **VERANO – Días laborables***

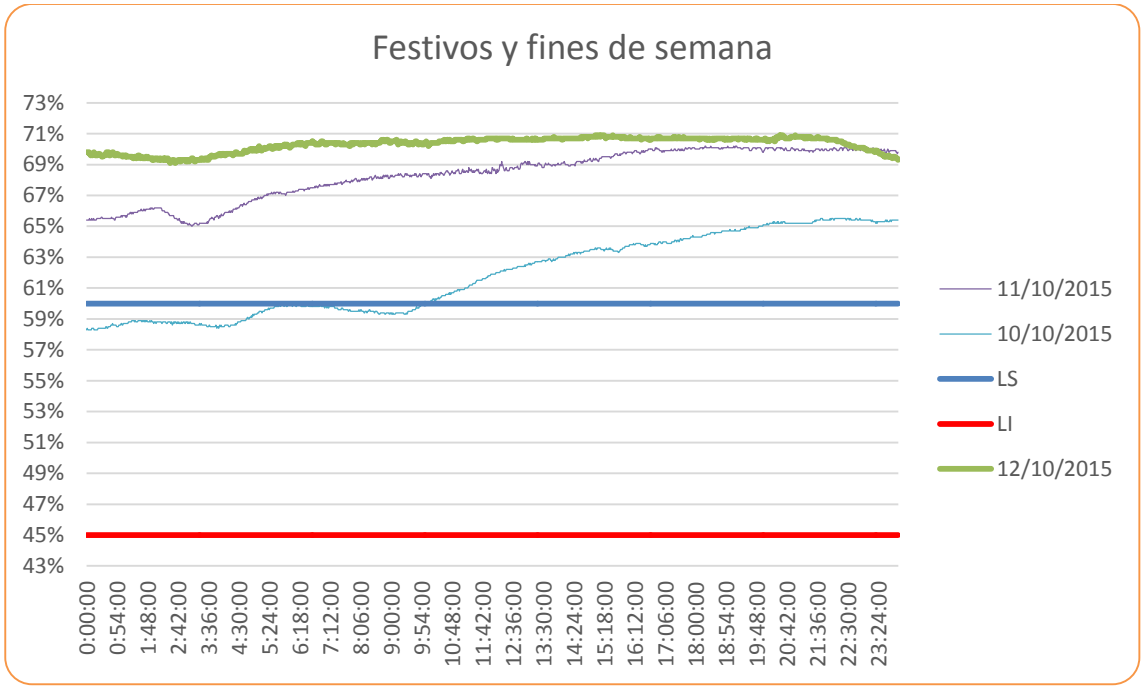


*Gráfico 26 Registro de humedad relativa – **VERANO – Fines de semana y festivos***

La zona donde se ha registrado la temperatura y la humedad es una zona diáfana de gran tamaño, tiene un equipo de climatización antiguo.

Durante los días laborables se observa que la temperatura se mantiene prácticamente constante, se observa como entra en funcionamiento el equipo de climatización desde las 08:00 a las 17:00, proporcional a la actividad del centro, compensando el aumento de temperatura provocado por el aporte calorífico del sistema de iluminación y equipos electricos, y el aporte calorífico de los usuarios del edificio. La temperatura se mantiene fuera del intervalo requerido por la normativa durante gran parte del periodo de ocupación.

Se puede observar que durante los días no laborales no existe actividad alguna en esta zona, ya que el centro permanece cerrado y la temperatura se mantiene constante dentro de los valores recomendados.

Exceptuando momentos puntuales, la humedad relativa se sitúa dentro de los límites requeridos por la normativa durante el horario de ocupación, oscilando entre el 43 y 65%.

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 24°C y los 27°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 8:30, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 17:00.

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior por conductos. Las temperaturas oscilan entre los 24°C y los 27°C durante los periodos de ocupación, superando los 25°C reglamentarios, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona.

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

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

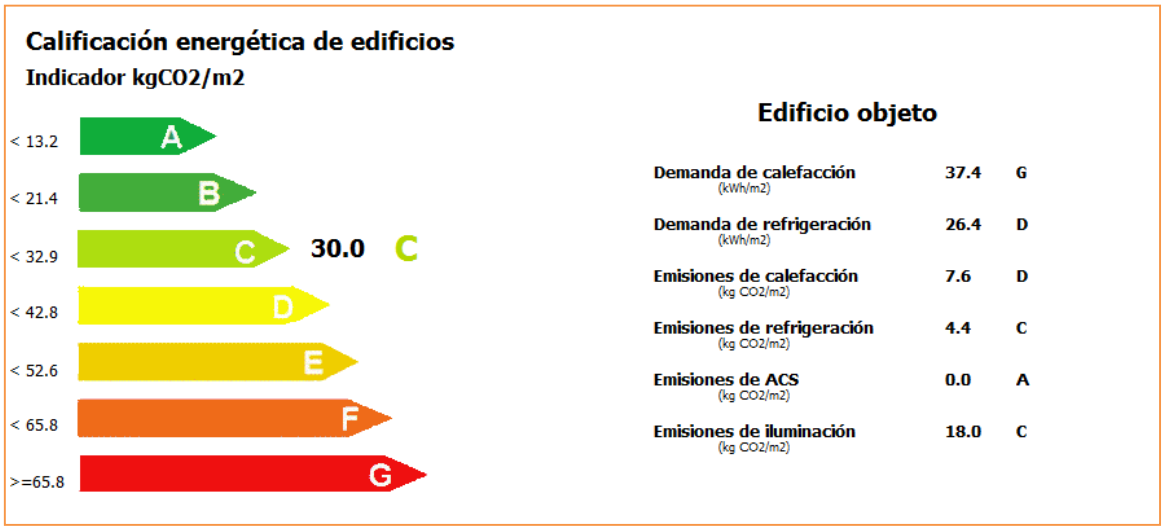


Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética de la Delegación de Cultura y Enseñanza.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

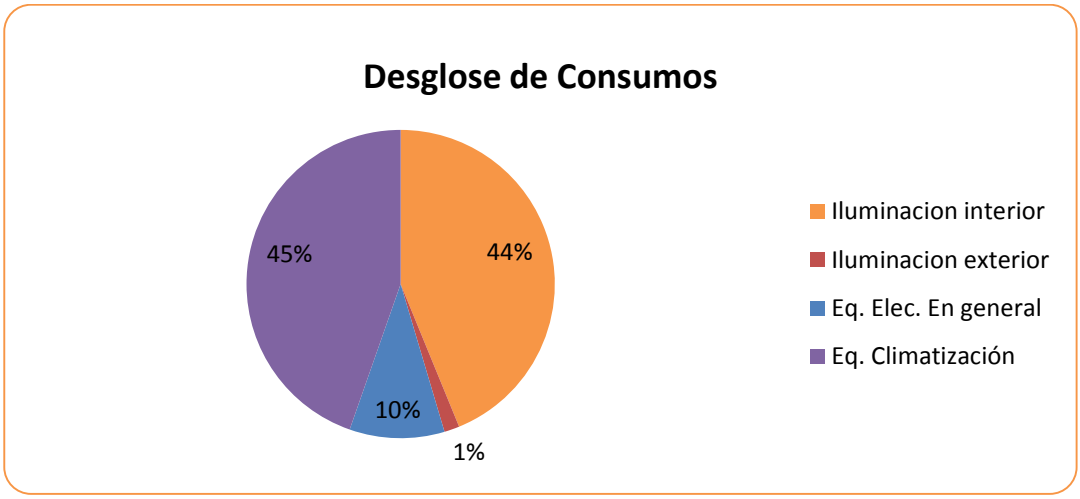


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

No se aprecia ningún consumo energético destacable fuera de horarios de uso, las mediciones tomadas indican que el centro queda completamente apagado los días no laborales.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 3%.

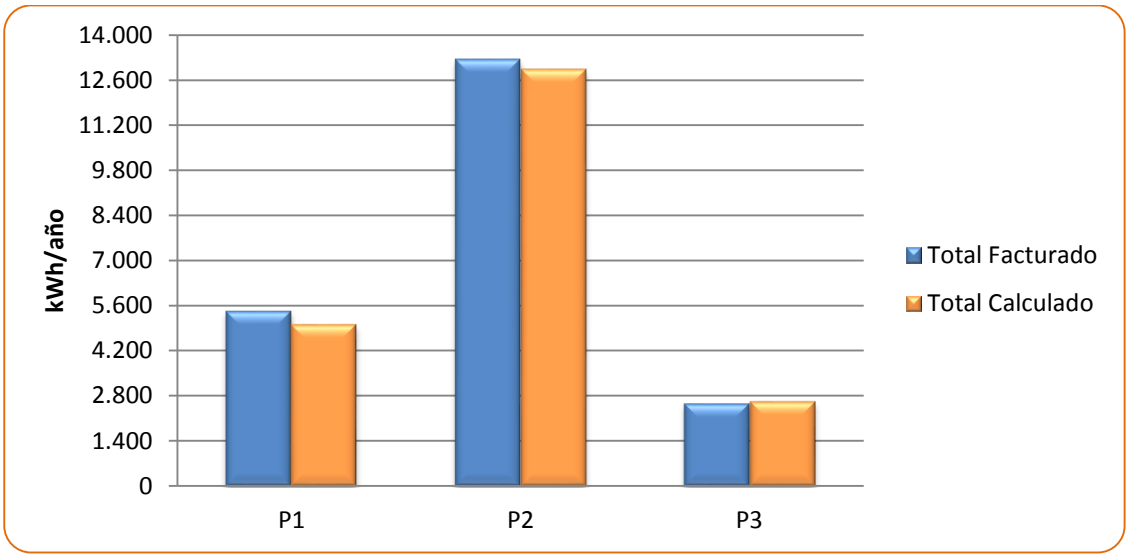


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

4.2 Desglose de consumos térmicos

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

4.3 Contribución de energías renovables

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

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 9 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

Precio de la energía

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

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	24,72%	64,07%	11,21%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,95053
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

Inversión

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

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

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO_2 evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
5.992	66,47%	28,14%	716,09 €	62,09 €	778,18 €	3.456,27 €	4,44	2,39

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

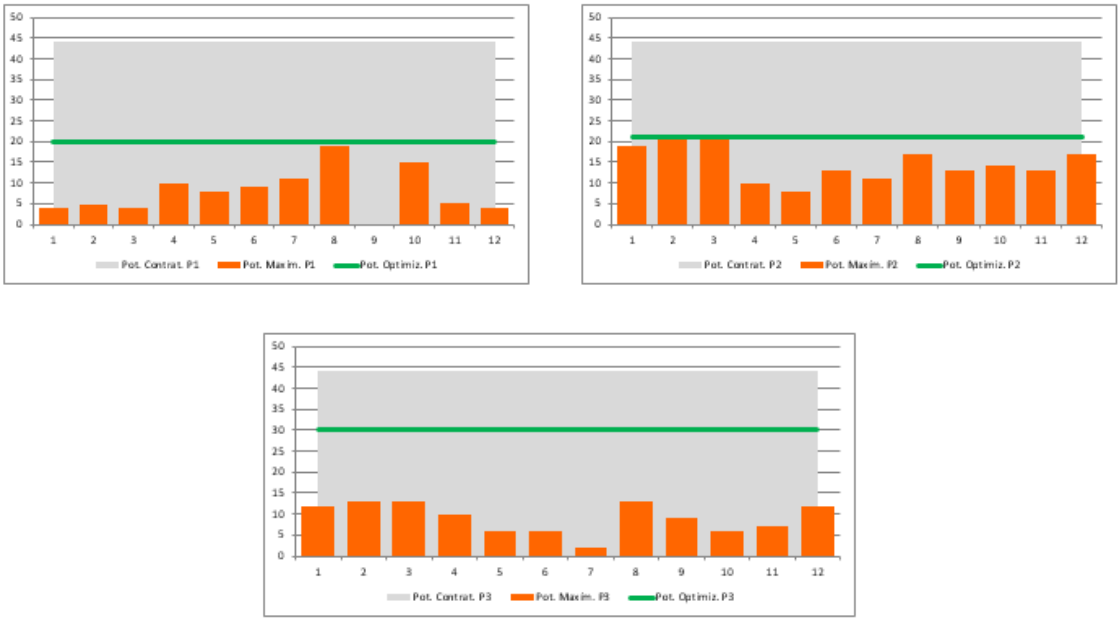


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **20 / 21 / 30 kW** en los tres periodos**.**

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

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	
44	44	44	20	21	30	1.547,73 €

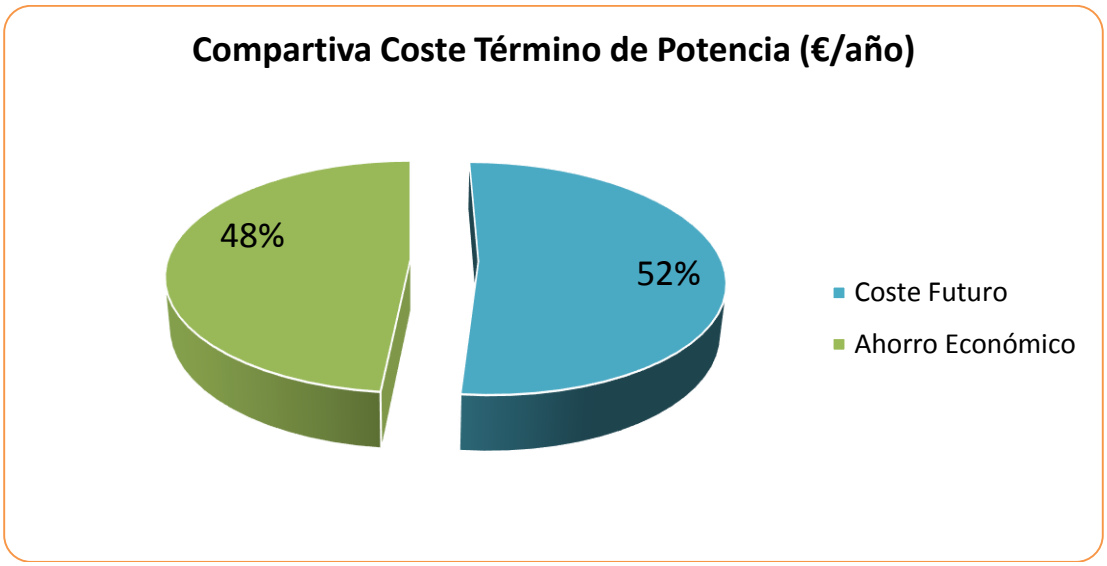


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

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

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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_2)
- 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 de 0,108927571 €/kWh (calefacción) y 0,117523867 €/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
media 12h	0,728	0,786

Tabla 21 Factor de ponderación

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

ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejas 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.

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
Buhardilla almacén	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	07:15:00 / 16:00-19:00	6,00	7,00	75	43	143,42	50,5%	17,32	0,06	2.253,74	130,14	NO
Zonas en planta primera	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	07:15:00 / 16:00-19:00	20,00	23,00	302	202	1.078,38	34,0%	129,79	0,43	6.796,75	52,37	NO
Zonas en planta baja	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	07:15:00 / 16:00-19:00	12,00	13,50	307	175	1.318,58	59,3%	159,17	0,53	5.540,05	34,80	NO

RESUMEN DETALLADO

BUHARDILLA – ALMACÉN – 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	7,04	7,04	2,93	2,93	2,31	2,14
Propuesto	6,00	7,00	3,02	3,43	5,10	3,74

Tabla 22 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	752,70 €
Tratamiento	Unidad interior	693,55 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	228,04 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	229,45 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	350,00 €
	TOTAL	2.253,74 €

Tabla 23 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWht/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
219,87	417,62	284,09	140,67	143,42	17,32	2.253,74	130,14

Tabla 24 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO_2 evitadas
kWh	%[1]	€/año	€[2]	años	Ton/año
143,42	50,5%	17,32	2.253,74	130,14	0,06

Tabla 25 Resumen de resultados principales obtenidos

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

[1] Sobre el consumo eléctrico anual

[2] Todos los precios son sin IVA

ZONAS EN PLANTA PRIMERA – 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	17,90	17,90	2,67	3,14	2,10	2,29
Propuesto	20,00	23,00	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 26 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	790,00 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	144,30 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.200,00 €
	TOTAL	6.796,75 €

Tabla 27 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWht/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
2.628,46	4.247,35	3.172,35	2.093,97	1.078,38	129,79	6.796,75	52,37

Tabla 28 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO_2 evitadas
kWh	%[3]	€/año	€[4]	años	Ton/año
1.078,38	34,0%	129,79	6.796,75	52,37	0,43

Tabla 29 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.

[3] Sobre el consumo eléctrico anual

[4] Todos los precios son sin IVA

ZONAS EN PLANTA BAJA– 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	12,94	13,31	2,80	2,88	2,20	2,10
Propuesto	12,00	13,50	3,31	3,90	6,11	4,28

Tabla 30 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	2.785,25 €
Tratamiento	Unidad interior	1.069,90 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	640,60 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	144,30 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	900,00 €
	TOTAL	5.540,05 €

Tabla 31 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWht/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
1.692,78	3.123,99	2.225,38	906,80	1.318,58	159,17	5.540,05	34,80

Tabla 32 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO_2 evitadas
kWh	%[5]	€/año	€[6]	años	Ton/año
1.318,58	59,3%	159,17	5.540,05	34,80	0,53

Tabla 33 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.

[5] Sobre el consumo eléctrico anual

[6] 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 a llegar a ser importante.




Imagen 10 Detectores de presencia

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

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

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

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con 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 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

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

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

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

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

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

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

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

- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO2).

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.

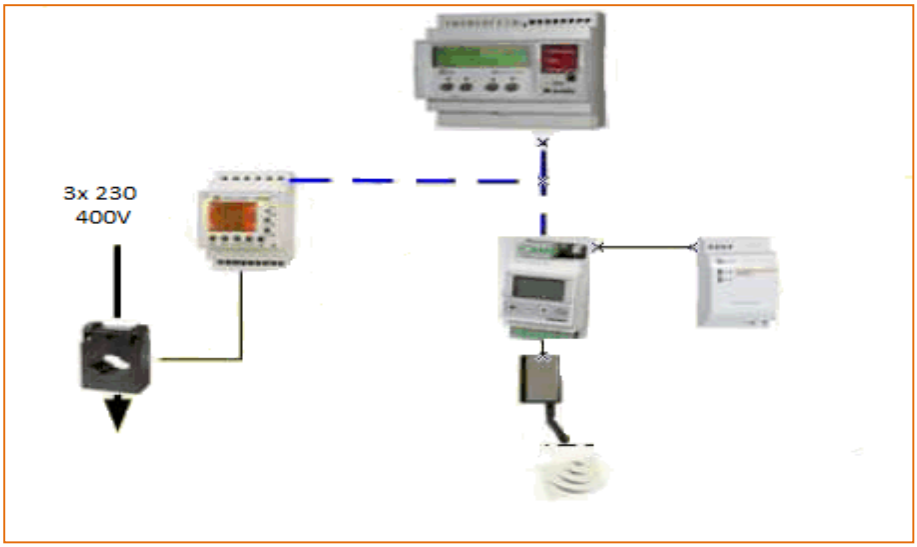


Imagen 11 Esquema de sistema de monitorización

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

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 €.

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.

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_2 evitadas
	kWh	%[7]	€/año	€[8]	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	5.992	28,146	778,18	3.456,27	4,44	2,39
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.547,73	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	**5.992**	**-**	**2.325,91**	**3.456,27**	**1,49**	**2,39**

Tabla 34 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y aseos.
- 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.

[7] Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

[8] Todos los precios son sin IVA