






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Conservatorio de Música)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_03_20151130

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.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS	6
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	8
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo	12
1.4.4 Unidades Terminales.....	13
1.5 Iluminación.....	18
1.5.1 Iluminación interior	19
1.5.2 Iluminación exterior	20
1.5.3 Sistemas de control	21
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	21
1.6 Otros equipos	22
1.7 Resumen de potencias instaladas	24
2. CONSUMOS ANUALES.....	25
2.1 Consumos eléctricos	25
2.2 Consumos térmicos.....	28
2.3 Consumos energéticos totales	28
2.4 Índices energéticos.....	28
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	28
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	28
3. MEDICIONES REALIZADAS	29
3.1 Medidas eléctricas.....	29
3.1.1 Registros trifásicos	29
3.1.2 Registros monofásicos.....	33
3.2 Medida de nivel de iluminación	35
3.3 Medidas térmicas.....	36
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	36
3.4 Análisis termográfico.....	39
3.5 Certificación energética	39
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	40

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	40
4.2	Desglose de consumos térmicos	41
4.3	Contribución de energías renovables	42
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	43
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	43
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	45
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	47
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	47
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	49
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	50
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	52
7.1	Energía solar térmica.....	52
7.2	Biomasa	52
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	52
8.	RESUMEN	54

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Conservatorio Municipal de Música y Danza de Marbella
Dirección	Parque de la Constitución s/n 29602 Marbella (Málaga)
Tipo de edificio	Centro
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Conserje (Ana) 952 76 41 79
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Conservatorio Municipal de Música y Danza** que se han auditado se encuentran situadas en el **Parque de la Constitución** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general Conservatorio de Música y Danza



Imagen 2 Vista aérea Conservatorio de Música y Danza

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA		1306
			03
			Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio principal	3	1544,71	358	1 Septiembre a 31 Mayo: 8:00-15:00// 15:30-22:00 Junio : 8:00-14:00 //15:30-22:00 Julio 8:00-14:00 Agosto cerrado	2009	2015

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

En 2010 se llevaron a cabo las primeras reformas que supusieron la instalación de energía solar térmica e implantación de sistemas de climatización en el salón de actos y en las salas 5, 7, 8 y 9 de la planta baja. En 2012 se separaron las Aulas 1 y 2 de la planta alta. Nuevamente, en 2013 se ampliaron las instalaciones de climatización colocando unidades en el pasillo C1 y la recepción (planta baja). Por último, en 2015, se finalizaron las obras del escenario del salón de actos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas P0 1-3	20	de 15:30 a 21:00	Laboral
Aula P0 4	5	de 15:30 a 21:00	Laboral
Aula P0 5	23	de 15:30 a 21:00	Laboral
Taquillas P0	23	de 15:30 a 21:00	Otros
Aulas P0 7-9	23	de 15:30 a 21:00	Laboral
19 Sala de profesores P0	4	8:00 a 14:00 y de 15:30 a 21	Administrativo
22 Dirección P0	1	8:00 a 14:00 y de 15:30 a 21	Administrativo
Aulas 21,23,24,20 P0	20	de 15:30 a 22:00	Laboral
Cabinas 3-7 P-1	1	de 15:30 a 22:00	Otros
1 P1 Coro	70	de 15:30 a 22:00	Laboral
4 P1	15	de 15:30 a 22:00	Laboral
3 P1	11	de 15:30 a 22:00	Laboral
2 P1	15	de 15:30 a 22:00	Laboral

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)	Planta -1 (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	58	--	--	58
Aseos	67	--	--	67
Aulas	225	141	--	366
Deportivo	295	--	--	295
No habitable	6	--	148	154
Otros	30	--	43	73
Usos múltiples	137	--	--	137
Zonas comunes	298	33	64	394
Sup. Total (m²)	1.116	174	255	1.545

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 y espacios comunes abarcan el 24 y 25% respectivamente de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas deportivas con un 19%.

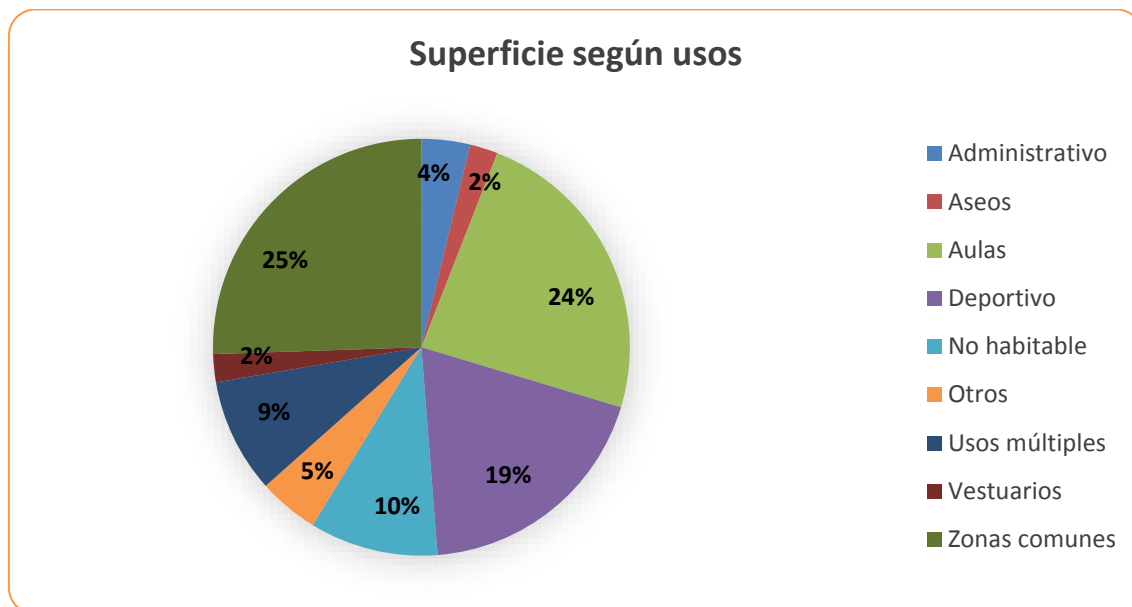
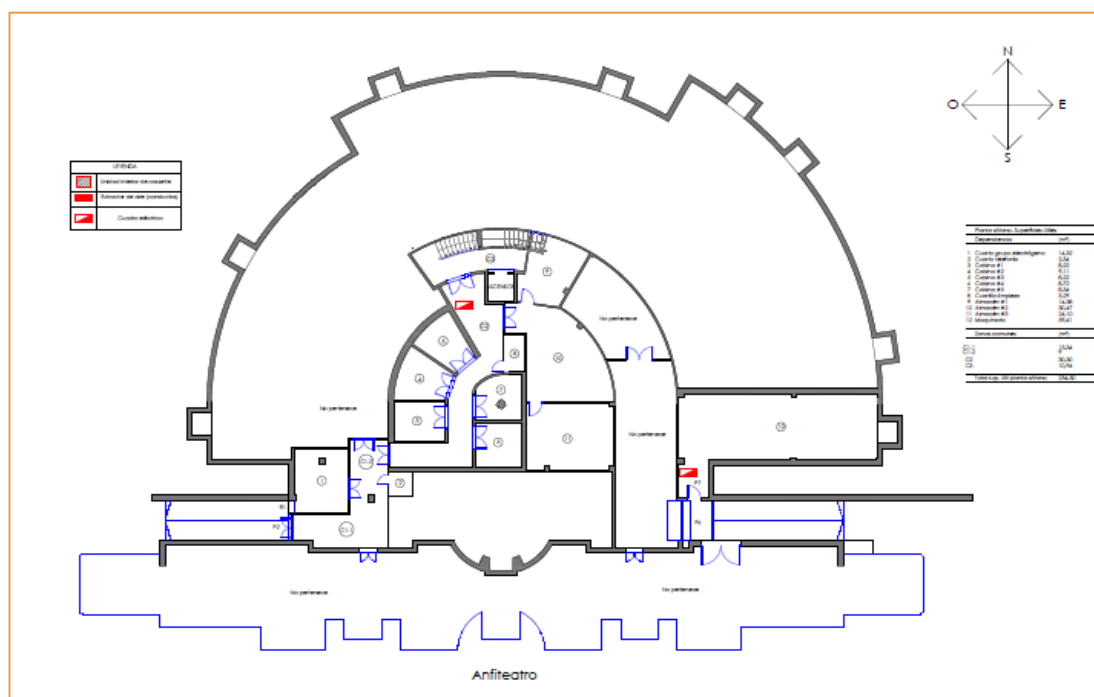
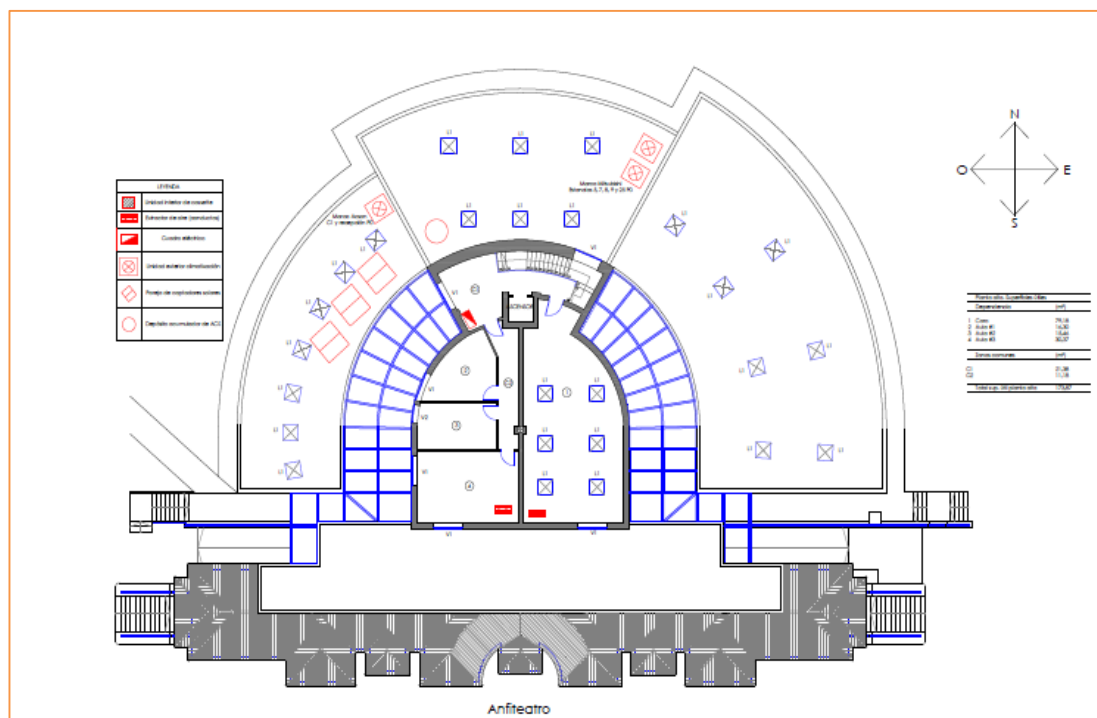
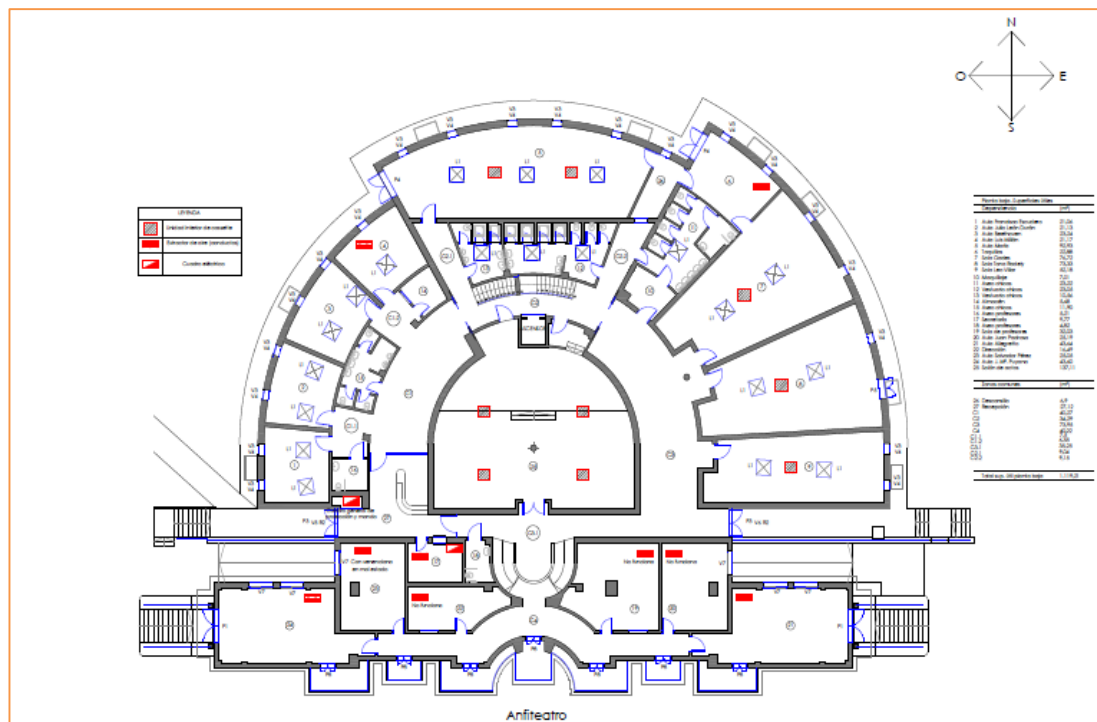


Gráfico 1 Superficie según Usos

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





	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

1.3 Envolverte y cerramientos

En 1999 se publica la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación que tiene como principal objetivo el de regular el sector de la edificación. En materia de reglamentación era preciso actualizar una reglamentación que había quedado profundamente obsoleta por lo que la ley insta y autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación mediante Real Decreto que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Los documentos básicos que regulan la envolvente térmica y los cerramientos son:

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2009; y por lo tanto lo hizo bajo las normas marcadas por el CTE.

Las fachadas norte y este están conformadas por un aplacado con un acabado marmolado de color marrón mientras que la fachada oeste presenta zonas rematadas con revoco amarillo. La fachada sur presenta pórticos dobles y simples en las dos plantas con arcos de medio punto de color blanco y las paredes están en retranqueo revocadas con estuco en un color gris oscuro.

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

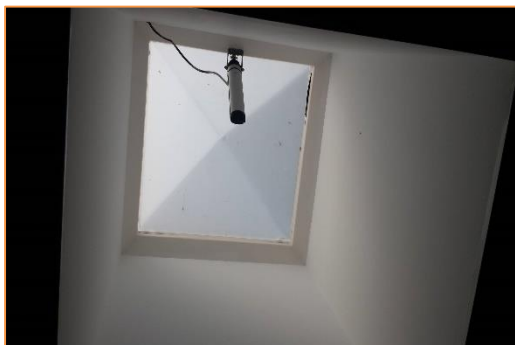


Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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 dos sistemas tipo bomba de calor con unidades exteriores ubicadas en cubierta y unidades interiores de tipo cassette. Se trata de sistemas de volumen de refrigerante variable (VRV).

En el año 2013 se decidió ampliar el sistema de climatización añadiendo una unidad exterior split 1x1 ubicada en la cubierta, con unidades interiores de conductos que dan servicio a la recepción y pasillo.

Además de estos sistemas, existe un una unidad de climatización portátil.

El centro consta con una instalación de energía solar térmica con apoyo de una resistencia eléctrica para la producción de ACS, compuesta por 6 captadores planos y un depósito de acumulación de 1.500 litros para dar servicio a los vestuarios.

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	6
	Tipo	Plano
	Marca	CALORAMA
	Modelo	2308V-S
	Superficie bruta (m2)	2,3
	Superficie de apertura (m2)	2,02
	Inclinación	45
	Orientación	O
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
	Marca:	SICC
	Modelo:	109/EVPXE Bollitore con serpentín extraíble
	Potencia (kW)	94,00
Aero - Refrigerador	Potencia (kW)	0,2
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	1.500,00
	Total (litros)	1.500,00
Observaciones	Con control solar Allegro 453 box. Instalación de tuberías para añadir 4 captadores más. Interacumulador con serpentín de 3 m2 de superficie, capacidad de 14 litros, presión máxima en bar 12 y con temperatura máxima 99°C. Da servicio de ACS a los vestuarios de chicos y de chicas. Sistema de disipador térmico marca BTU modelo HCFB/4-355/H	

Tabla 5 Características instalación solar térmica



Imagen 4 Instalación solar térmica 1 – Captadores

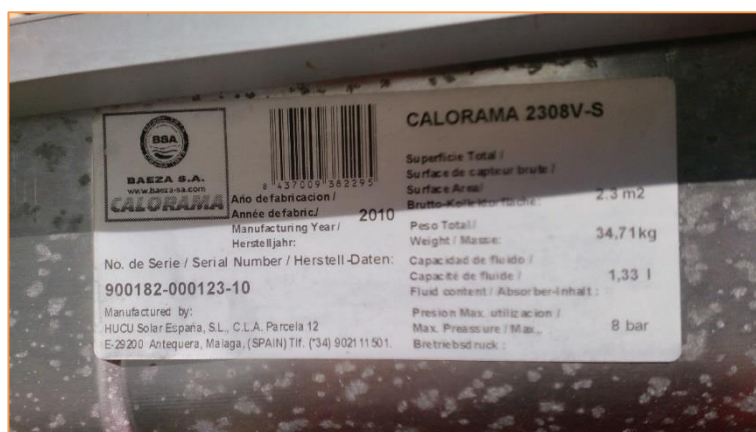


Imagen 5 Instalación solar térmica 1 – Captadores - Modelo



Imagen 6 Instalación solar térmica 1 – Depósito de acumulación solar (1.500 litros) y disipador térmico

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Unidad exterior - VRV	Unidad exterior - VRV	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Aula 1
Zona de tratamiento	C1 y recepción	Aula María, Sala Gades, Sala Tona Radely, Sala Leo Villar y Salón de actos	Aula María, Sala Gades, Sala Tona Radely, Sala Leo Villar y Salón de actos	Aula 1
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	ACSON	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	COINTRA
Modelo	A4MC75ER	FDC560KXE6	FDC400KXE6	-
Refrigerante	R407c	R410a	R410a	R22
Tipo de unidad interior	Conductos	3xCassette	2xCassette	Unidad de climatización portátil
Potencia Frigorífica (kW)	21,40	56,00	40,00	0,97
Potencia Absorbida Frío (kW)	8,08	16,79	11,27	0,37

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

Nº generador	1	2	3	4
EER	2,65	3,34	3,55	2,60
Potencia Calorífica (kW)	23,74	63,00	45,00	2,40
Potencia Absorbida Calor (kW)	8,31	16,79	11,73	0,86
COP	2,86	3,75	3,84	2,80
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (tarde)	15:30 - 22:00	17:30 - 21:00	17:30 - 21:00	15:30 - 22:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas

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



Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización





Imagen 8 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	134,14 kW
Refrigeración	118,37 kW

Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2	3	4
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Ubicación	Maquinaria	Maquinaria	Maquinaria	Maquinaria
Denominación	B1	B2	B3	B4
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	EBARA	EBARA	IDEAL	IDEAL
Modelo	CVM B/20	CVM B/20	VIPV 10-65T	VIPV 35T
Año de instalación	-	-	-	-
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	1800-7200	1800-7200	1980-19980	900-9000
Presión disponible (m.c.a.)	74-30,6	74-30,6	89-27	95-35
Potencia abs (kW)	1,80	1,80	4,70	2,20

Tabla 8 Características grupos de bombeo



Imagen 9 Grupos de bombeo – Grupo contra incendios



Imagen 10 Grupos de bombeo – Grupo de presión

1.4.4 Unidades Terminales

El centro consta de unidades interiores de diferentes tipologías (cassette 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 y VRV), como parte fundamental de los sistemas de climatización tipo bomba de calor.

Al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1 y VRV), las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.

Por otro lado, el centro cuenta con radiadores eléctricos que dan servicio de calefacción a las diferentes estancias donde están ubicados.

Característica	Tipo 1
Batería calor	Resistencia eléctrica
Cantidad	8
Marca	GS
Modelo	PT-1000
Pot. Calorífica (kW)	12,80
Regulación	Usuario
Servicio	Calefacción
Tipo	Aluminio
Unidad terminal	Radiador

Tabla 9 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06



Imagen 11 Tipología de **unidades interiores** instaladas

UTAs - Unidades de tratamiento de aire

El centro consta de unidades de tratamiento de aire, destinados al suministro del aire primario.

En este caso, no ha sido posible definir las características técnicas de todas las UTAs de que consta el centro al encontrarse ubicadas en el interior de los falsos techos y sin un acceso claro. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de estos equipos se debe únicamente a los ventiladores de retorno.

Nº	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Tipo	Extractor	Extractor	Extractor	Extractor
Servicio	Ventilación	Ventilación	Ventilación	Ventilación
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	0	0
Zona de tratamiento	Estancias 4, 3 y 2 de P1	Coro	Estancias 1, 2, 3 y 4 de P0	Estancias 7, 8 y 9 de P0
Marca	-	-	SODECA	-
Modelo	-	-	SV-250/H	-
Año de instalación	2013	2013	2013	2013
Free-cooling	No	No	No	No
Ventilador de impulsión - VF	No	No	No	No
Ventilador de retorno - VF	Si	Si	Si	Si
Caudal Retorno (m3/h)	1.300,00	1.300,00	1.300,00	1.300,00
Presión disponible (Pa)	686,47	686,47	686,47	686,47
Potencia abs (kW)	0,18	0,18	0,18	0,18
Regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	No accesible	No accesible	No accesible	No accesible

Tabla 10 Características técnicas de **UTAs** instaladas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

Nº	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Tipo	Extractor	Extractor	Extractor	Extractor
Servicio	Ventilación	Ventilación	Ventilación	Ventilación
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	0	0	0
Zona de tratamiento	SECRETARÍA	24 AULA J. M ^a PUYANA	AULA SALVADOR PEREZ	DIRECCIÓN
Año de instalación	2013	2013	2013	2013
Free-cooling	No	No	No	No
Ventilador de impulsión - VF	No	No	No	No
Ventilador de retorno - VF	Si	Si	Si	Si
Caudal Retorno (m3/h)	1.300,00	1.300,00	1.300,00	1.300,00
Presión disponible (Pa)	686,47	686,47	686,47	686,47
Potencia abs (kW)	0,18	0,18	0,18	0,18
Regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	No accesible	No accesible	No accesible	Fuera de servicio

Tabla 11 Características técnicas de **UTAs** instaladas

Nº	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11
Tipo	Extractor	Extractor	Extractor
Servicio	Ventilación	Ventilación	Ventilación
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	0
Planta	0	0	0
Zona de tratamiento	SALA DE PROFESORES	AULA JUAN PADROSA	Aula allegreto
Año de instalación	2013	2013	2013
Free-cooling	No	No	No
Ventilador de impulsión - VF	No	No	No
Ventilador de retorno - VF	Si	Si	Si
Caudal Retorno (m3/h)	1.300,00	1.300,00	1.300,00
Presión disponible (Pa)	686,47	686,47	686,47
Potencia abs (kW)	0,18	0,18	0,18
Regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	Fuera de servicio	Fuera de servicio	No accesible

Tabla 12 Características técnicas de **UTAs** instaladas



Imagen 12 Tipología de **UTAs** instaladas

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Aulas	274,11	15,20	55,45
Deportivo	295,16	60,50	204,97
Zonas comunes	67,39	49,20	730,08
Usos múltiples	137,11	16,00	116,69
Total	773,77	140,90	182,10

Tabla 13 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

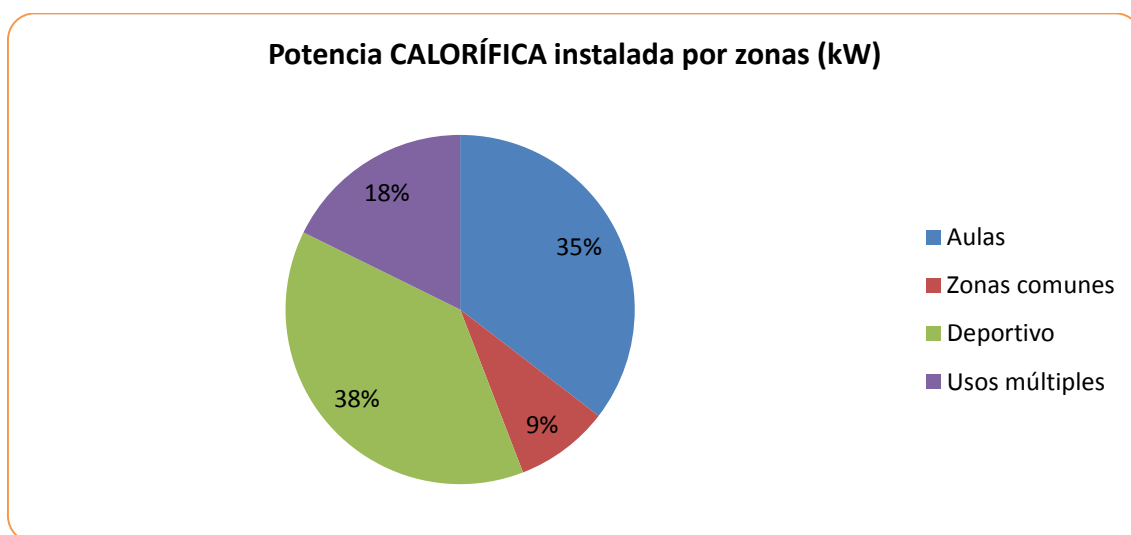


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

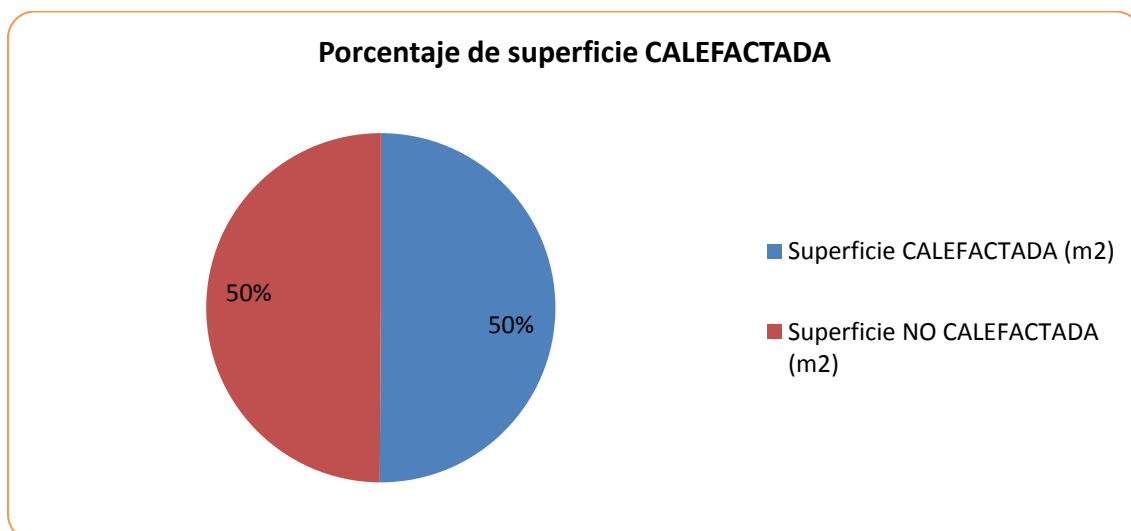


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Aulas	16,30	0,97	59,51
Deportivo	295,16	53,20	180,24
Zonas comunes	67,39	43,92	651,73
Usos múltiples	137,11	14,00	102,11
Total	515,96	112,09	217,25

Tabla 14 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:

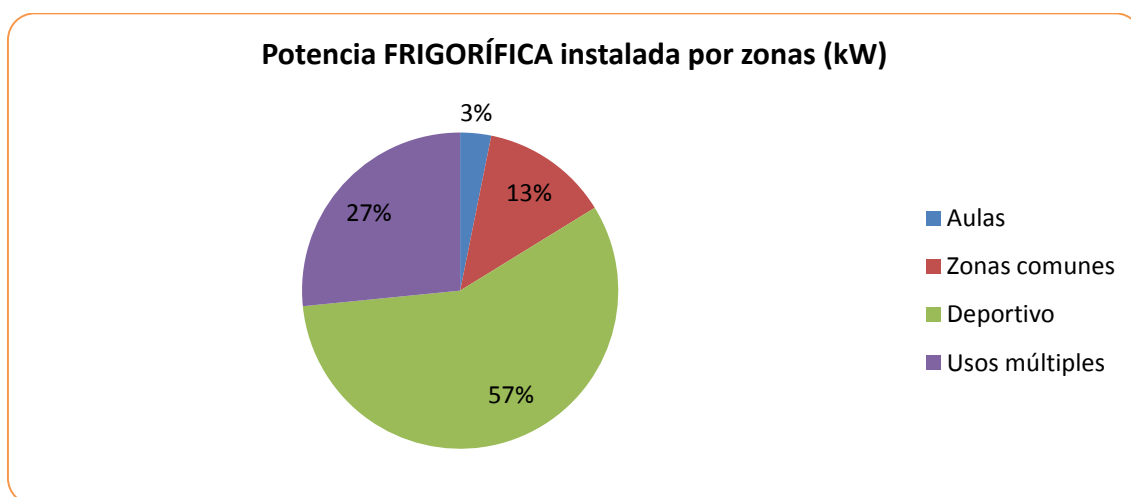


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

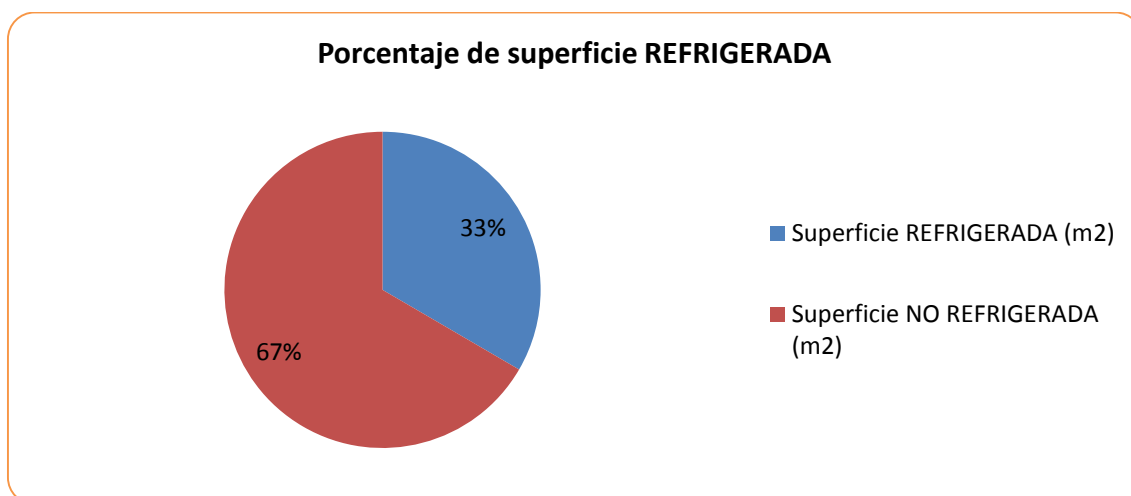


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 16,12 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

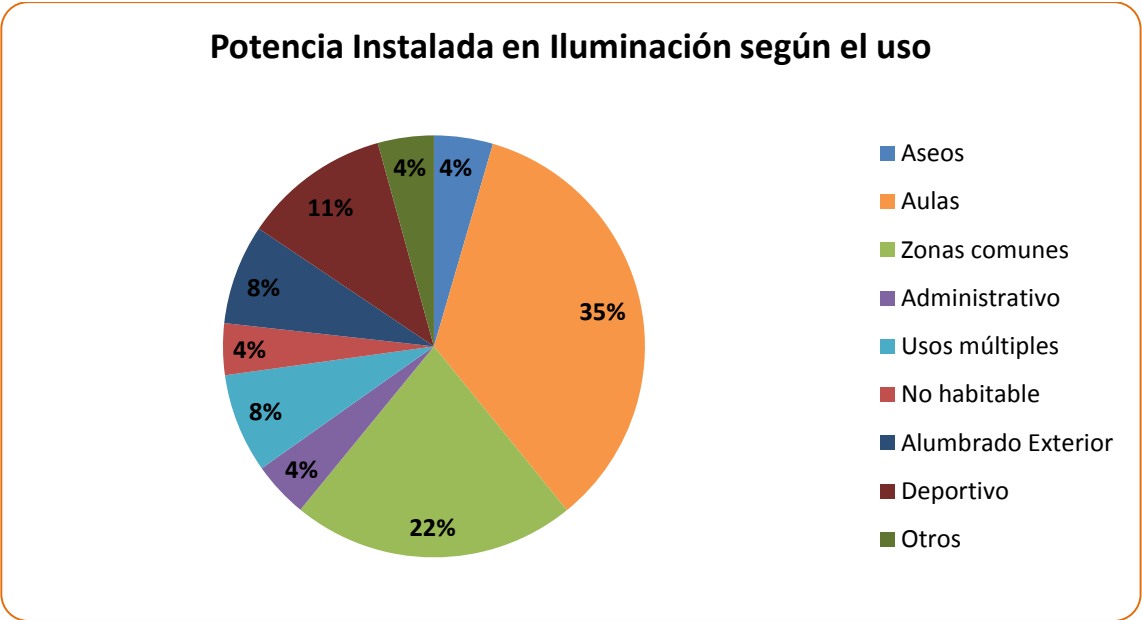


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

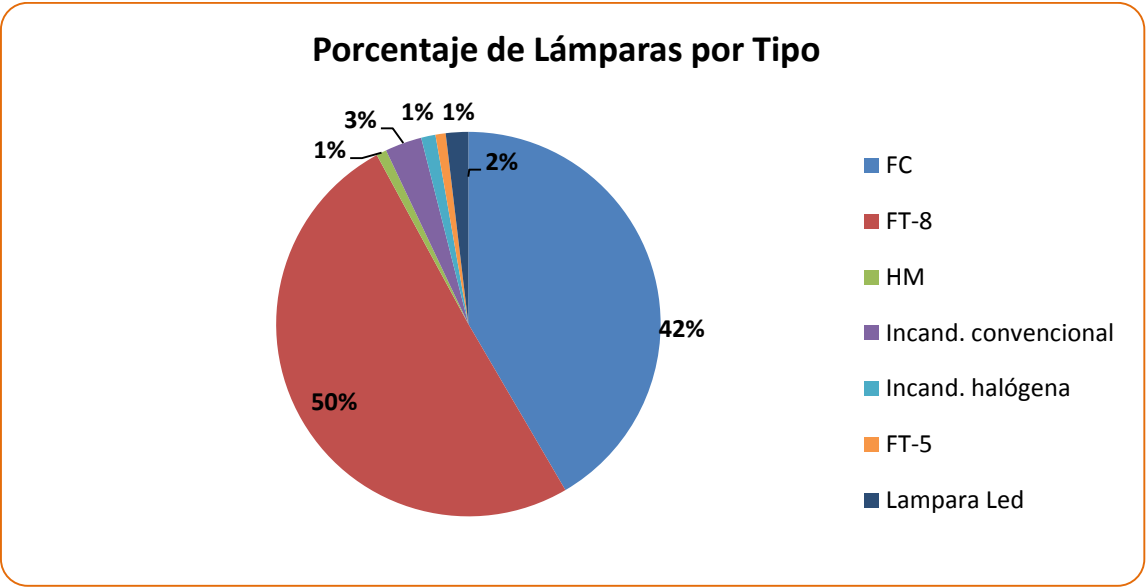


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	76	6,62
FT-8	76	6,62
4	70	6,05
18	70	6,05
2	6	0,57
36	5	0,43
58	1	0,14
EL	5	0,10
FT-5	5	0,10
1	5	0,10
13	1	0,01
21	3	0,06
28	1	0,03
-	149	8,17
Incand. convencional	16	0,94
1	16	0,94
60	15	0,90
40	1	0,04
FC	124	6,14
1	12	0,31
26	12	0,31
2	112	5,82
26	112	5,82
HM	2	0,60
1	2	0,60
250	2	0,60
Incand. halógena	7	0,49
1	7	0,49
70	7	0,49
Total general	230	14,89

Tabla 15 Resumen de lámparas instaladas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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

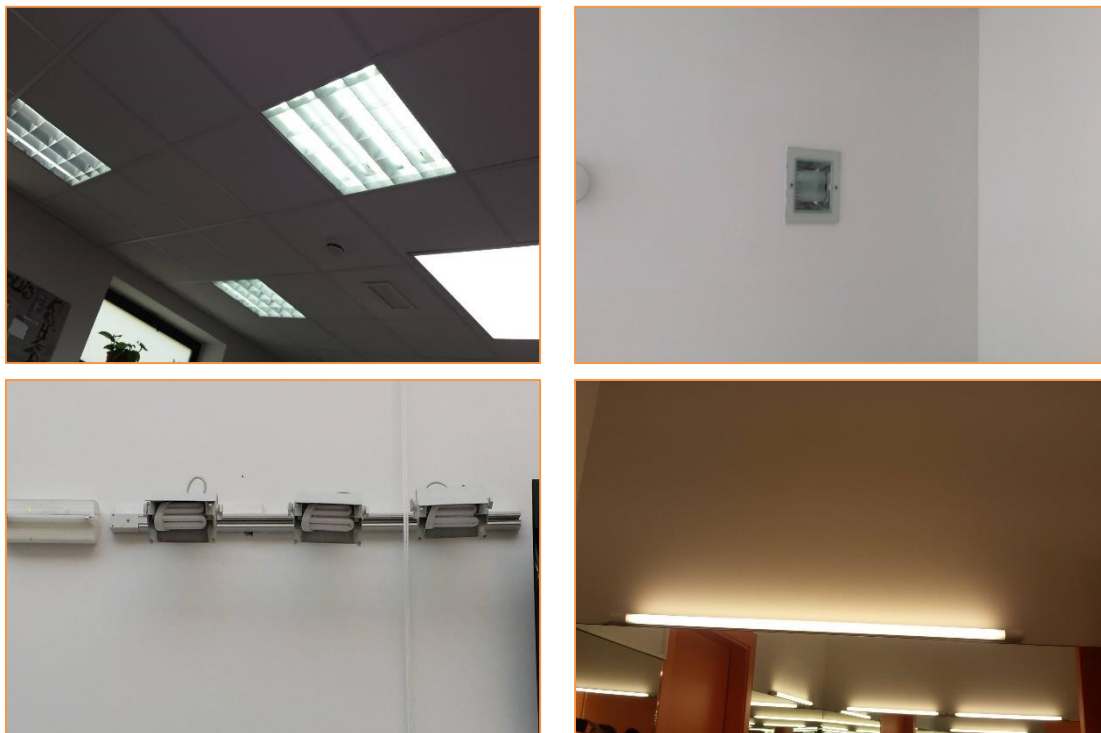


Imagen 13 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	1	0,09
FT-8	1	0,09
2	1	0,09
36	1	0,09
-	19	1,15
Incand. convencional	2	0,12
1	2	0,12
60	2	0,12
FC	3	0,16
2	3	0,16
26	3	0,16
HM	3	0,41
1	3	0,41
42	1	0,05
150	2	0,36
Lampara Led	11	0,46
1	11	0,46
42	11	0,46
Total general	20	1,23

Tabla 16 Resumen de iluminación exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06



Imagen 14 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 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.

Existe alumbrado exterior pero se puede comprobar con el registro trifásico que no tiene uso.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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	7	1,945
DVD/CD	2	0,045
20	1	0,02
25	1	0,025
Proyector	1	0,8
800	1	0,8
Television LCD	2	0,5
250	2	0,5
Television Tubo	2	0,6
300	2	0,6
Electrodoméstico	6	5,79
Frigorífico	1	0,13
130	1	0,13
máquina de café	1	1,08
1080	1	1,08
Microondas	1	1,2
1200	1	1,2
Extractor	1	0,03
30	1	0,03
Otros	1	1,35
1350	1	1,35
Kettle / Calienta agua	1	2
2000	1	2
Informático	31	9,695
multifuncion	1	0,445
445	1	0,445
Ordenador sobremesa	20	6,15
300	19	5,7
450	1	0,45
Fotocopiadora	1	1,6
1600	1	1,6
Impresora doméstica	3	0,6
200	3	0,6
Monitores	5	0,4
80	5	0,4
Servidor	1	0,5
500	1	0,5
Otros	26	4,697
maquina de café	1	1
1000	1	1
Otros	24	3,397
60	1	0,06
80	14	1,12
350	2	0,7
759	1	0,759
11	3	0,033
700	1	0,7
25	1	0,025
0	1	0
maquina plastificar	1	0,3
300	1	0,3
Sonido	50	5,241
Altavoz	36	3,46
120	2	0,24

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
10	2	0,02
200	12	2,4
150	2	0,3
20	14	0,28
60	2	0,12
50	2	0,1
Minicadena música	7	0,81
120	3	0,36
100	1	0,1
90	2	0,18
170	1	0,17
Radio-CD	2	0,055
40	1	0,04
15	1	0,015
Piano eléctrico	1	0,016
16	1	0,016
Equipo de música	2	0,1
50	2	0,1
Otros	2	0,8
100	1	0,1
700	1	0,7
Radiador eléctrico	11	23,3
Radiador electrico	9	19,5
1500	1	1,5
2000	4	8
2500	4	10
Calefactor electrico	2	3,8
2000	1	2
1800	1	1,8
Producción de frío y calor	4	37,682
Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - MultiSplit	1	8,305
8305	1	8,305
Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - VRV	2	28,52
16790	1	16,79
11730	1	11,73
Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	1	0,857
857	1	0,857
Distribución - Bombas	4	10,5
Bomba	4	10,5
1800	2	3,6
4700	1	4,7
2200	1	2,2
Unidades de tratamiento	37	2,8
Ventilador	2	0,1
50	2	0,1
Extractor	35	2,7
30	24	0,72
180	11	1,98
ACS	1	5
Resistencia eléctrica	1	5
5000	1	5
Total general	177	106,65

Tabla 17 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.

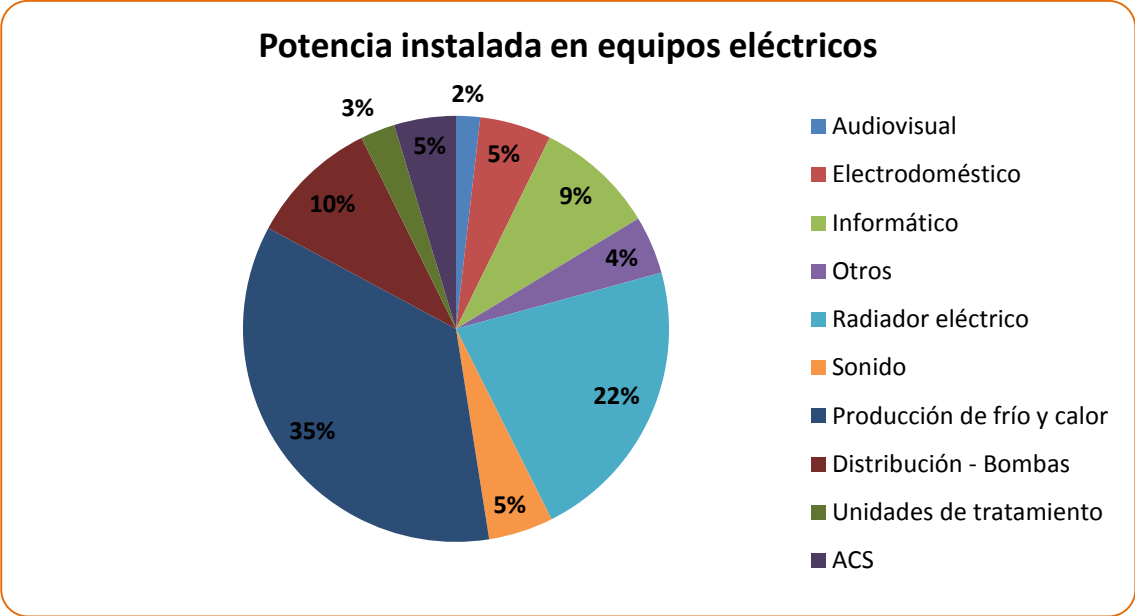


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

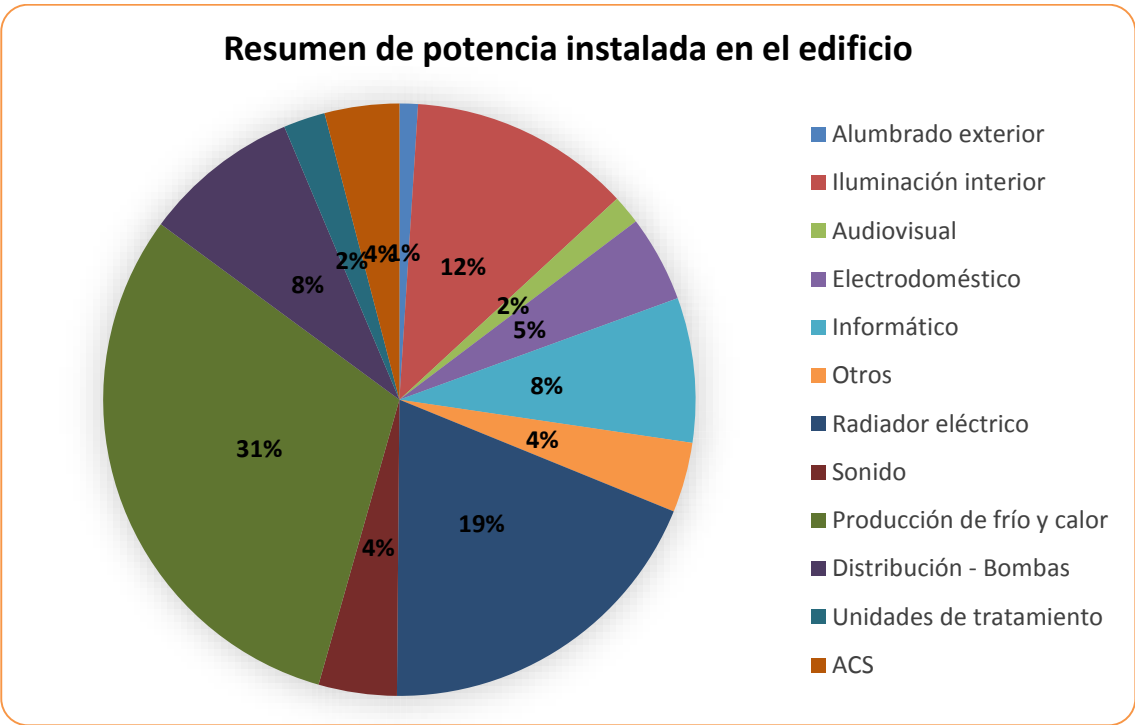


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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	ES0031103005003003YE0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	105,18	105,18	105,18
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de potencia (€/kW día)	0,111585	0,066951	0,044634
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Diciembre del 2013 hasta Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	4.007	4.056	5.395	41 /23 /23	0,00	2.082,91
31/01/2014	28/02/2014	2.172	6.525	4.352	20 /20 /20	0,00	1.975,83
28/02/2014	13/03/2014	1.503	1.897	2.401	36 /27 /24	0,00	889,57
13/03/2014	31/03/2014	1.553	2287	2.964	40 /32 /28	0,00	1.092,10
31/03/2014	30/04/2014	949	5.101	5.295	33 /55 /30	0,00	1.758,61
30/04/2014	31/05/2014	1.017	5.511	5.087	20 /36 /28	0,00	1.820,32
31/05/2014	30/06/2014	1.151	5.133	4797	24 /40 /24	0,00	1.776,06
30/06/2014	31/07/2014	1.290	4692	5.085	22 /36 /27	0,00	1.790,34
31/07/2014	31/08/2014	1.202	5.211	6.246	29 /39 /35	0,00	1.925,82
31/08/2014	30/09/2014	1.088	5.319	5.324	35 /39 /27	0,00	1.828,61
30/09/2014	31/10/2014	1.482	5.960	5.618	42 /42 /29	0,00	2.002,79
31/10/2014	30/11/2014	3.549	3.850	5.116	43 /31 /25	0,00	2.002,13
30/11/2014	31/12/2014	3.785	4.058	5.454	58 /48 /26	0,00	2.107,80

Tabla 18 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	105,18	105,18	105,18
Potencia registrada (kW)	58	48	35

Tabla 19 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

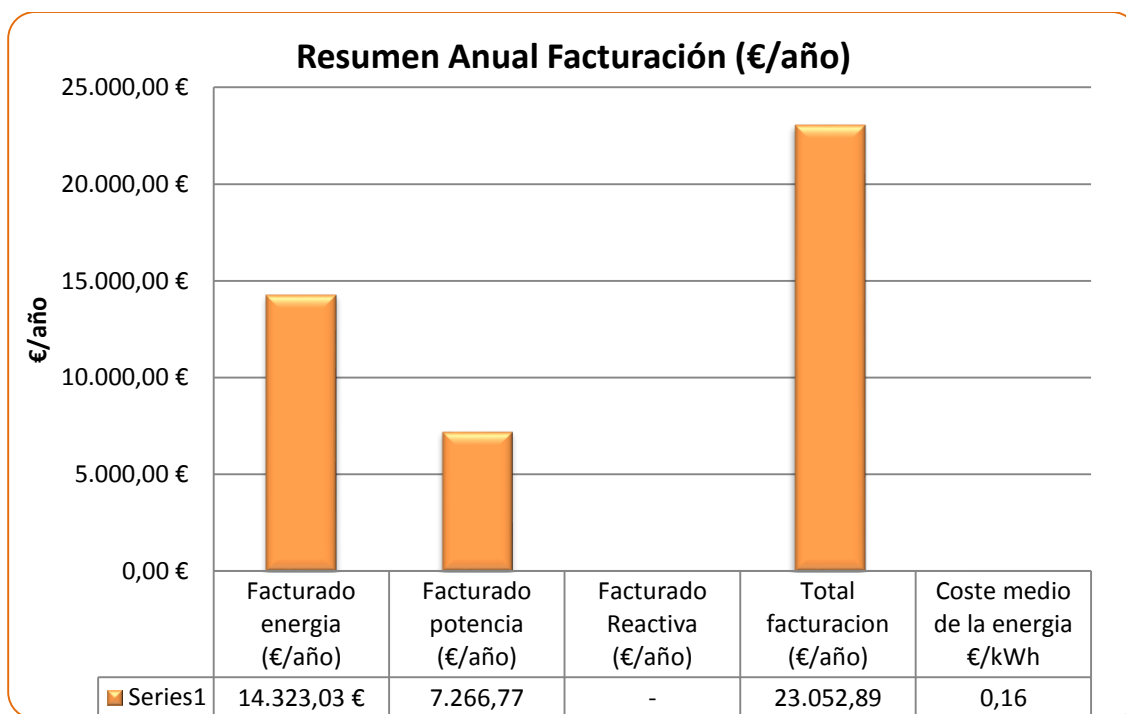


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

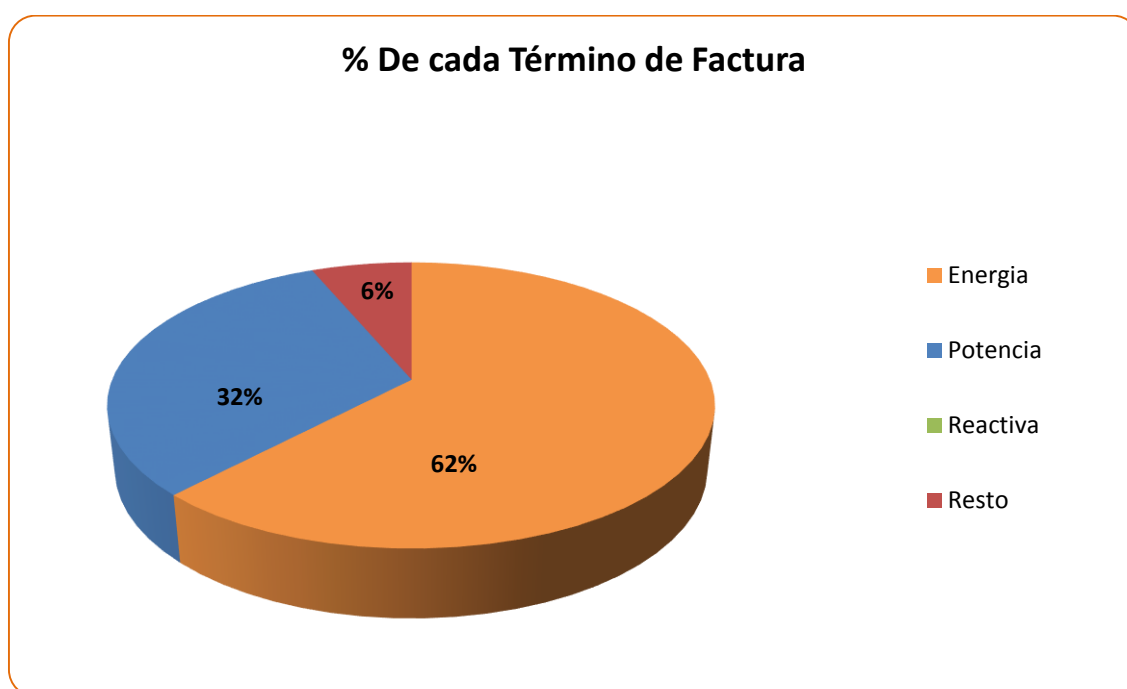


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

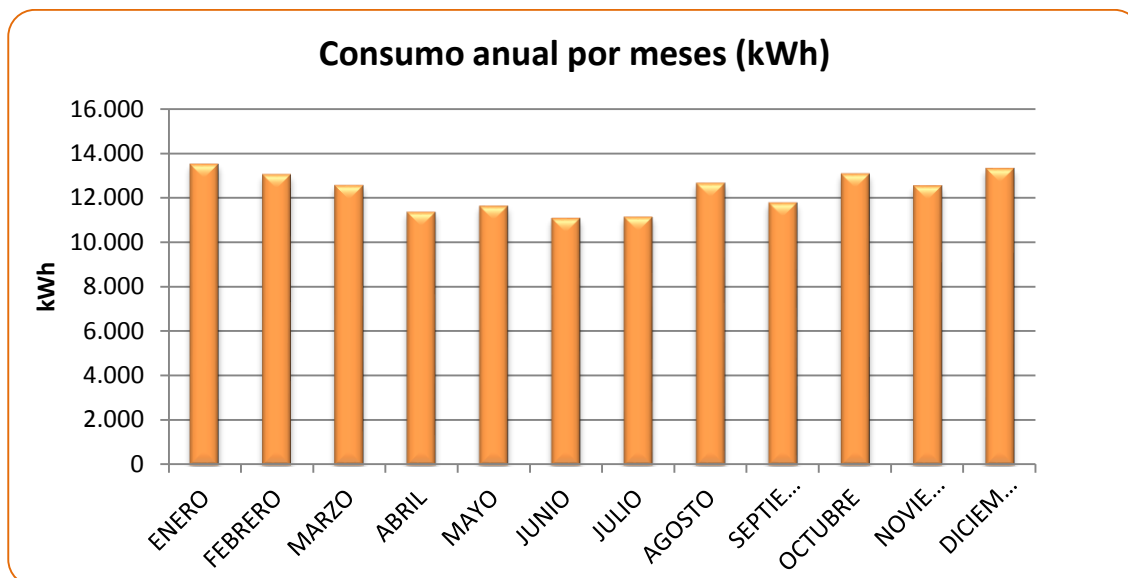


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

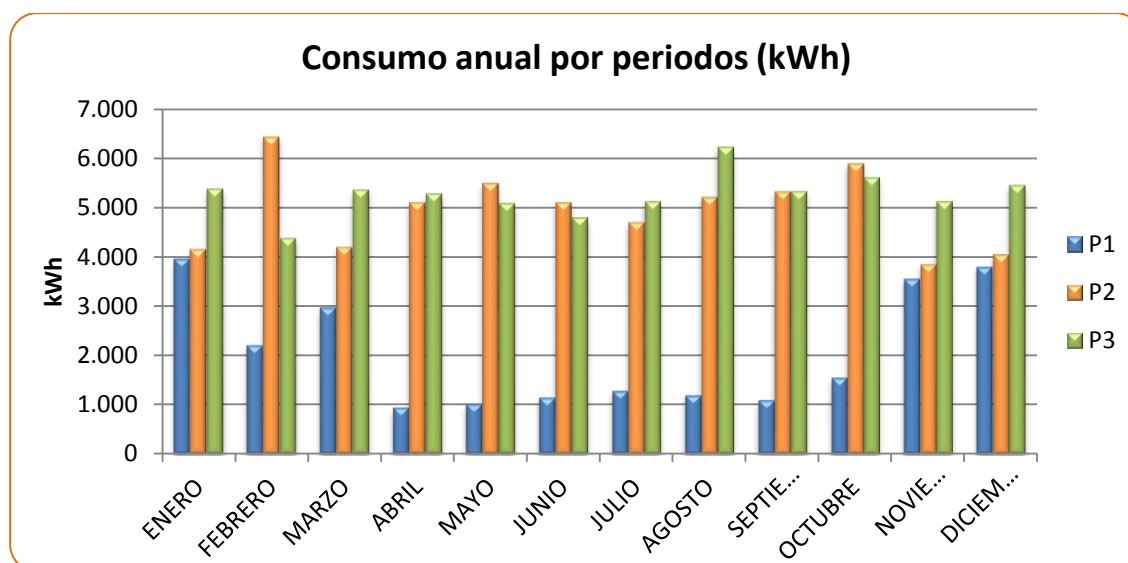


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	147.482
Total Facturación (€)	23.052,89
Media mensual de consumo (kWh/mes)	12.290
Media mensual de coste (€/mes)	1.921,07
Coste medio energía (€/kWh)	0,156

Tabla 20 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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)	147.482	-	147.482
Coste (€/año)	23.052,89	-	23.052,89

Tabla 21 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 Diciembre del 2013 hasta Diciembre del 2014

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	358
Superficie total (m²)	1.544,71
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	14,89
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	1,23
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	101,65
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	117,77

Tabla 22 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	147.482,00
€/kWh	0,16
kWh/m² Total	95,48
€/m² Total	14,92
kWh/persona uso	411,96
€/persona uso	64,39
Ton CO ₂ /año	58,85
Kg CO ₂ /m²	38,09
Pot. Iluminación en W/m²	9,64

Tabla 23 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

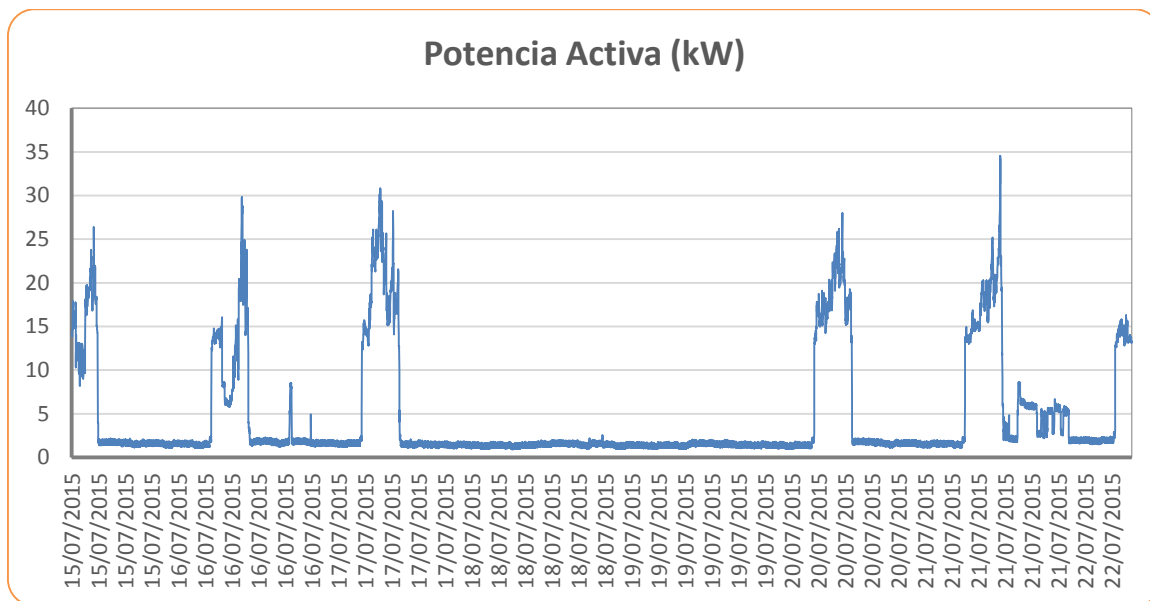


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 15/07/2015 al 22/07/2015

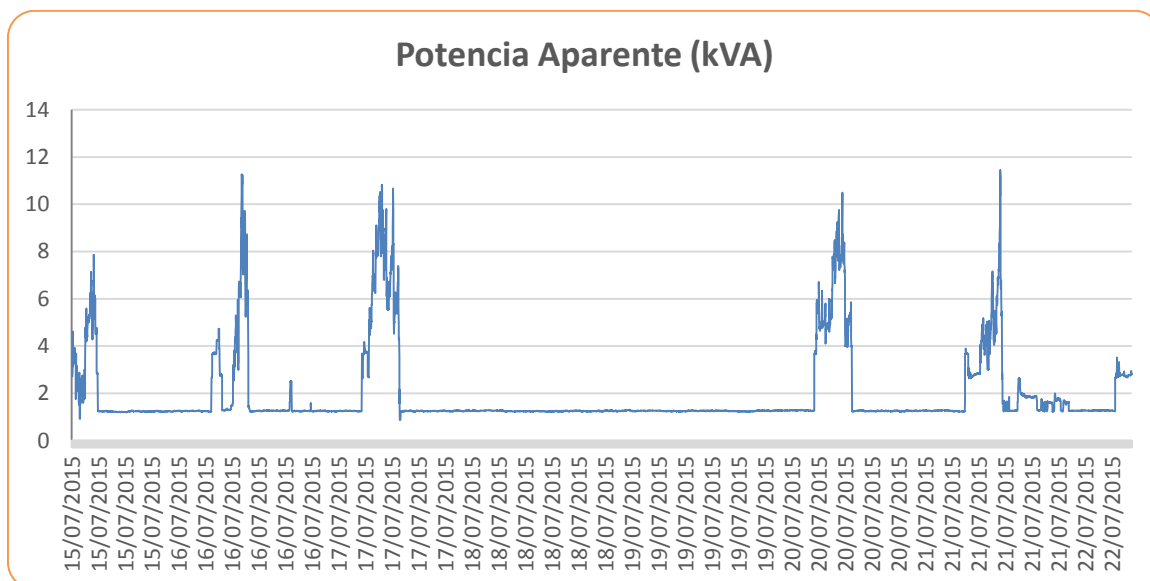


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 15/07/2015 al 22/07/2015

Factor de Potencia

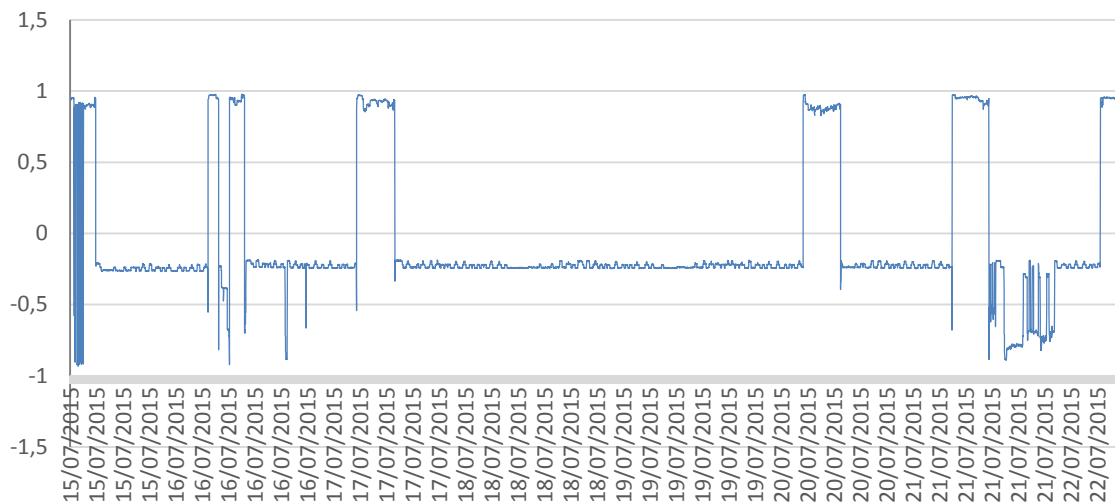


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

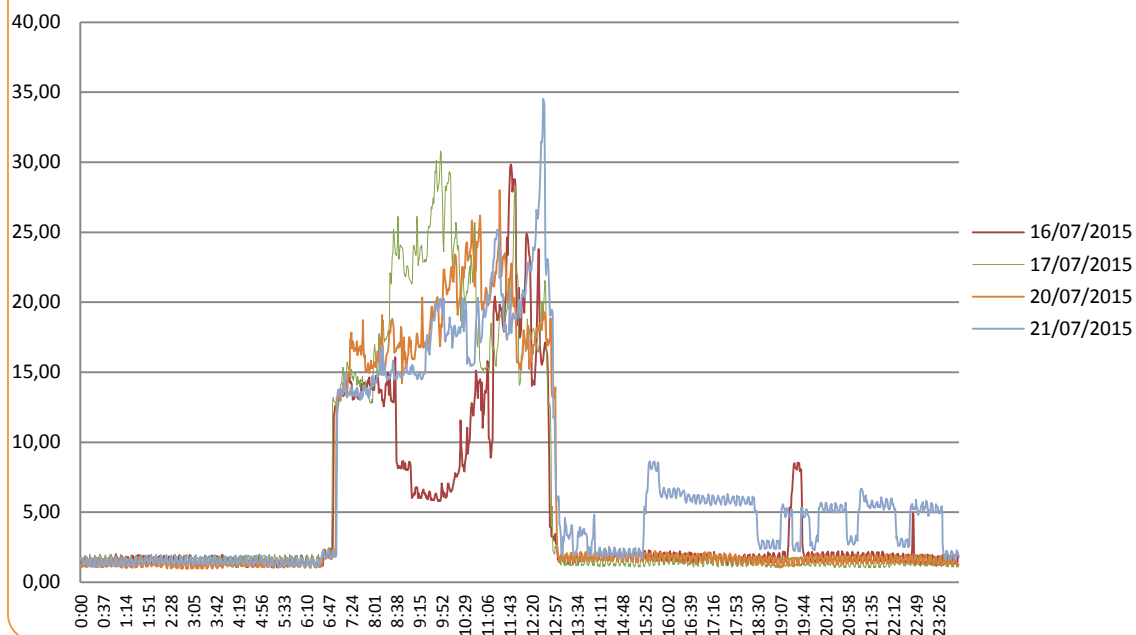


Gráfico 17 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días Festivos (kW)

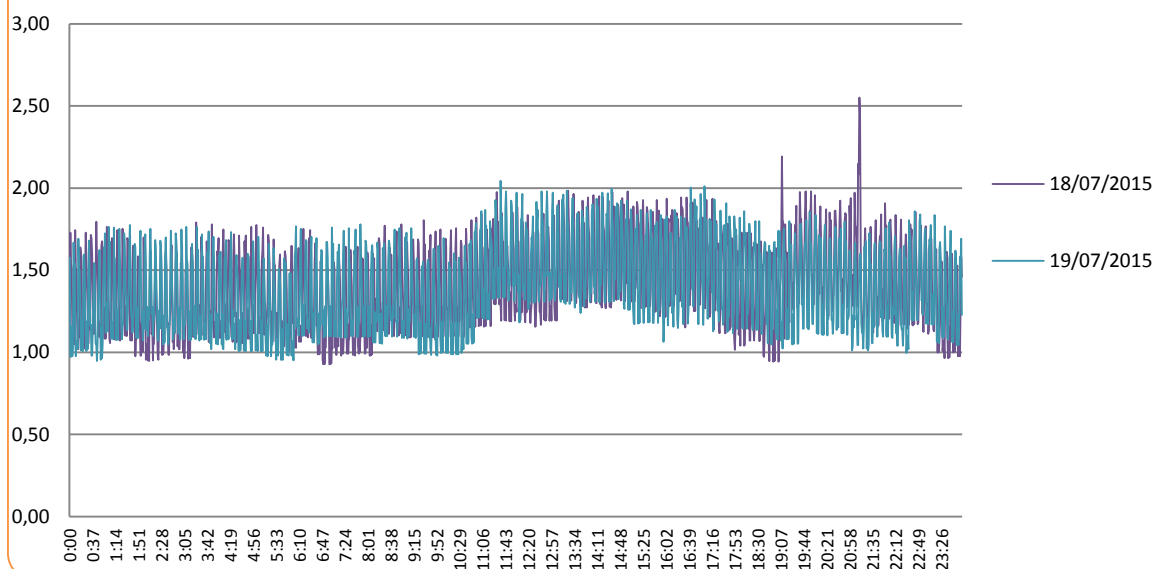


Gráfico 18 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 1 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 34,54 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:00 y 13:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos.

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

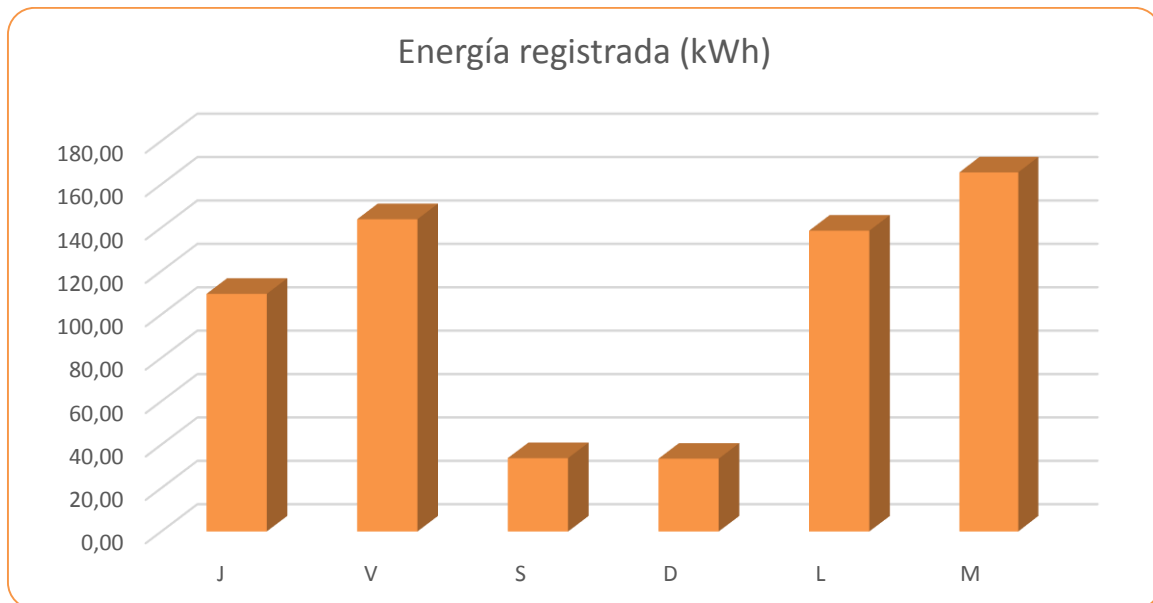


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 139,99 kWh y durante los días festivos de 33,66kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 3.475,14 kWh para el mes de julio, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en julio de 2014 de un 68,74% inferior.

La facturación recoge tanto la curva de carga del edificio como la iluminación exterior existente en el anfiteatro, por tanto este desvío es debido a esa iluminación exterior ya que el registrador trifásico solo ha recogido la curva de carga del edificio. Además este desvío también hay que tener en cuenta 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.

- Dirección

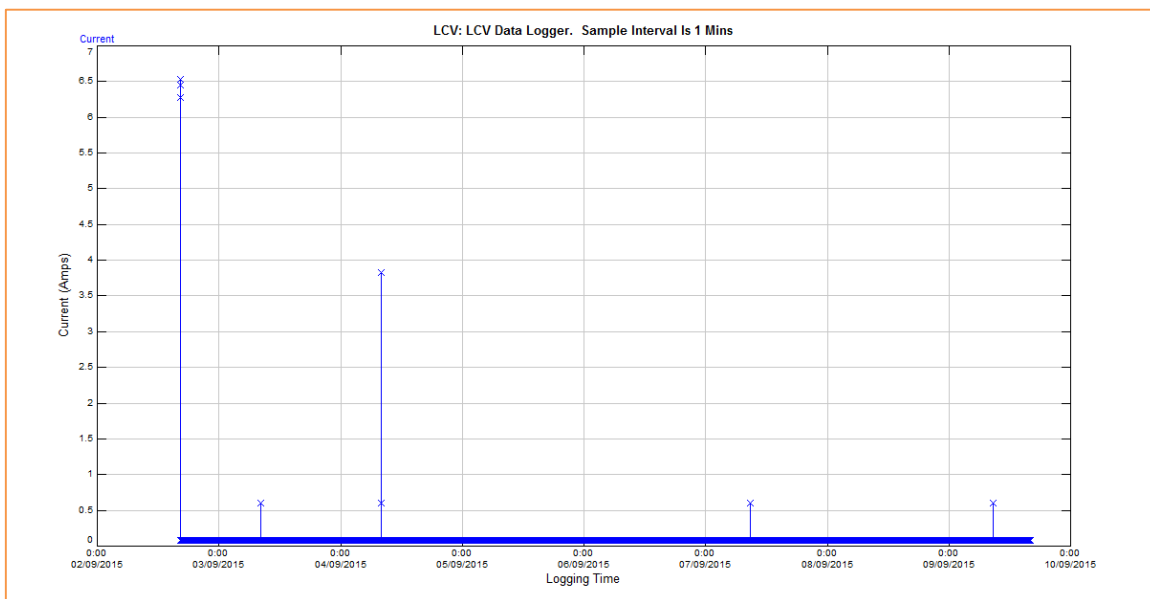


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Dirección

- Aula de danza 2

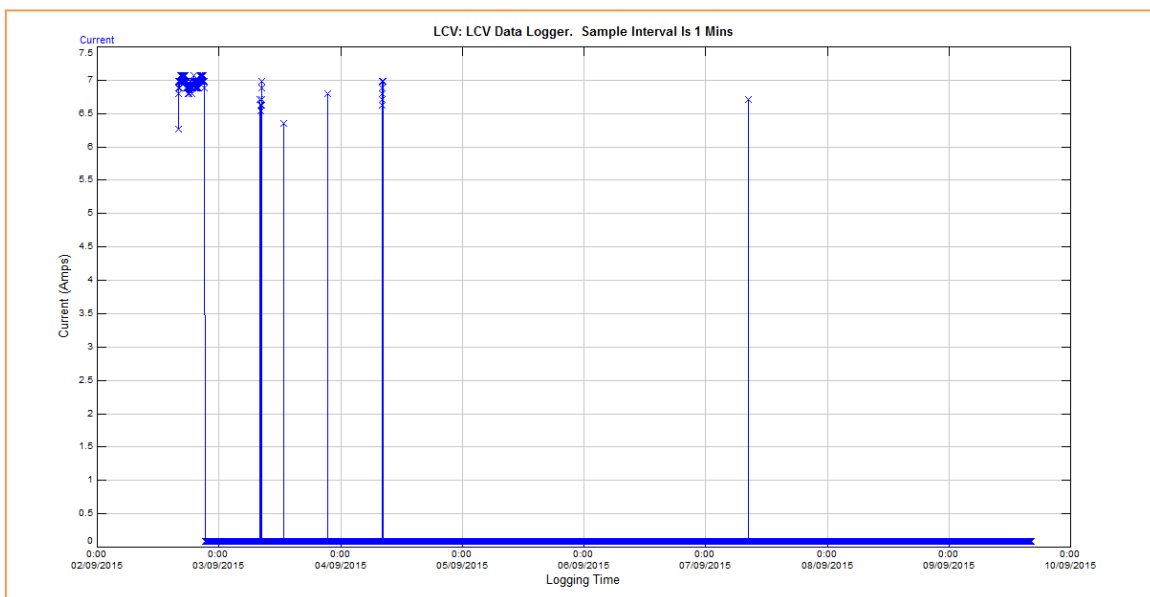


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en aula de danza 2

- **Aulas 1,2,3 y 4**

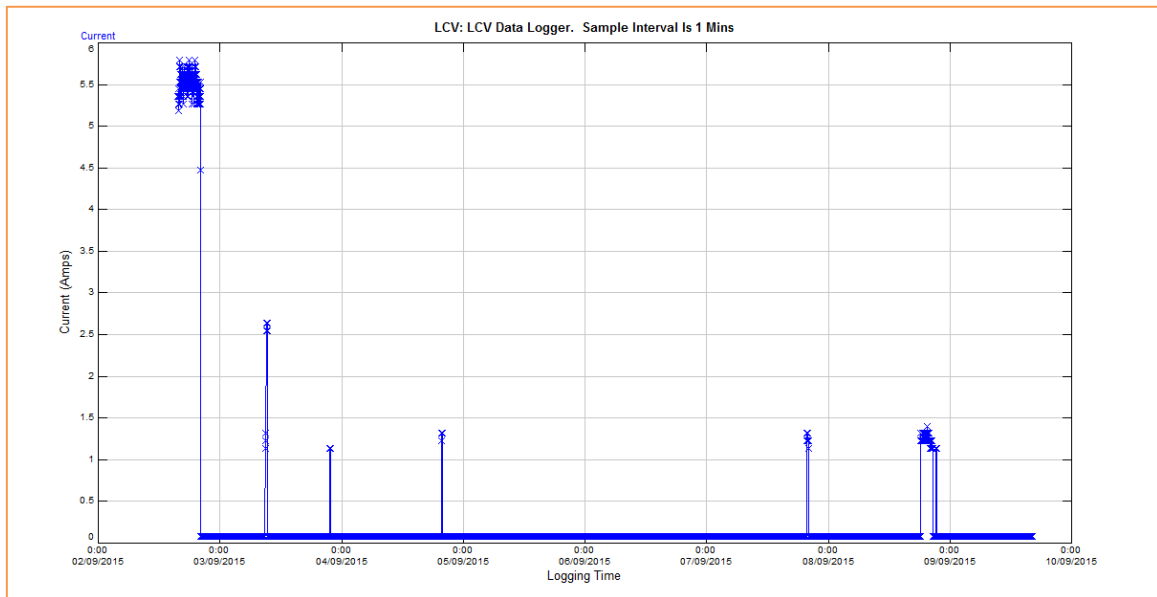


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en aulas 1,2,3 y 4

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

- Dirección: sin uso
- Aula de danza 2: 0,2 h
- Aulas 1,2,3 y 4: 0,2 h

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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
Almacén 1	86,4	14,38	255	100	2,36
Cabina 3	86,4	8,22	466	300	2,26
Cabina 2	86,4	9,11	463	300	2,05
Cabina 1	86,4	8,22	460	300	2,28
Cabina 5	86,4	8,34	465	300	2,23
Cabina 4	86,4	8,72	467	300	2,12
Aula3	518,4	30,37	497	300	3,43
Aula 2	259,2	15,46	430	300	3,90
Aula 1	259,2	16,30	487	300	3,27
Escalera 0-1	120	7,80	157	200	9,80
Recepción	210	27,12	375	200	2,06
Aseo profesores	104	4,82	516	150	4,18
Aseo chicos	104	11,90	483	150	1,81
Salón de actos	600	137,11	432	500	1,01
Sala de profesores	345,6	32,03	265	300	4,07
Dirección	172,8	16,45	260	300	4,04
Secretaría	172,8	9,77	376	300	4,70

Tabla 24 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa que en general los valores medidos de iluminancia se encuentran por encima de los recomendados excepto en la escalera de la planta cero donde está por debajo de la media. En algún caso como es el aseo de profesores llega hasta triplicar el valor de la norma.

Como se aprecia en la tabla, los valores de eficiencia energética no sobrepasan el valor máximo exigido por la norma nada más que en el caso de la escalera de la planta cero.

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 25 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo de una semana, entre los días 08/07/2015 y 15/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Recepción

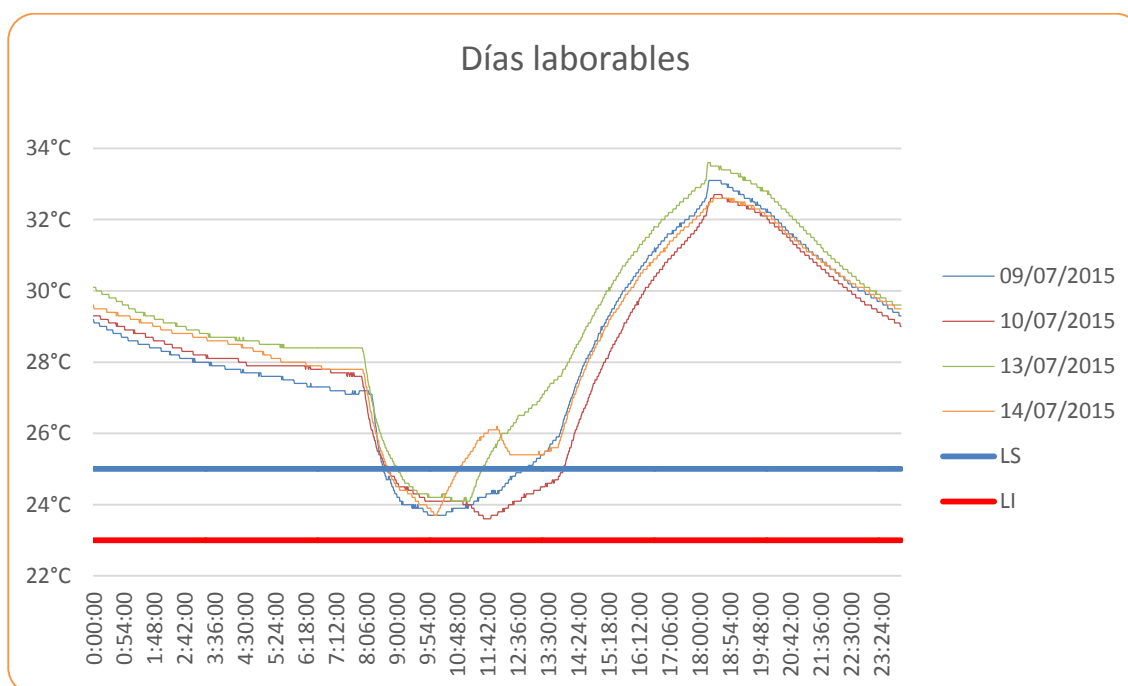


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

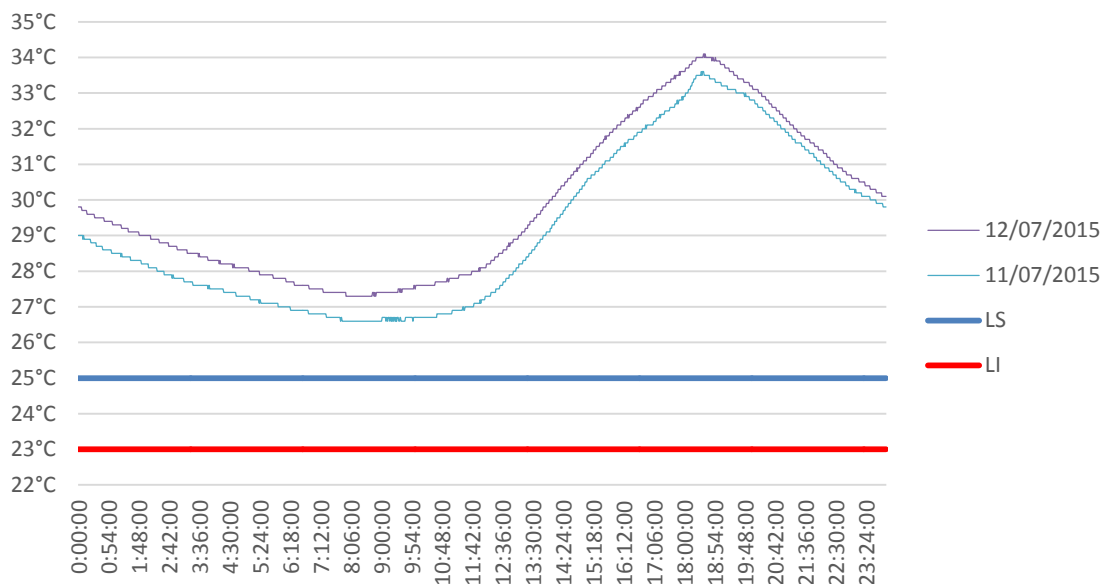


Gráfico 24 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

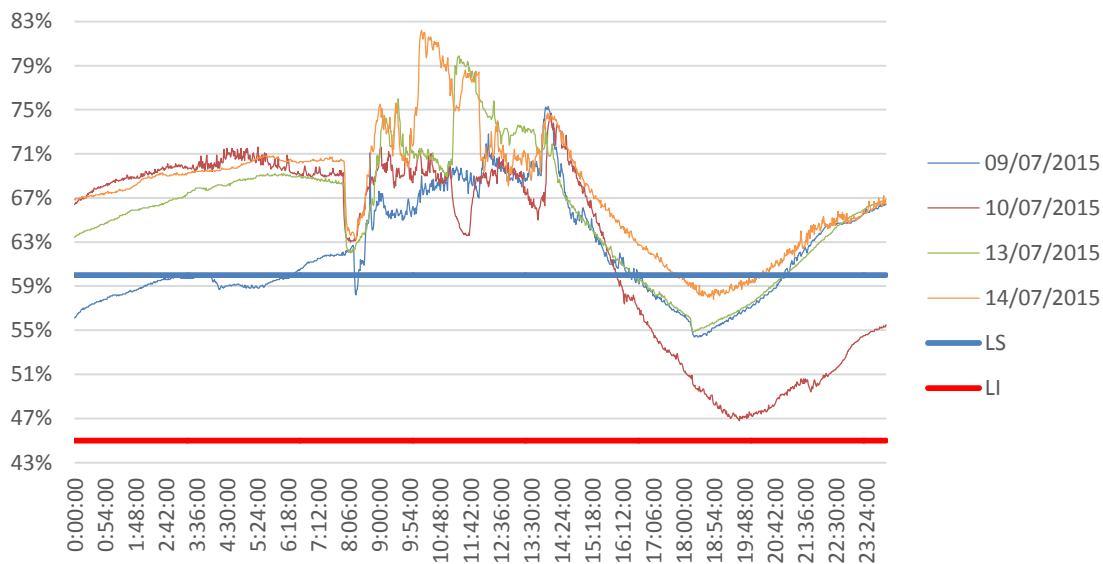


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

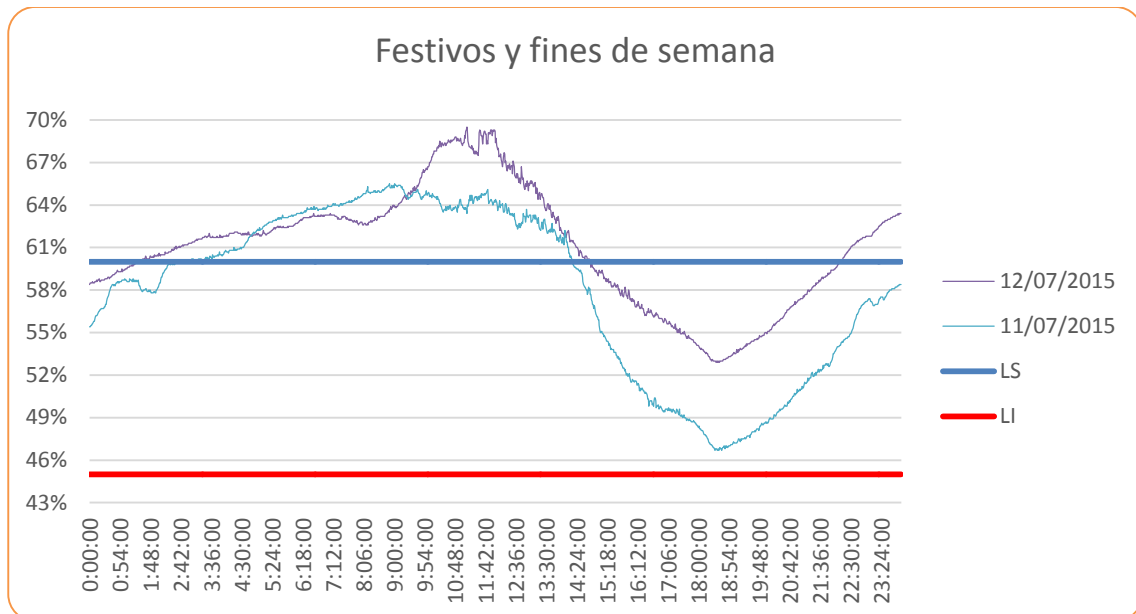


Gráfico 26 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo multisplit 2x1 tipo bomba de calor con unidad interior de conductos. La temperatura comienza a descender desde los 28-30°C a partir de las 8:00 h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. A las 10:00 se alcanzan los 23,7°C y a partir de este momento la temperatura se mantiene uniforme en torno a los 24°C hasta las 13:00 h., cuando comienza incrementarse coincidiendo con la finalización de la jornada laboral y con la desactivación del sistema de climatización. Por lo tanto, la temperatura se mantiene dentro de los valores reglamentarios durante el periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico suficiente en esta zona.

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

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (60%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 60 y 75%. El día 14 de julio fue extremadamente húmedo, se ha llegado a alcanzar hasta el 80% de humedad.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25°C que marca el reglamento, lo cual indica un aporte adecuado de refrigeración.
- ☐ 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 14:30 y a partir de esa hora se va incrementando.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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.

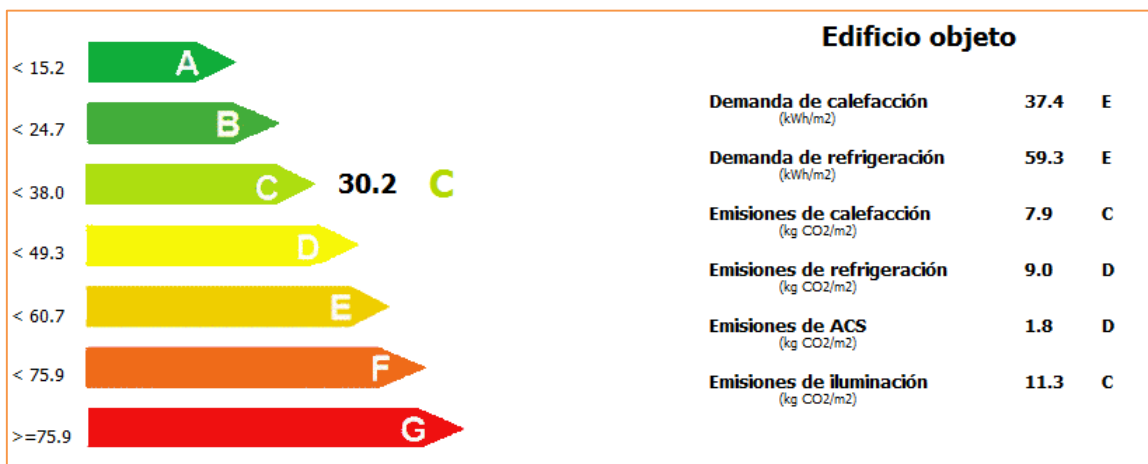


Imagen 15 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

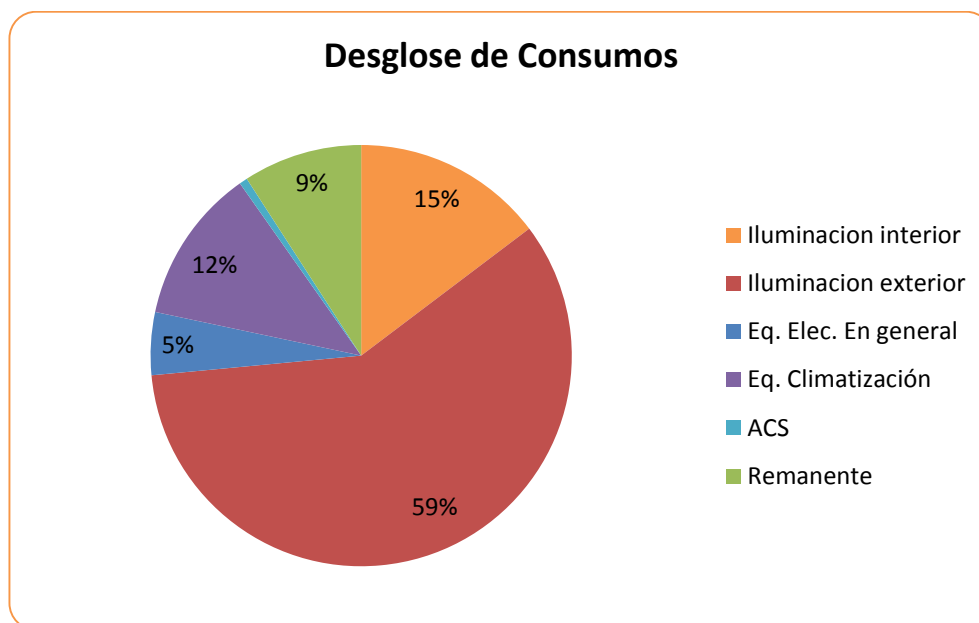


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

Este porcentaje tan elevado de iluminación exterior se debe, como se ha mencionado en apartados anteriores, a la iluminación existente en las fachadas del anfiteatro que tras una medición se ha constatado que consta con una potencia instalada de 18,59 kW.

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

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

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

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

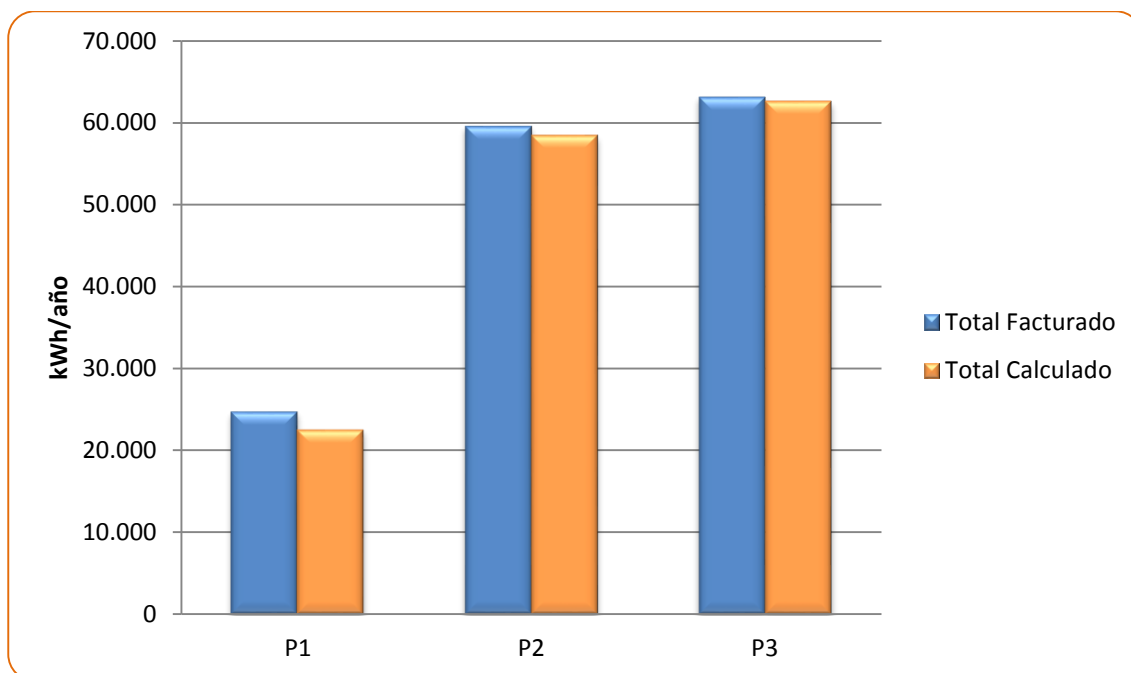


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

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

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro está cubierta por medio de una instalación solar térmica con apoyo de una resistencia eléctrica.

A continuación se resume la contribución energética anual de dicha instalación a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro, calculada de acuerdo a las características de la instalación existente, descrita en el apartado correspondiente:

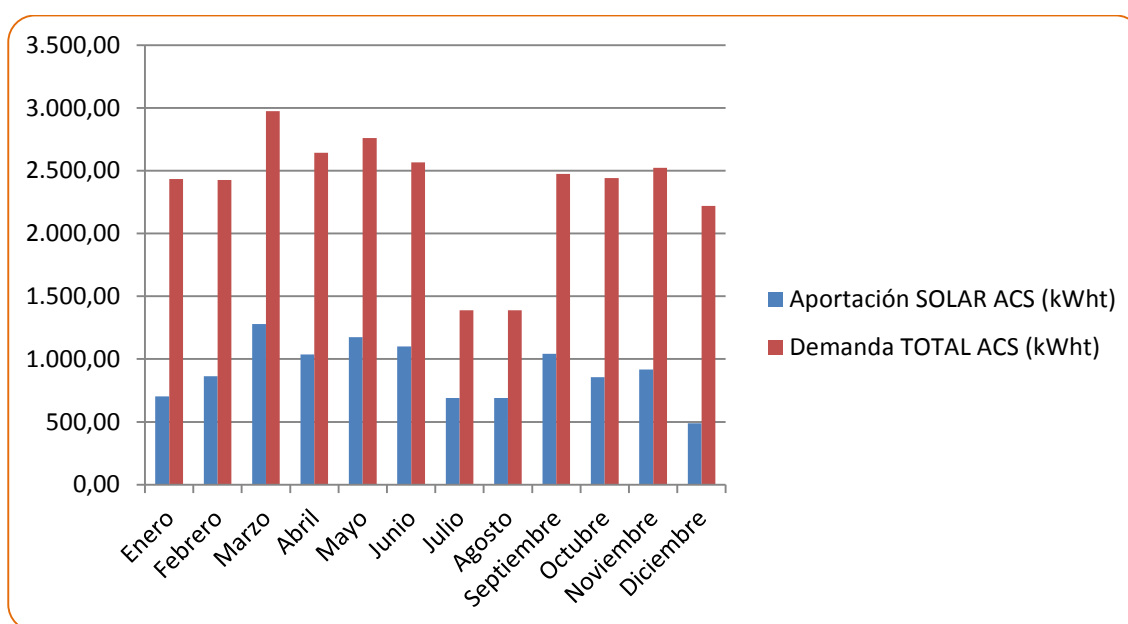


Gráfico 29 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

En la siguiente tabla se muestran los datos globales de contribución solar anual a la producción de ACS del centro:

Demanda Térmica de ACS (kWh)	28.232,81
Aportación Solar Anual (kWh / %)	10.843,28 38,41%
kgCO₂ evitados al año	4.326,47
Ahorro Económico (€/año)	1.123,84

Tabla 26 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

De acuerdo a estos datos, la instalación NO cumple con las exigencias actuales del CTE – DB-HE4, que requiere una cobertura solar anual mínima del 50% para la zona climática IV correspondiente a Marbella.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de la 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 16 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 CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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	27,27%	72,73%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,43784
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			
11.206	53,02%	7,60%	1.393,75 €	91,13 €	1.484,88 €	29.796,12 €	20,07	4,47

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

Descripción de la mejora

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

Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demandada se encuentra en varios de los periodos facturados por debajo de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el maxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

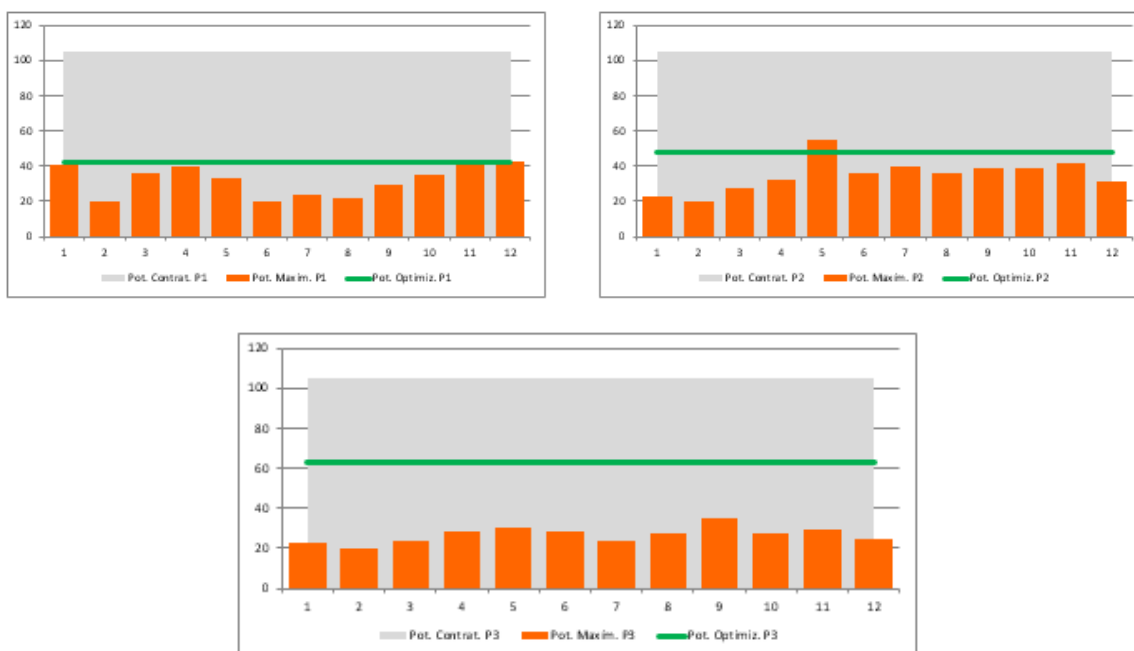


Gráfico 30 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **42 / 48 / 63 kW** para cada uno de los períodos.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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	
105,18	105,18	105,18	42	48	63	3.807,60

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

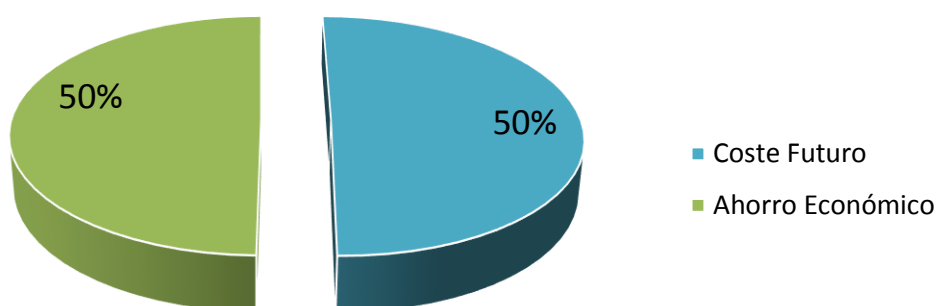


Gráfico 31 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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 CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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.

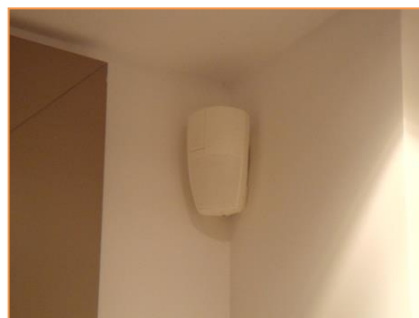


Imagen 17 Detectores de presencia

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 CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.

Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

Ahorro energético

El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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).

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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.

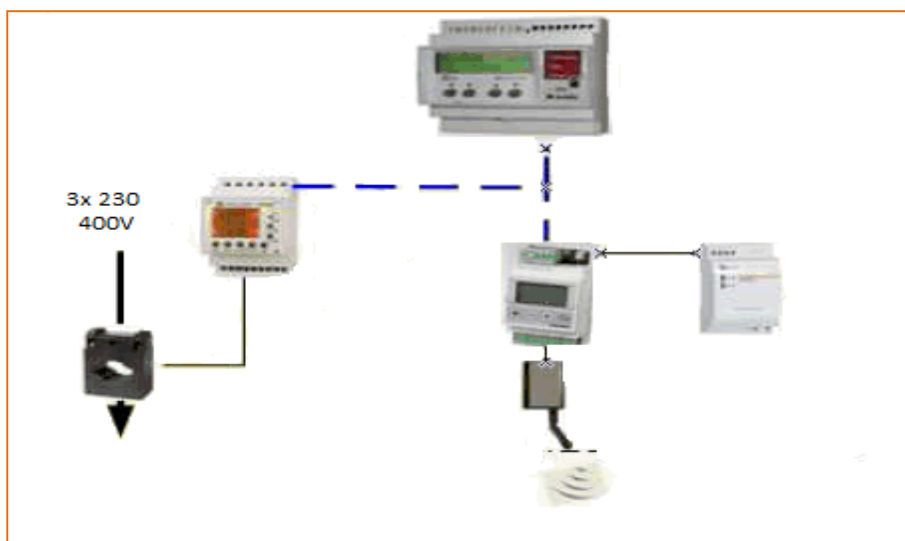


Imagen 18 Esquema de sistema de monitorización

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 CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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 CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con una instalación solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de 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.

Por otra parte, el centro ya cuenta con una contribución de energías renovables para la producción térmica mediante la instalación solar térmica.

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA CONSERVATORIO DE MUSICA	1306
		03
		Rev.06

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:

- 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.

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación existente por Tecnología LED	11.206	53,02	1.484,88	29.796,12	20,07	4,47
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	3.807,60	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	11.206	53,02	5.292,48	29.796,12	20,07	4,47

Tabla 27 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.
- 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.

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA