



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. María Teresa de León)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_50_20160311

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	3
1.3 Envoltente y cerramientos.....	6
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de ACS	8
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	11
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo	12
1.4.4 Unidades Terminales.....	13
1.5 Iluminación.....	17
1.5.1 Iluminación interior	18
1.5.2 Iluminación exterior	19
1.5.3 Sistemas de control	19
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	19
1.6 Otros equipos.....	20
1.7 Resumen de potencias instaladas	23
2. CONSUMOS ANUALES.....	24
2.1 Consumos eléctricos	24
2.2 Consumos térmicos.....	27
2.3 Consumos energéticos totales	27
2.4 Índices energéticos.....	27
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	27
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	27
3. MEDICIONES REALIZADAS	28
3.1 Medidas eléctricas.....	28
3.1.1 Registros trifásicos	28
3.1.2 Registros monofásicos.....	32
3.2 Medida de nivel de iluminación	34
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
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	40
4.2 Desglose de consumos térmicos.....	41
4.3 Contribución de energías renovables	41
5. ACTUACIONES PROPUESTAS	42
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	42
5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada	44
6. MEJORAS RECOMENDADAS	46
6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	46
6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control.....	48
7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	50
7.1 Energía solar térmica.....	50
7.2 Biomasa	50
7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo	51
8. RESUMEN	52

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP María Teresa de León
Dirección	C/Camino de la Caseta, s/n. 29670. San Pedro de Alcántara
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	Vicky (Secretaría) // Telf. Contacto: 951 270 752
Número de edificios	6
Referencia Catastral	2498603UF2329N0001PD

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP María Teresa de León** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Camino de la Caseta** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Edificio Principal, gimnasio y módulos



Imagen 2 Vista aérea del CEIP María Teresa de León

CEIP María Teresa de León	Nº plantas	Sup. Útil m ²	Ocup	Horario	Año de construcción
Edificio principal	3	2522,99	820	Sept-Junio 08:00-14:00; 16:00-19:00 L 08:00-14:00; 16:00-18:00 M-V	2007
Módulo 1	1	180,48	84		
Módulo 2	1	180,48	84		
Módulo 3	1	180,48	84	Julio-Agosto (Conserjes) 08:00-14:00	
Edificio Aula 38	1	81,26	28		
Gimnasio	1	260,15	30		

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

CEIP María Teresa de León	Ocup	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	27	9:00 - 14:00	Educativo
Comedor	260	14:00 - 16:00	Comedor
Aulas de orientación, apoyo y refuerzo	5	9:00 - 14:00 (2 días/semana)	Educativo
Gimnasio	30	9:00 - 14:00	Deportivo

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 -1 (m ²)	Planta – (m ²)	Sup. Total (m ²)
Administrativo	71	--	--	--	71
Aseos	239	67	7	--	312
Aulas	1.018	698	--	--	1.716
Cocina-comedor	--	--	298	--	298
Deportivo	190	--	--	--	190
No habitable	75	--	32	--	107
Otros	41	--	--	--	41
Usos múltiples	253	--	--	--	253
Zonas comunes	220	140	--	58	418
Sup. Total (m ²)	2.106	905	338	58	3.406

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 50% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 12%.

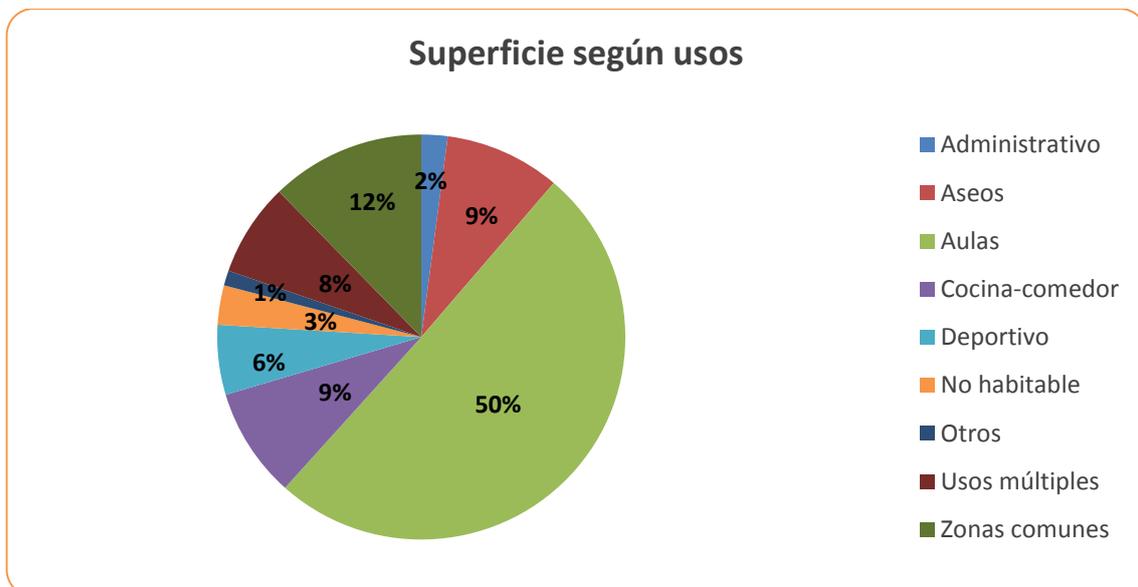
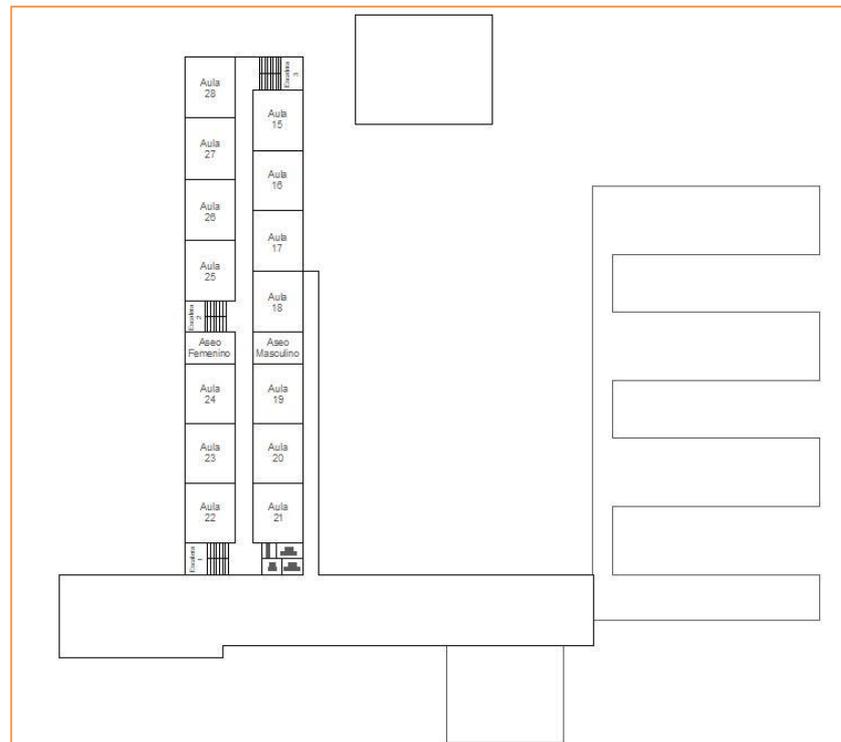


Gráfico 1 Superficie según Usos



Plano 3 Croquis Nivel de Acceso Edificio Principal



Plano 4 Croquis Nivel Superior

1.3 Envoltente y cerramientos

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

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

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

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2007; y por lo tanto, su proyecto fue redactado bajo las Normas Básicas de la Edificación.

Todos los volúmenes que conforman el centro educativo siguen la misma línea constructiva; por un lado, los cerramientos verticales, con un acabado liso continuo; y por otro, las cubiertas planas, que en general están protegidas mediante una capa pesada de grava.

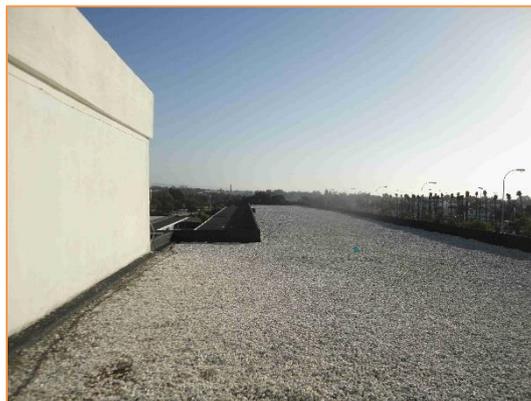


Imagen 3 Diferentes tipos de cerramientos exteriores

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



Imagen 4 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro consta de un sistema de calefacción compuesto por convectores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

Además, en las estancias de Jefatura de Estudios y Almacén 1 existen sistemas autónomos de expansión directa para dar los servicios de calefacción y refrigeración.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, no hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

1.4.1 Producción de ACS

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 4 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en dos depósitos interacumuladores de 500 litros de capacidad cada uno. Esta instalación se encuentra actualmente fuera de servicio.

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

Tipo	Instalación con interacumulador	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	4
Circuito primario	Bomba (Marca)	WILO
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
	Marca:	Cordivari - Promasol
	Modelo:	Bolly - 500 CC/TA F
	Potencia (kW)	25,1 - 34,9
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	500,00
	Depósito 2 (litros)	500,00
	Total (litros)	1.000,00
Observaciones	Instalación fuera de servicio.	

Tabla 5 Características instalación solar térmica

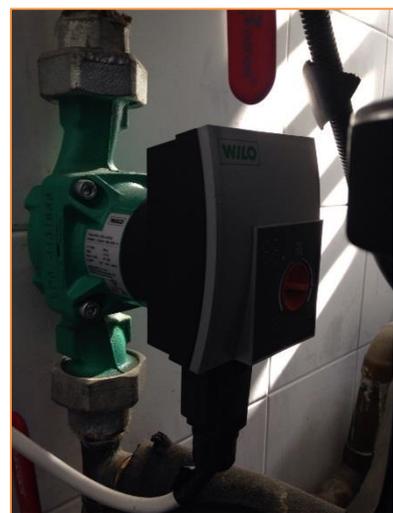
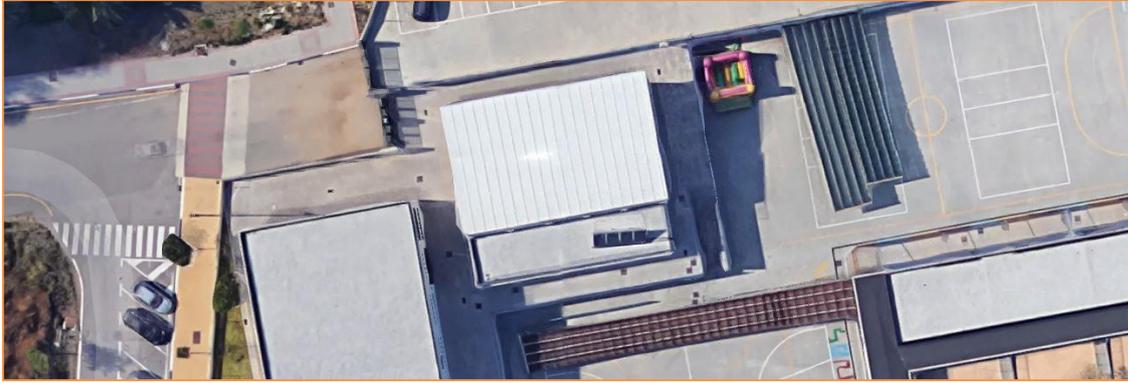


Imagen 5 Instalación solar térmica

A continuación se resumen los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro para producción de ACS de forma local y ubicados en las proximidades de los puntos de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio Principal	-1	Cocina	1,20	50
Edificio Principal	0	Aseo Adaptado	1,20	50
Edificio Principal	0	Aseo Aula 11	1,40	35
Edificio Principal	1	Aseo Profesores	1,50	50

Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 6 Termos acumuladores eléctricos

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1	2
Generador	Sistema autónomo de expansión directa. BdC Split1x1 Pared	Sistema autónomo de expansión directa. BdC Split1x1 Pared
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1
Ubicación equipo	Fachada SE1	Fachada SE1
Zona de tratamiento	Jefatura de Estudios	Almacén 1
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	JHONSON	JHONSON
Modelo	MS 30-BC R407	MS 30-BC R407
Refrigerante	R407c	R407c
Unidad terminal	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,80	1,80
EER	1,94	1,94
Potencia Calorífica (kW)	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,80	1,80
COP	2,33	2,33
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5
horario funcionamiento	09:00-14:00	Uso puntual según demanda
Sistema de gestión centralizado	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas
Observaciones	En Servicio	En Servicio

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



Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización

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

Calefacción	8,40 kW
Refrigeración	7,00 kW

Tabla 8 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2	3	4	5
Circuito	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria	Primario Solar térmica
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Gimnasio
Ubicación	Almacén GP	Almacén GP	Almacén GP	Almacén GP	Almacén 1
Denominación	B1	B2	B3	B4	B5
Tipo	Rótor seco - simple	Otros	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	SYSTEM	MINSEL	ALPOMPE	ALPOMPE	WILO
Modelo	MULTI 35 6 N	540	304M	304M	Yonos PICO 25/1-4-(EU2)
Año de instalación	2007	2007	2007	2007	2007
Variador de frecuencia	No	No	No	No	No
Caudal (l/h)	1980-9900	-	9.600,00	9.600,00	0-2500
Presión disponible (m.c.a.)	78-28	-	52,0	52,0	0,5-3,5
Potencia abs (kW)	2,70	-	1,12	1,12	0,02
Observaciones	-	Motobomba de 541 c.c.	-	-	Fuera de Servicio

Tabla 9 Características grupos de bombeo



Imagen 8 Grupo de Presión Incendios



Imagen 9 Grupo de Presión Agua Sanitaria



Imagen 10 Bomba Primario Solar Térmica

1.4.4 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de tipología pared 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.

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



*Imagen 11 Tipología de **unidades interiores** instaladas*

Conectores eléctricos

El centro consta de conectores de tipología pared como elementos destinados al tratamiento de calefacción de las diferentes estancias a las que dan servicio. Se trata de equipos con resistencia eléctrica como batería de calor; a continuación, se resumen las principales características de los mismos:

Característica	
Unidad terminal	Convector
Tipo	Pared
Servicio	Calefacción
Marca	DUCASA
Modelo	0211342
Cantidad	120
Batería calor	Resistencia eléctrica
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	1,50
Pot. Calorífica Total (kW)	180,00
Horario	De Diciembre a Marzo 09:00-14:00
Tipo control	Termostato por usuario

*Tabla 10 Características técnicas de **conectores instalados***



*Imagen 12 Tipología de **conectores instalados***

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

Zona	Superficie Calefactada (m ²)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/ m ²)
Administrativo	60,60	10,20	168,32
Aulas	1.716,08	150,00	87,41
Cocina-comedor	252,16	9,00	35,69
No habitable	15,00	5,70	380,00
Usos múltiples	189,25	13,50	71,33
Total	2.233,09	188,40	84,37

Tabla 11 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En los siguientes gráficos se representan el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y la superficie calefactada en el centro:

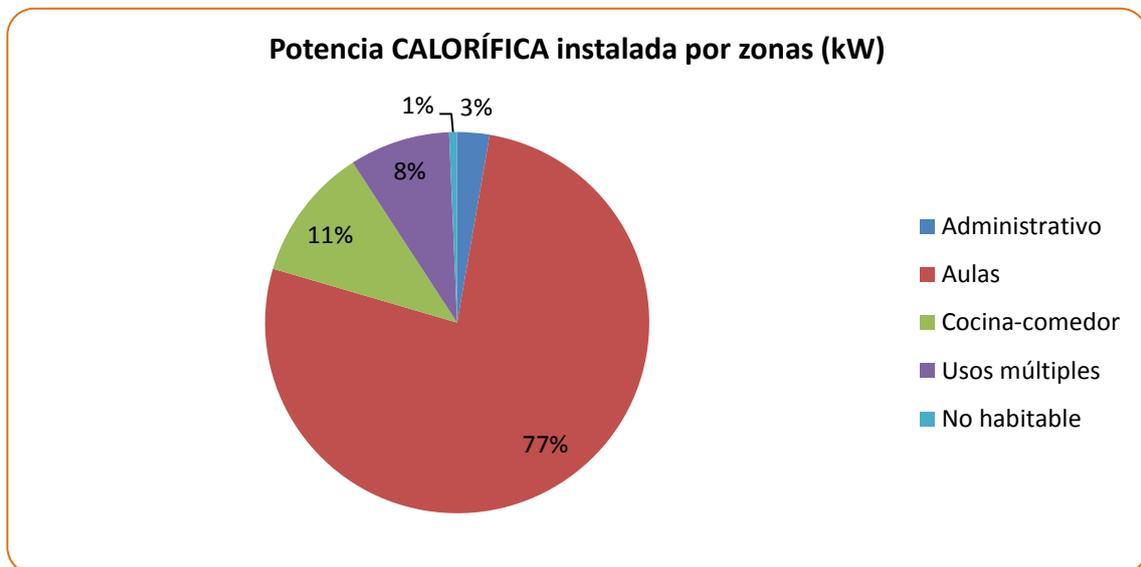


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

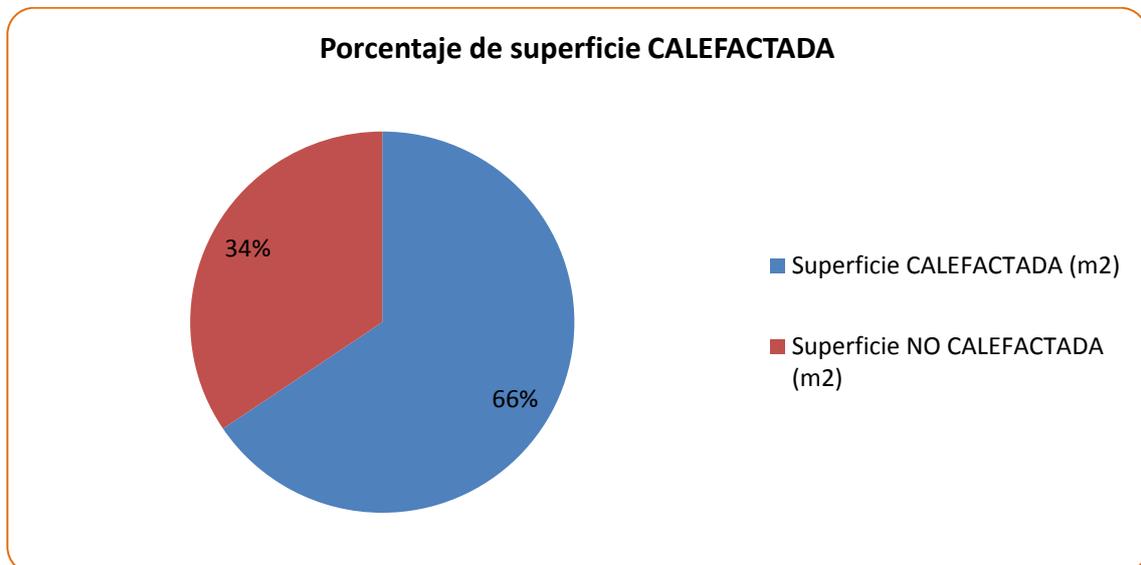


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m ²)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/ m ²)
Administrativo	11,00	3,50	318,18
No habitable	15,00	3,50	233,33
Total	26,00	7,00	269,23

Tabla 12 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En los siguientes gráficos se representan el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas y la superficie refrigerada en el centro:

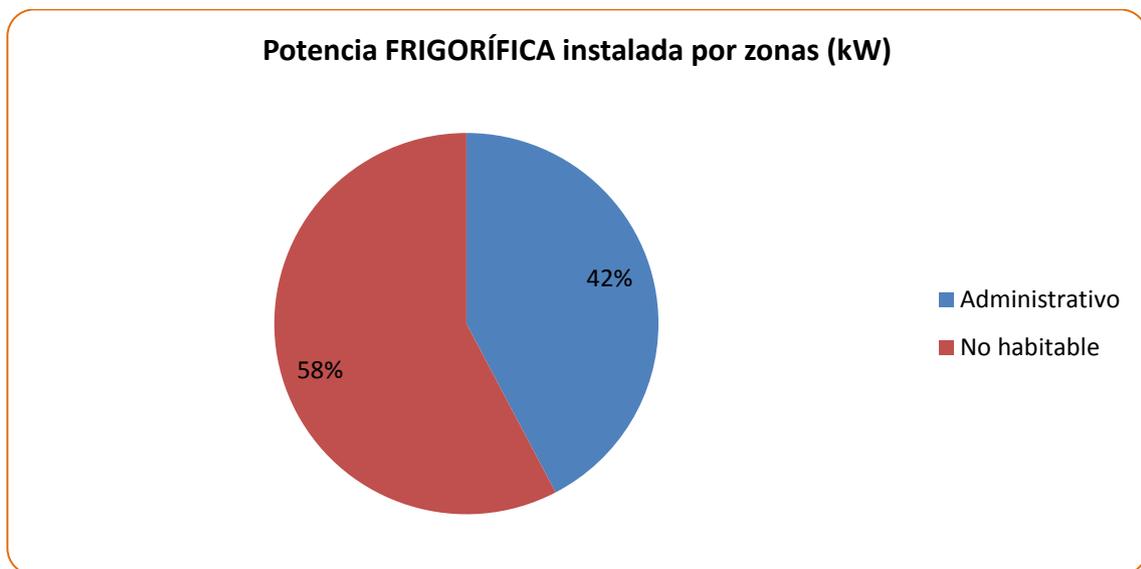


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

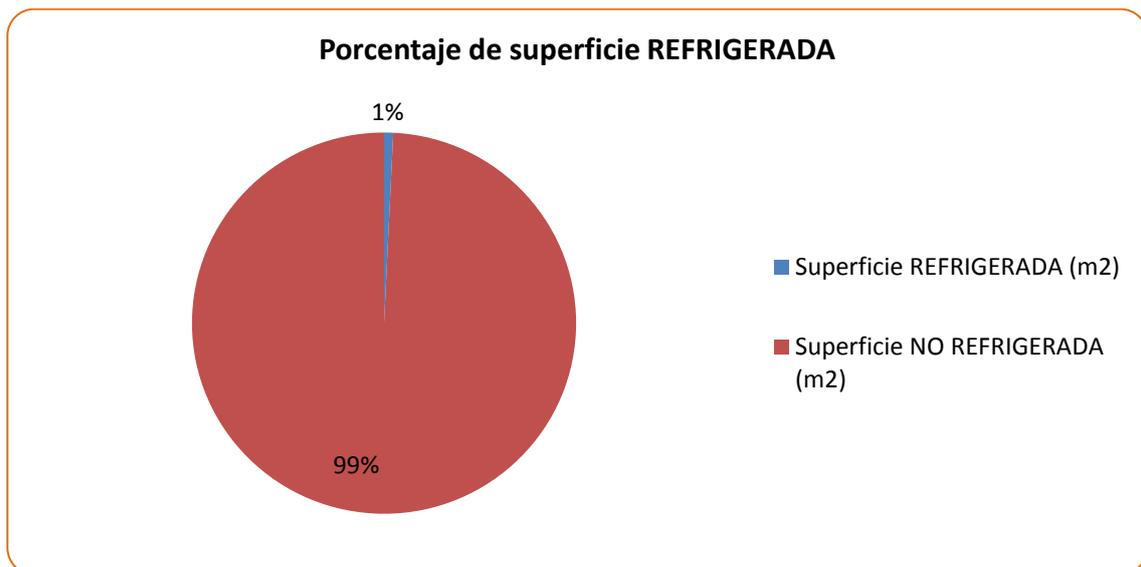


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 43,99 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

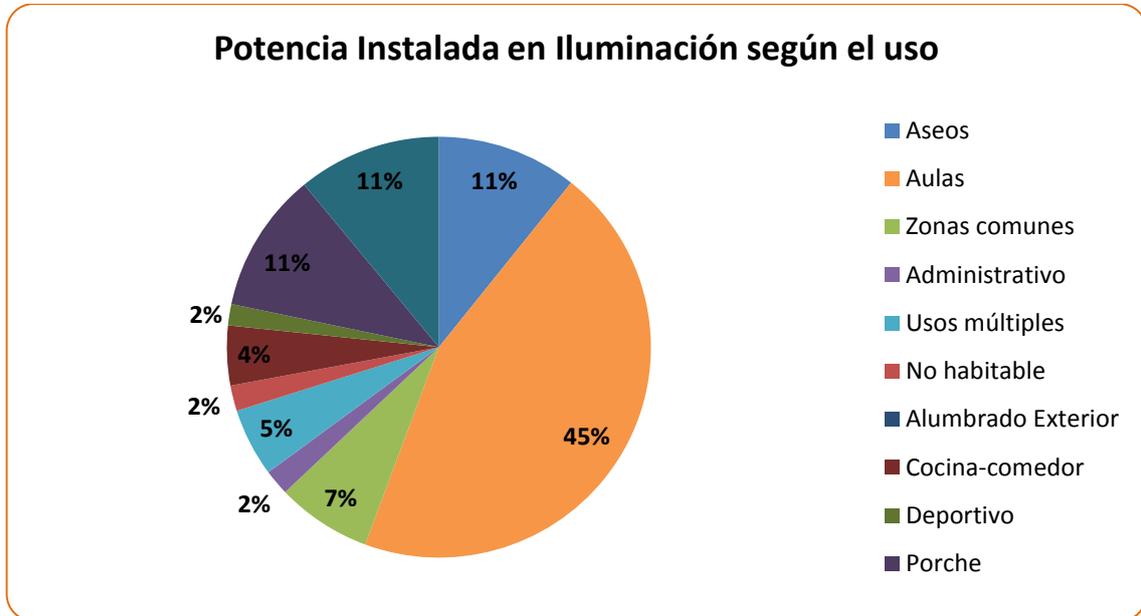


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

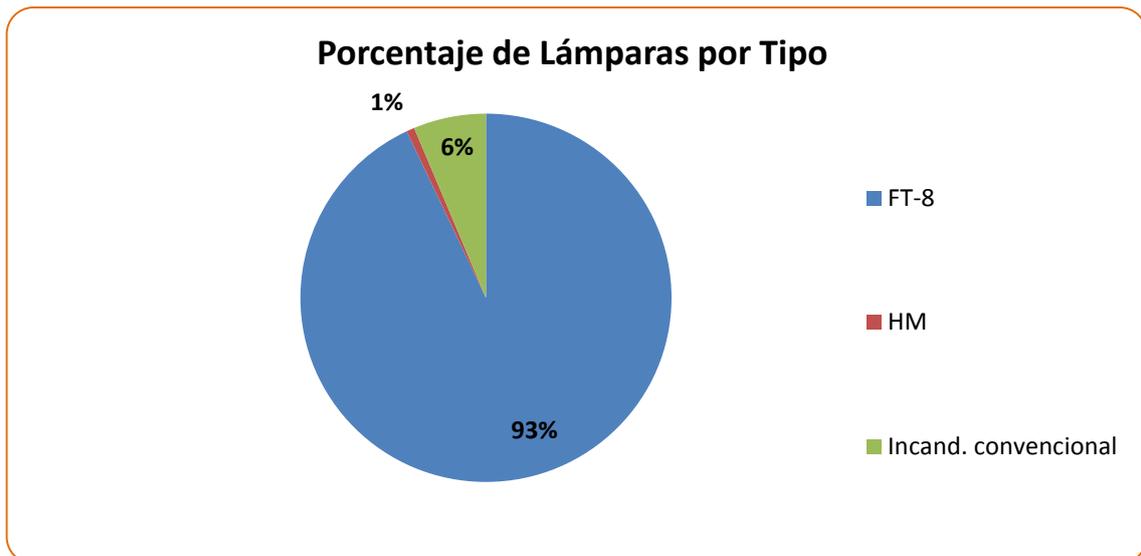


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado 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)
EL	469	33,48
FT-8	469	33,48
2	462	33,23
36	461	33,19
18	1	0,04
1	7	0,25
36	7	0,25
-	10	0,96
Incand. convencional	6	0,24
1	6	0,24
40	6	0,24
HM	4	0,72
1	4	0,72
150	4	0,72
Total general	479	34,44

Tabla 13 Resumen de lámparas instaladas

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)
EL	64	4,61
FT-8	64	4,61
2	64	4,61
36	64	4,61
-	70	4,94
Incand. convencional	66	3,92
1	66	3,92
40	2	0,08
60	64	3,84
HM	4	1,02
1	4	1,02
150	3	0,54
400	1	0,48
Total general	134	9,55

Tabla 14 Resumen de iluminación exterior

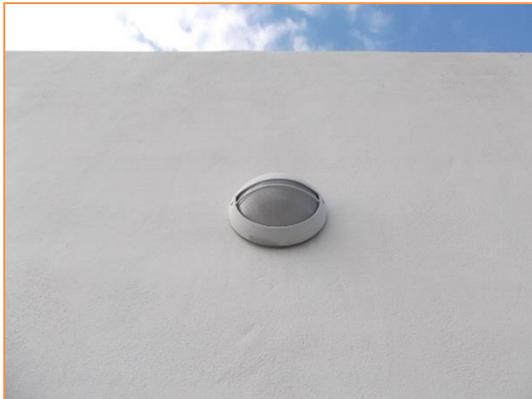


Imagen 14 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

La iluminación interior carece de sistemas de control de su funcionamiento; sin embargo, el alumbrado exterior funciona de manera controlada mediante relojes analógicos instalados en los cuadros eléctricos.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

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	40	8,262
DVD/CD	3	0,059
20	2	0,04
19	1	0,019
Proyector	28	6,626
240	2	0,48
233	22	5,126
235	3	0,705
315	1	0,315
Video VHS	1	0,027
27	1	0,027
Televisión LCD	2	0,35
250	1	0,25
100	1	0,1
Televisión Tubo	6	1,2
100	3	0,3
300	3	0,9
Electrodoméstico	16	37,635
Frigorífico	3	0,93
475	1	0,475
350	1	0,35
105	1	0,105
Horno	2	19
12500	1	12,5
6500	1	6,5
Lavavajillas	1	3,45
3450	1	3,45
Mesa Caliente	1	3
3000	1	3
Microondas	2	2,4
1200	2	2,4
Extractor	1	0,2
200	1	0,2
Cafetera	4	4,45
1400	1	1,4
1450	1	1,45
600	1	0,6
1000	1	1
Nevera	1	0,105
105	1	0,105
Hornilla	1	4,1
4100	1	4,1
Informático	76	18,151
Ordenador sobremesa	21	6,3
300	21	6,3
Rack	3	0,199
138	1	0,138
16	1	0,016
45	1	0,045
Fotocopiadora	5	3,998
250	1	0,25
1500	1	1,5
299	2	0,598
1650	1	1,65

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Ordenador Portátil	31	4,65
150	31	4,65
Impresora oficina	11	2,692
250	1	0,25
900	2	1,8
20	2	0,04
60	1	0,06
50	2	0,1
46	1	0,046
16	1	0,016
380	1	0,38
Servidor	1	0,2
200	1	0,2
Router	2	0,032
16	2	0,032
SAI	2	0,08
40	2	0,08
Otros	6	2,212
Trituradora de papel	1	0,36
360	1	0,36
Otros	2	0,222
42	1	0,042
180	1	0,18
Máquina de café	1	1,1
1100	1	1,1
Máquina plastificar	1	0,3
300	1	0,3
Grúa Minusválidos	1	0,23
230	1	0,23
Sonido	19	0,775
Altavoz	6	0,2
100	1	0,1
20	5	0,1
Mini cadena música	1	0,12
120	1	0,12
Radio-CD	6	0,085
13	1	0,013
14	3	0,042
15	2	0,03
Piano	1	0,02
20	1	0,02
Equipo de música	5	0,35
30	1	0,03
20	1	0,02
25	1	0,025
90	1	0,09
185	1	0,185
Radiador eléctrico	121	182,5
Radiador eléctrico	1	2,5
2500	1	2,5
Convector	120	180
1500	120	180
Distribución - Bombas	4	4,96
Bomba Grupo Presión Incendios	1	2,7
2700	1	2,7
Bomba Grupo Presión Agua Sanitaria	2	2,24
1120	2	2,24
Bomba Primario Solar Térmica	1	0,02

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
20	1	0,02
ACS	4	5,3
Termo-acumulador eléctrico	4	5,3
1500	1	1,5
1200	2	2,4
1400	1	1,4
Producción Frio y Calor	2	3,6
Sistema autónomo de expansión directa. BdC Split1x1		
Pared	2	3,6
1800	2	3,6
Total general	288	263,395

Tabla 15 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.

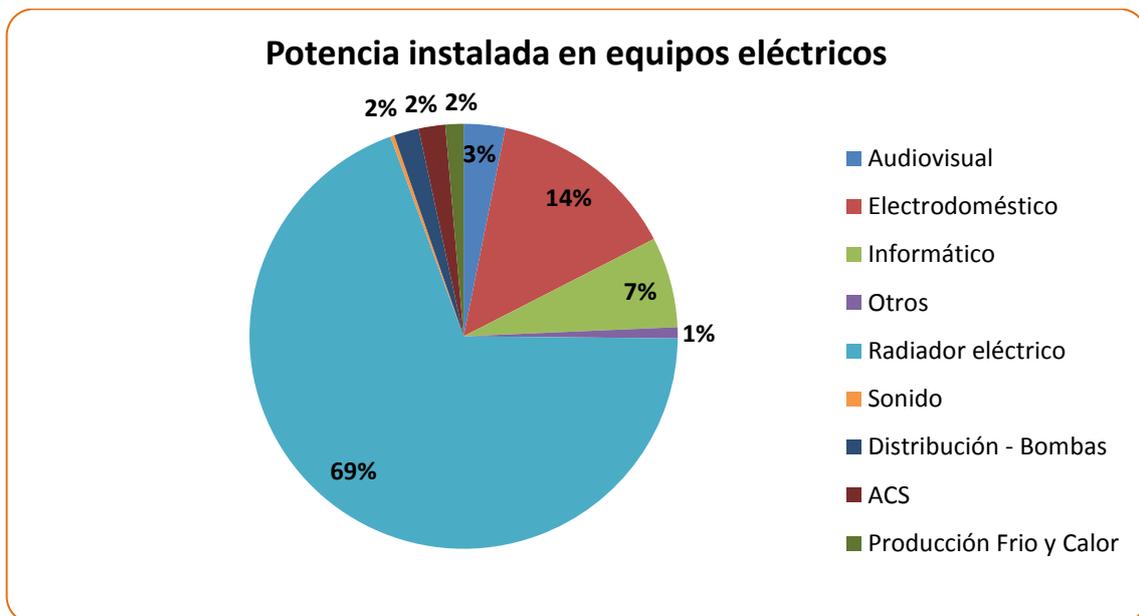


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

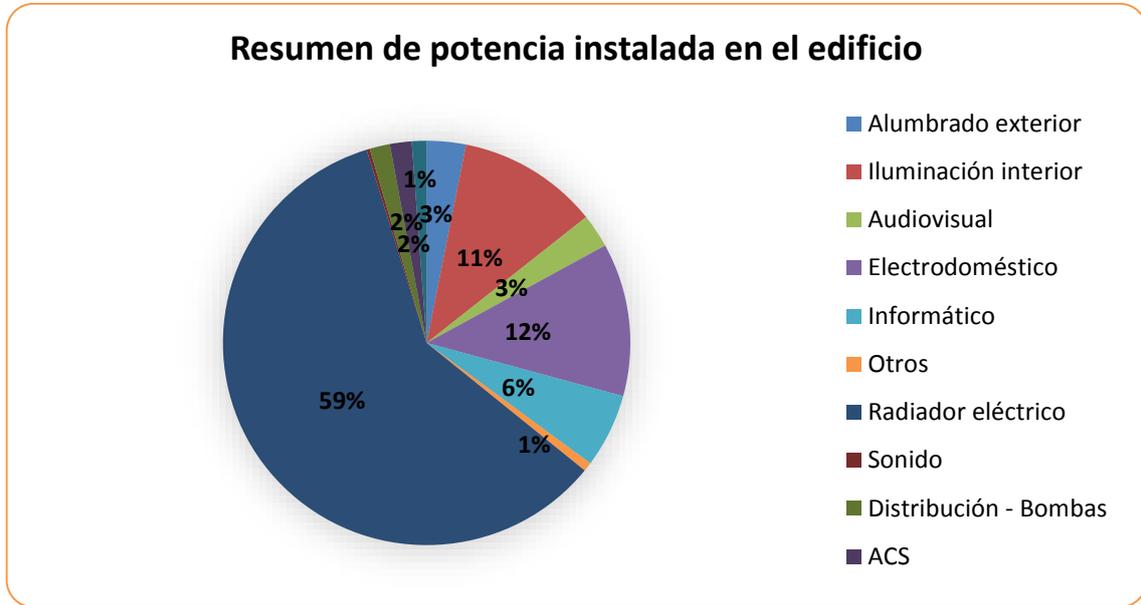


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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	ES0031104639462001LSOF	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	85	85	85
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 Diciembre de 2013 hasta Diciembre de 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	1857	8793	2694	34 /72 /30	0,00	1.982,77
31/01/2014	28/02/2014	1740	7134	2686	40 /78 /29	0,00	1.765,46
28/02/2014	31/03/2014	1332	5086	1716	43 /51 /15	0,00	1.500,14
31/03/2014	30/04/2014	1774	2928	1541	42 /34 /13	0,00	1.230,96
30/04/2014	31/05/2014	1631	2534	1141	32 /28 /12	0,00	1.154,74
31/05/2014	30/06/2014	1238	2102	1116	32 /24 /24	0,00	1.041,10
30/06/2014	31/07/2014	260	1009	1456	4 /9 /10	0,00	819,95
31/07/2014	31/08/2014	355	1374	1623	12 /9 /9	0,00	887,89
31/08/2014	30/09/2014	1407	2719	2027	36 /24 /17	0,00	1.205,59
30/09/2014	31/10/2014	1963	3787	2170	38 /34 /17	0,00	1.435,93
31/10/2014	30/11/2014	1453	5096	2178	27 /47 /14	0,00	1.493,13
30/11/2014	31/12/2014	1558	5319	2474	41 /71 /18	0,00	1.574,30

Tabla 16 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	85	85	85
Potencia registrada (kW)	43	78	30

Tabla 17 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

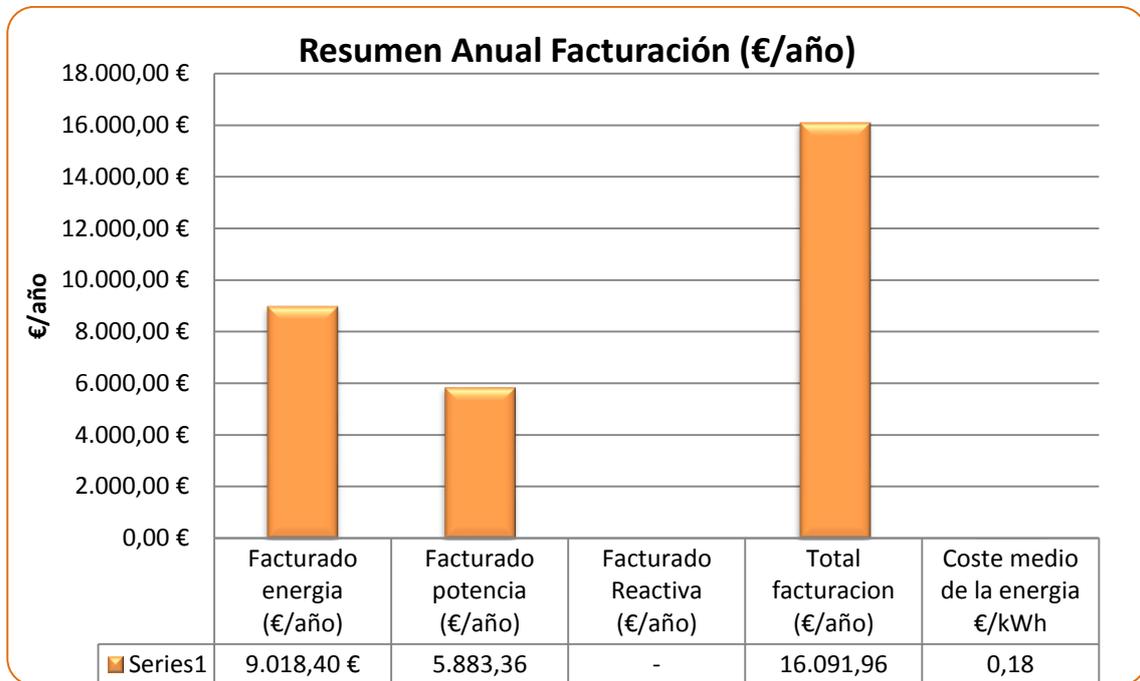


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

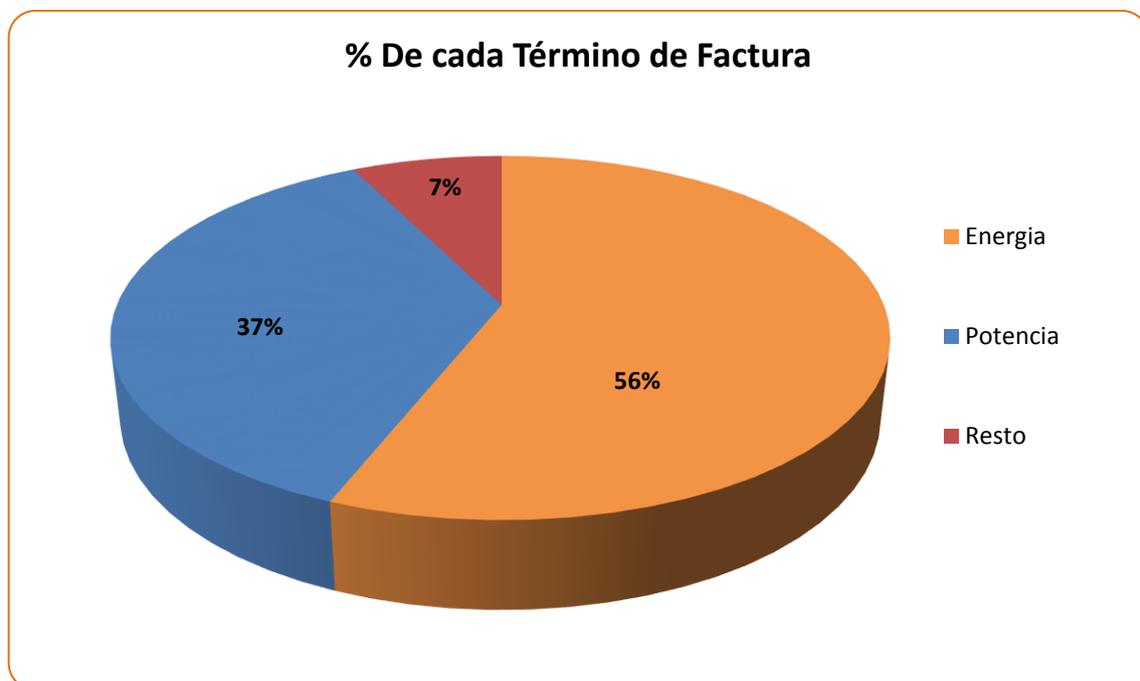


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

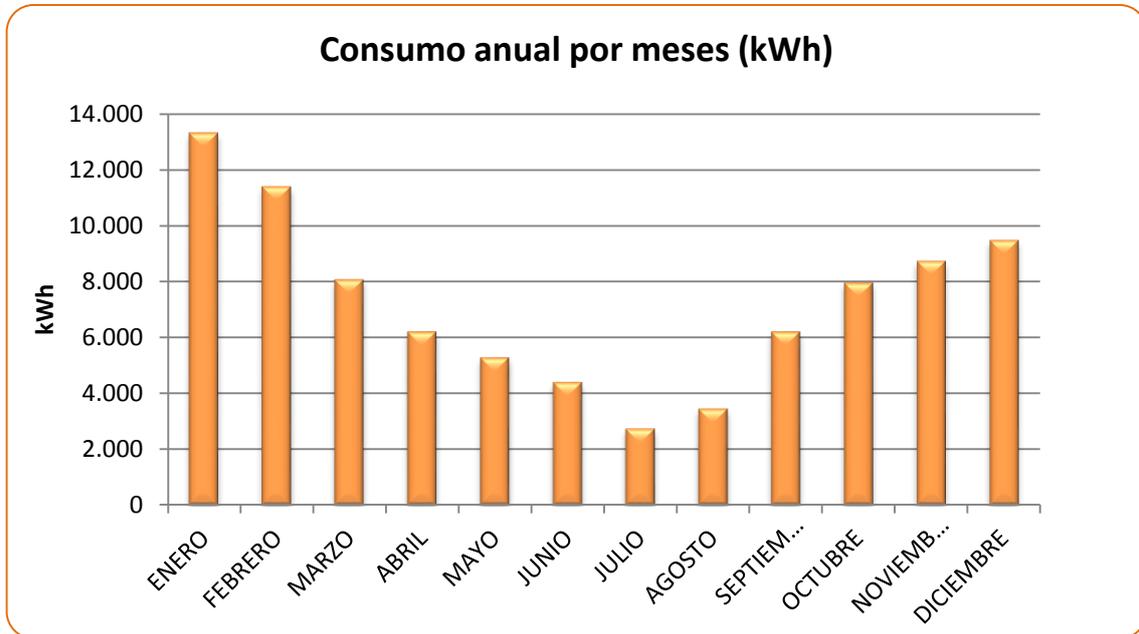


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

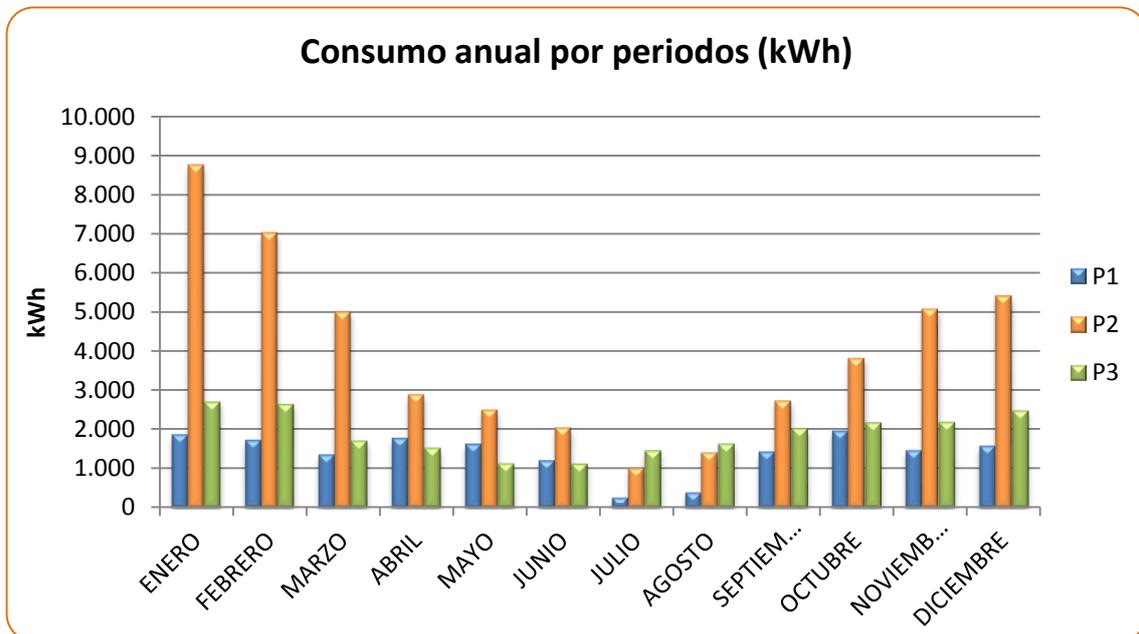


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	87.271
Total Facturación (€)	16.091,96
Media mensual de consumo (kWh/mes)	7.273
Media mensual de coste (€/mes)	1.341,00
Coste medio energía (€/kWh)	0,184

Tabla 18 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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)	87.271,00	-	87.271,00
Coste (€/año)	16.091,96	-	16.091,96

Tabla 19 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 de 2013 y Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	1130
Superficie total (m ²)	3.405,84
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	34,44
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	9,55
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	263,40
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	307,38

Tabla 20 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	87.271,00
€/kWh	0,18
kWh/m ² Total	25,62
€/m ² Total	4,72
kWh/persona uso	77,23
€/persona uso	14,24
Ton CO ₂ /año	34,82
Kg CO ₂ /m ²	10,22
Pot. Iluminación en W/m ²	10,11

Tabla 21 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

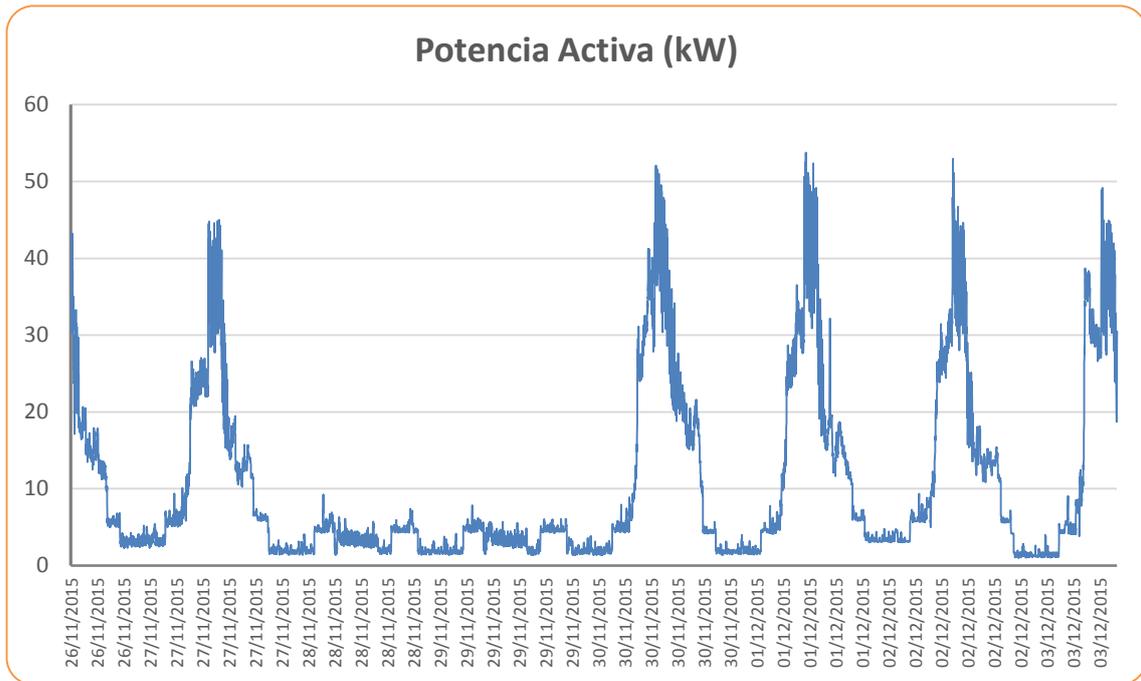


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 26/11/2015 al 03/12/2015

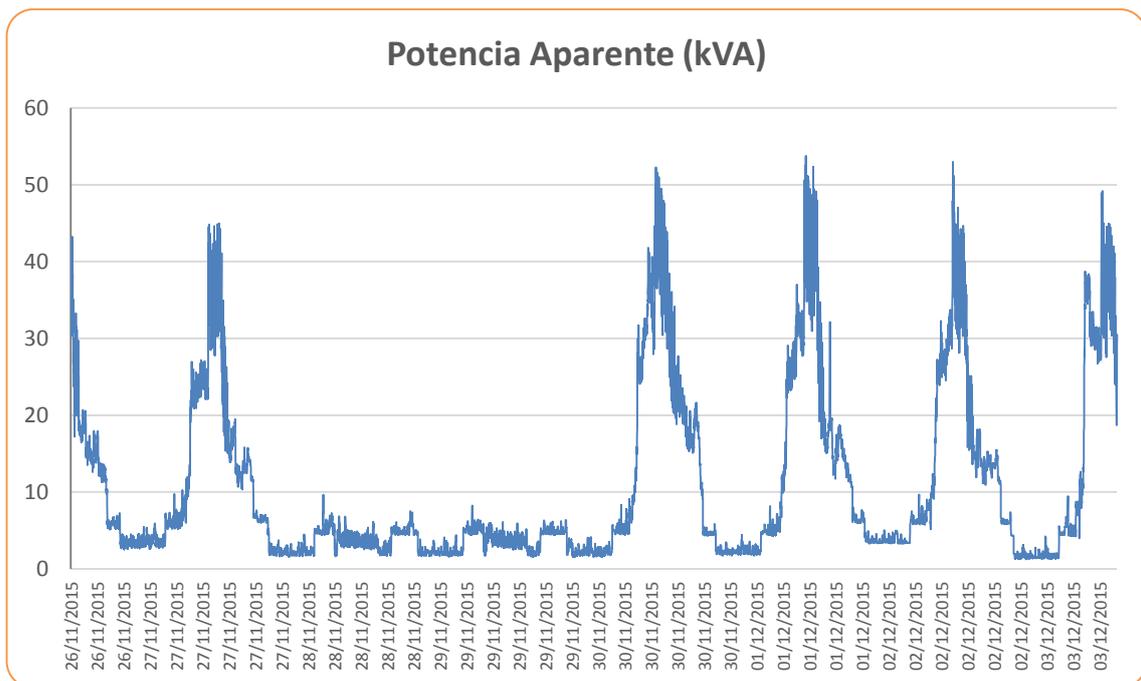


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 26/11/2015 al 03/12/2015

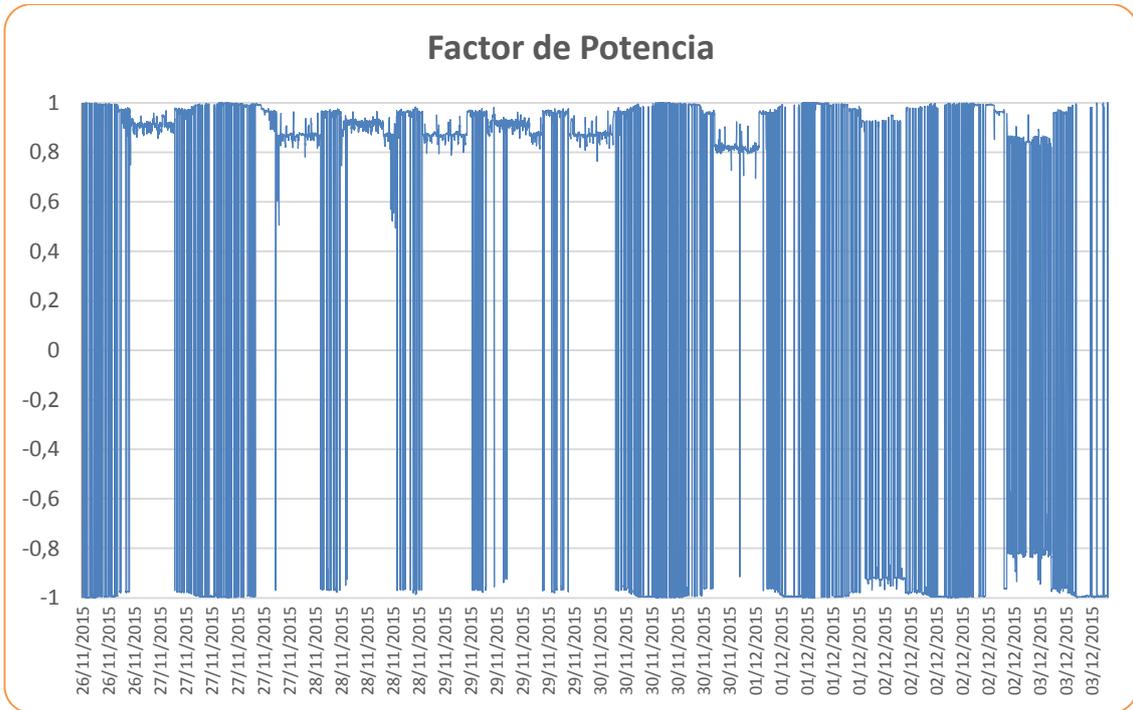


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

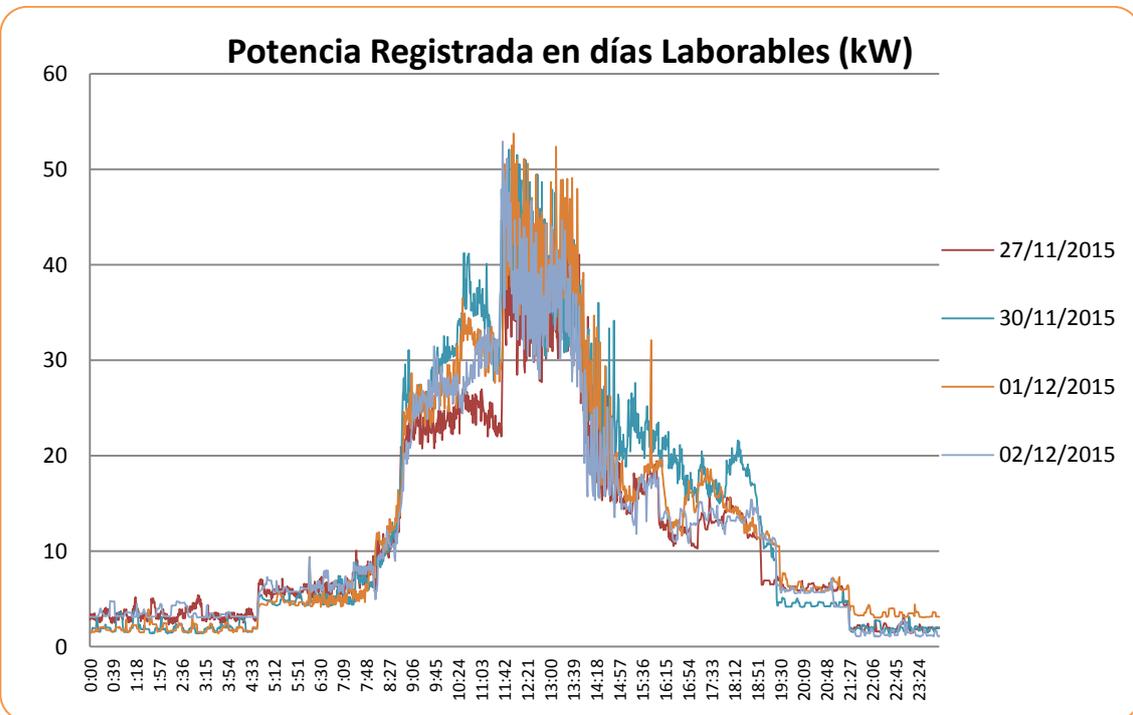


Gráfico 17 Potencia registrada en días lectivos (kW)

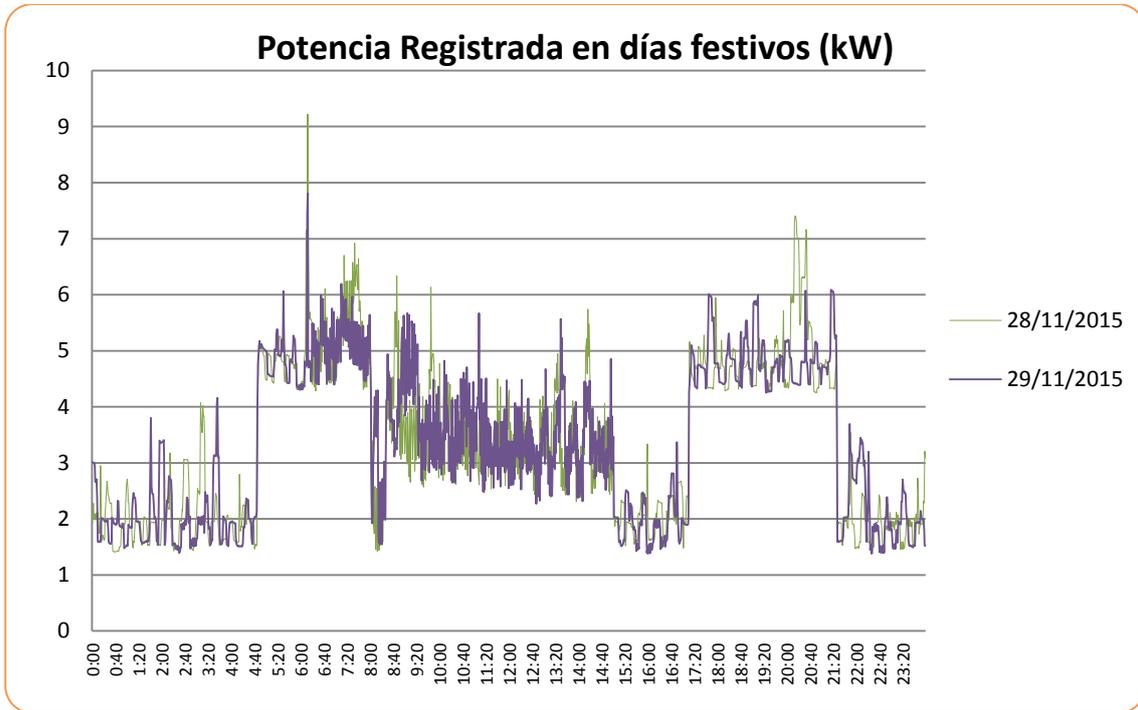


Gráfico 18 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

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 1,4kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 52,93 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:30 y 19:00.

Durante los días lectivos también se observa que el periodo de máxima ocupación tiene lugar por las mañanas, de 8 a 14 horas.

Tal y como se refleja en los registros, existen relojes analógicos para el control del funcionamiento del alumbrado exterior, activándose este de 4:30 a 8:00 y de 17:00 a 21:30.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y/o los termos eléctricos instalados.

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

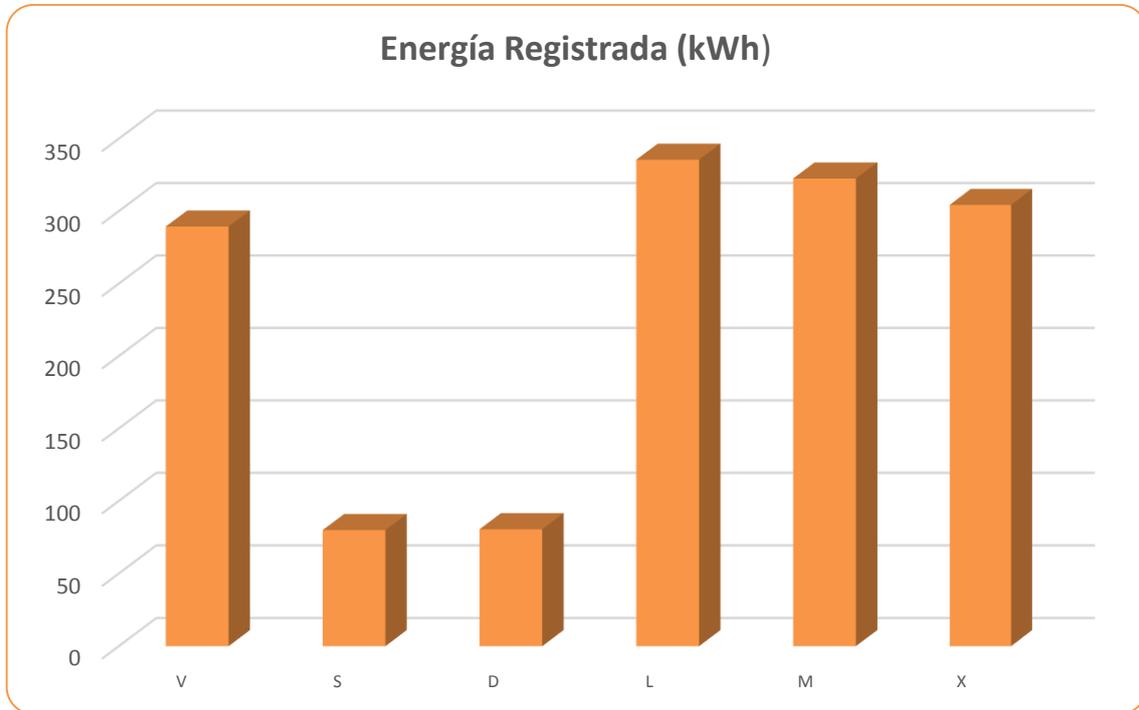


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 312,92kWh y durante los días festivos de 80,20kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 7060,41kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 19,20% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Sala Profesores y Aseo**



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Sala Profesores y Aseo

- **Secretaría y Almacén**

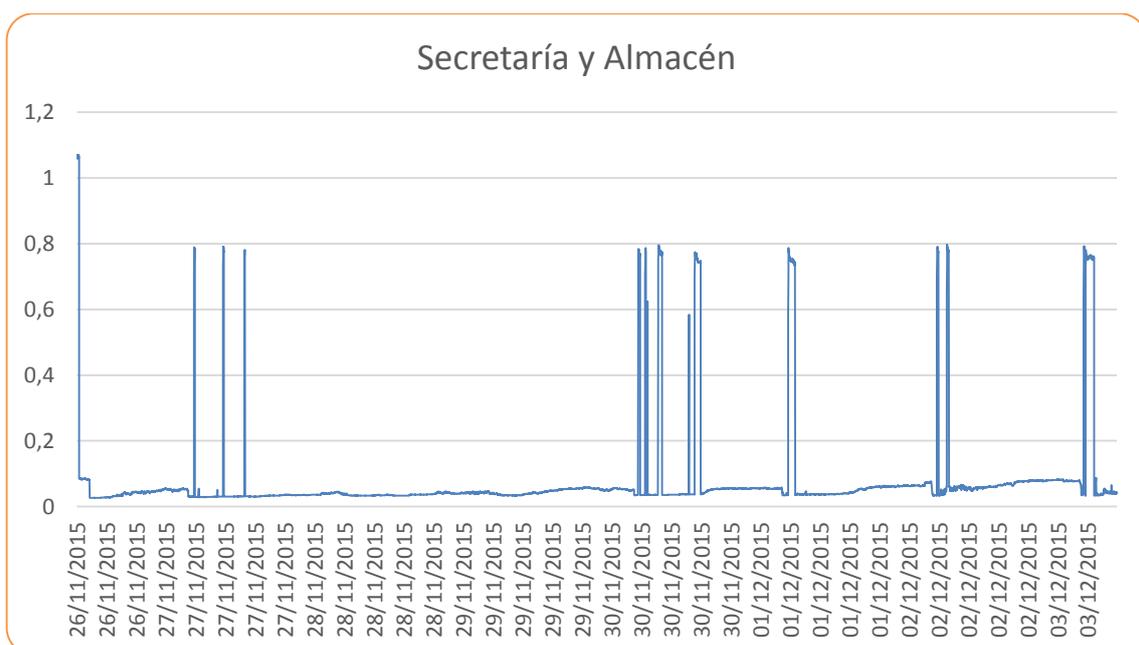


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en Secretaría y Almacén

- **Aula 14**

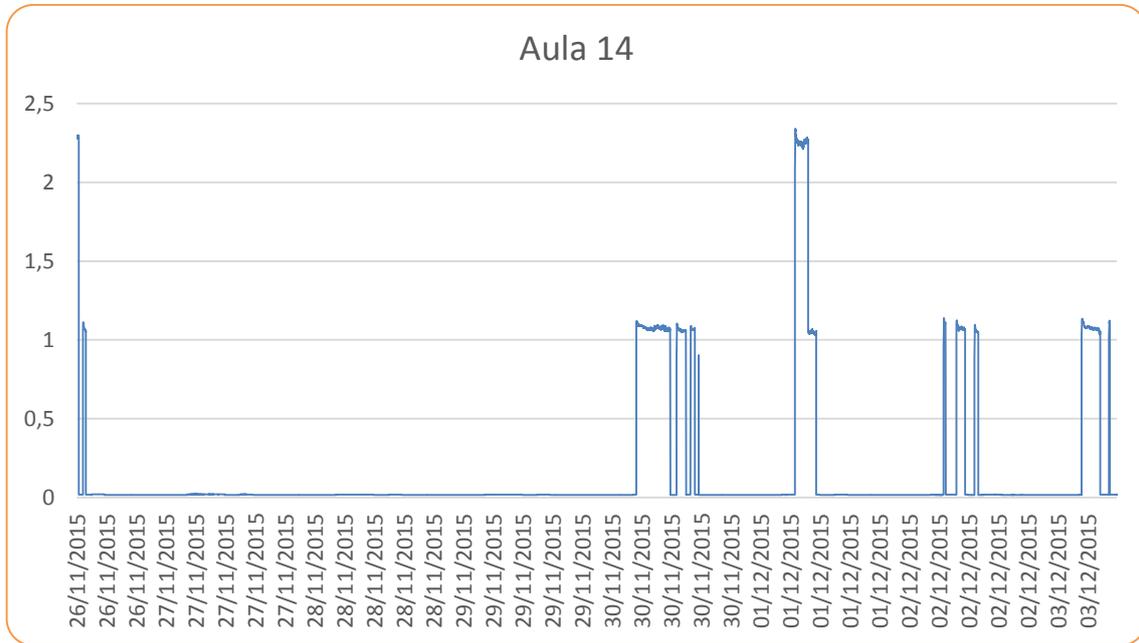


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en Aula 14

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

Sala Profesores y Aseo: 1'5-2 h/día (L-V)

Secretaría y Almacén: 1-1'5 h/día (L-V)

Aula 14: 2 h/día (L-V)

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.

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Principal	-1	Cocina	288	46,32	452	300	1,38
Principal	-1	Comedor	1728	252,16	504	200	1,36
Principal	-1	Almacén 2	72	6,50	217	100	5,10
Principal	0	Pasillo P0	1080	140,00	284	150	2,72
Principal	0	Sala Polivalente	1152	134,00	470	300	1,83
Principal	0	Almacén Conserjería	72	7,20	504	100	1,98
Principal	0	Almacén C.E. Conserjería	72	9,24	433	100	1,80
Principal	0	Secretaría	360	28,60	511	300	2,46
Principal	0	Almacén Secretaría	72	4,00	550	100	3,27
Principal	0	Jefatura de Estudios	144	11,00	435	300	3,01
Principal	0	Almacén 1	216	8,70	527	100	4,71
Principal	0	Dirección	216	21,00	493	300	2,09
Principal	0	Sala de Profesores	576	55,25	523	300	1,99
Principal	0	Aseo Adaptado	72	11,05	320	150	2,04
Principal	0	Aula 1	324	25,60	435	300	2,91
Principal	0	Aula 2	324	25,60	454	300	2,79
Principal	0	Aula 3	324	25,60	481	300	2,63
Principal	0	Aula 4	324	25,60	443	300	2,86
Principal	0	Aula 5	324	25,60	446	300	2,84
Principal	0	Aula 6	324	25,60	478	300	2,65
Principal	0	Aula 7	576	45,40	504	300	2,52
Principal	0	Aula 8	576	45,40	472	300	2,69
Principal	0	Aula 9	576	45,40	448	300	2,83
Principal	0	Aula 10	576	45,40	516	300	2,46
Principal	0	Aula 11	576	45,40	512	300	2,48
Principal	0	Aula 12	576	53,50	506	300	2,13

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Principal	0	Aula 14	576	53,50	486	300	2,22
Principal	1	Aula 15	576	53,50	518	300	2,08
Principal	1	Aula 16	576	53,50	496	300	2,17
Principal	1	Aula 17	576	53,50	487	300	2,21
Principal	1	Aula 18	576	53,50	501	300	2,15
Principal	1	Aula 19	576	53,50	507	300	2,12
Principal	1	Aula 20	576	53,50	517	300	2,08
Principal	1	Aula 21	576	53,50	396	300	2,72
Principal	1	Aseo Profesores	72	6,30	450	300	2,54
Principal	1	Aula 22	576	46,20	458	300	2,72
Principal	1	Aula 23	576	46,20	475	300	2,62
Principal	1	Aula 24	612	46,20	495	300	2,68
Principal	1	Aula 25	576	46,20	485	300	2,57
Principal	1	Aula 26	576	46,20	415	300	3,00
Principal	1	Aula 27	576	46,20	488	300	2,55
Principal	2	Aula 28	576	46,20	507	300	2,46
Módulo 1	0	Aula 31	576	52,48	418	300	2,63
Gimnasio	0	Vestuario Masculino (Duchas)	72	6,00	404	150	2,97
Gimnasio	0	Vestuario Femenino (Duchas)	72	6,00	303	150	3,96

Tabla 22 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se aprecian niveles de iluminancia excesivos en la mayoría de las estancias en que se han realizado mediciones.

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 23 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 26/11/2015 y 03/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Secretaría – Orientación SE**

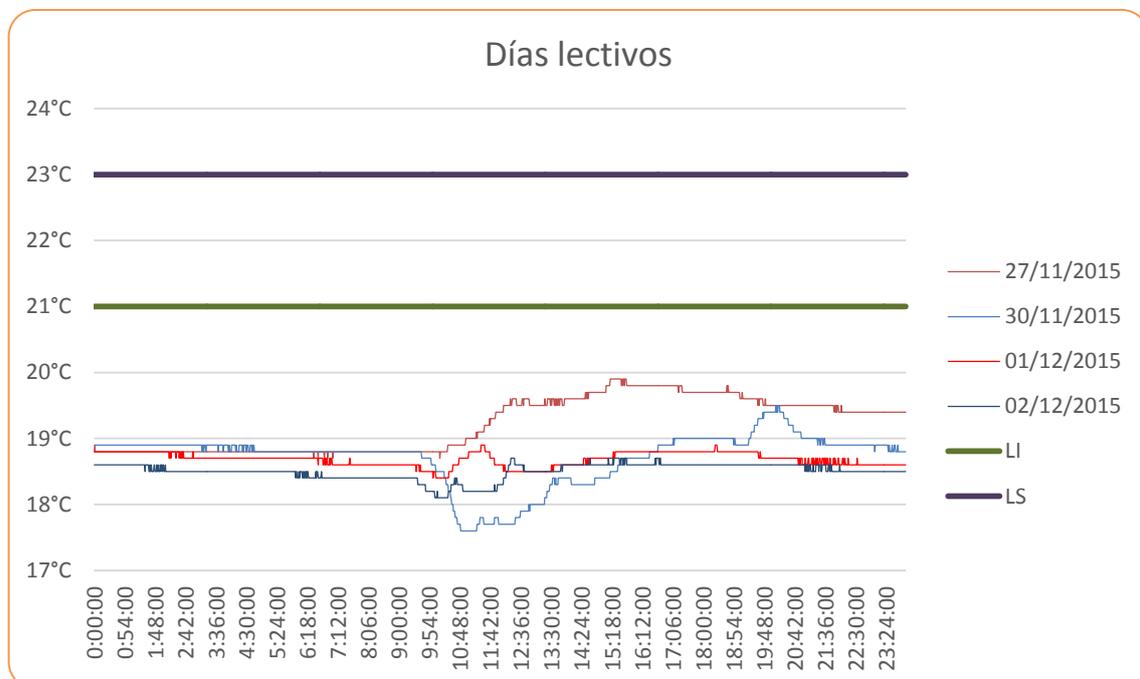


Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

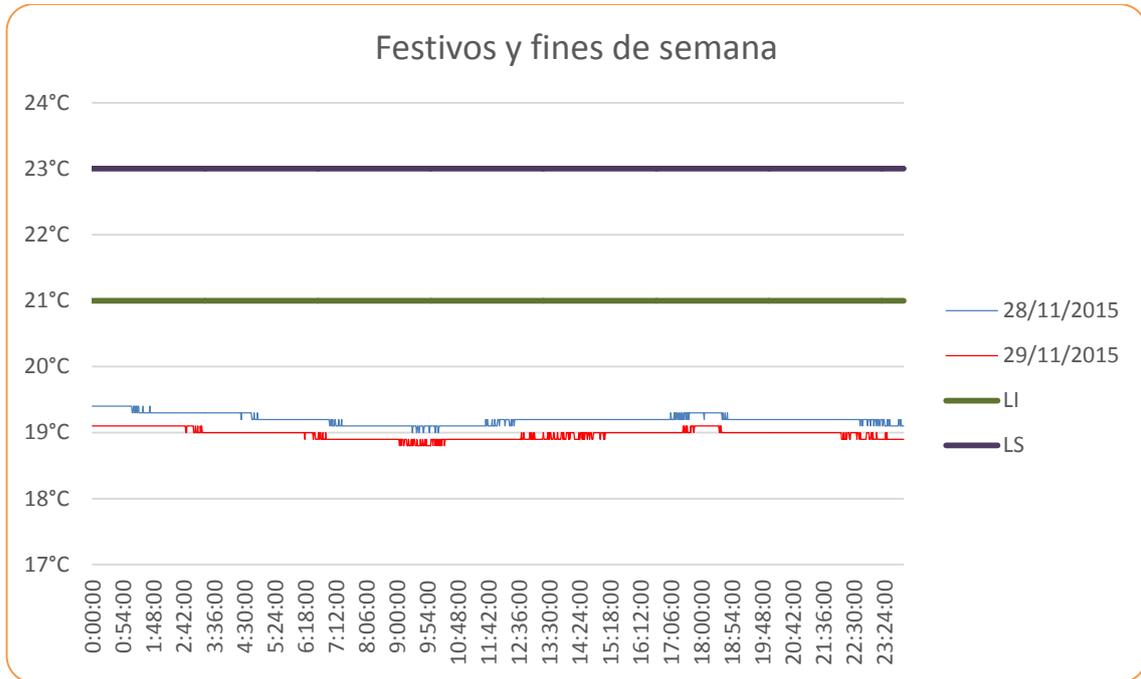


Gráfico 24 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

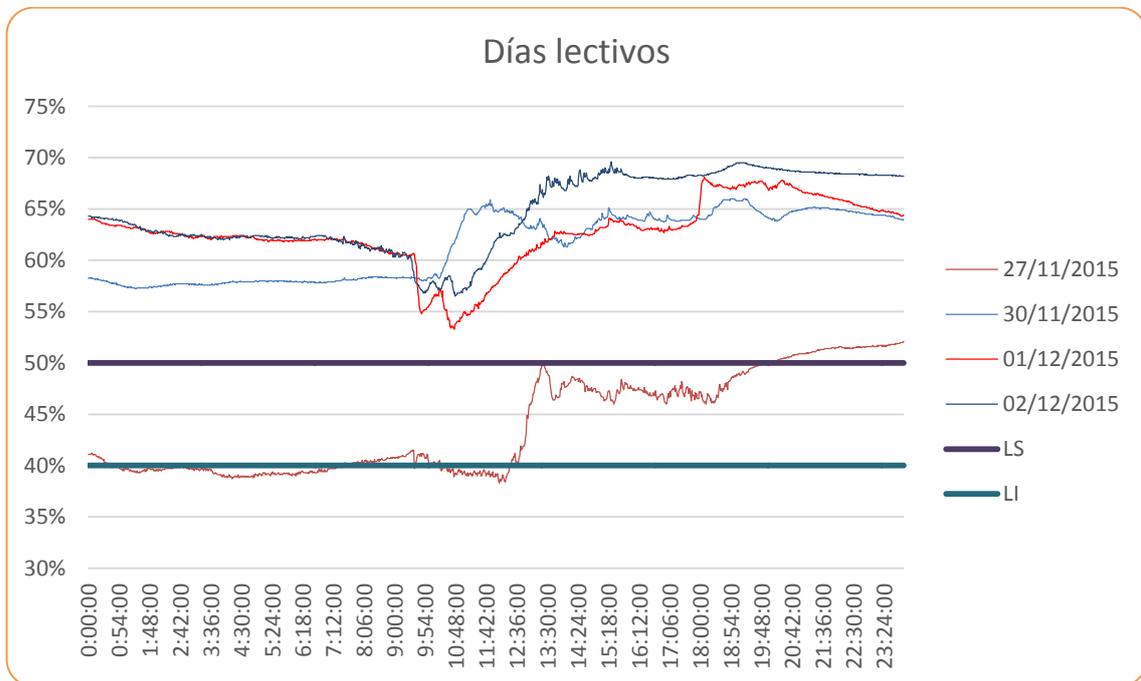


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



Gráfico 26 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta zona se trata mediante dos convectores eléctricos de pared con termostato y control por usuario; de manera individual.

Durante la semana en que se ha realizado el registro parece que este sistema de calefacción no ha estado activado en ningún momento puesto que no se alcanzan los niveles de confort exigidos por el RITE.

Se observa cómo la temperatura llega a aumentar hasta 2°C debido a la carga térmica del edificio, coincidiendo con el horario de ocupación.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (50%) durante todo el horario de ocupación, oscilando entre el 53 y 70%; con la única excepción registrada el día 27 de noviembre.

La principal conclusión que se saca es que **se aprecian aportaciones térmicas insuficientes**. En general las temperaturas se encuentran por debajo de los 21°C durante los periodos de ocupación.

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.

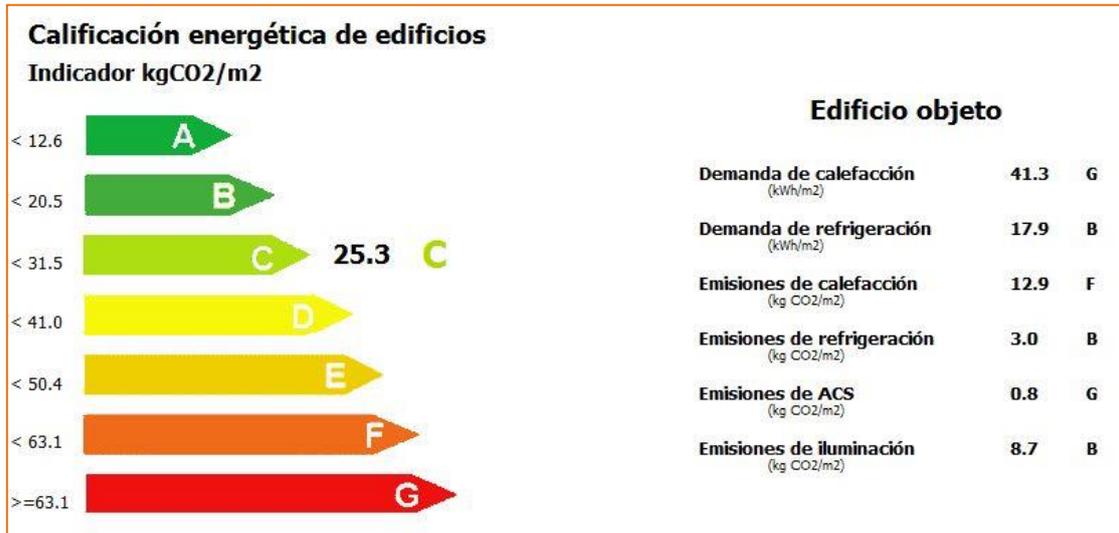


Imagen 15 Etiqueta Certificado Energético

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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:

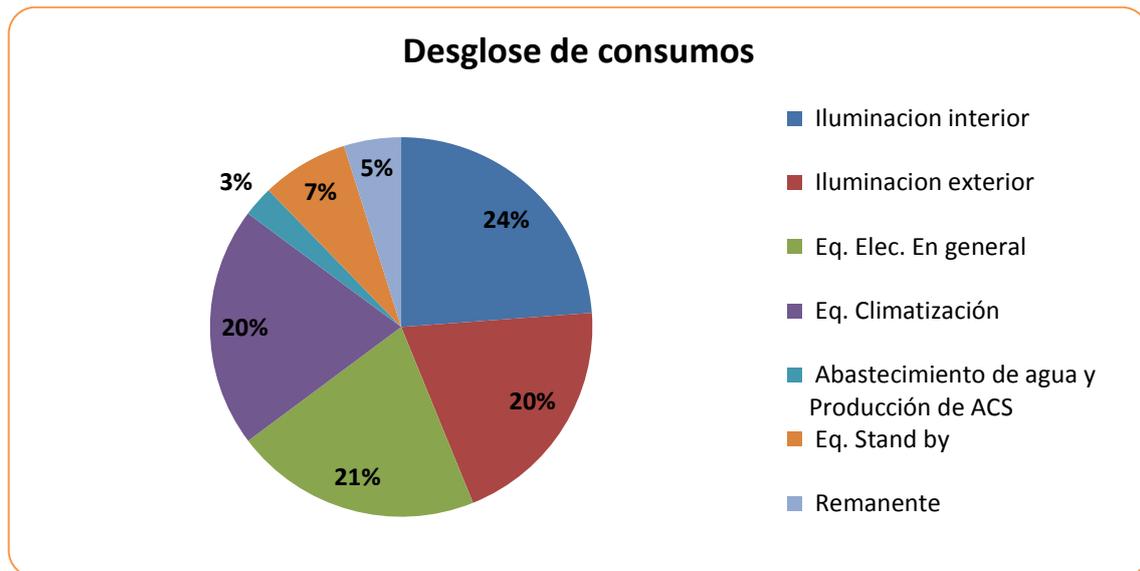


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

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

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

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

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

Este porcentaje 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 1%.

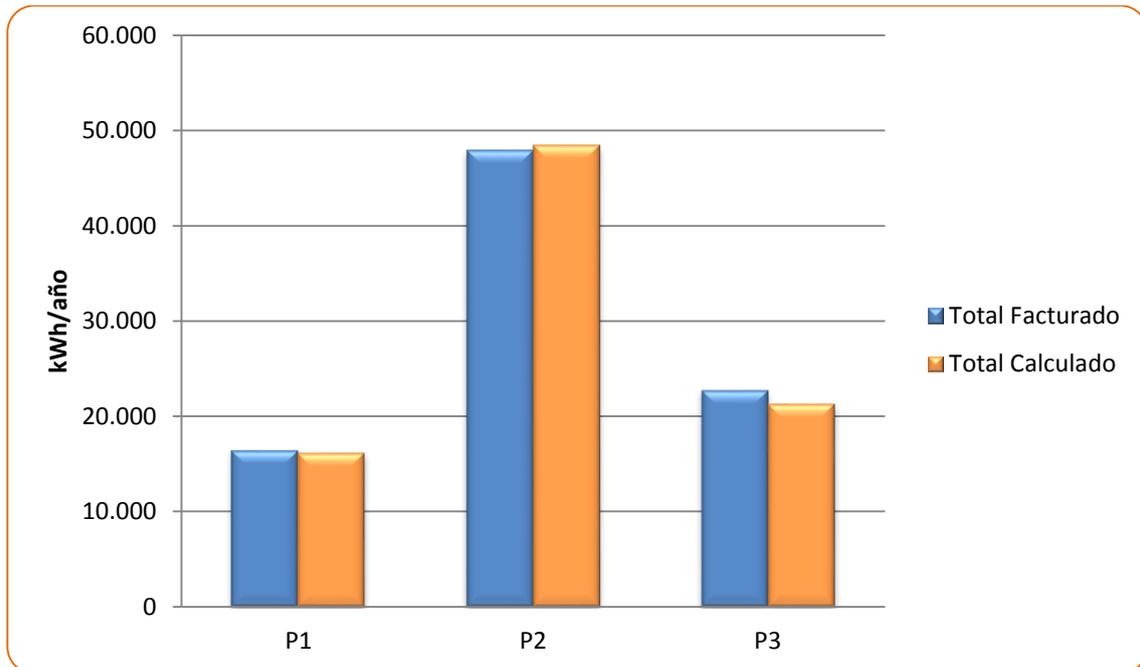


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

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

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, existe una instalación solar térmica para la producción de ACS en el centro educativo pero ésta se encuentra fuera de servicio.

Por lo tanto, 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 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 C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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	30,21%	60,48%	9,30%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,19234
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			
9.148	44,61%	10,48%	1.115,47 €	177,68 €	1.293,15 €	25.485,24 €	19,71	3,65

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 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.

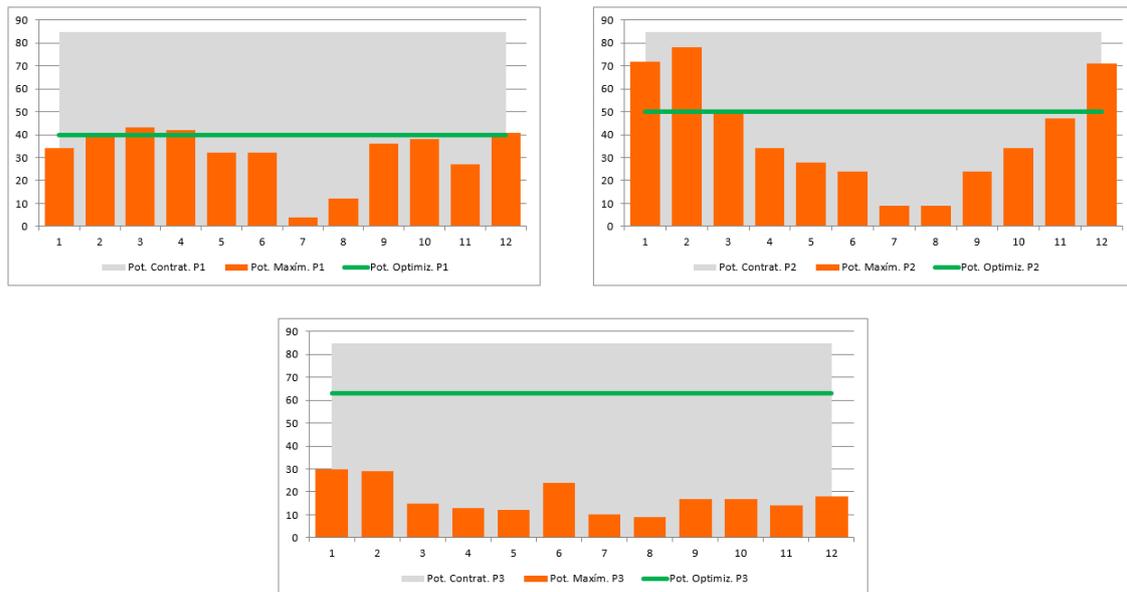


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **40 / 50 / 63 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	
85	85	85	40	50	63	2.084,69 €

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

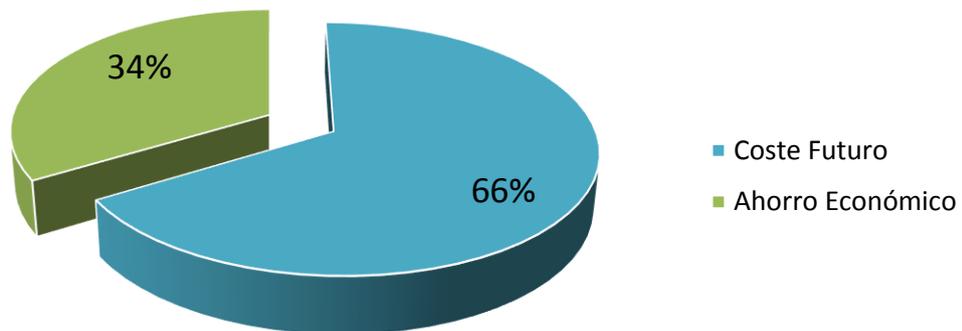


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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 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.

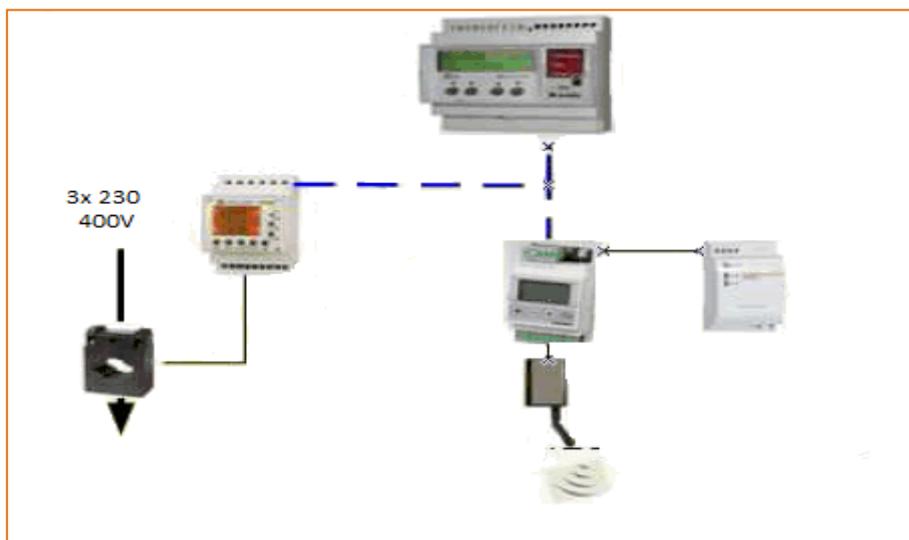


Imagen 18 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

En los centros docentes la instalación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar térmica es una medida ejemplarizante y educativa del uso de este tipo de energías y de la preocupación y cuidado por el medio ambiente.

A continuación se resumen las consideraciones generales a tener en cuenta en este caso:

- Sólo existe demanda durante los meses lectivos, que coinciden con los meses de menor radiación solar, lo cual disminuye el rendimiento y el ahorro proporcionado por la instalación.
- La demanda de ACS es muy baja. El CTE establece un consumo medio diario por persona a 60°C de 3 litros/persona-día, lo que conlleva instalaciones de pocos captadores solares.
- Debido a que en los meses de verano los centros permanecen cerrados, es necesario implementar algún sistema para disipar la energía generada durante esos meses para evitar el deterioro o incluso averías de los captadores solares.

Desde el punto de vista únicamente de viabilidad económica, debido a la baja demanda de ACS en el centro, con producción local en termo-acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo, y a que el uso es fundamentalmente en los meses de invierno, la implantación de estos sistemas presentan periodos de retorno altos, por este motivo no se considera su instalación.

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa y convectores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, 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.
- En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MARÍA TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.02

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

Se adjunta la propuesta correspondiente en el informe de energías renovables. Los resultados alcanzados mediante la implantación de la misma se muestran a continuación.

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyecc. Red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
50.571	58,71%	41,29%	34,02%	4.020,57	48.556,25	1,69	12,08	20,18

Tabla 24 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (FV)

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnología LED	9.148	44,61%	1.293,15 €	25.485,24 €	19,71	3,65
Mejora Ajuste de Potencia	-	-	2.084,69 €	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	9.148	-	3.377,84 €	25.485,24 €	7,54	3,65

Tabla 25 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

A continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de **implantación de energías renovables**:

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inycc. Red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
50.571	58,71%	41,29%	34,02%	4.020,57	48.556,25	1,69	12,08	20,18

Tabla 26 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (FV)

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA