



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. Platero)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_35_20160303

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 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Producción de ACS	7
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	8
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo	18
1.4.4 Unidades Terminales.....	19
1.5 Iluminación.....	21
1.5.1 Iluminación interior	22
1.5.2 Iluminación exterior	23
1.5.3 Sistemas de control	24
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	24
1.6 Otros equipos	25
1.7 Resumen de potencias instaladas	27
2. CONSUMOS ANUALES.....	28
2.1 Consumos eléctricos	28
2.2 Consumos térmicos.....	36
2.3 Consumos energéticos totales	36
2.4 Índices energéticos.....	36
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	36
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	36
3. MEDICIONES REALIZADAS	37
3.1 Medidas eléctricas.....	37
3.1.1 Registros trifásicos	37
3.1.2 Registros monofásicos.....	45
3.2 Medida de nivel de iluminación	47
3.3 Medidas térmicas.....	49
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	49
3.4 Análisis termográfico.....	52
3.5 Certificación energética	52
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	53

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	53
4.2	Desglose de consumos térmicos.....	54
4.3	Contribución de energías renovables	54
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	55
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	55
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada. Suministro 2	57
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	59
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	59
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	61
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	63
7.1	Energía solar térmica.....	63
7.2	Biomasa	63
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	64
8.	RESUMEN	65

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Platero
Dirección	C/ Joaquin Rodrigo, 29604 Marbella, Málaga
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	Alejandro Rodriguez (Director) 951 27 05 27
Número de edificios	3
Referencia Catastral	0808101UF4400N

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Platero** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Joaquin Rodrigo** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vistas edificios Principal, Sala de Profesores y Comedor

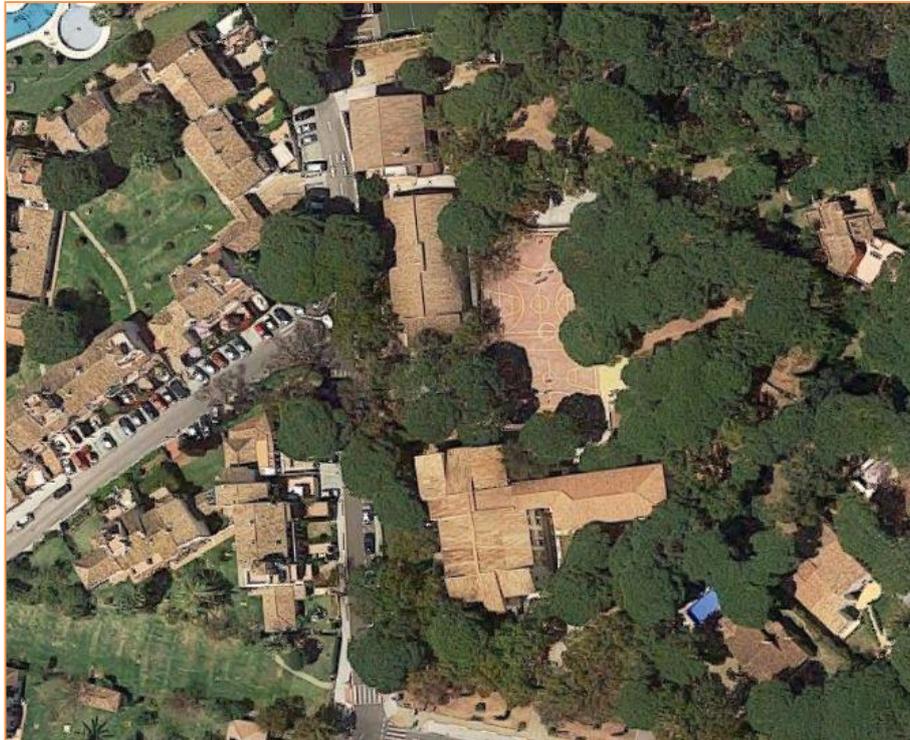


Imagen 2 Vista aérea del CEIP Platero

CEIP Platero	Nº plantas	Sup. Útil m ²	Ocup	Año construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Principal	2	1.536,6	465	1984	2015	Ampliación 3ºE,AMPA,4ºD,PT instalación de ascensor
Edificio Sala de Profesores	1	344,51	108		2010	Instalación de climatización
Edificio Comedor	2	331,87	310		2000	Apertura de edificio como comedor

Tabla 2 Resumen de ocupación y datos constructivos

CEIP Platero	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
HORARIO GENERAL	De septiembre a Junio de 7:30 a 14:00 (actividades extraescolares y limpiadoras de 16:00 a 18:00) Julio y agosto de 8:00 a 15:00		
Comedor	256	14:00 a 16:00	Comedor
Aulas	27 por aula	9:00 a 14:00	Educativo
PT	5	9:00 a 14:00	Educativo
Aula matinal	60	7:30 a 9:00	Educativo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Centro Educativo

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 – (m ²)	Sup. Total (m ²)
Administrativo	112	9	--	121
Aseos	81	44	--	125
Aulas	658	634	--	1.292
Cocina-comedor	150	--	--	150
No habitable	69	2	--	71
Zonas comunes	81	--	--	81
Sup. Total (m ²)	170	128	76	373

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 58% 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 17%.

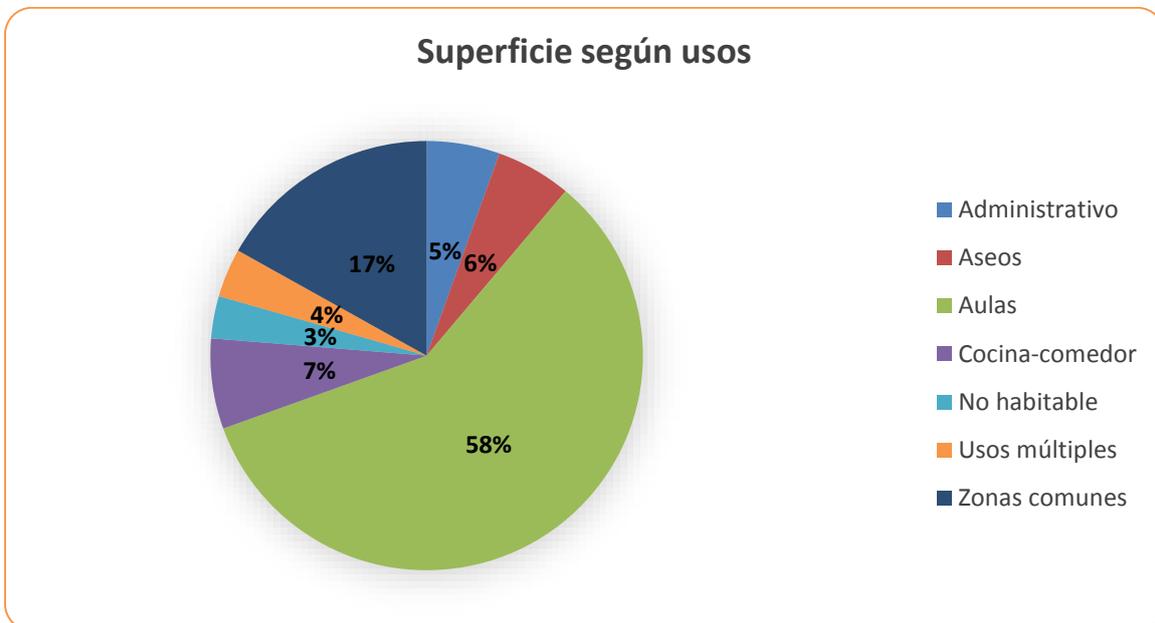
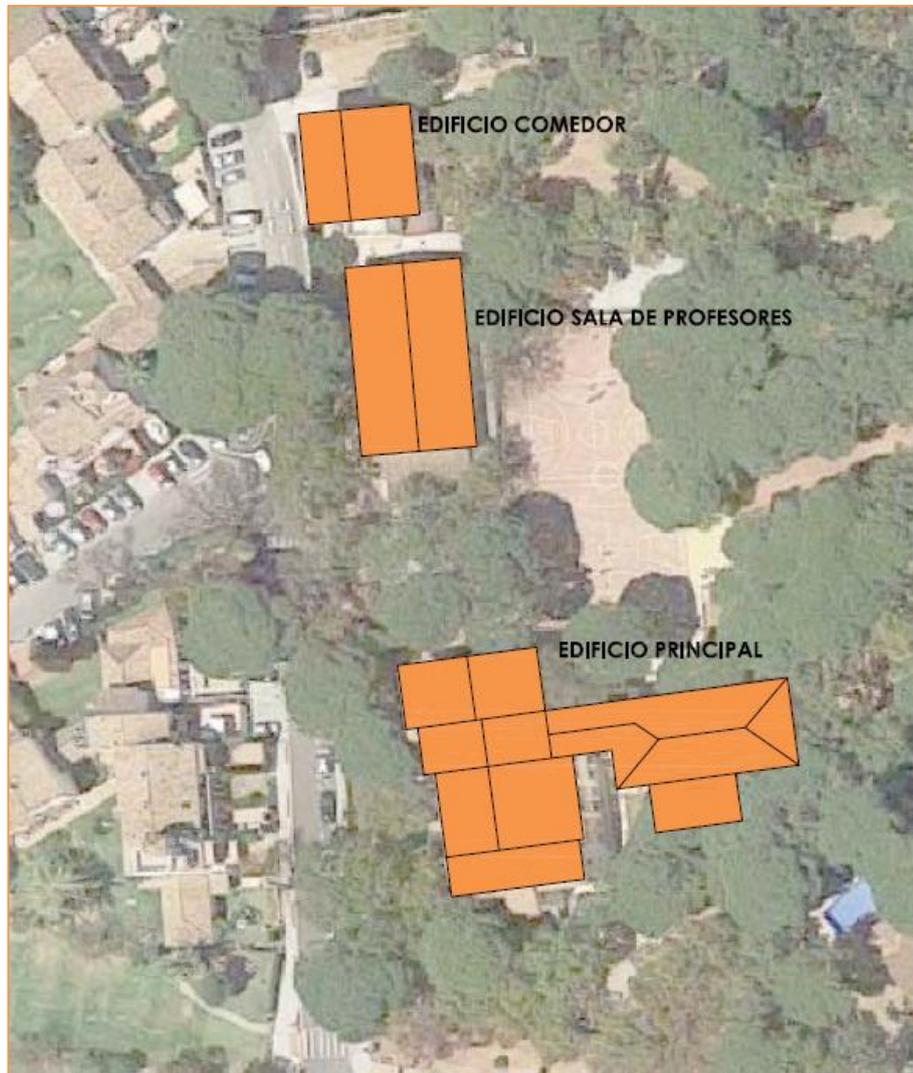


Gráfico 1 Superficie según Usos

A continuación se muestra el plano general de la ordenación del centro educativo Platero:



Plano 1 Ordenación general del Centro Educativo

En el Anexo de Planos se incluyen los croquis por planta de cada uno de los edificios.

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 centro educativo, según la ficha catastral, fue construido en 1984; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El complejo educativo está compuesto por tres edificios: Principal, Sala de Profesores y Comedor. Todos ellos comparten sistema constructivo, presentando un acabado exterior continuo pintado de blanco, con los perímetros de los huecos resaltados en tono amarillo. Las cubiertas son inclinadas de teja curva. A continuación se muestran las imágenes de los cerramientos:



Imagen 3 Edificio Comedor



Imagen 4 Edificio Principal



Imagen 5 Edificio Sala de Profesores

Recientemente se han llevado a cabo diversas reformas como la ampliación de algunas aulas en la planta baja del Edificio Principal, la instalación de un ascensor o los equipos de climatización; pero la envolvente térmica en general no ha sido modificada.

A continuación, el volumen ampliado en el edificio Principal, con fachada de ladrillo caravista:



Imagen 6 Ampliación Edificio Principal

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



Imagen 7 Carpintería Construcciones Originales y Carpintería Ampliación

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

La climatización de este centro, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y unidades interiores de pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante un termo acumulador eléctrico ubicado en las proximidades del punto de consumo.

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características del termo-acumulador eléctrico instalado en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicado en las proximidades del punto de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio comedor	0	Cocina	1,60	75	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 8 Termo acumulador eléctrico - Cocina

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	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada O2	Fachada E1	Fachada E1	Fachada E1
Zona de tratamiento	Música	Jefatura	Secretaría	Dirección
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	TADI AIR	HIYASU	HIYASU	HIYASU
Modelo	MAIR7G-12H	HOS 9HTB	HOS 9HTB	HOS 9HTB
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R407c
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Pot Frigorífica (kW)	3,52	2,55	2,55	2,55
Pot. Abs. Frío (kW)	1,37	1,25	1,25	1,25
EER	2,57	2,04	2,04	2,04
Pot. Calorífica (kW)	3,81	2,90	2,90	2,90
Pot. Abs. Calor (kW)	1,28	1,15	1,15	1,15
COP	2,98	2,52	2,52	2,52
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas			

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

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada O2	Fachada O2	Fachada S5	Fachada O2
Zona de tratamiento	Biblioteca	2ºD	2ºD	Servidores
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 Inverter
Marca	HIYASU	HIYASU	HIYASU	DAIKIN
Modelo	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 9HTB	RXS25E2V1B
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Pot Frigorífica (kW)	3,20	3,20	2,55	3,20
Pot. Abs. Frío (kW)	1,46	1,46	1,25	0,70
EER	2,19	2,19	2,04	4,55
Pot. Calorífica (kW)	3,50	3,50	2,90	3,40
Pot Abs Calor (kW)	1,46	1,46	1,15	0,75
COP	2,40	2,40	2,52	4,53
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	-
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	-
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Enero
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio	Diciembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas			

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

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada E4	Fachada E4	Fachada N3	Fachada N3
Zona de tratamiento	2ªA	3ªB	3ªC	3ªA
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	HIYASU	HIYASU	HIYASU	HIYASU
Modelo	HOS 9HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R407c
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Pot Frigorífica (kW)	2,55	3,20	3,20	3,20
Pot. Abs. Frío (kW)	1,25	1,46	1,46	1,46
EER	2,04	2,19	2,19	2,19
Pot Calorífica (kW)	2,90	3,50	3,50	3,50
Pot. Abs. Calor (kW)	1,15	1,46	1,46	1,46
COP	2,52	2,40	2,40	2,40
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas			

Tabla 8 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	13	14	15	16
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	0	1	1	1
Ubicación equipo	Fachada N3	Fachada N3	Fachada N3	Fachada O2
Zona de tratamiento	3ºD	4ºB	4ºA	6ºC
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 Inverter
Marca	HIYASU	HIYASU	HIYASU	MUNDOCLIMA
Modelo	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB	MUPR-12-H3
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Pot Frigorífica (kW)	3,20	3,20	3,20	3,22
Pot. Abs. Frío (kW)	1,46	1,46	1,46	1,11
EER	2,19	2,19	2,19	2,90
Pot. Calorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,22
Pot. Abs. Calor (kW)	1,46	1,46	1,46	1,16
COP	2,40	2,40	2,40	2,78
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas			

Tabla 9 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	21	22	23	24
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Sala de profesores	Edificio Sala de profesores
Planta	1	1	0	0
Ubicación equipo	Fachada O2	Fachada E1	Fachada E1	Fachada O1
Zona de tratamiento	6ºB	5ºA	Sala de profesores	1ºA
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	HIYASU	HIYASU	HIYASU	HIYASU
Modelo	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R407c
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Pot. Frigorífica (kW)	3,20	3,20	3,20	3,20
Pot. Abs. Frío (kW)	1,46	1,46	1,46	1,46
EER	2,19	2,19	2,19	2,19
Pot. Calorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Pot. Abs. Calor (kW)	1,46	1,46	1,46	1,46
COP	2,40	2,40	2,40	2,40
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas			

Tabla 10 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	25	26	27	28
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Edificio Sala de profesores	Edificio Sala de profesores	Edificio Sala de profesores	Edificio Comedor
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada E1	Fachada E1	Fachada O1	Fachada N1
Zona de tratamiento	1ºB	1ºD	1ºC	Comedor
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	HIYASU	HIYASU	HIYASU	HIYASU
Modelo	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB	HOS 12HTB
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R407c
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Pot. Frigorífica (kW)	3,20	3,20	3,20	3,20
Pot. Abs. Frío (kW)	1,46	1,46	1,46	1,46
EER	2,19	2,19	2,19	2,19
Pot. Calorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Pot. Abs. Calor (kW)	1,46	1,46	1,46	1,46
COP	2,40	2,40	2,40	2,40
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00	-
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas			

Tabla 11 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	29	30	31
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Edificio Comedor	Edificio Comedor	Edificio Comedor
Planta	0	1	1
Ubicación equipo	Fachada N1	Fachada N1	Fachada N1
Zona de tratamiento	Comedor	2ºC	2ºB
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll
Marca	HIYASU	MUNDOCLIMA	HIYASU
Modelo	HOS 12HTB	MUPR-12-H3	HOS 12HTB
Refrigerante	R407c	R410a	R407c
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	2010
Pot. Frigorífica (kW)	3,20	3,22	3,20
Pot. Abs. Frío (kW)	1,46	1,11	1,46
EER	2,19	2,90	2,19
Pot. Calorífica (kW)	3,50	3,22	3,50
Pot. Abs. Calor (kW)	1,46	1,16	1,46
COP	2,40	2,78	2,40
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Junio	Junio	Junio
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	-	9:00 - 14:00	9:00 - 14:00
horario funcionamiento (tarde)	13:30 - 16:00	-	-
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas

Tabla 12 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



Imagen 9 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Edificio principal



Imagen 10 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Edificio principal



Imagen 11 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Edificio principal



Imagen 12 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Edificio principal



Imagen 16 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Edificio sala de profesores



Imagen 17 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Edificio comedor



Imagen 18 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Edificio comedor

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

Calefacción	105,15 kW
Refrigeración	96,31 kW

Tabla 13 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
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria
Edificio	Edificio Principal
Ubicación	Almacén 1
Denominación	B1
Tipo	Rótor seco - simple
Marca	Saci
Modelo	BETA 120-60T
Variador de frecuencia	NO
Caudal (l/h)	600-6600
Presión disponible (m.c.a.)	50,0
Potencia abs (kW)	1,10

Tabla 14 Características grupos de bombeo

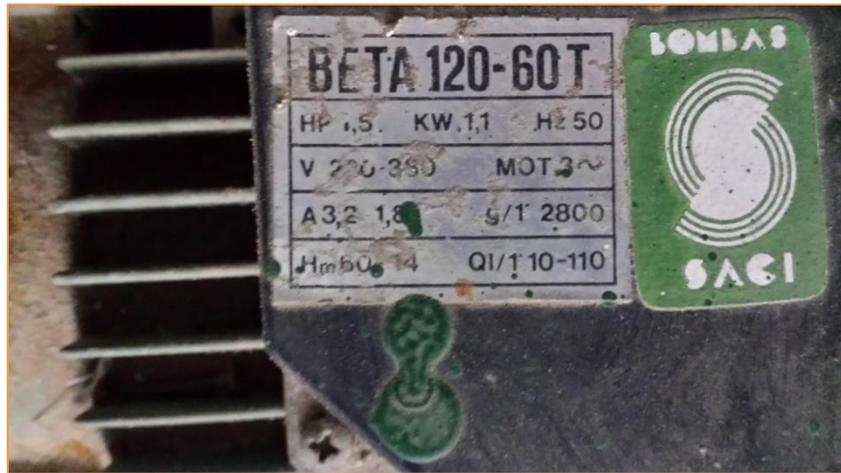


Imagen 19 Grupo de bombeo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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 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.

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 20 Tipología de unidades interiores instaladas – De pared

La distribución de potencia instalada por zonas es la siguiente:

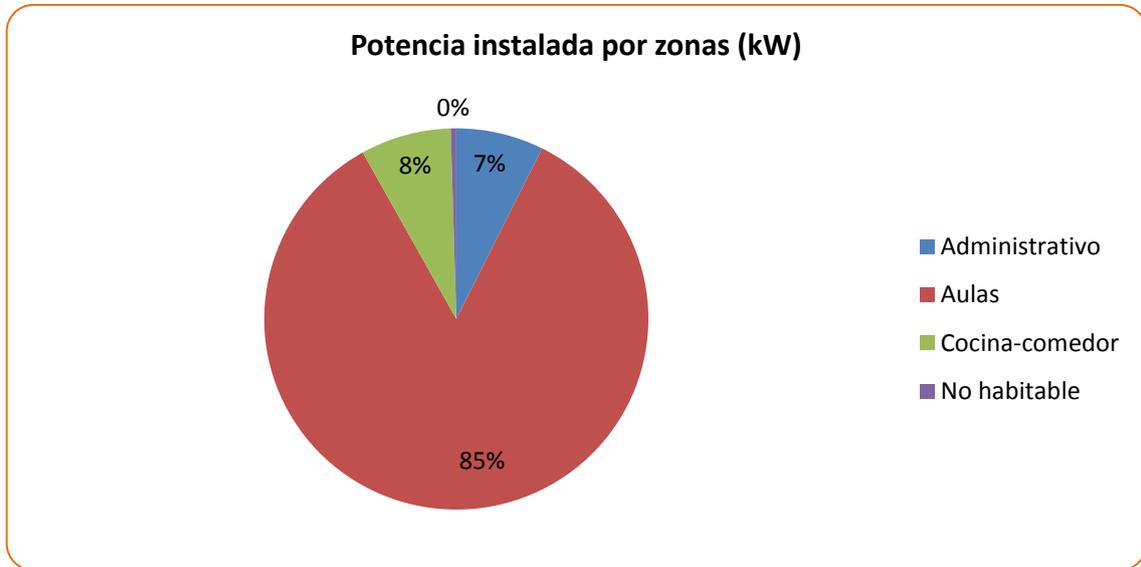


Tabla 15 Resumen de potencia instalada por zonas

En este caso, los equipos instalados prestan tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración; a continuación se muestra el porcentaje de superficie que cuenta con equipos de climatización:

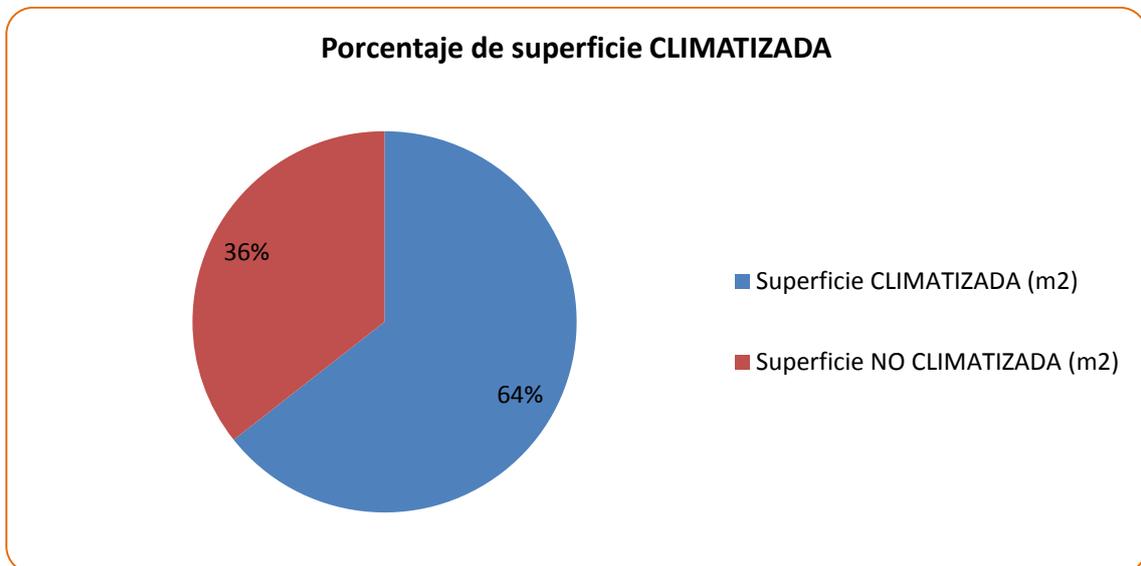


Gráfico 2 Porcentaje de superficie calefactada/refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 30,17 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

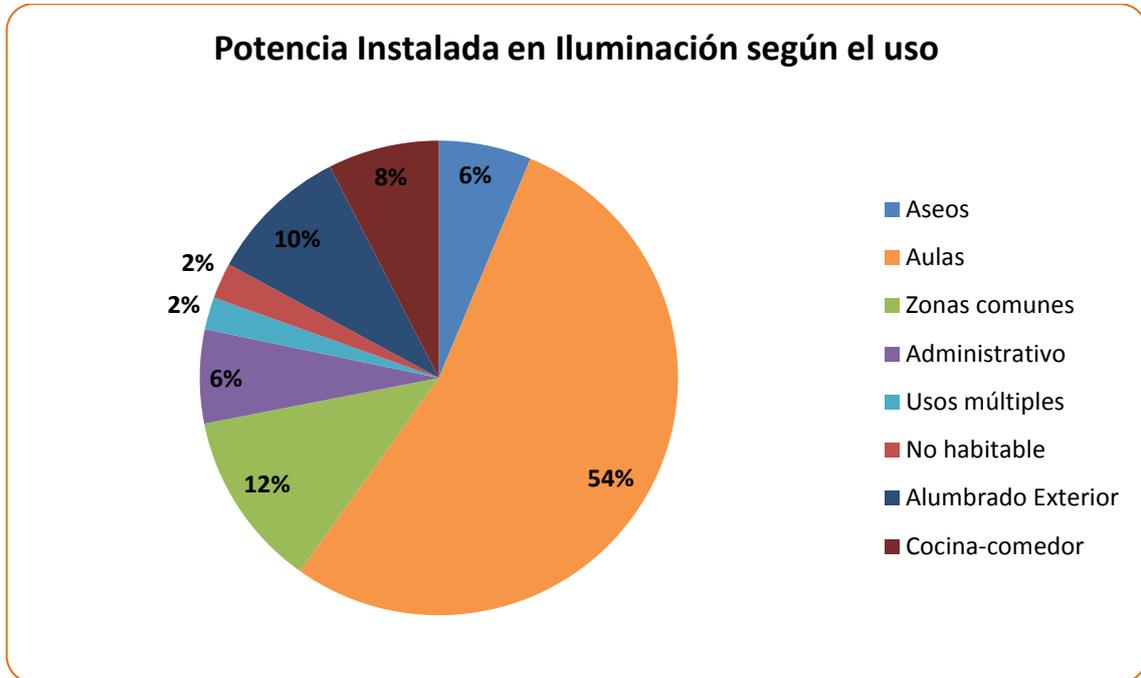


Gráfico 3 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

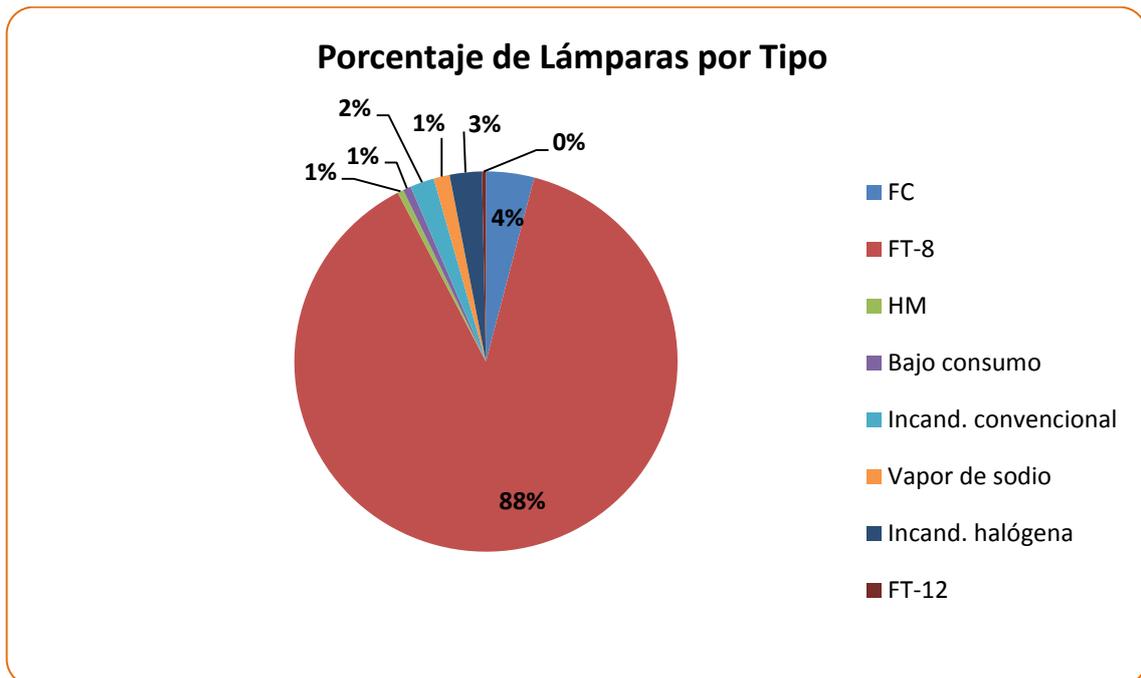


Gráfico 4 % de cada tipo de lámpara instalada

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	284	23,38
FT-8	282	23,28
2	231	19,36
36	215	18,58
58	1	0,14
18	15	0,65
1	16	0,90
36	1	0,04
58	11	0,77
18	4	0,09
4	35	3,02
18	35	3,02
FT-12	2	0,10
1	2	0,10
40	2	0,10
EL	12	0,86
FT-8	12	0,86
2	12	0,86
36	12	0,86
-	44	3,05
(en blanco)	13	1,30
2	1	0,20
100	1	0,20
1	12	1,10
30	6	0,18
80	4	0,32
300	2	0,60
Incand. convencional	4	0,38
2	1	0,20
100	1	0,20
1	3	0,18
60	3	0,18
Incand. halógena	15	0,75
2	1	0,05
25	1	0,05
1	14	0,70
50	14	0,70
FC	12	0,62
2	12	0,62
26	12	0,62
Total general	340	27,30

Tabla 16 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 21 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	11	2,40
Vapor de sodio	8	0,96
1	8	0,96
100	8	0,96
HM	3	1,44
1	3	1,44
400	3	1,44
EL	4	0,06
Bajo consumo	4	0,06
1	4	0,06
14	4	0,06
-	7	0,42
Incand. convencional	7	0,42
1	7	0,42
60	7	0,42
Total general	22	2,88

Tabla 17 Resumen de iluminación exterior



Imagen 22 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 educativo se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento están relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento.

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	26	6,073
DVD/CD	1	0,020
20	1	0,020
Proyector	24	5,753
240	23	5,520
233	1	0,233
Television Tubo	1	0,300
300	1	0,300
Electrodoméstico	18	32,830
Horno	2	3,000
1500	2	3,000
Lavavajillas	1	11,100
11100	1	11,100
Mesa caliente	1	6,740
6740	1	6,740
Microondas	2	2,200
1200	1	1,200
1000	1	1,000
Extractor	1	0,200
200	1	0,200
Cafetera	1	1,600
1600	1	1,600
Nevera	5	1,240
100	1	0,100
300	1	0,300
500	1	0,500
110	1	0,110
230	1	0,230
Tostador	2	1,650
700	1	0,700
950	1	0,950
Máquina de café	2	3,600
1800	2	3,600
Kettle / Calienta agua	1	1,500
1500	1	1,500
Informático	102	26,210
Ordenador sobremesa	55	16,500
300	55	16,500
Rack	2	1,620
1100	1	1,100
520	1	0,520
Scanner	1	0,017
17	1	0,017
Fotocopiadora	4	3,825
900	1	0,900
1500	1	1,500
825	1	0,825
600	1	0,600
Ordenador portatil	2	0,300
150	2	0,300
Switch	33	1,122
34	33	1,122
Impresora oficina	4	2,810
10	1	0,010
900	1	0,900
400	1	0,400
1500	1	1,500
Otros	1	0,016
16	1	0,016
Otros	22	3,503
Secador de manos	1	1,300

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
1300	1	1,300
Trituradora de papel	2	0,920
460	2	0,920
Ascensor	1	
(en blanco)	1	
Máquina plastificar	2	0,640
320	2	0,640
Batería de emergencia (SAI)	2	0,120
60	2	0,120
Walkie talkie	5	0,055
11	5	0,055
Flexo	4	0,180
60	1	0,060
40	3	0,120
Expendedora de agua	1	0,200
200	1	0,200
Matamosquitos	4	0,088
22	4	0,088
Sonido	30	0,746
Altavoz	18	0,360
20	18	0,360
Minicadena música	3	0,090
47	1	0,047
25	1	0,025
18	1	0,018
Radio-CD	6	0,078
14	5	0,070
8	1	0,008
Piano	2	0,018
9	2	0,018
Amplificador	1	0,200
200	1	0,200
Radiador eléctrico	10	19,000
Radiador eléctrico	10	19,000
1500	2	3,000
2000	8	16,000
Distribución - Bombas	1	1,100
Bomba	1	1,100
1100	1	1,100
ACS	1	1,600
Termo-acumulador eléctrico	1	1,600
1600	1	1,600
Producción Frio y Calor	31	42,811
Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	31	42,811
1370	1	1,370
1250	5	6,250
1460	22	32,120
750,5518764	1	0,751
1160	2	2,320
Total general	241	133,873

Tabla 18 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.

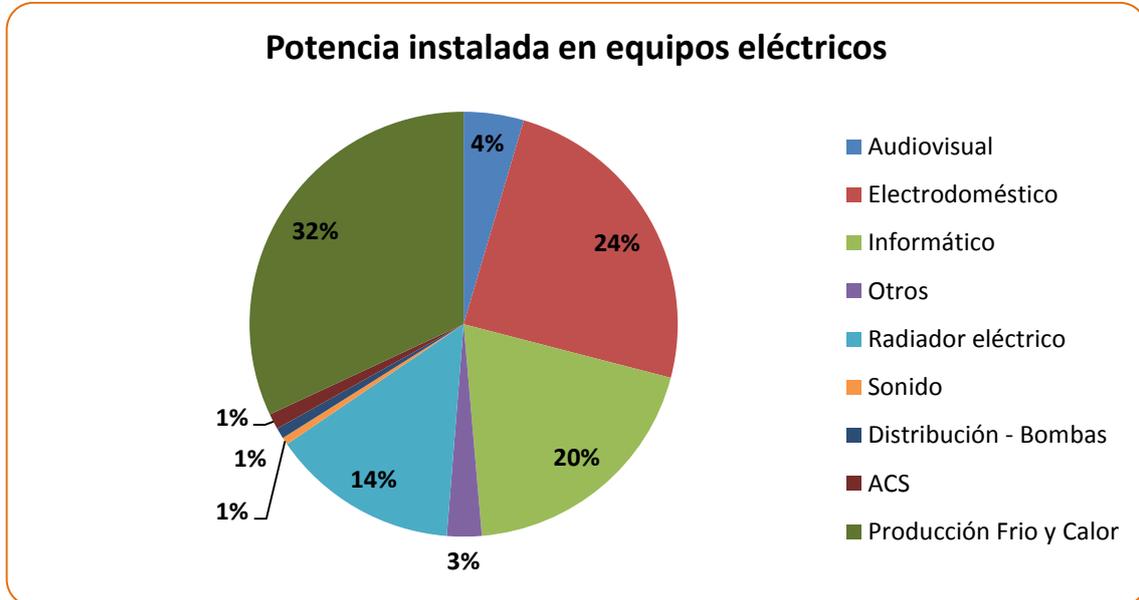


Gráfico 5 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

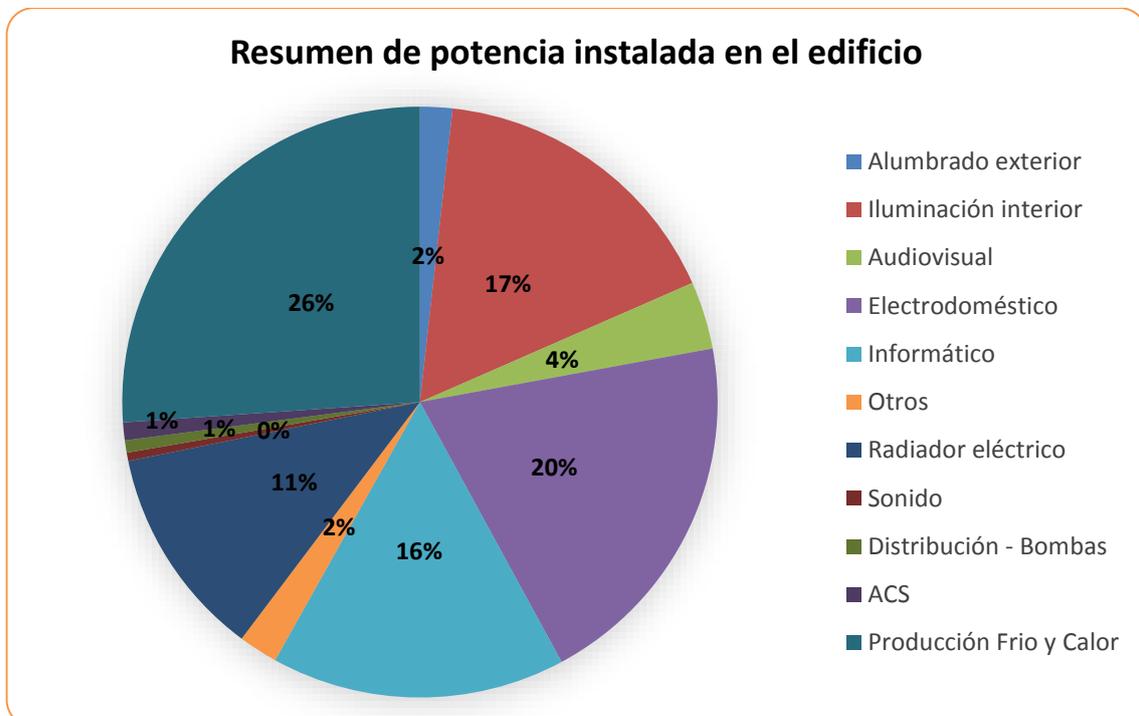


Gráfico 6 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

Los suministros eléctricos se encuentran contratados con la comercializadora Endesa.

Existen un total de dos suministros diferenciados, cuyas condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

SUMINISTRO 1

CUPS	ES0031103014169003FQ0F	Tarifa de acceso	2.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
		P1	
Potencia contratada (kW)		3,3	
Término de potencia (€/kW año)		42,043426	
Término de energía (€/kWh)		0,125816	

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
28/01/2014	25/03/2014	3882	0,00	438,79
25/03/2014	02/05/2014	2252	0,00	279,07
02/05/2014	27/05/2014	1496	0,00	190,45
27/05/2014	28/07/2014	3504	0,00	419,54
28/07/2014	25/09/2014	2084	0,00	304,40
25/09/2014	25/11/2014	3880	0,00	543,64
25/11/2014	27/01/2015	3979	0,00	554,21

Tabla 19 Facturación eléctrica

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

En este caso, debido al tipo de tarifa contratada, no tenemos los datos del maxímetro del último año para corroborar que la potencia contratada es la adecuada. Si atendemos a los registros realizados con el analizador de redes instalado, observamos que la potencia demandada es muy superior a los 3,3 kW contratados; y, por tanto, se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

Al no conocer con exactitud la potencia demandada durante un periodo representativo, no se ha podido desarrollar la propuesta de mejora en la contratación de este suministro.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

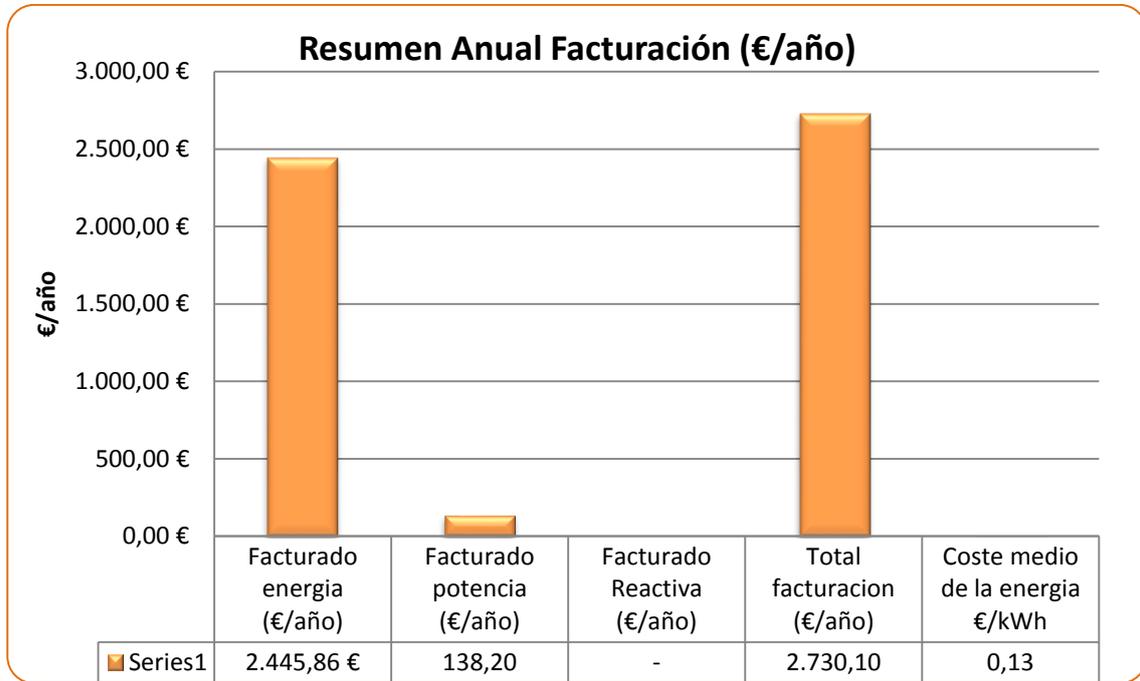


Gráfico 7 Resumen Anual de Facturación

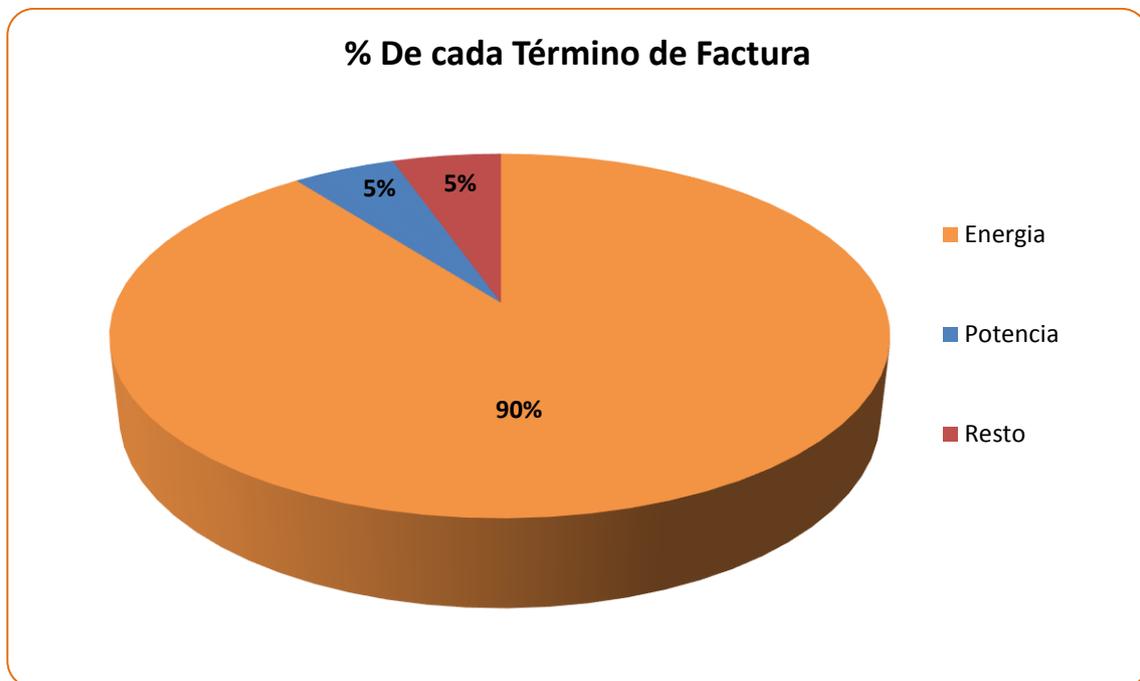


Gráfico 8 Resumen de los términos de Factura

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

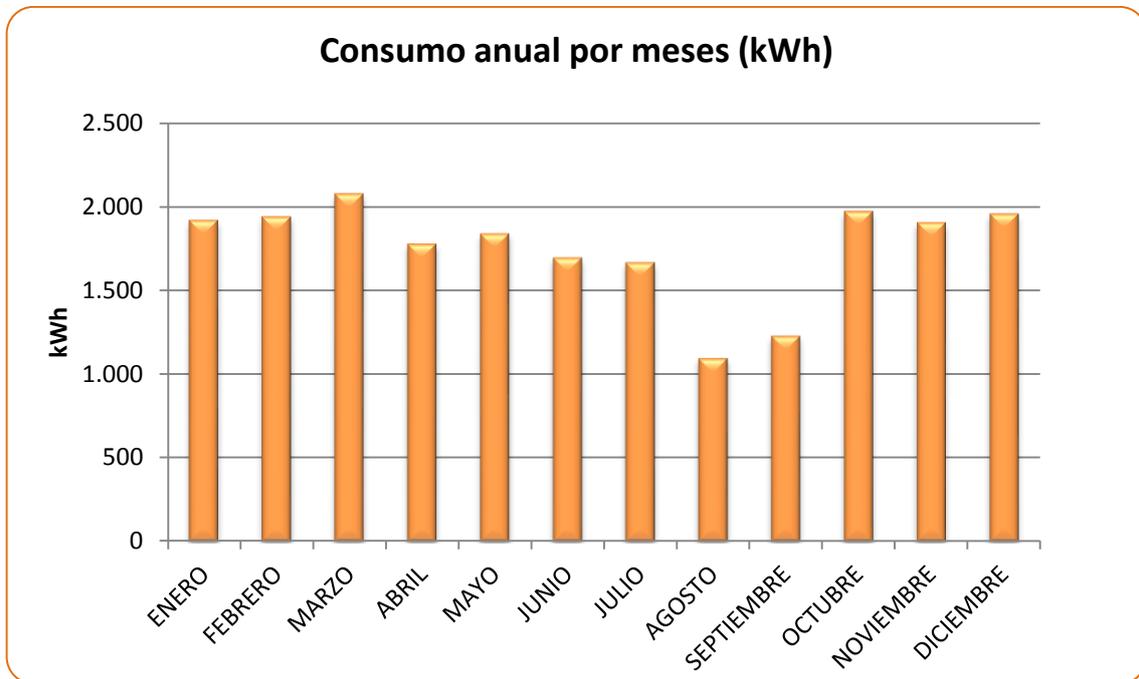


Gráfico 9 Consumo eléctrico mensual

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	21.077
Total Facturación (€)	2.730,10
Media mensual de consumo (kWh/mes)	1.756
Media mensual de coste (€/mes)	227,51
Coste medio energía (€/kWh)	0,130

Tabla 20 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

SUMINISTRO 2

CUPS	ES0031103014169004FV0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	15,001	15,001	15,001
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
13/01/2014	11/02/2014	2022	5654	936	35 /46 /7	5,76	1.477,90
11/02/2014	10/03/2014	1318	3349	702	32 /38 /10	2,45	1.001,83
10/03/2014	09/04/2014	1466	3892	779	29 /30 /6	0,00	1.047,16
09/04/2014	12/05/2014	1283	2643	847	24 /31 /5	0,00	870,73
12/05/2014	10/06/2014	1507	2584	705	23 /28 /5	0,00	820,23
10/06/2014	09/07/2014	1130	2229	850	29 /40 /12	0,00	878,42
09/07/2014	11/08/2014	584	1932	976	8 /29 /6	0,00	588,18
11/08/2014	11/09/2014	796	2454	909	25 /32 /6	0,00	791,52
11/09/2014	10/10/2014	1518	3442	800	28 /27 /5	0,00	978,28
10/10/2014	12/11/2014	1779	4030	870	30 /27 /4	0,00	1.153,63
12/11/2014	10/12/2014	1708	3893	736	28 /37 /9	1,93	1.102,47
10/12/2014	10/01/2015	1257	3486	778	31 /48 /7	0,00	1.139,71

Tabla 21 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **10,14 €/año**, dado que se trata de un importe muy bajo se desprecia, pero se recomienda al Ayuntamiento que hagan un seguimiento de este concepto por si a lo largo del tiempo se viera incrementado y por tanto sería necesario colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	15,001	15,001	15,001
Potencia registrada (kW)	35	48	12

Tabla 22 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 inferior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación (en el apartado de actuaciones propuestas del presente informe se desarrolla el estudio).

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

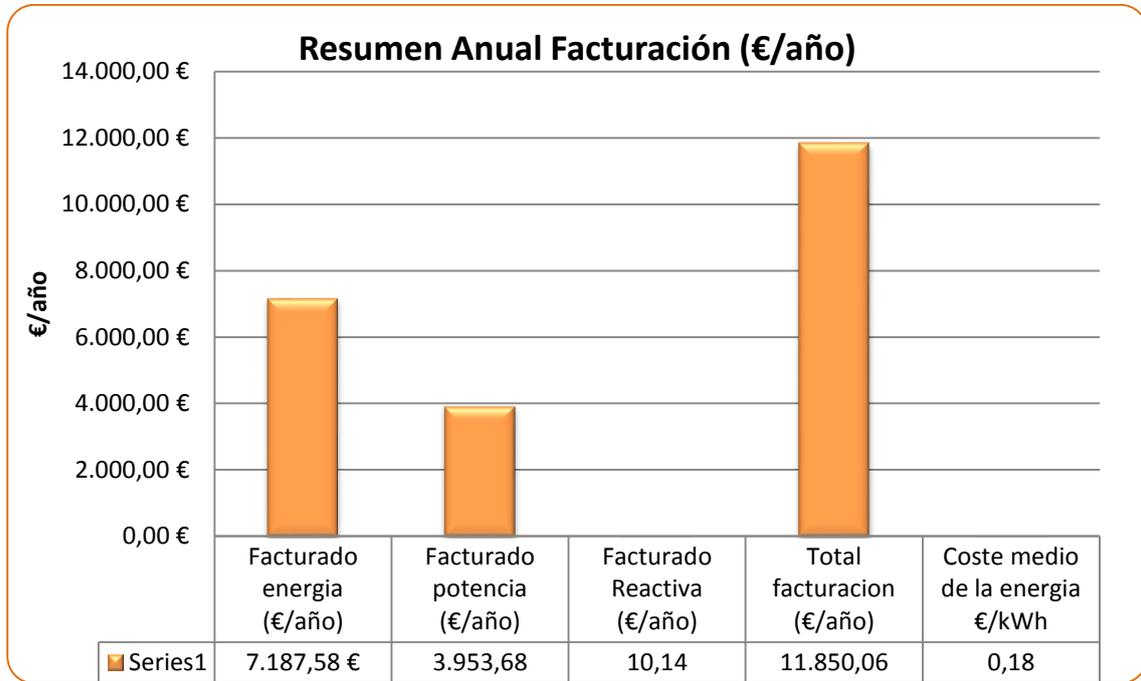


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

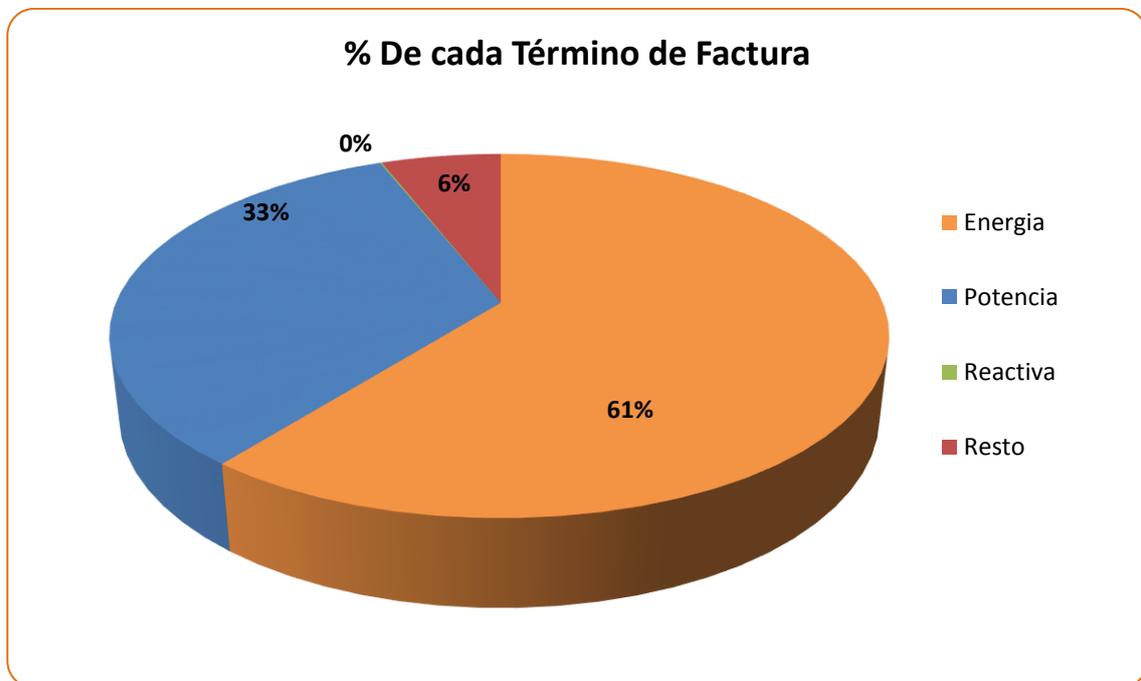


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

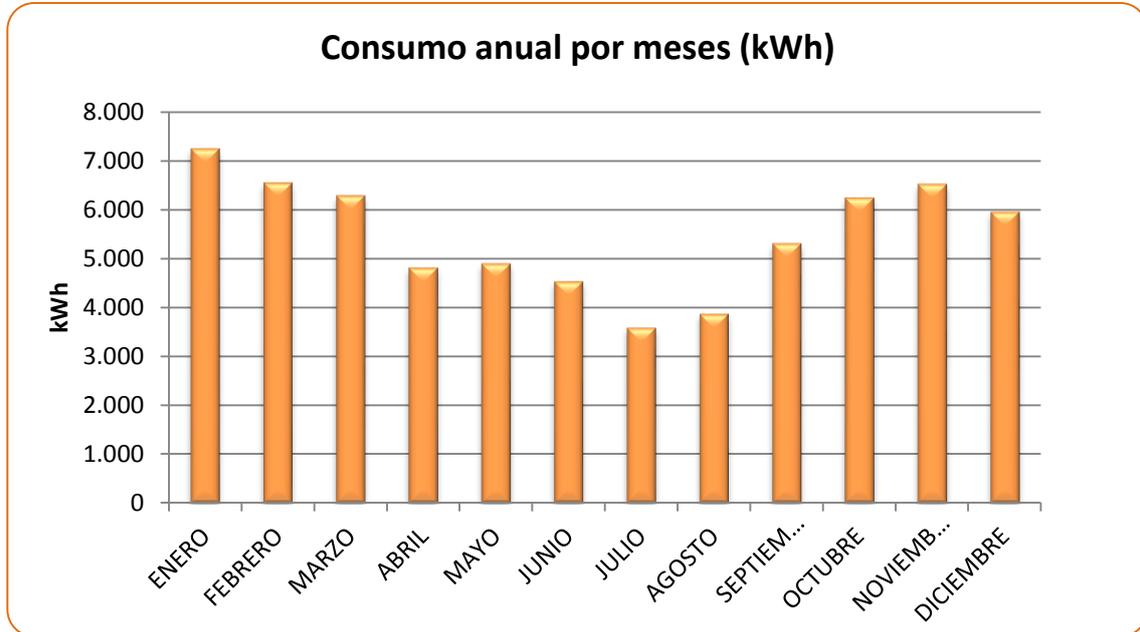


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

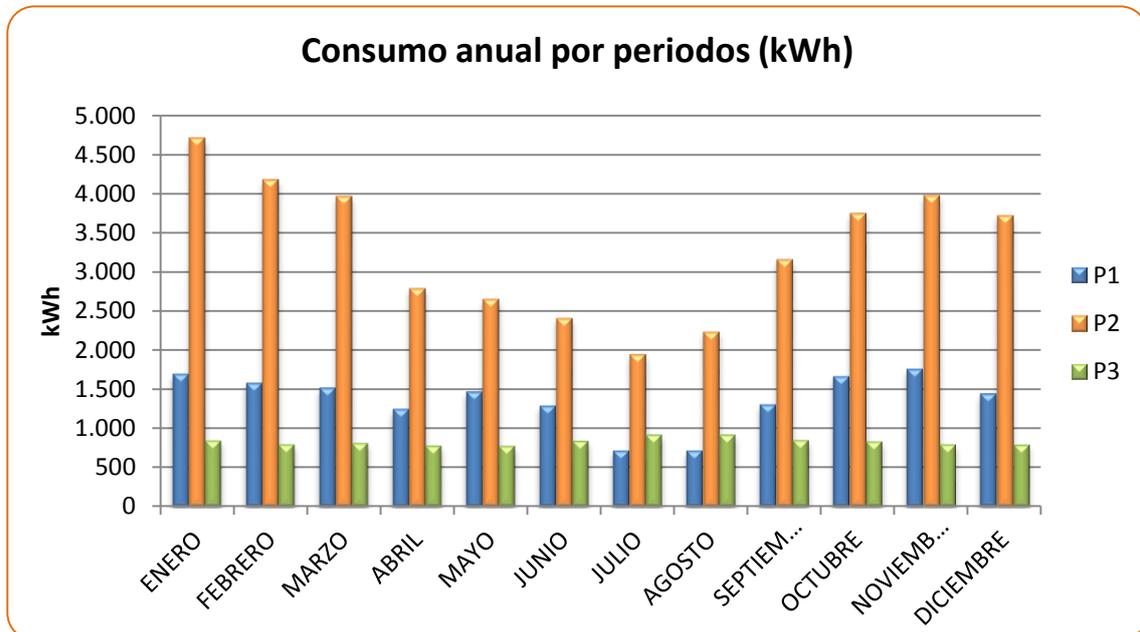


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	65.844
Total Facturación (€)	11.850,06
Media mensual de consumo (kWh/mes)	5.487
Media mensual de coste (€/mes)	987,51
Coste medio energía (€/kWh)	0,180

Tabla 23 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

CONSUMO ELÉCTRICO GLOBAL

A partir de los consumos facturados durante el año 2014, y repartiendo los correspondientes al suministro 1 (Tarifa 2.0A) en los tres periodos de facturación según el horario habitual de las instalaciones; se obtienen unos consumos globales para el centro educativo que se representan a continuación:

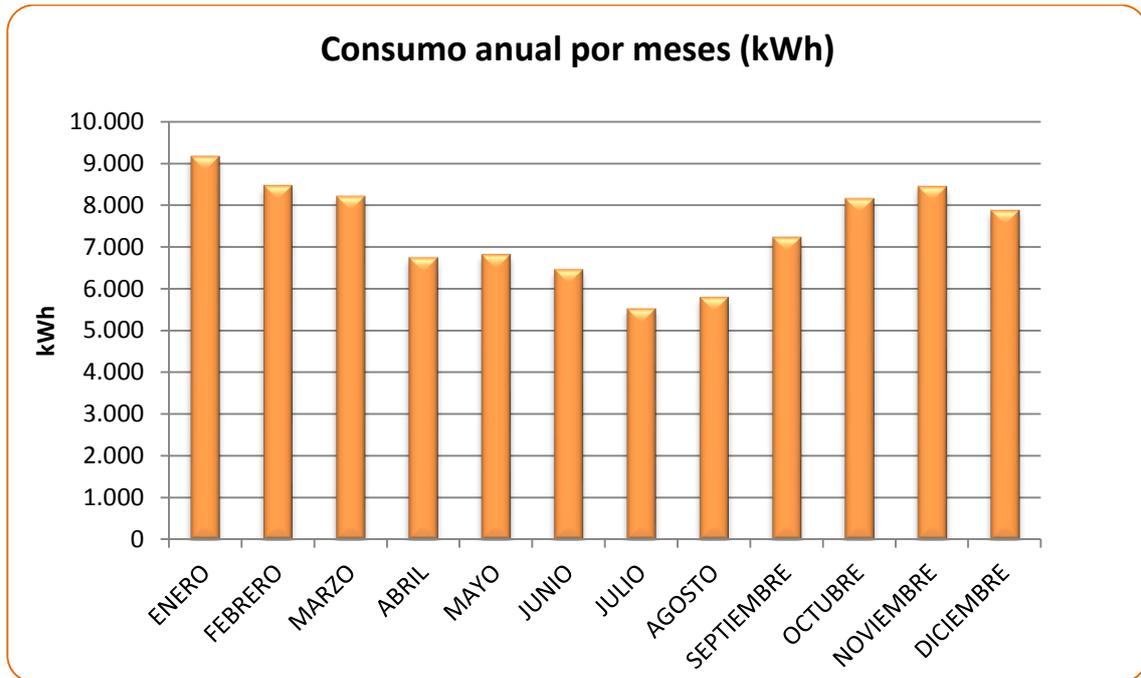


Gráfico 14 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

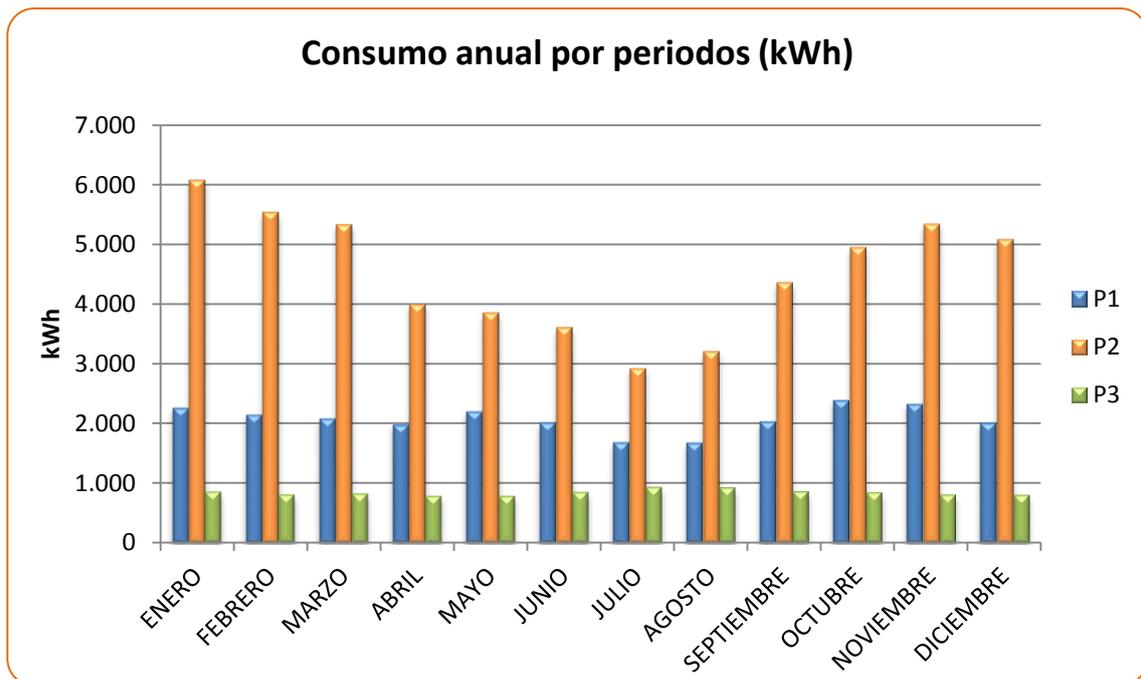


Gráfico 15 Consumo eléctrico por periodos

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

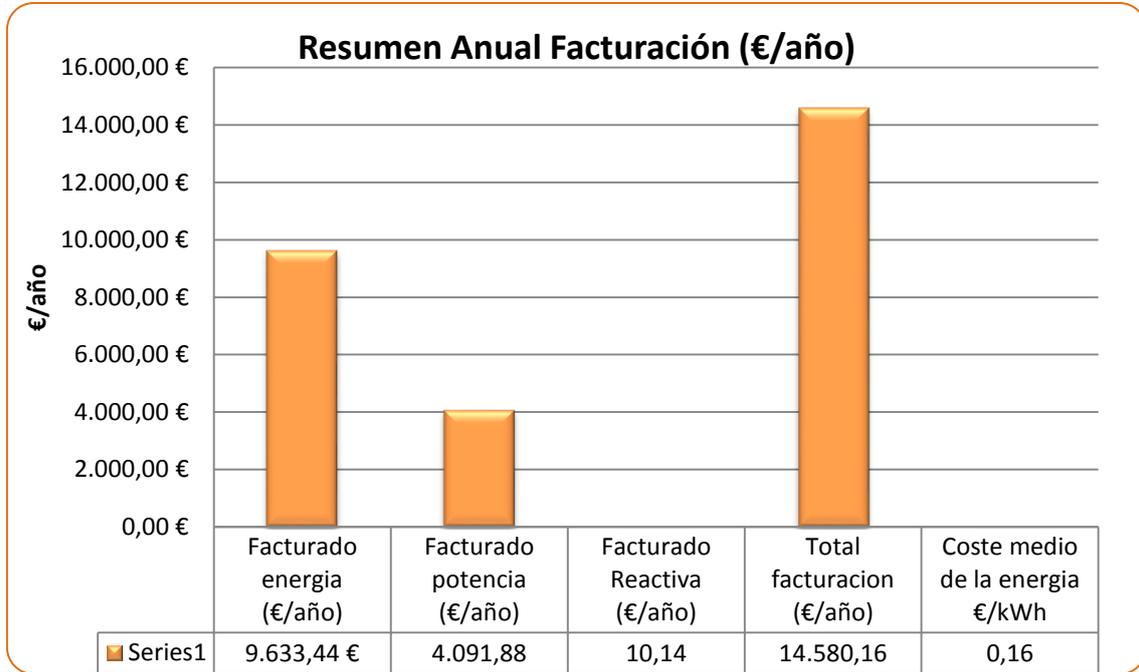


Gráfico 16 Resumen Anual de Facturación

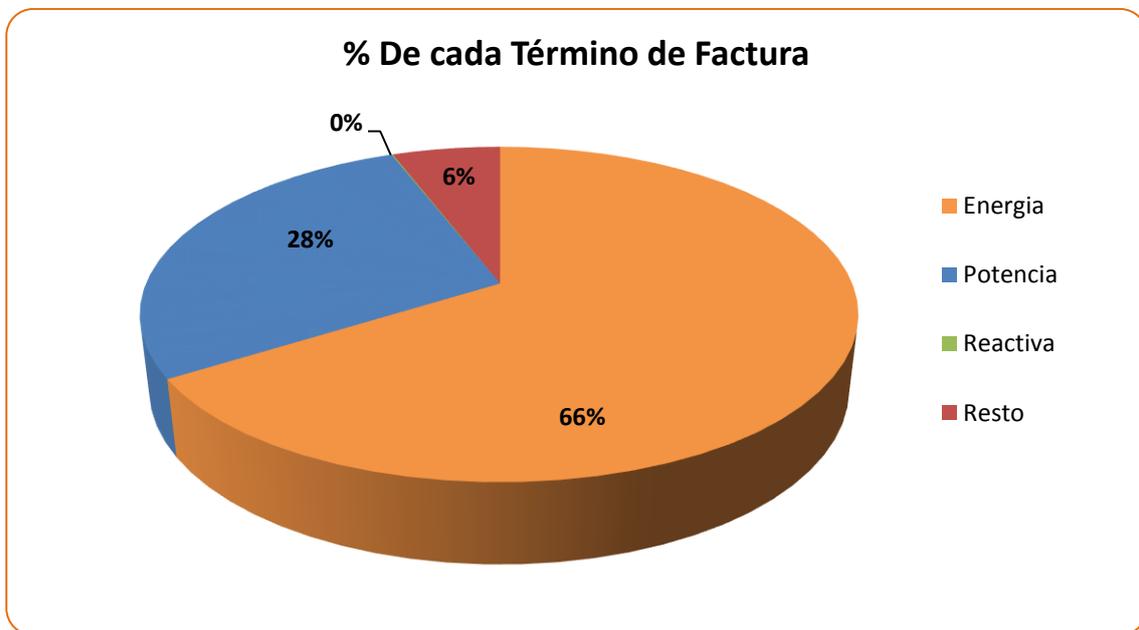


Gráfico 17 Resumen de los términos de Factura

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	88.877
Total Facturación (€)	14.580,16
Media mensual de consumo (kWh/mes)	7.406
Media mensual de coste (€/mes)	1.215,01
Coste medio energía (€/kWh)	0,164

Tabla 24 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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)	88.876,95	-	88.876,95
Coste (€/año)	14.580,16	-	14.580,16

Tabla 25 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 Enero de 2014 y Enero de 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	883
Superficie total (m ²)	2.212,97
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	27,30
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	2,88
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	133,87
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	164,04

Tabla 26 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	88.876,95
€/kWh	0,16
kWh/m ² Total	40,16
€/m ² Total	6,59
kWh/persona uso	100,65
€/persona uso	16,51
Ton CO ₂ /año	35,46
Kg CO ₂ /m ²	16,02
Pot. Iluminación en W/m ²	12,33

Tabla 27 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

Se han instalado dos analizadores de redes; a continuación se muestran los datos obtenidos:

REGISTRO TRIFÁSICO 1

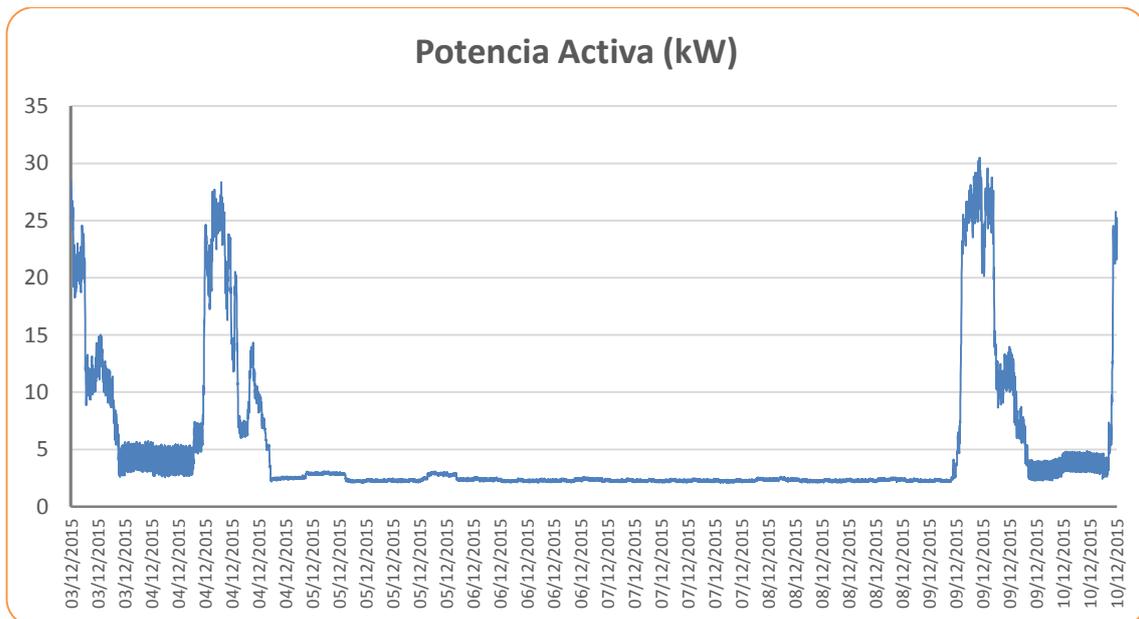


Gráfico 18 Datos de registro de potencia activa desde el 03/12/2015 al 10/12/2015

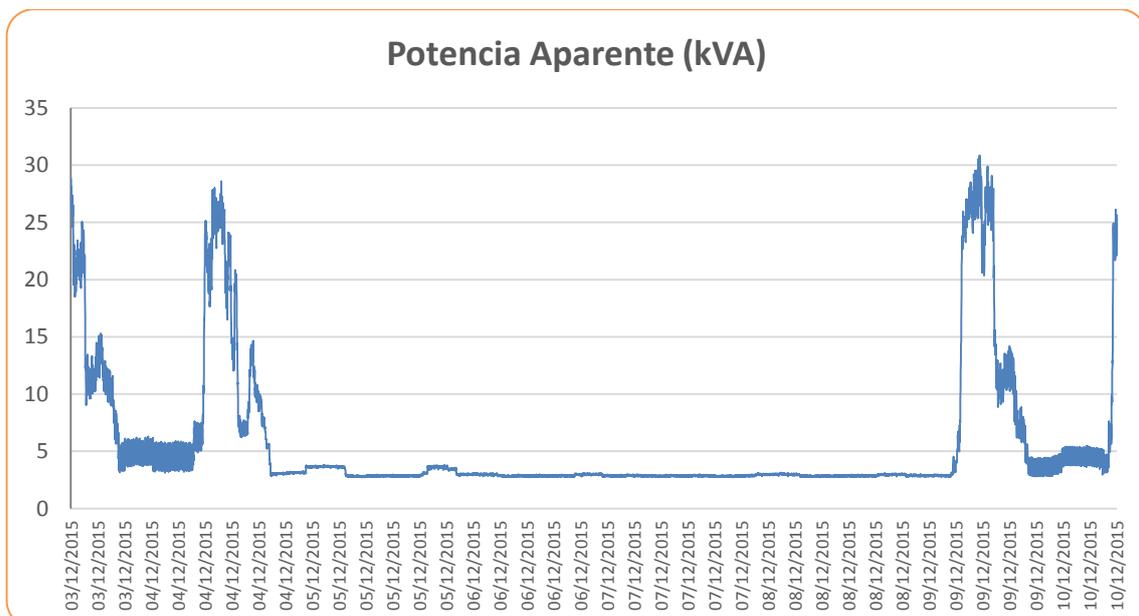


Gráfico 19 Datos de registro de potencia aparente desde el 03/12/2015 al 10/12/2015

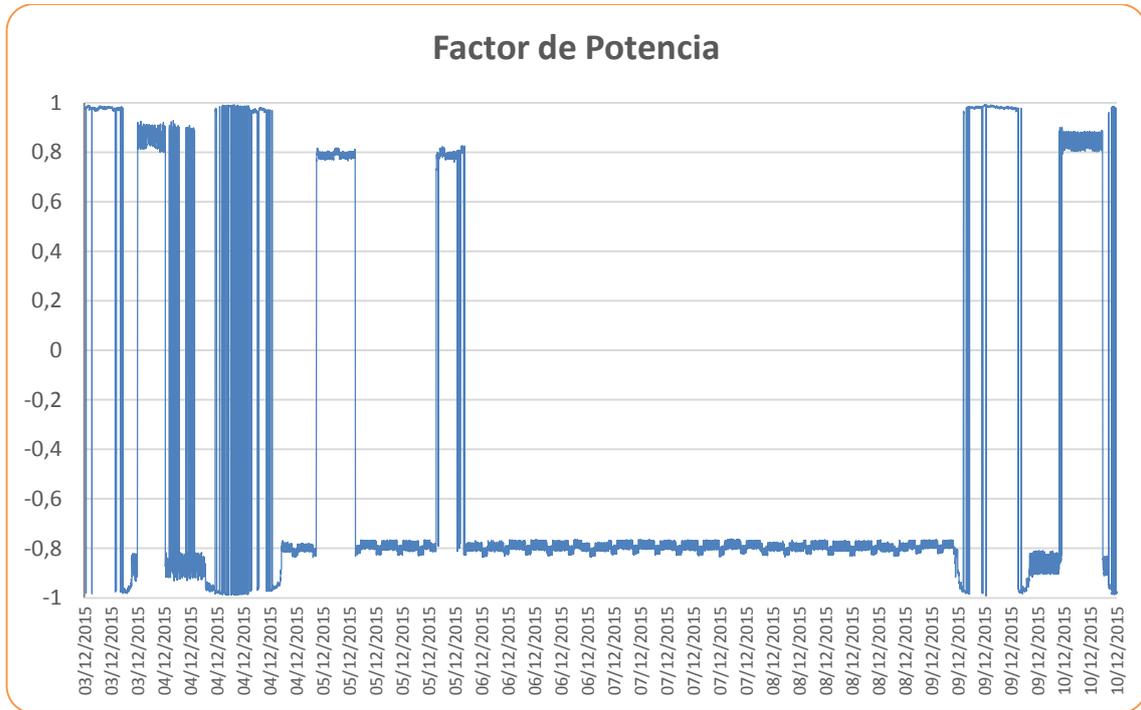


Gráfico 20 Factor de potencia trifásico registrado

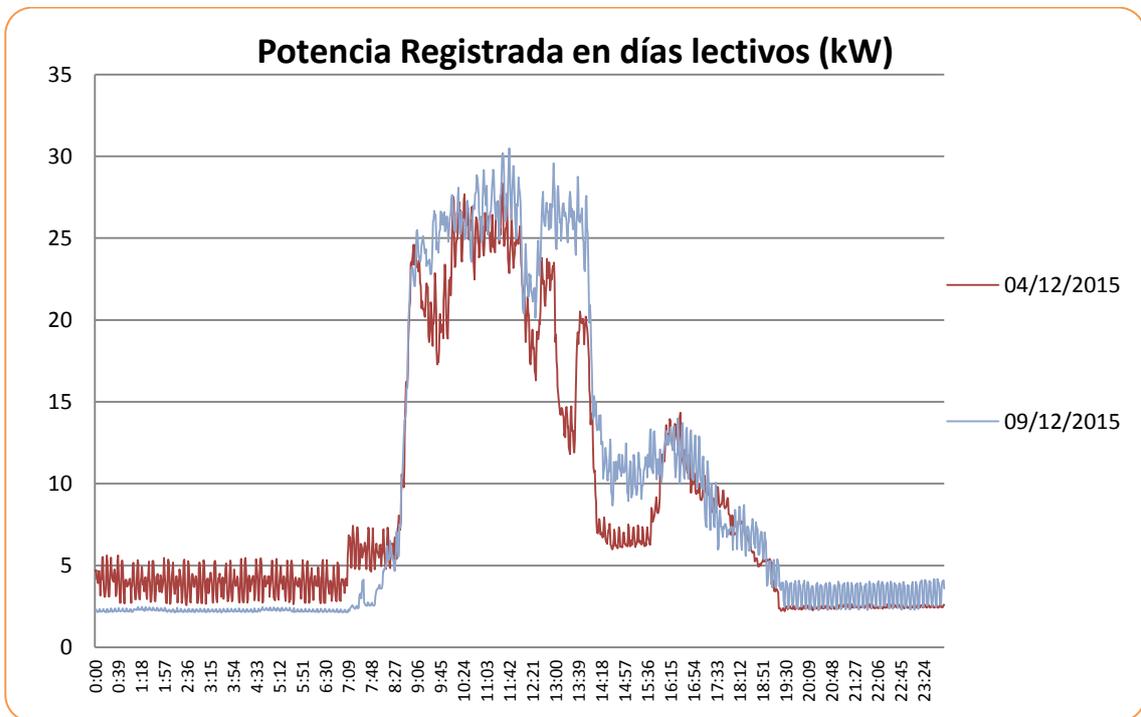


Gráfico 21 Potencia registrada en días lectivos (kW)

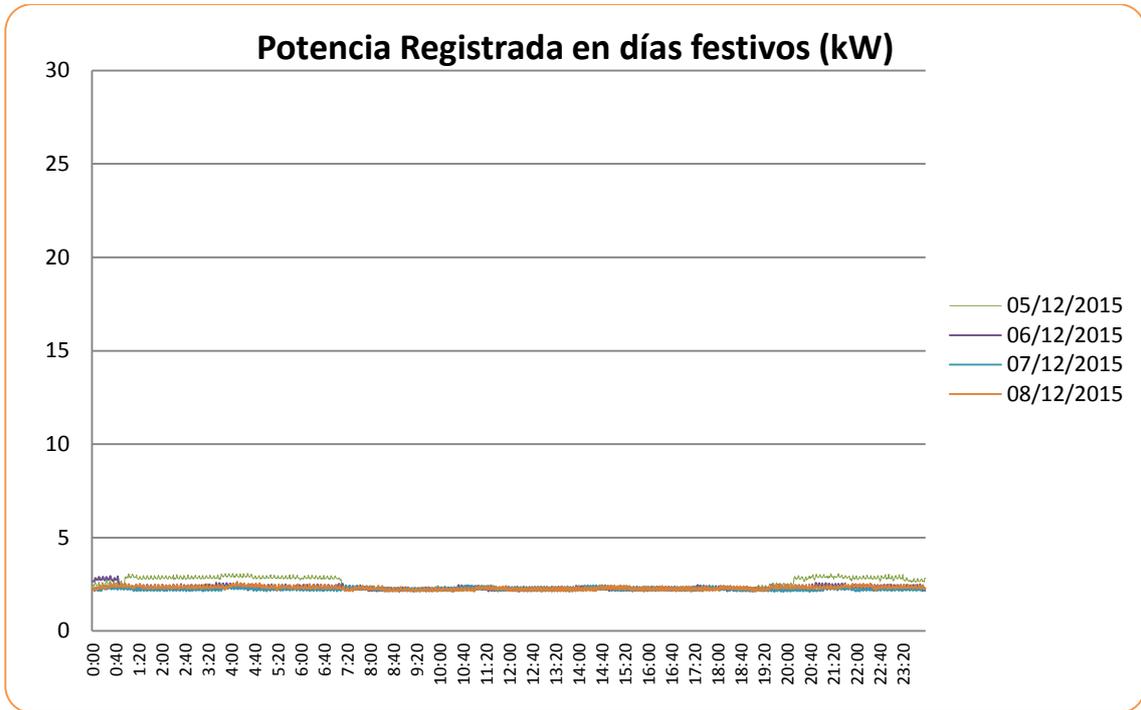


Gráfico 22 Potencia registrada en días festivos (kW)

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

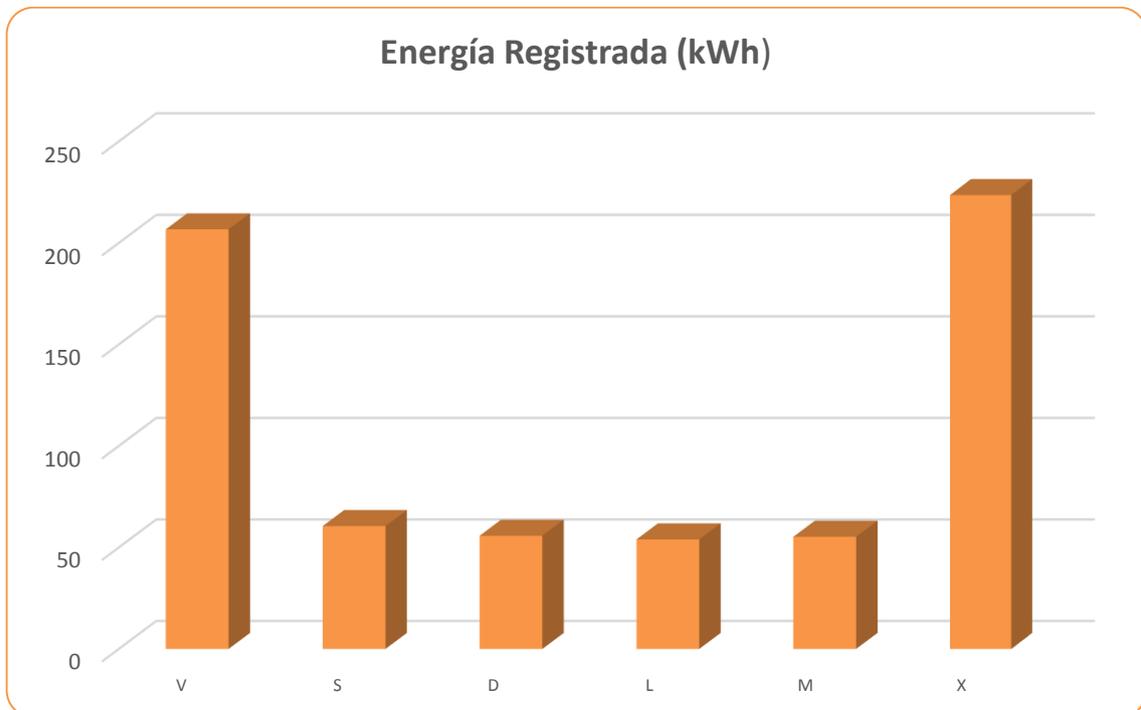


Gráfico 23 Energía consumida por cada día de la semana

REGISTRO TRIFÁSICO 2

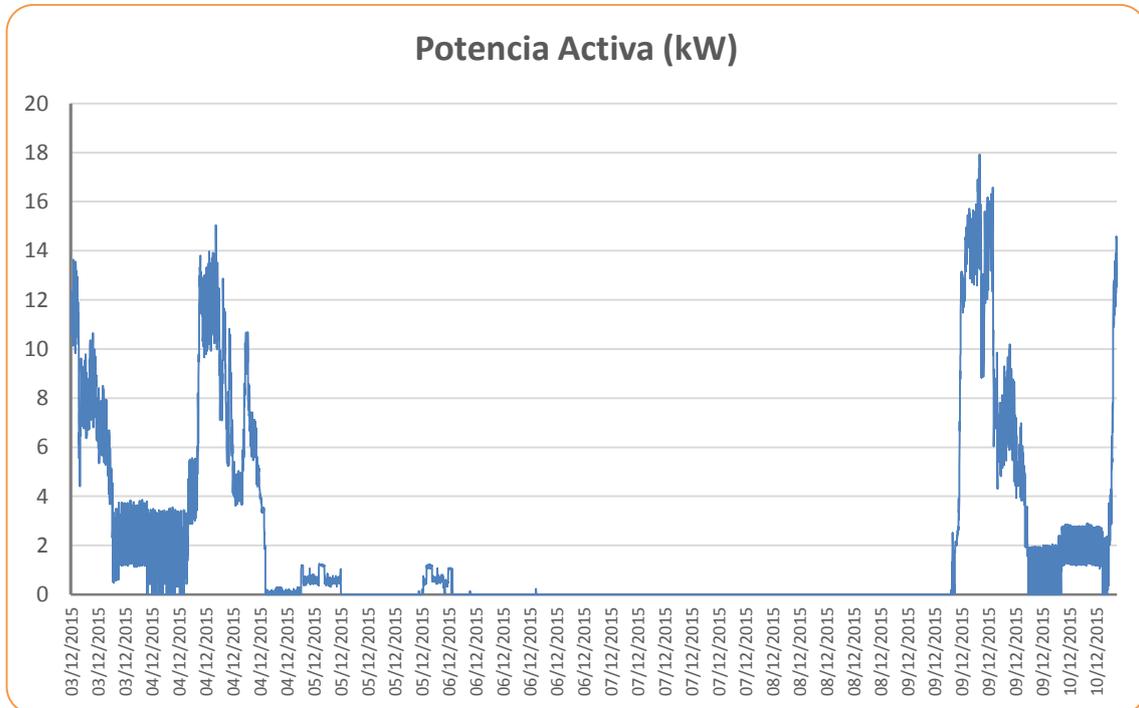


Gráfico 24 Datos de registro de potencia activa desde el 03/12/2015 al 10/12/2015



Gráfico 25 Datos de registro de potencia aparente desde el 03/12/2015 al 10/12/2015

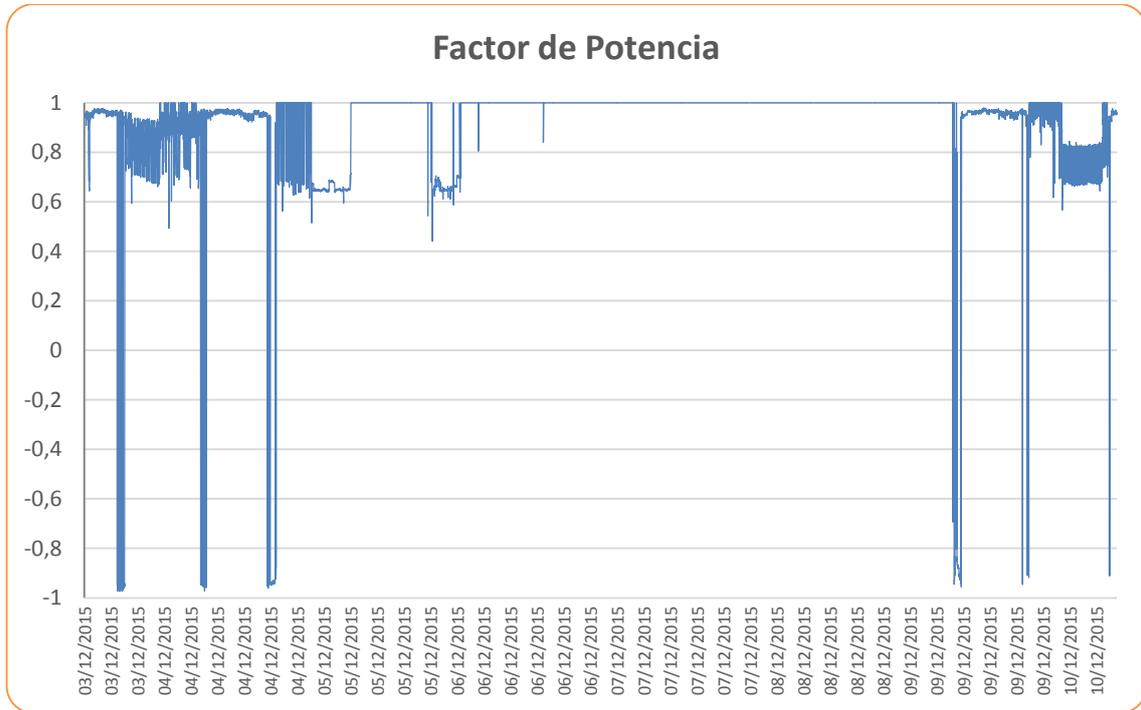


Gráfico 26 Factor de potencia trifásico registrado

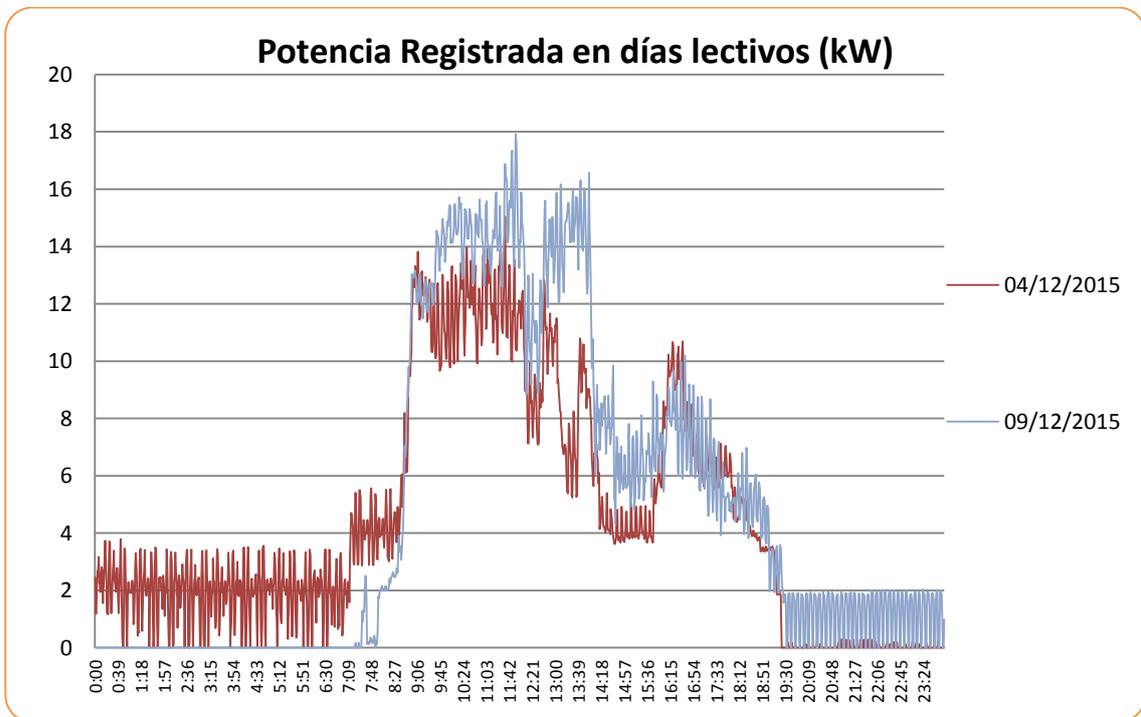


Gráfico 27 Potencia registrada en días lectivos (kW)



Gráfico 28 Potencia registrada en días festivos (kW)

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

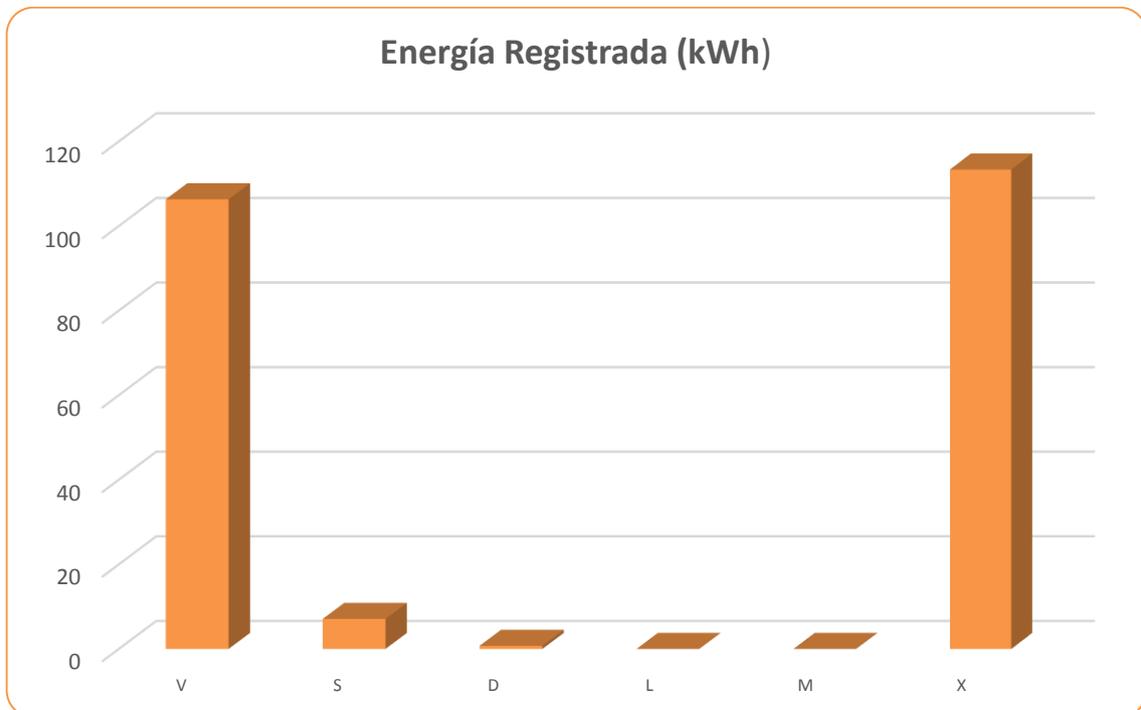


Gráfico 29 Energía consumida por cada día de la semana

DEMANDA TOTAL

Ambos analizadores estuvieron registrando durante la misma semana; por lo tanto, podemos agrupar los datos para obtener un perfil de funcionamiento global del centro educativo; a continuación se muestran los datos agrupados:

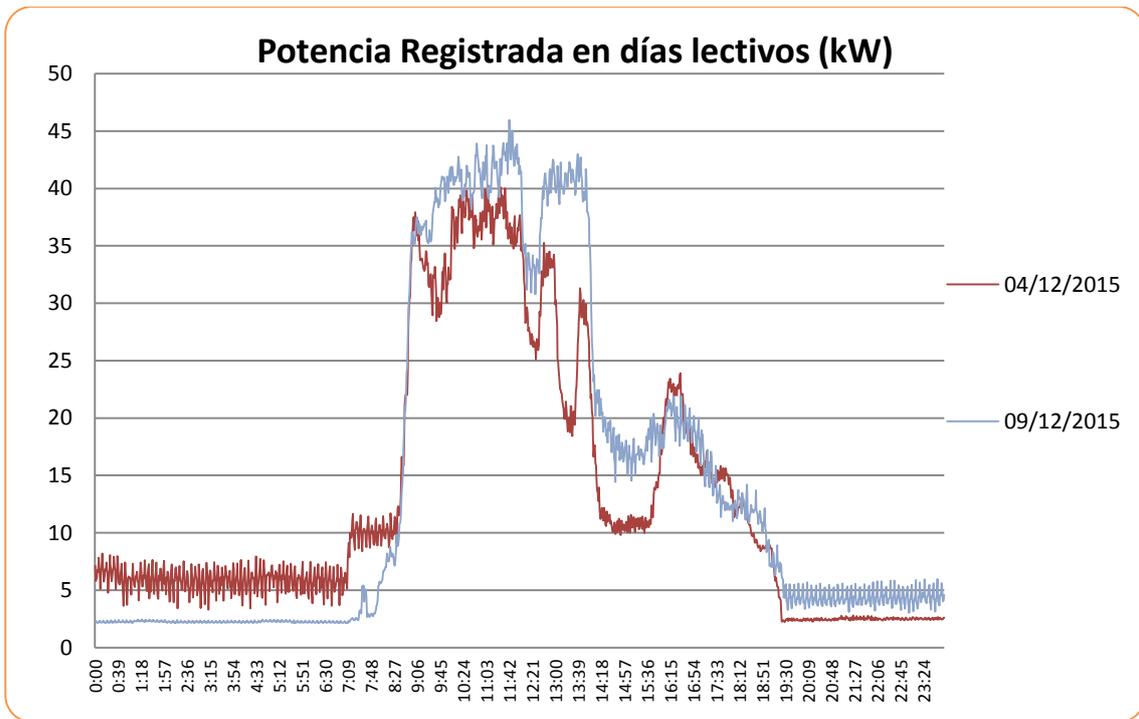


Gráfico 30 Potencia registrada en días lectivos (kW)

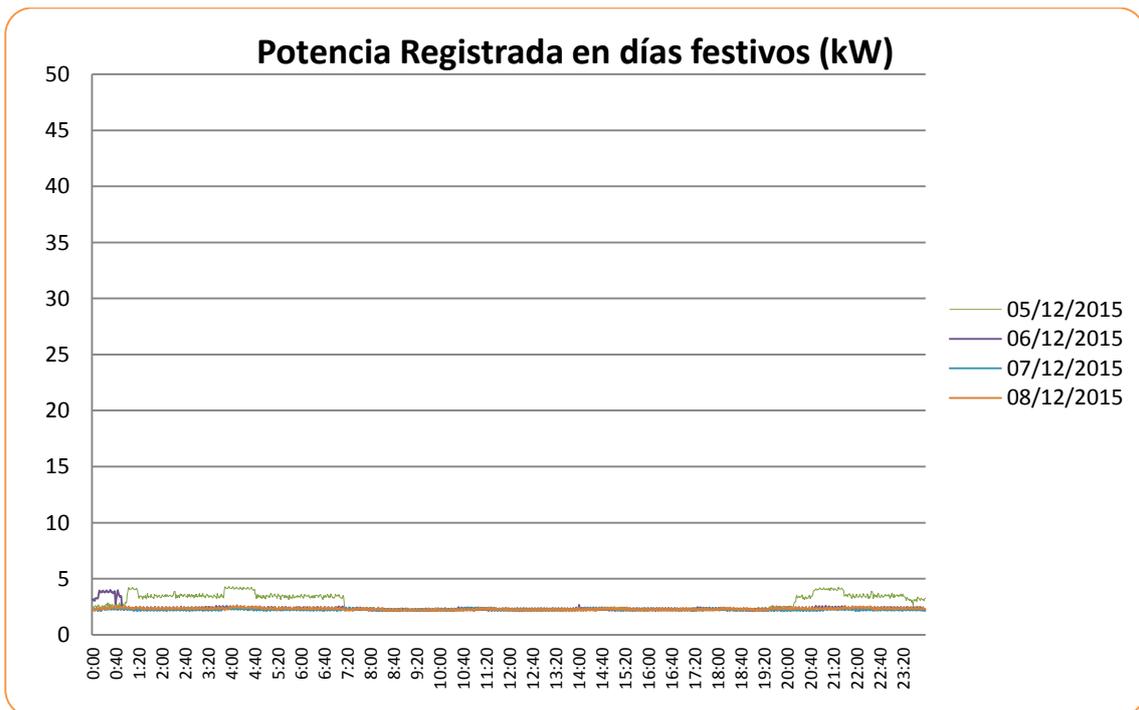


Gráfico 31 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 2,15 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 45,03 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas (maxímetro correspondiente al Suministro 2), y un horario principal de uso entre 8:00 y 19:30. Además, se observa que desde las 8:30 hasta las 14:00 la demanda de energía es mucho más elevada, coincidiendo con el horario de las clases.

El caso del alumbrado exterior no sigue un patrón fijo; vemos cómo permanece encendido algunas noches, de manera arbitraria, indistintamente, sea día lectivo o festivo.

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

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

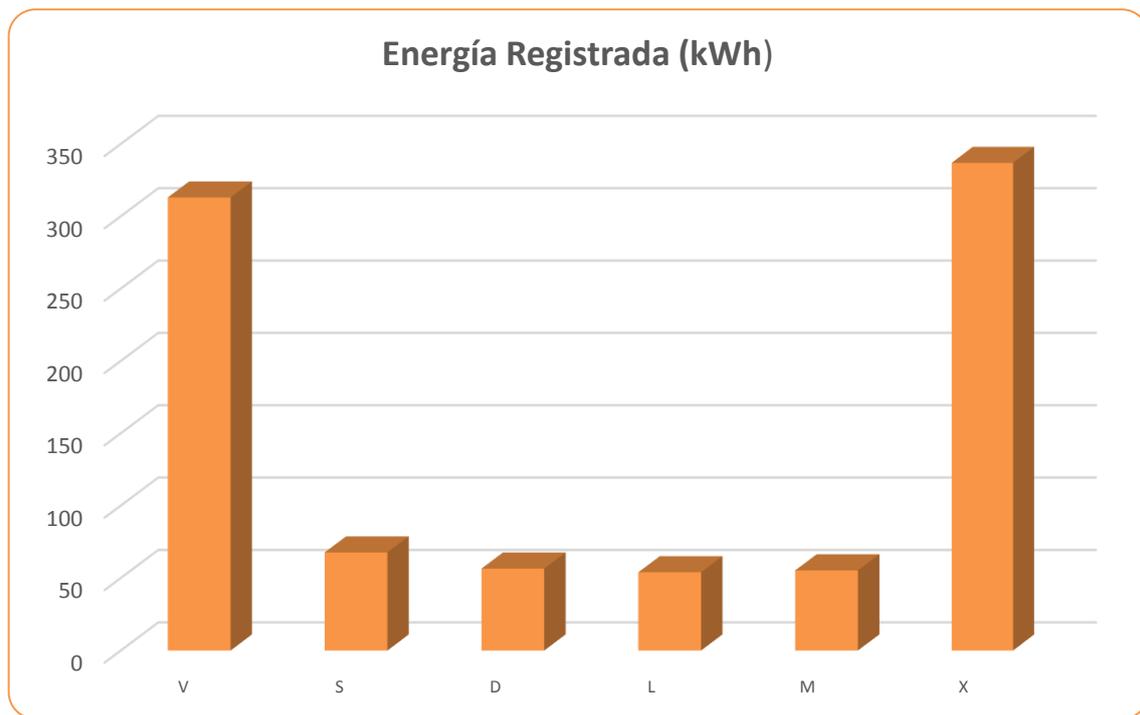


Gráfico 32 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 324,98kWh y durante los días festivos de 58,35kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 5541,66kWh para el mes de diciembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en diciembre de 2014 de un 29,62% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario/calendario habitual en el mes de diciembre, pues existen funciones navideñas, los días lectivos no son los mismos todos los años; y, además, los equipos de climatización tienen un mayor o menor uso dependiendo de las condiciones climáticas.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Iluminación Pasillo y Baños**

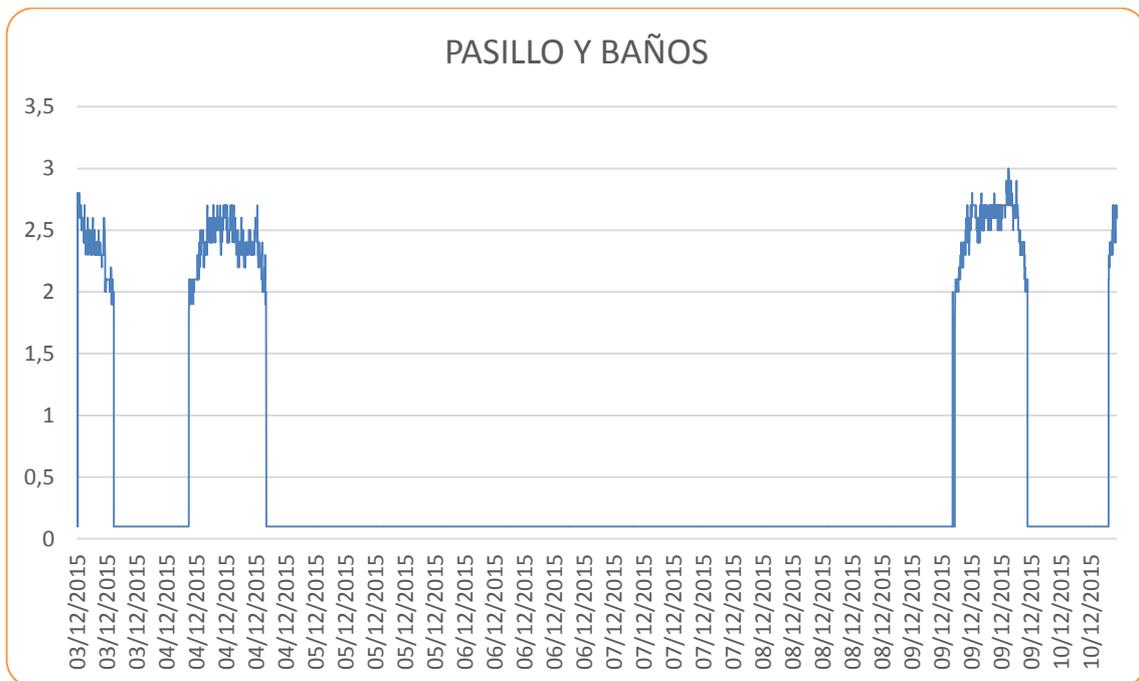


Gráfico 33 Registro de monofásico instalado en Pasillo y Baños

- **Iluminación Biblioteca y Aula 3D parcial)**

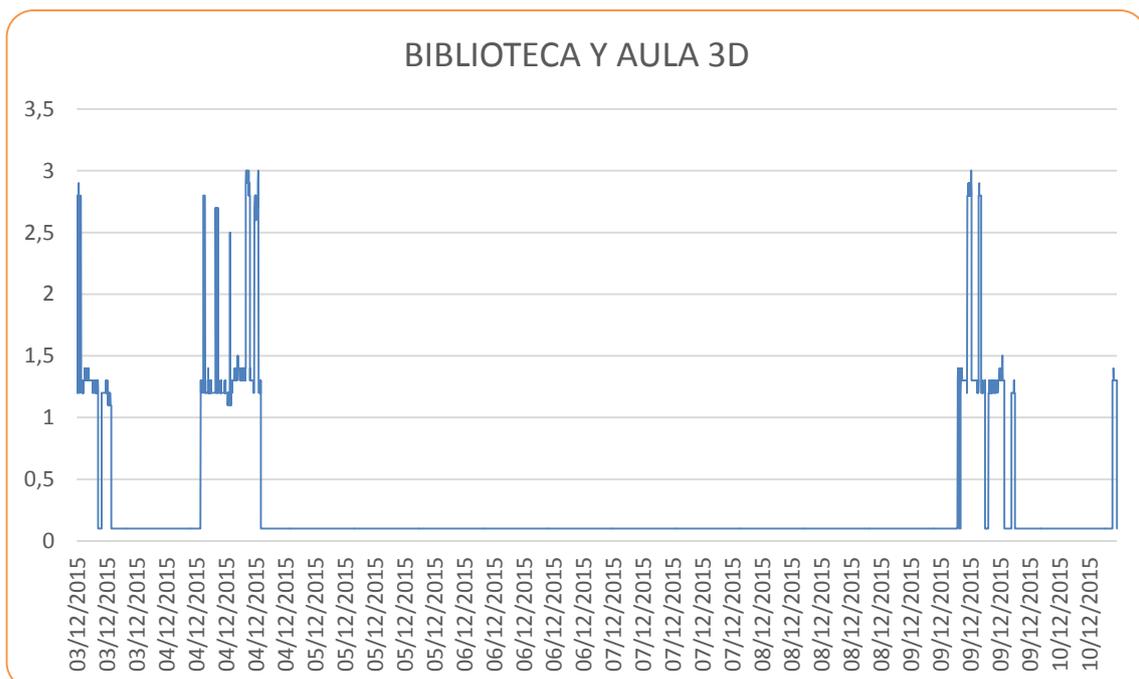


Gráfico 34 Registro de monofásico instalado en la Biblioteca y Aula 3D parcial

- **Iluminación Aulas 3D parcial y 3A**

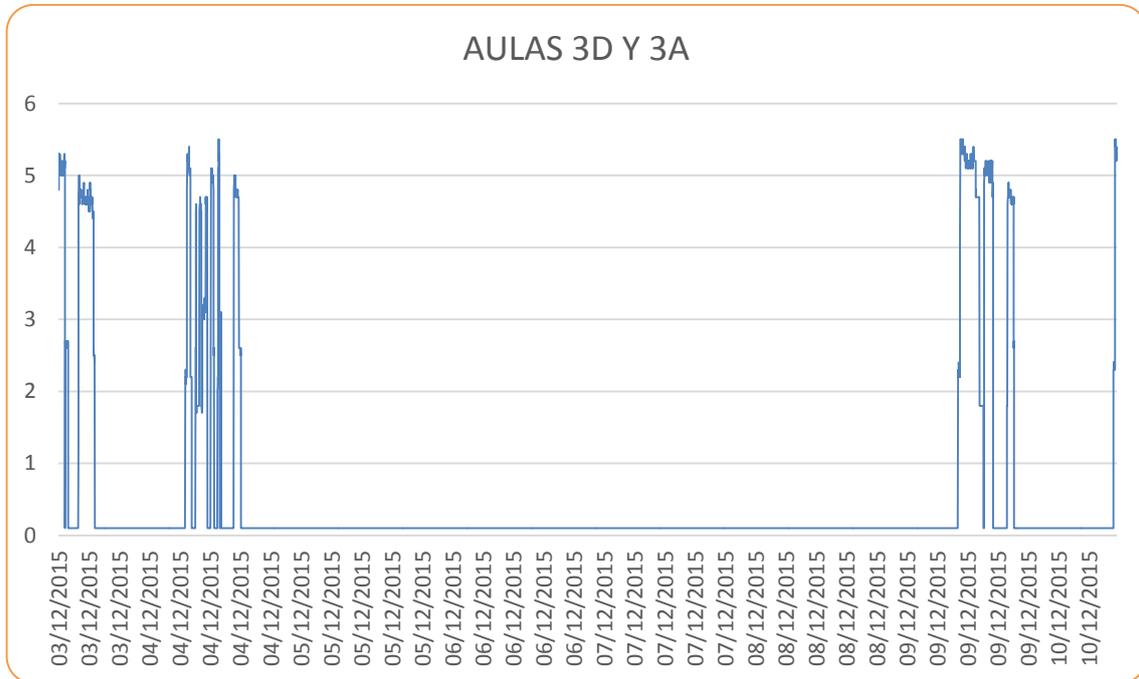


Gráfico 35 Registro de monofásico instalado en las aulas 3D y 3ª

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

- Pasillo y Baños:
 - o Lectivos: 9'5-10 horas
 - o Festivos: -
- Biblioteca y Aula 3D parcial:
 - o Lectivos: 4-4'5 horas
 - o Festivos: -
- Aulas 3D parcial y 3A:
 - o Lectivos: 4-4'5 horas
 - o Festivos: -

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	0	Pasillo 1	777,6	68,40	235	150	4,84
Principal	0	Música	588	45,50	618	300	2,09
Principal	0	Jefatura	172,8	13,86	451	300	2,76
Principal	0	Secretaría	259,2	21,45	458	300	2,64
Principal	0	Dirección	172,8	19,72	453	300	1,93
Principal	0	Aseo femenino	43,2	2,10	387	150	5,32
Principal	0	Wc Femenino	43,2	1,40	457	150	6,75
Principal	0	Aseo Masculino	43,2	2,60	493	150	3,37
Principal	0	Almacén 1	43,2	9,90	115	100	3,79
Principal	0	Aseo niños	43,2	10,26	176	150	2,39
Principal	0	Aseo niñas	43,2	4,25	250	150	4,07
Principal	0	Limpiadora	43,2	6,30	456	100	1,50
Principal	0	Biblioteca	518,4	59,50	204	200	4,27
Principal	0	2ºD	518,4	58,74	560	300	1,58
Principal	0	Servidores	139,2	6,60	426	100	4,95
Principal	0	2ºA	604,8	52,90	535	300	2,14
Principal	0	Aseo 2ºA	86,4	6,60	206	150	6,35
Principal	0	3ºB	588	56,55	451	300	2,31
Principal	0	Almacén 3	48	6,75	210	100	3,39
Principal	0	Almacén 4	48	11,00	193	100	2,26
Principal	0	3ºC	588	51,10	426	300	2,70
Principal	0	3ºA	760,8	54,15	478	300	2,94
Principal	0	3ºE	288	48,24	540	300	1,11
Principal	0	3ºD	588	51,10	445	300	2,59
Principal	1	PT	144	23,04	544	300	1,15
Principal	1	4ºD	288	50,05	318	300	1,81

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Principal	1	Almacén limpieza	43,2	1,75	310	100	7,96
Principal	1	Intercultura	345,6	14,00	959	300	2,57
Principal	1	Pasillo 3	777,6	112,2	303	150	2,29
Principal	1	6ºB	518,4	56,55	419	300	2,19
Sala de Profesores	0	Sala de profesores	1036,8	50,00	1000	300	2,07
Sala de Profesores	0	Cocina	21,6	10,23	94	300	2,2*
Sala de Profesores	0	Distribuidor	345,6	23,62	352	150	4,16
Sala de Profesores	0	Niños	86,4	7,80	250	150	4,43
Comedor	0	Wc	52	3,75	410	150	3,38
Comedor	1	Aseo profesores	52	3,45	314	150	4,80
Comedor	1	2ºB	1036,8	26,04	460	300	8,66

Tabla 28 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por encima de los recomendados en muchas de las estancias en que se han realizado las mediciones.

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

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 29 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 03/12/2015 y 10/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Secretaría (Planta baja)

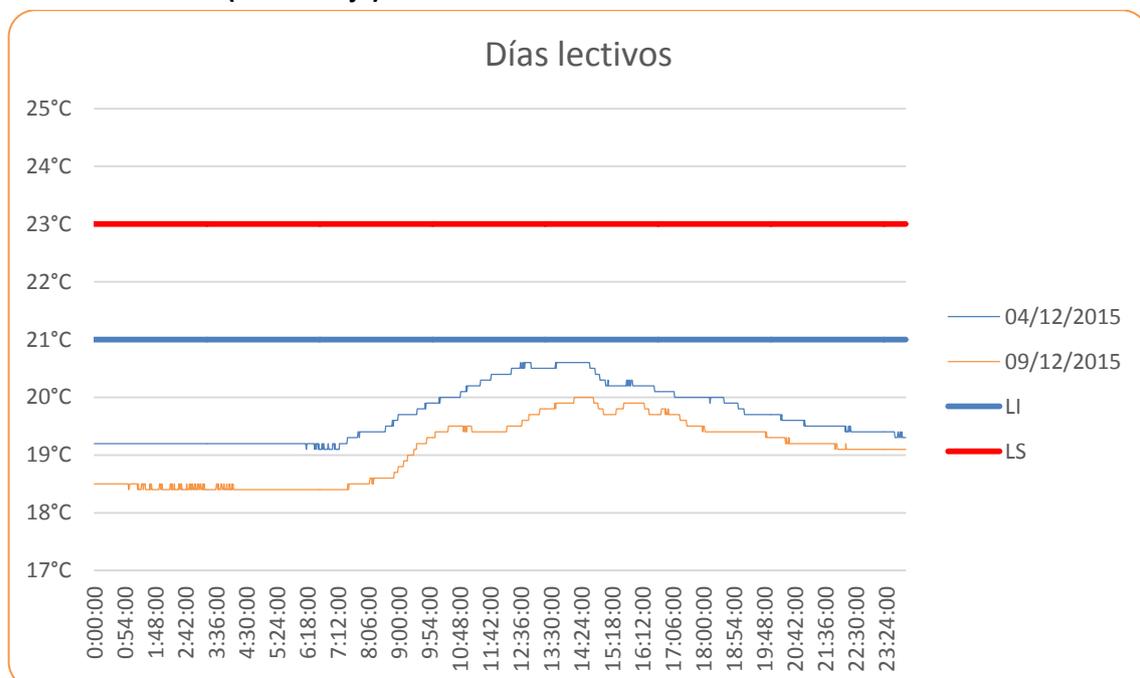


Gráfico 36 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

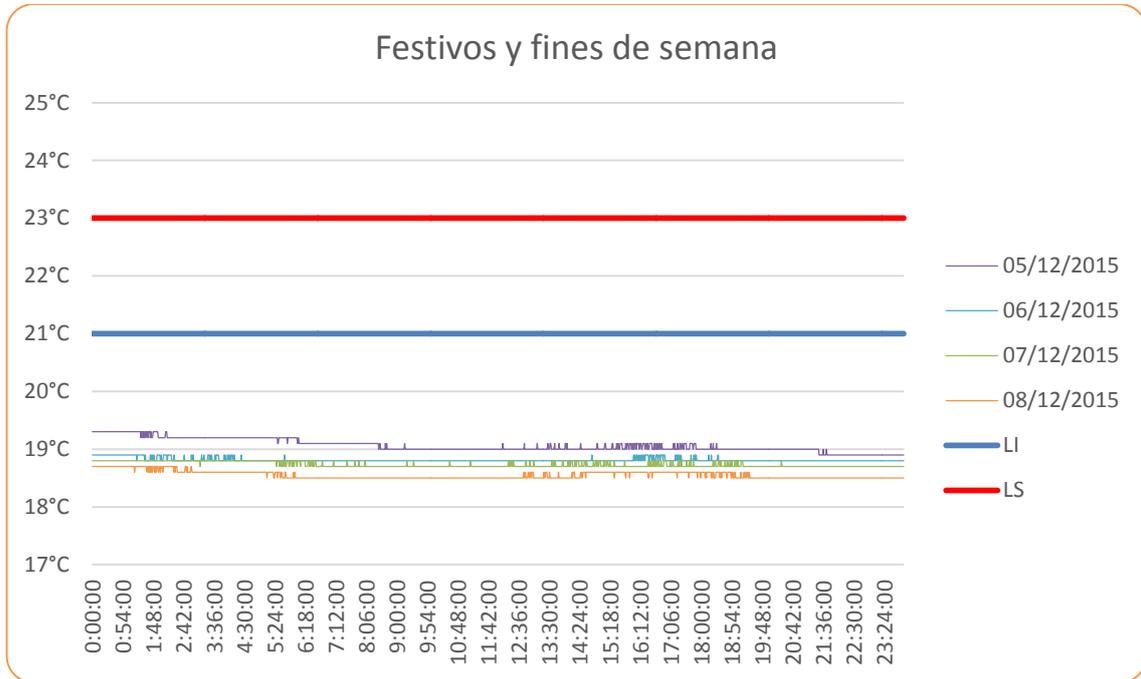


Gráfico 37 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

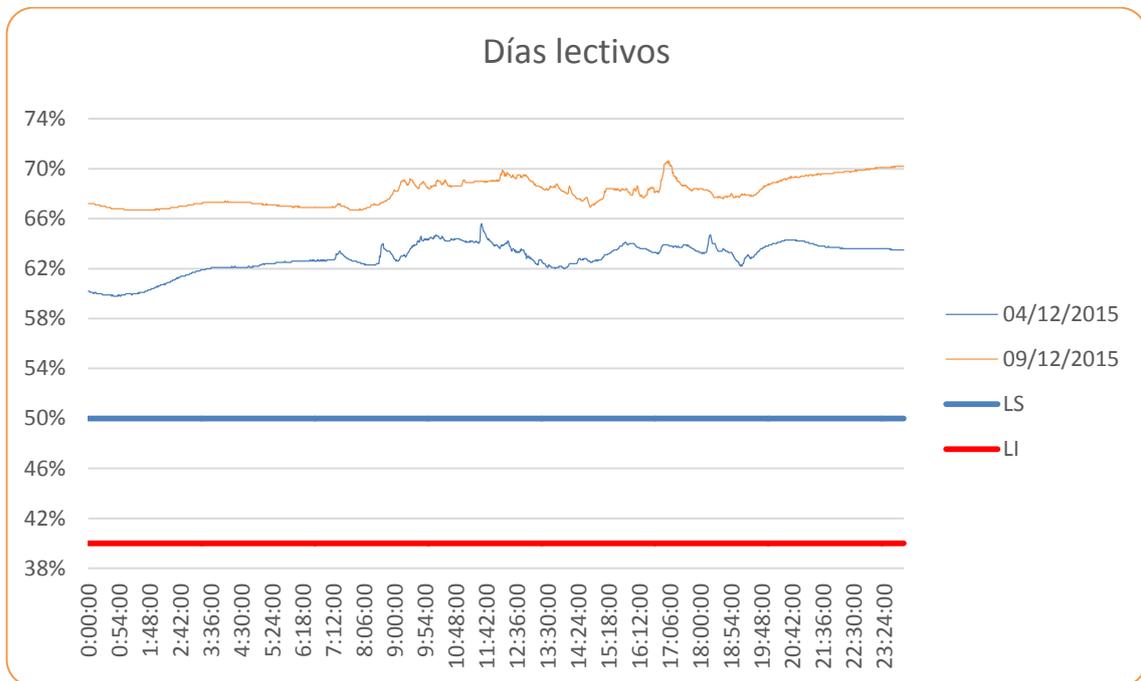


Gráfico 38 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



Gráfico 39 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo de expansión directa tipo BdC (Split 1x1) con unidad exterior ubicada en fachada y unidad interior de pared.

La temperatura comienza a ascender a partir de las 9:00h debido al inicio de la jornada lectiva y al aumento de la carga térmica del edificio (iluminación, personas...). La aportación térmica parece insuficiente ya que las temperaturas se mantienen por debajo del intervalo normativo (21-23°C), durante todo el periodo de ocupación.

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 (50%) durante todo el horario de ocupación, oscilando entre el 58 y 72%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran por debajo de los 21°C durante los periodos de ocupación.
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 9:00 hasta las 14:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos.**

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 centro educativo se ha obtenido una calificación C.



Imagen 23 Etiqueta Certificado Energético

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

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:

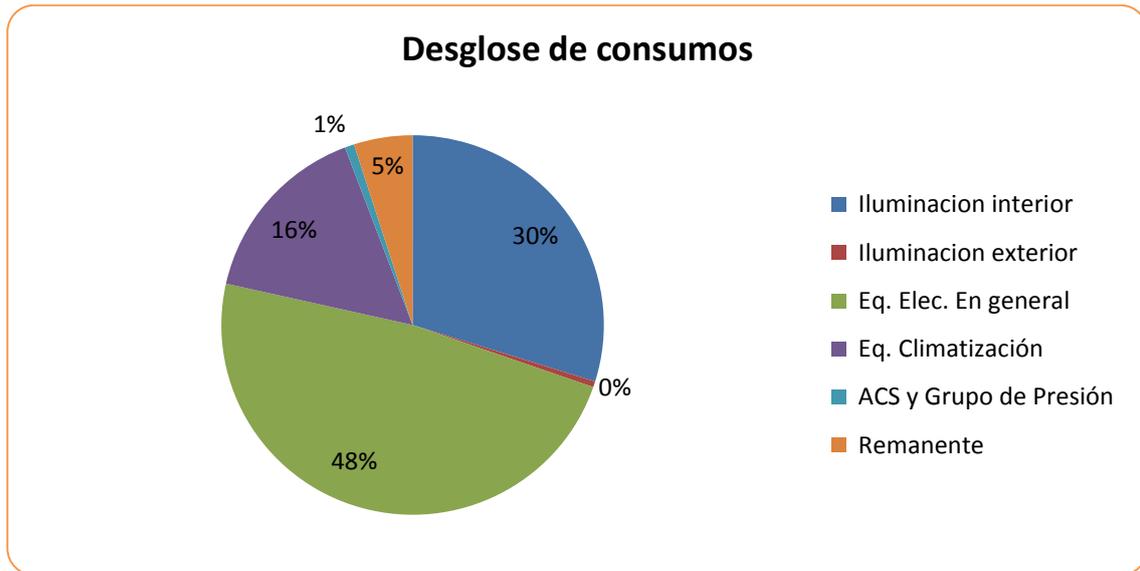


Gráfico 40 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético correspondiente a la producción de agua caliente sanitaria y al grupo de presión.

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%.

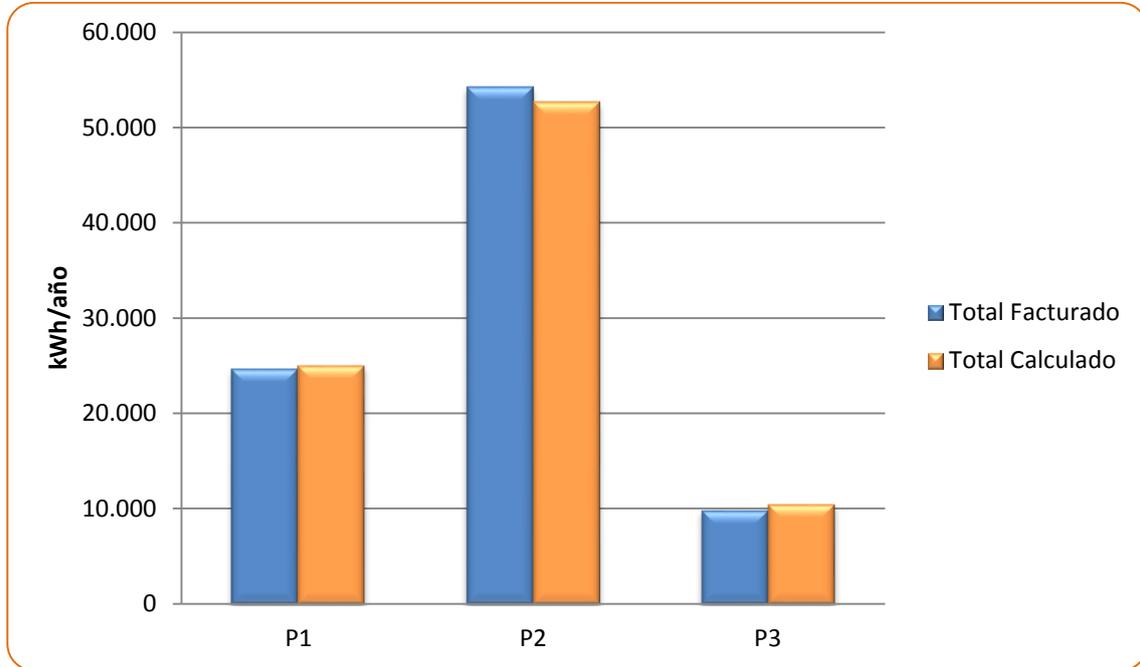


Gráfico 41 Desglose de consumos por periodo

4.2 Desglose de consumos térmicos

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

4.3 Contribución de energías renovables

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

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

Descripción actuación: Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.



Imagen 24 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. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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	35,04%	64,96%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,68162
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

Inversión

Al ser ésta una Auditoría 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	Emission es CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
14.107	53,61%	15,87%	1.788,94 €	166,52 €	1.955,46 €	17.944,81 €	9,18	5,63

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada. Suministro 2

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 encima 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.

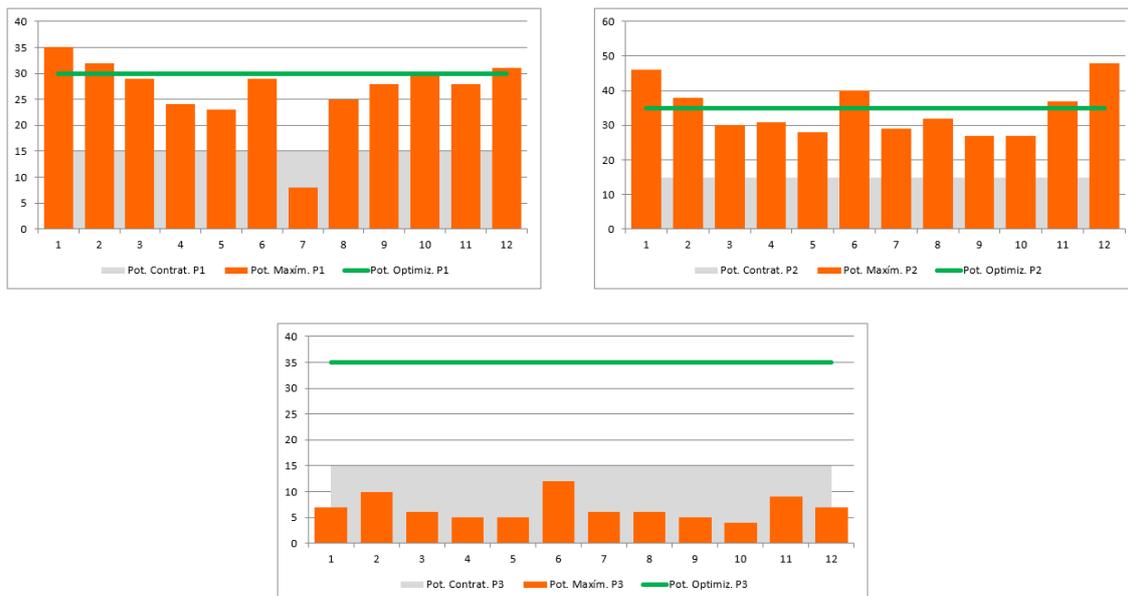


Gráfico 42 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 aumentar la potencia contratada a **30 / 35 / 35 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	
15,001	15,001	15,001	30	35	35	1.378,30 €

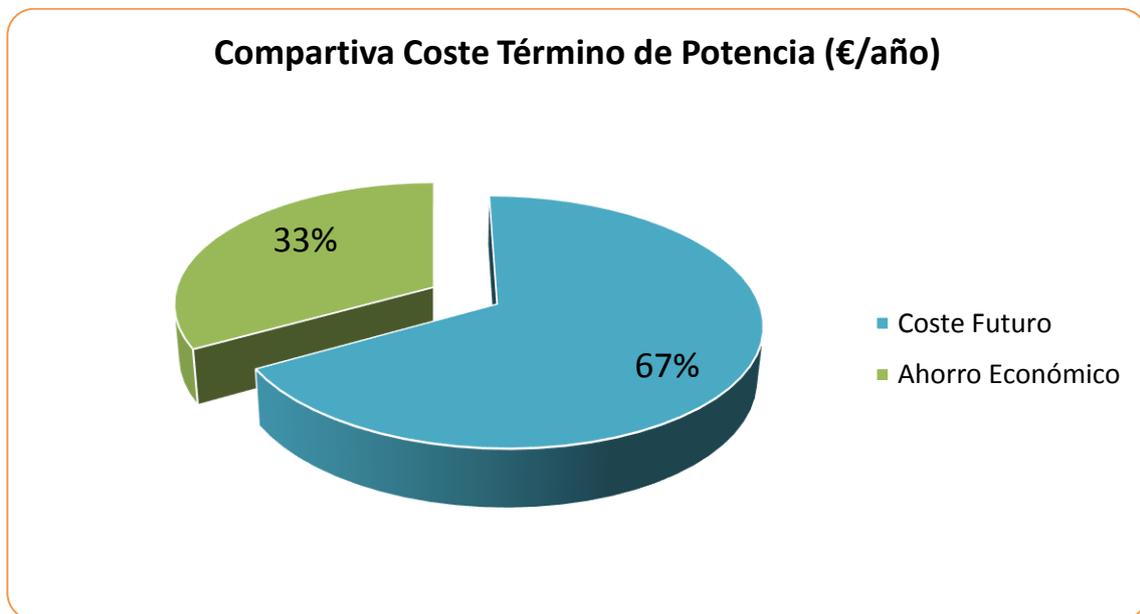


Gráfico 43 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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 25 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 C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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.

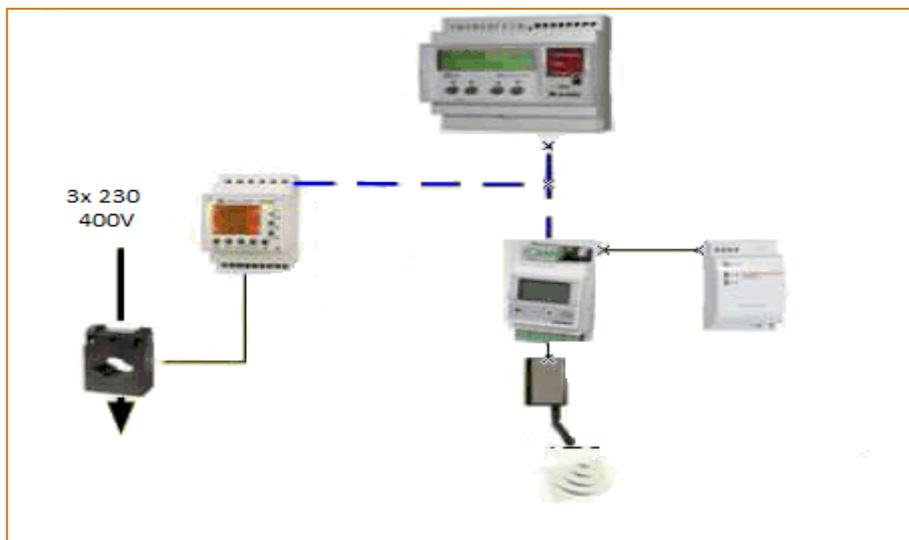


Imagen 26 Esquema de sistema de monitorización

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 C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

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:

- La mayor demanda de ACS coincide 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, tan solo existe un termo acumulador eléctrico en la cocina, lo que conlleva instalaciones de pocos 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-acumulador eléctrico ubicado en la cocina, y a que el uso es fundamentalmente en los meses de invierno, la implantación de estos sistemas presenta 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, 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.

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PLATERO	1306
		35
		Rev.03

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

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

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnología LED	14.107	53,61%	1.955,46 €	17.944,81 €	9,18	5,63
Ajuste de potencia eléctrica contratada (Suministro 2)	-	-	1.378,30 €	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	11.414	-	4.561,45 €	20.057,29 €	4,40	4,55

Tabla 30 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA