






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA **AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

(C.E.I.P. Fuente Nueva)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_76_20160315

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.....	6
1.4.1 Producción de ACS	7
1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	9
1.5 Iluminación.....	12
1.5.1 Iluminación interior	13
1.5.2 Iluminación exterior	14
1.5.3 Sistemas de control	14
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	14
1.6 Otros equipos	15
1.7 Resumen de potencias instaladas	17
2. CONSUMOS ANUALES.....	18
2.1 Consumos eléctricos	18
2.2 Consumos térmicos.....	21
2.3 Consumos energéticos totales	22
2.4 Índices energéticos.....	23
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	23
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	23
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	24
3.1 Medidas eléctricas.....	24
3.1.1 Registros trifásicos	24
3.1.2 Registros monofásicos.....	28
3.2 Medida de nivel de iluminación	30
3.3 Medidas térmicas	32
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	32
3.4 Análisis termográfico.....	36
3.5 Certificación energética	36
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	37
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	37

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

4.2	Desglose de consumos térmicos	38
4.3	Contribución de energías renovables	38
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	39
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	39
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	41
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	43
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	43
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	45
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	47
7.1	Energía solar térmica.....	47
7.2	Biomasa	47
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	48
8.	RESUMEN	49

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Fuente Nueva
Dirección	C/ Amor, 2. 29670 San Pedro de Alcántara
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	José María (Conserje): 639 702776
Número de edificios	3
Referencia Catastral	2102101UF2420S

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Fuente Nueva** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Amor** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.

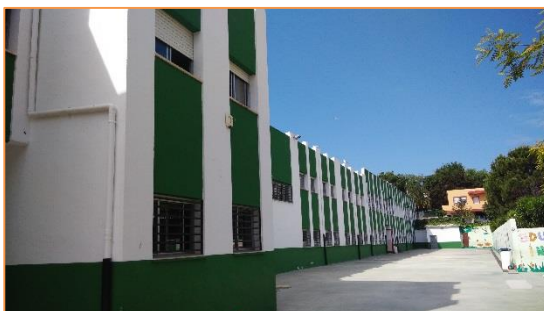


Imagen 1 Vistas generales del CEIP Fuente Nueva



Imagen 2 Vista aérea del CEIP Fuente Nueva

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA		1306
			76
			Rev.01

CEIP Fuente Nueva	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio Principal	2	3794	766	Sept-Junio: 7:30-20:00	1990	2007*
Gimnasio	1	272		1-15 Julio: 8:00-14:30 15 Jul-31 Ago: 9:00-13:00		
Sala de Máquinas	1	18	-	-		

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

*Se amplió el edificio principal y se cambiaron los contadores y la acometida, se modificó además una parte de la instalación eléctrica de la parte del edificio ya existente.

CEIP Fuente Nueva	Horario de funcionamiento
Aula Matinal	7:30-9:00
Aulas	9:00-14:00
Comedor	14:00-16:00
Actividades extraescolares	16:00-18:00
Limpiadora	16:00-20:00

Tabla 3 Horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas.

USO	Planta 0 (m²)	Planta 1 (m²)	Planta – (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	119	--	--	119
Aseos	141	69	--	210
Aulas	632	1.126	--	1.758
Cocina-comedor	121	--	--	121
Deportivo	171	--	--	171
No habitable	81	7	--	88
Usos múltiples	121	66	--	187
Zonas comunes	318	261	82	661
Sup. Total (m²)	1.704	1.529	82	3.315

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 53% 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 20%.

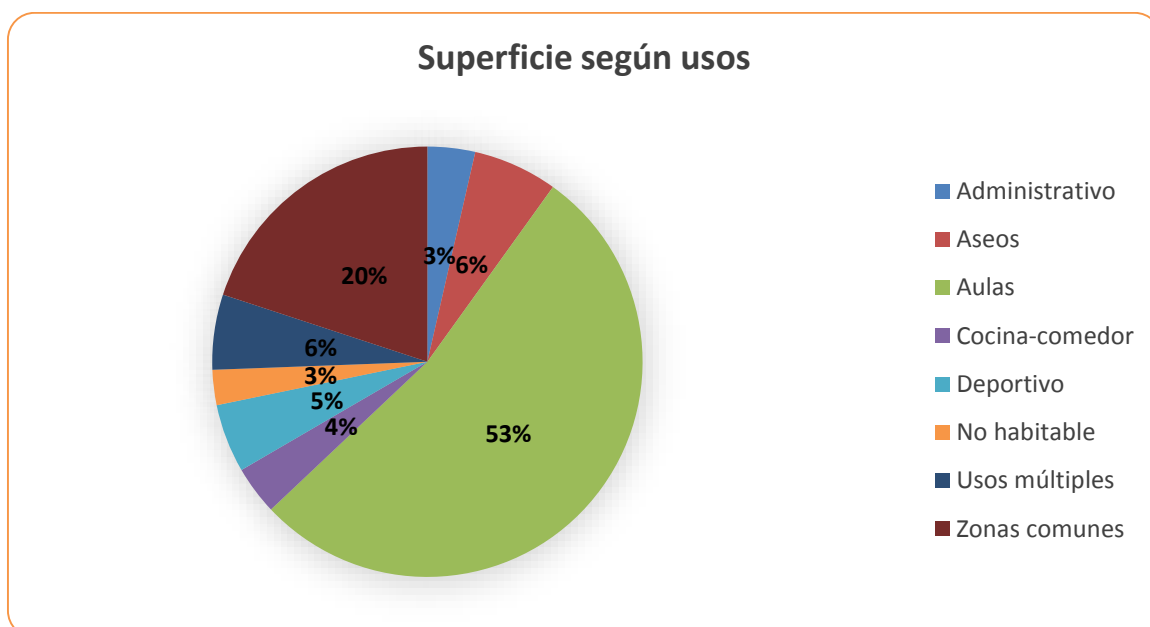
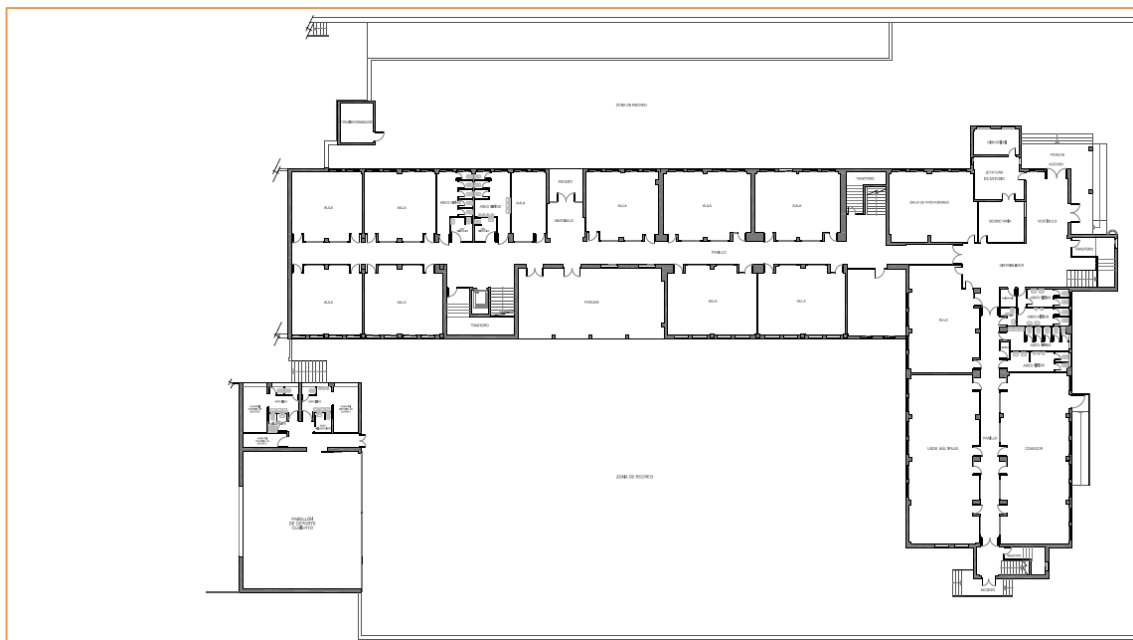
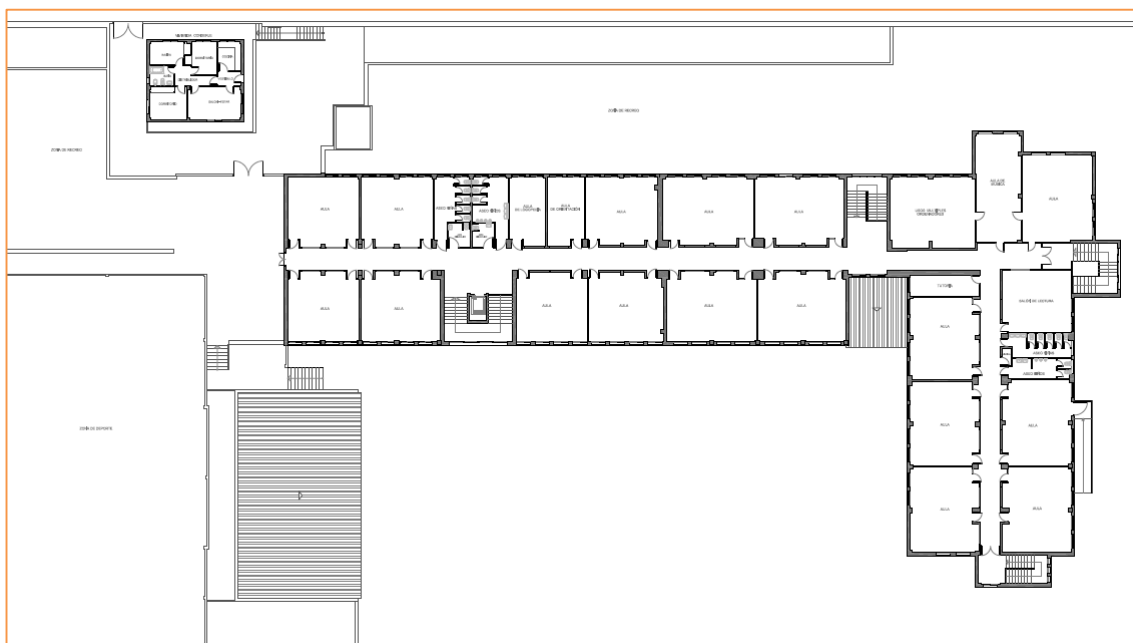


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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 1990; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.



Imagen 3 Vistas exteriores


Exteriormente el conjunto presenta una apariencia rotunda; el acabado es liso, pero las tonalidades empleadas hacen resaltar la regularidad de la estructura de hormigón armado.

Todas las cubiertas son planas; pero en el caso del gimnasio en lugar de una lámina auto protegida, se emplea un panel sándwich ligero.

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. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro consta de un sistema de calefacción compuesto por radiadores de diferentes tipologías (pared y portátiles) con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

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 termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

1.4.1 Producción de ACS

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

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
CEIP Fuente Nueva	0	Aseo Niños 1	1,50	50	Fuera de servicio
CEIP Fuente Nueva	0	Comedor	1,60	75	En servicio
CEIP Fuente Nueva	0	Aula P-07	1,50	50	En servicio
CEIP Fuente Nueva	0	Gimnasio-Duchas Niños	2,20	200	Fuera de servicio
CEIP Fuente Nueva	0	Gimnasio-Duchas Niñas	2,20	200	Fuera de servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos – Comedor



Imagen 6 Termos acumuladores eléctricos – Gimnasio y Aula P-07

1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2
Circuito	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios
Edificio	Sala de Máquinas	Sala de Máquinas
Ubicación	Sala de Máquinas	Sala de Máquinas
Denominación	B1	B2
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	Hasa	Hasa
Modelo	BARI 5 5T	ROMA 20 7T
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	5500-1000	22000-1000
Potencia abs (kW)	0,89	4,10

Tabla 6 Características grupos de bombeo



Imagen 7 Grupos de bombeo – Grupo de presión de incendios

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

1.4.3 Unidades Terminales

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

Radiadores eléctricos

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

Característica	1	2	3	4	5
Unidad terminal	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico
Tipo	Pared	Portátil	Portátil	Pared y portátil	Pared y portátil
Servicio	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción
Edificio	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva
Planta	0	0	0	0	1
Zona de tratamiento	Aula 15A	Jefatura de Estudios	Conserjería	Varias	Aula 4º C y Aula de apoyo a la integración
Marca	Ansonic	Celcia	Equation	Haberland	Kunft
Cantidad	1	1	1	15	2
Batería calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	2,00	2,00	0,70	2,00	2,00
Pot. Abs. (kW)	2,00	2,00	0,70	30,00	4,00
Regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario

Tabla 7 Características de radiadores instalados

Característica	6	7	8	9
Unidad terminal	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico
Tipo	Pared y portátil	Pared	Portátil	Portátil
Servicio	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción
Edificio	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva	CEIP Fuente Nueva
Planta	0	1	0	0
Zona de tratamiento	Varias	Aula 1º C	Secretaría	Dirección
Marca	Markesit	Obergozo	Quartz	Ufesa
Cantidad	13	1	1	1
Batería calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	2,00	2,00	1,20	2,00
Pot. Abs. (kW)	26,00	2,00	1,20	2,00
Regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario

Tabla 8 Características de radiadores instalados

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		76
	C.E.I.P. FUENTE NUEVA		Rev.01



Imagen 8 Tipología de **unidades interiores** instaladas- **Radiadores eléctricos**

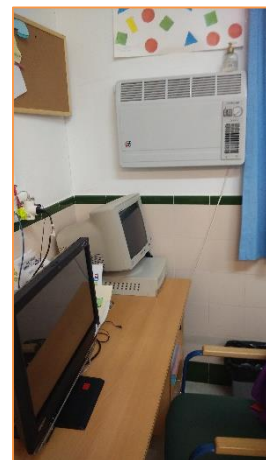
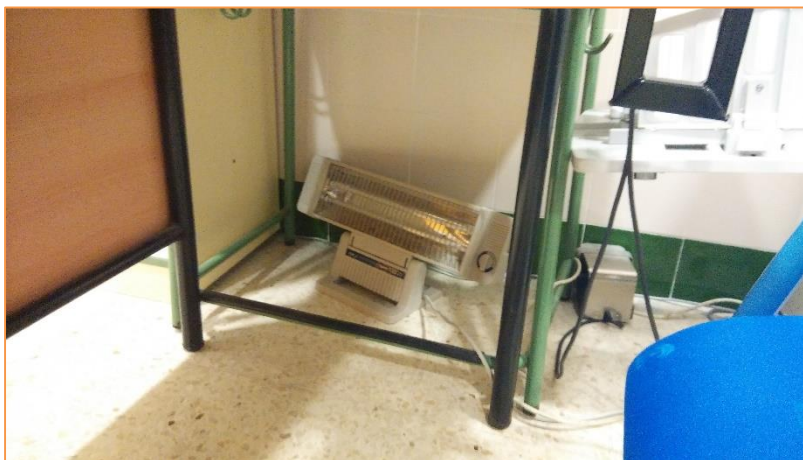


Imagen 9 Tipología de **unidades interiores** instaladas- **Radiadores eléctricos**

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

Zona	Superficie Calefactada (m ²)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/ m ²)
Administrativo	118,56	7,90	66,63
Aseos	15,08	2,00	132,63
Aulas	1.565,18	62,00	39,61
Total	1.698,82	71,90	42,32

Tabla 9 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

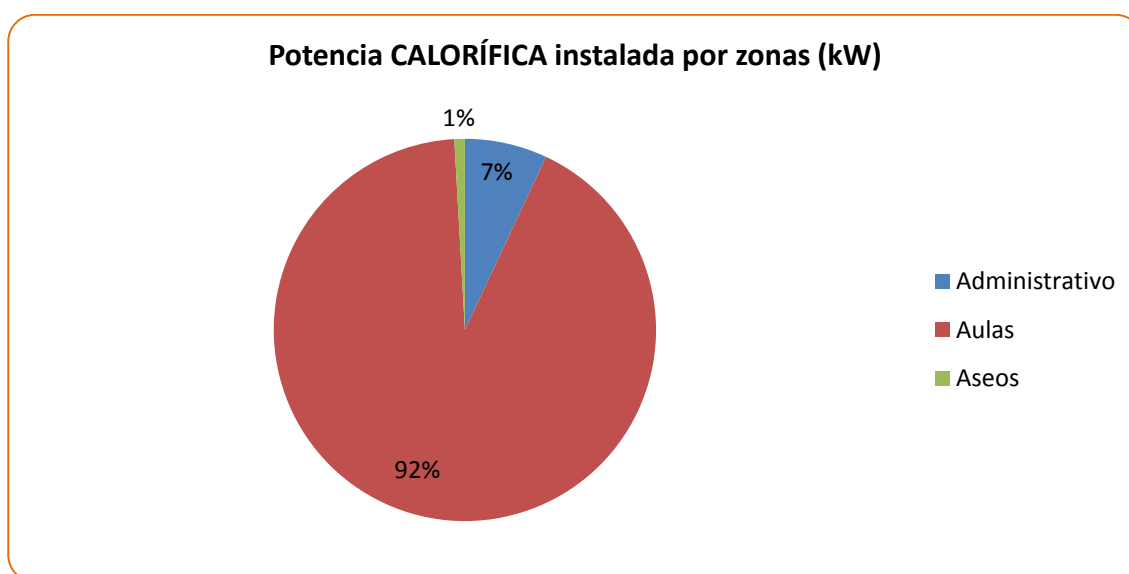


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

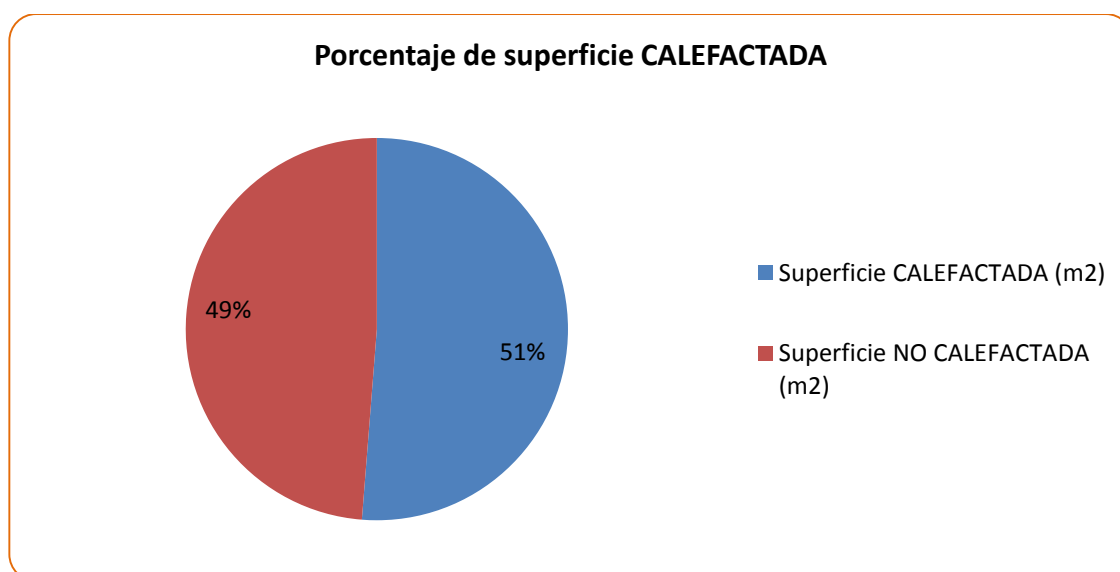


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 36,21 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

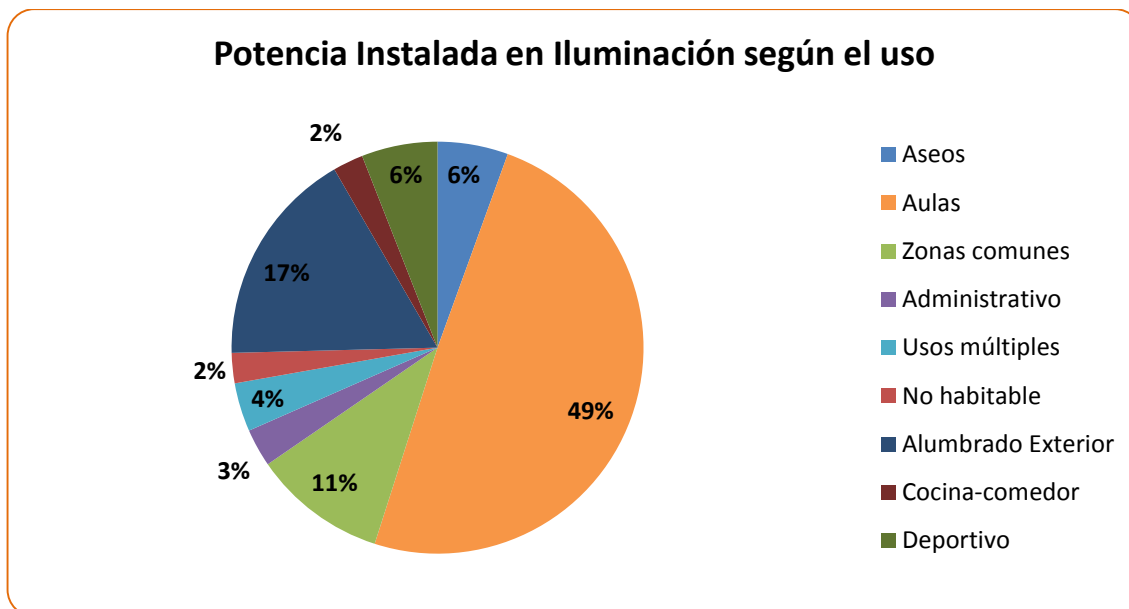


Gráfico 4 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

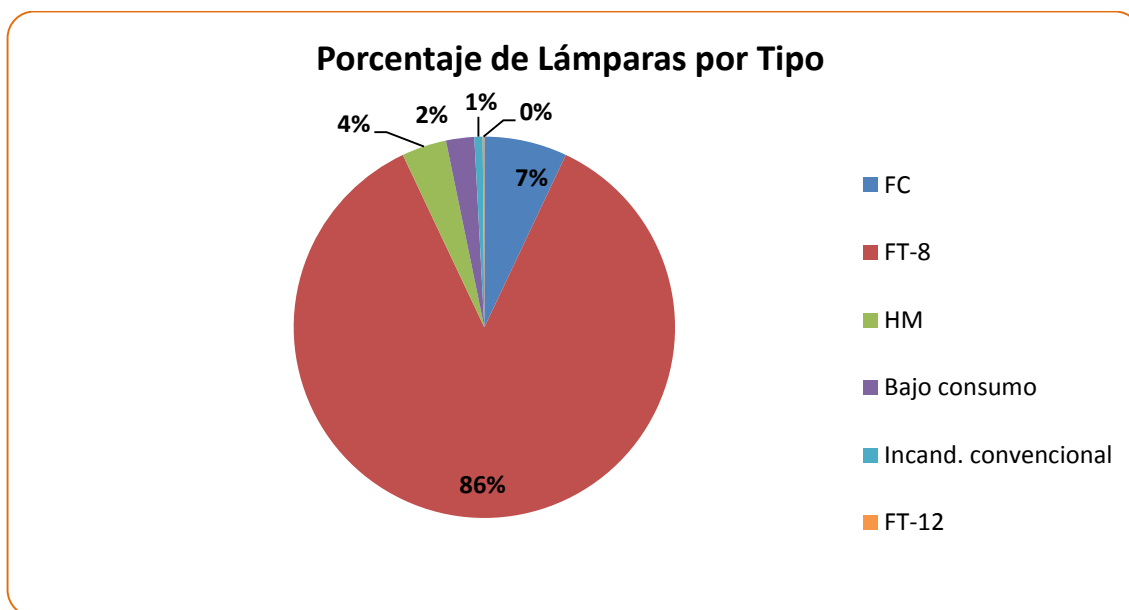


Gráfico 5 % de cada tipo de lámpara instalada

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	363	26,32
FT-8	362	26,27
2	249	21,51
36	249	21,51
1	113	4,76
36	108	4,67
15	5	0,09
FT-12	1	0,05
1	1	0,05
40	1	0,05
-	46	3,72
FC	25	1,14
2	25	1,14
26	15	0,78
18	10	0,36
Bajo consumo	4	0,12
1	4	0,12
18	2	0,04
40	2	0,08
Incand. convencional	5	0,30
1	5	0,30
40	2	0,08
60	2	0,12
100	1	0,10
HM	12	2,16
1	12	2,16
150	12	2,16
Total general	409	30,03

Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas

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



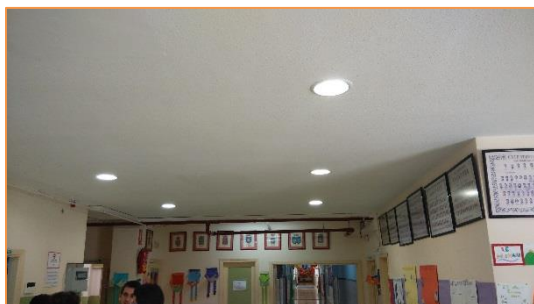


Imagen 10 Tipos de luminarias instaladas

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)
-	28	6,17
Bajo consumo	13	0,23
1	13	0,23
18	13	0,23
HM	15	5,94
1	15	5,94
250	7	2,10
400	8	3,84
Total general	28	6,17

Tabla 11 Resumen de iluminación exterior



Imagen 11 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

La iluminación interior carece de sistemas de control; mientras que el alumbrado exterior cuenta con relojes para controlar su funcionamiento tal y como se observa en el registro realizado.

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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	32	7,705
DVD/CD	1	0,02
20	1	0,02
Proyector	29	7,358
250	1	0,25
310	1	0,31
233	16	3,728
325	6	1,95
224	5	1,12
Video VHS	1	0,027
27	1	0,027
Televisión Tubo	1	0,3
300	1	0,3
Electrodoméstico	15	20,995
Frigorífico	3	0,545
220	2	0,44
105	1	0,105
Horno	1	6
6000	1	6
Lavavajillas	1	3,45
3450	1	3,45
Mesa caliente	1	3
3000	1	3
Microondas	2	1,6
800	2	1,6
Cafetera	4	2,85
750	3	2,25
600	1	0,6
Campana		
extractora	1	0,2
200	1	0,2
Kettle / Calienta		
agua	1	2,2
2200	1	2,2
Tostador	1	1,15
1150	1	1,15
Informático	67	17,931
Multifunción	1	0,009
9	1	0,009
Ordenador		
sobremesa	37	11,1
300	37	11,1
Rack	7	0,26
100	1	0,1
48	1	0,048
16	3	0,048
32	2	0,064
Scanner	1	0,017
17	1	0,017
Fotocopiadora	4	3,815
1500	1	1,5
1280	1	1,28
210	1	0,21
825	1	0,825

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Fax	1	0,02
20	1	0,02
Ordenador portátil	15	2,25
150	15	2,25
Impresora oficina	1	0,46
460	1	0,46
Otros	21	1,9
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Ventilador	16	0,79
60	3	0,18
50	1	0,05
45	7	0,315
55	4	0,22
25	1	0,025
Abrochadora eléctrica	1	0,07
70	1	0,07
Máquina plastificar	1	0,4
400	1	0,4
Mata mosquitos	1	0,02
20	1	0,02
Grúa discapacitados	1	0,23
230	1	0,23
Sonido	42	1,07
Altavoz	23	0,46
20	23	0,46
Minicadena música	2	0,058
30	1	0,03
28	1	0,028
Radio-Cd	16	0,222
14	15	0,21
12	1	0,012
Amplificador	1	0,33
330	1	0,33
Radiador eléctrico	38	73,9
Radiador eléctrico	1	2
2000	1	2
Radiador	37	71,9
2000	35	70
1200	1	1,2
700	1	0,7
Distribución - Bombas	2	4,99
Bomba	2	4,99
890	1	0,89
4100	1	4,1
ACS	5	9
Termo-acumulador	5	9
1500	2	3
2200	2	4,4
1600	1	1,6
Total general	222	137,491

Tabla 12 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

Potencia instalada en equipos eléctricos

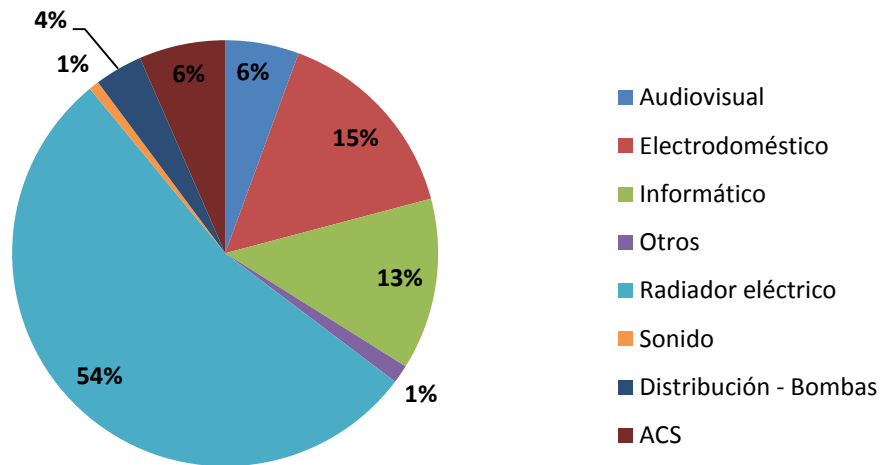


Gráfico 6 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

Resumen de potencia instalada en el edificio

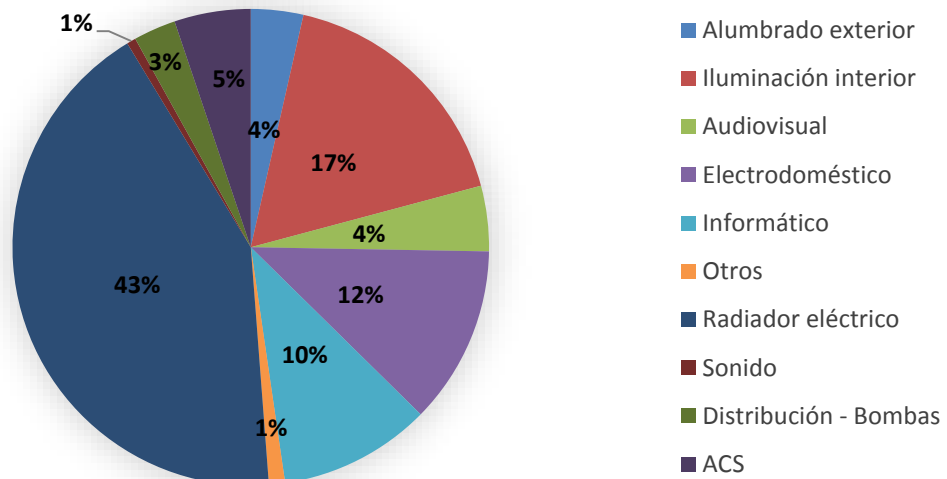


Gráfico 7 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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	ES0031103023247001TY0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	65,74	65,74	65,74
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 hasta Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	1285	8262	1156	35 /69 /22	0,00	1.640,03
31/01/2014	28/02/2014	1176	7024	1080	38 /70 /24	0,00	1.456,80
28/02/2014	31/03/2014	933	6360	948	37 /48 /15	0,00	1.349,10
31/03/2014	30/04/2014	2097	3203	468	43 /42 /16	0,00	1.111,69
30/04/2014	31/05/2014	2204	2969	518	35 /35 /11	0,00	1.118,56
31/05/2014	30/06/2014	1848	2695	575	34 /37 /14	0,00	1.039,62
30/06/2014	31/07/2014	437	1039	484	9 /10 /6	0,00	655,04
31/07/2014	31/08/2014	467	1385	699	10 /12 /6	0,00	715,13
31/08/2014	30/09/2014	2006	2864	608	36 /34 /10	0,00	1.084,16
30/09/2014	31/10/2014	1990	3789	702	38 /38 /15	0,00	1.207,94
31/10/2014	30/11/2014	959	5729	1158	21 /42 /16	0,00	1.299,61
30/11/2014	31/12/2014	1158	5594	1447	25 /58 /17	0,00	1.354,07

Tabla 13 Facturación eléctrica

A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva. Existe, además, una batería de condensadores situada en la estancia de Conserjería para compensar las posibles penalizaciones que pudieran darse.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	65,74	65,74	65,74
Potencia registrada (kW)	43	70	24

Tabla 14 Potencias contratada y registrada

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

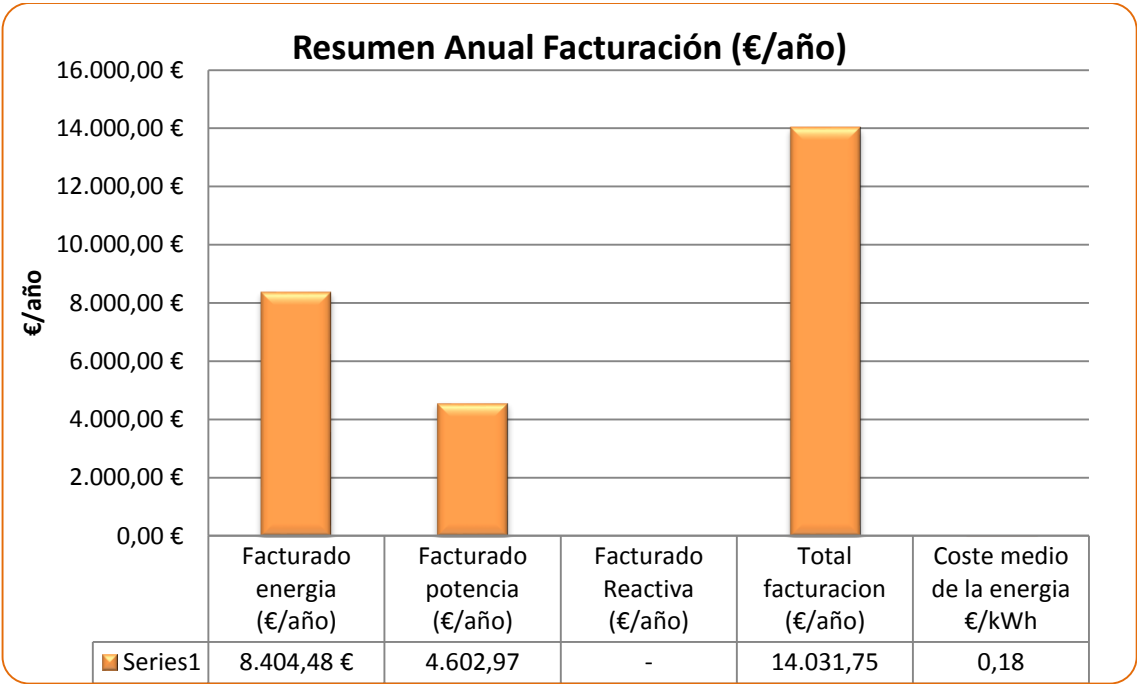


Gráfico 8 Resumen Anual de Facturación

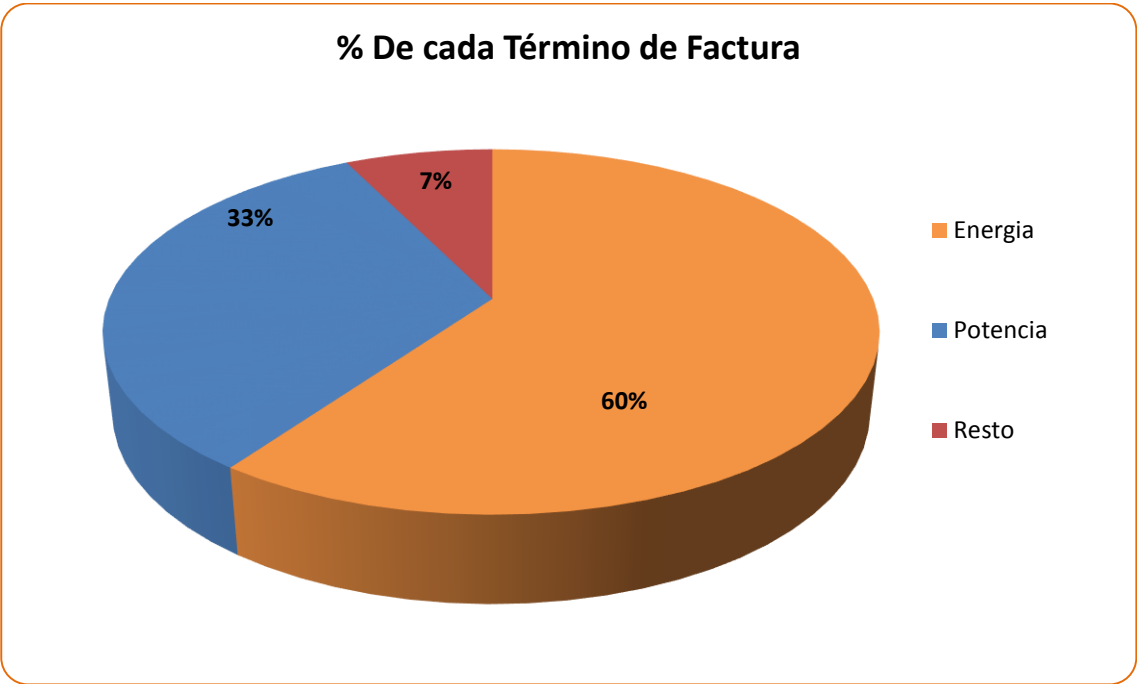


Gráfico 9 Resumen de los términos de Factura

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

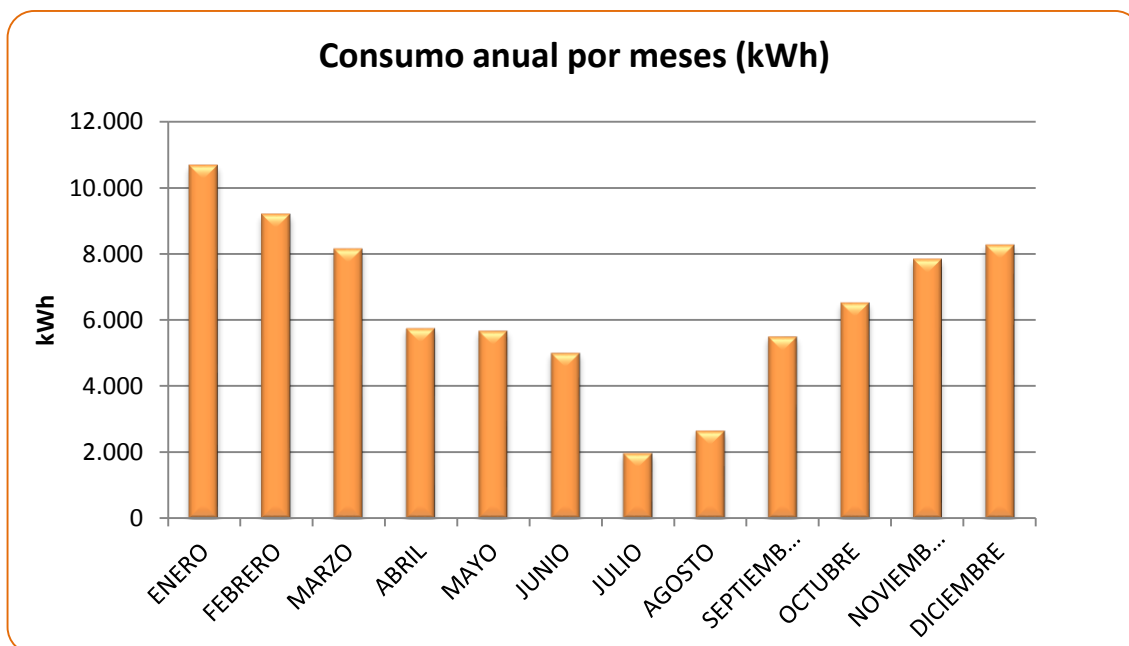


Gráfico 10 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

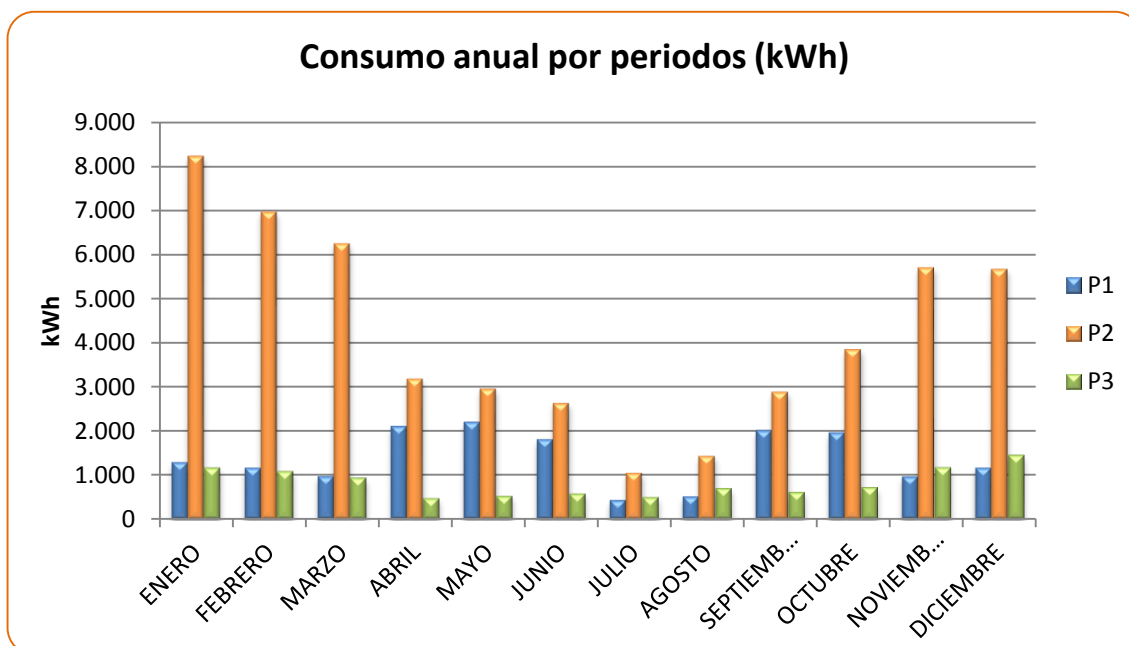


Gráfico 11 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	77.316
Total Facturación (€)	14.031,75
Media mensual de consumo (kWh/mes)	6.443
Media mensual de coste (€/mes)	1.169,31
Coste medio energía (€/kWh)	0,181

Tabla 15 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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)	77.316,00	-	77.316,00
Coste (€/año)	14.031,75	-	14.031,75

Tabla 16 Consumos energéticos anuales totales

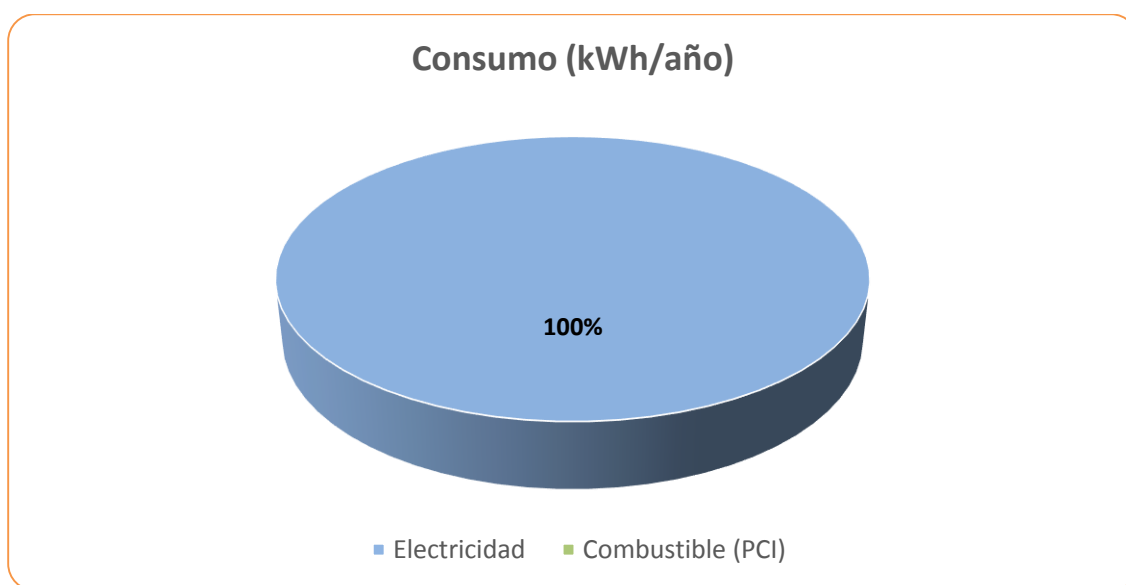


Gráfico 12 Porcentajes de consumos energéticos (kWh/año)

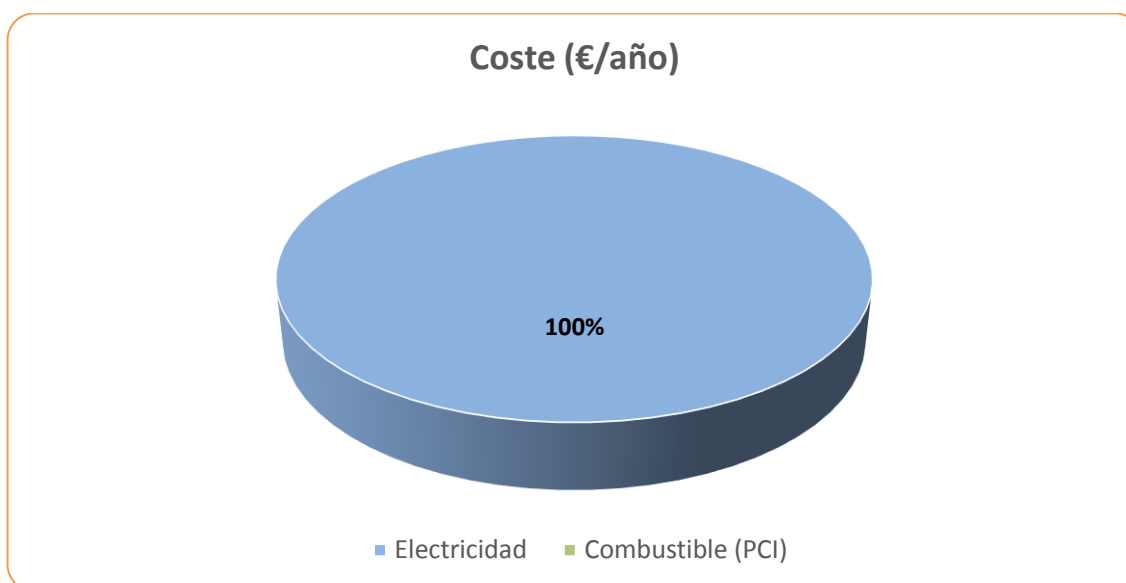


Gráfico 13 Porcentajes de costes energéticos (€/año)

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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 y Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	766
Superficie total (m ²)	3.314,78
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	30,03
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	6,17
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	137,49
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	173,70

Tabla 17 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	77.316,00
€/kWh	0,18
kWh/m ² Total	23,32
€/m ² Total	4,23
kWh/persona uso	100,93
€/persona uso	18,32
Ton CO ₂ /año	30,85
Kg CO ₂ /m ²	9,31
Pot. Iluminación en W/m ²	9,06

Tabla 18 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

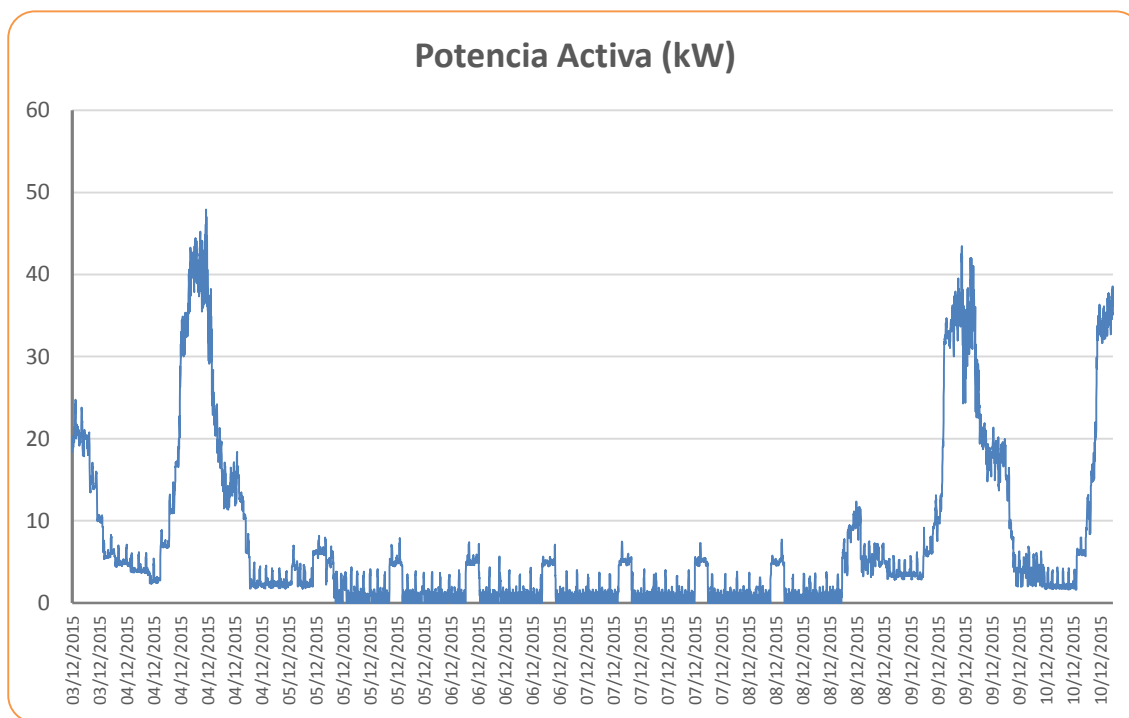


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 03/12/2015 al 10/12/2015

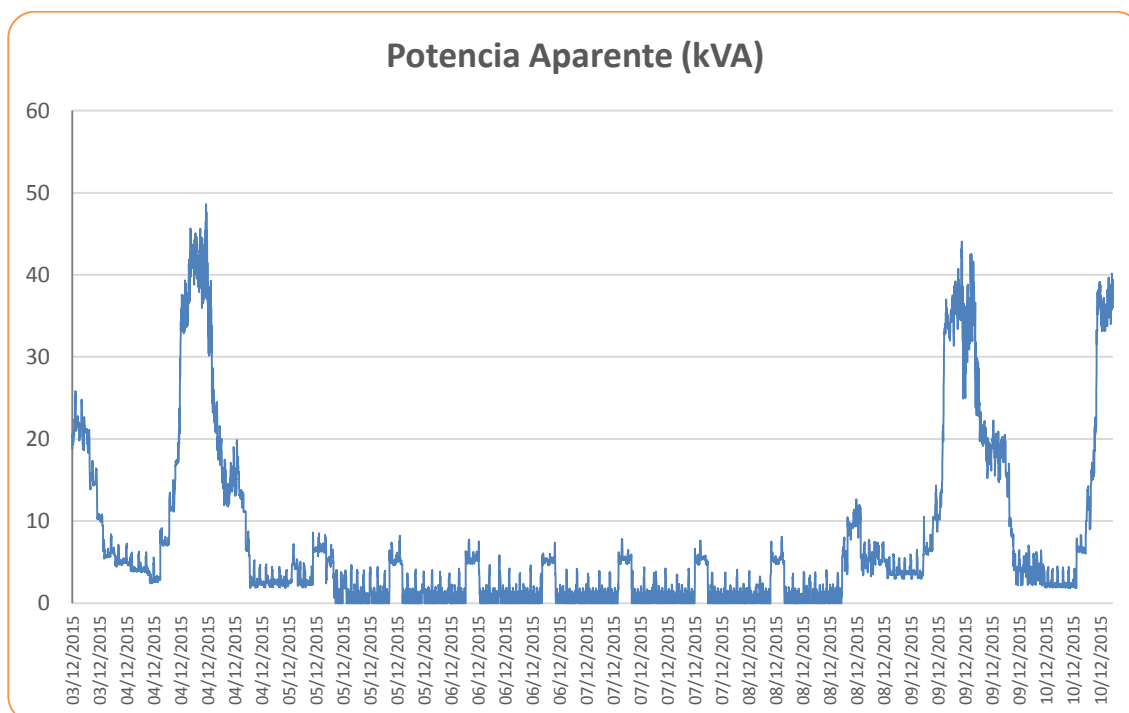


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 03/12/2015 al 10/12/2015

Factor de Potencia

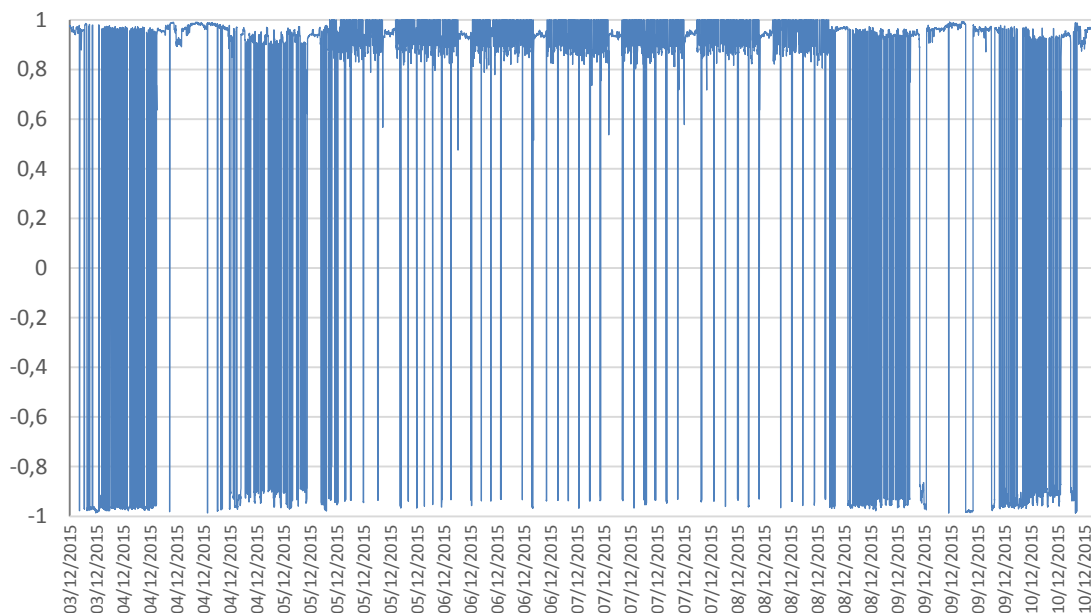


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

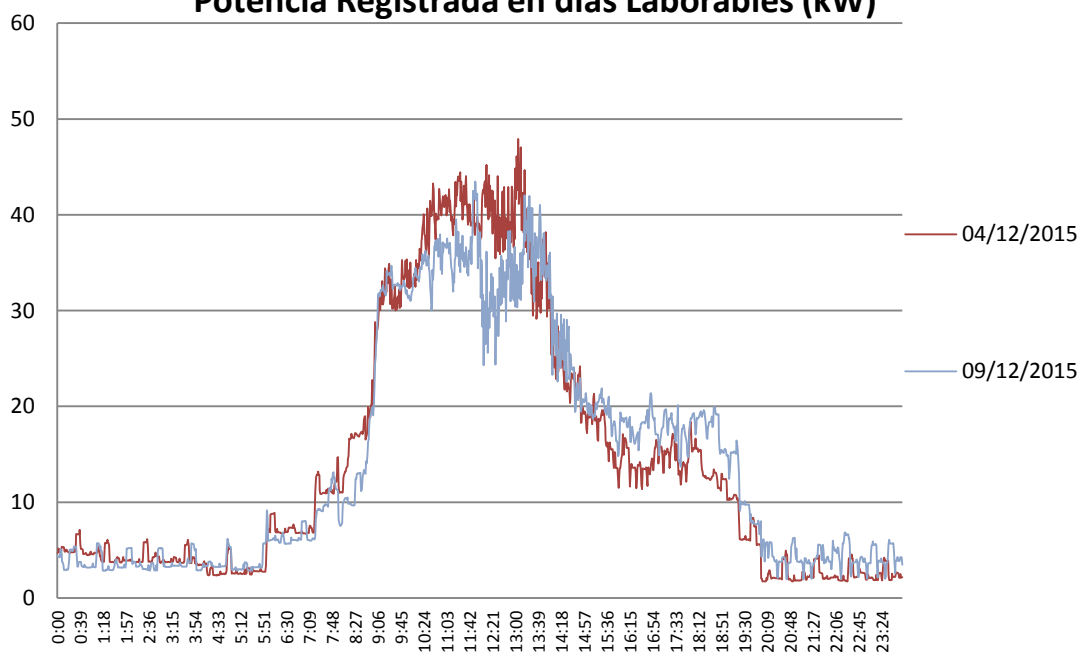


Gráfico 17 Potencia registrada en días lectivos (kW)

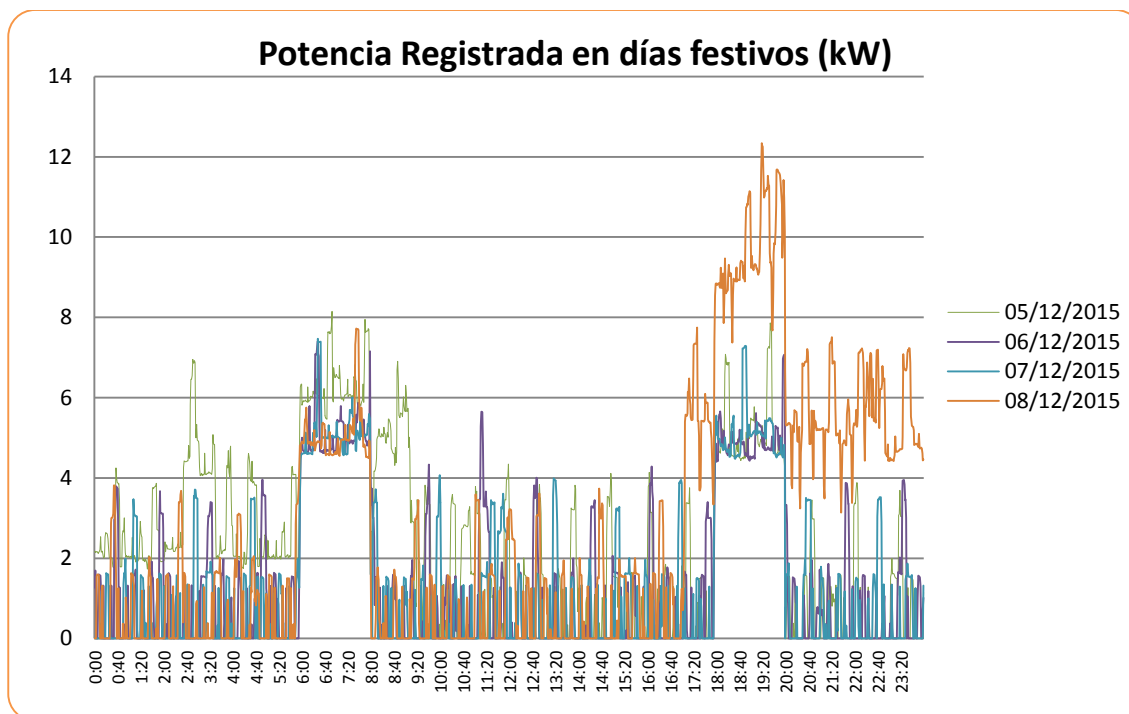


Gráfico 18 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 47,04 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 19:30.

Durante los días lectivos también se observa que el periodo de máxima ocupación es de 9:00 a 14:00 horas.

A lo largo de la semana registrada se observa que el funcionamiento del alumbrado exterior está programado. En esta semana de diciembre, en concreto, se demandan alrededor de 4,6 kW de 5:30 a 8:00 y de 18:00 a 20:00.

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:

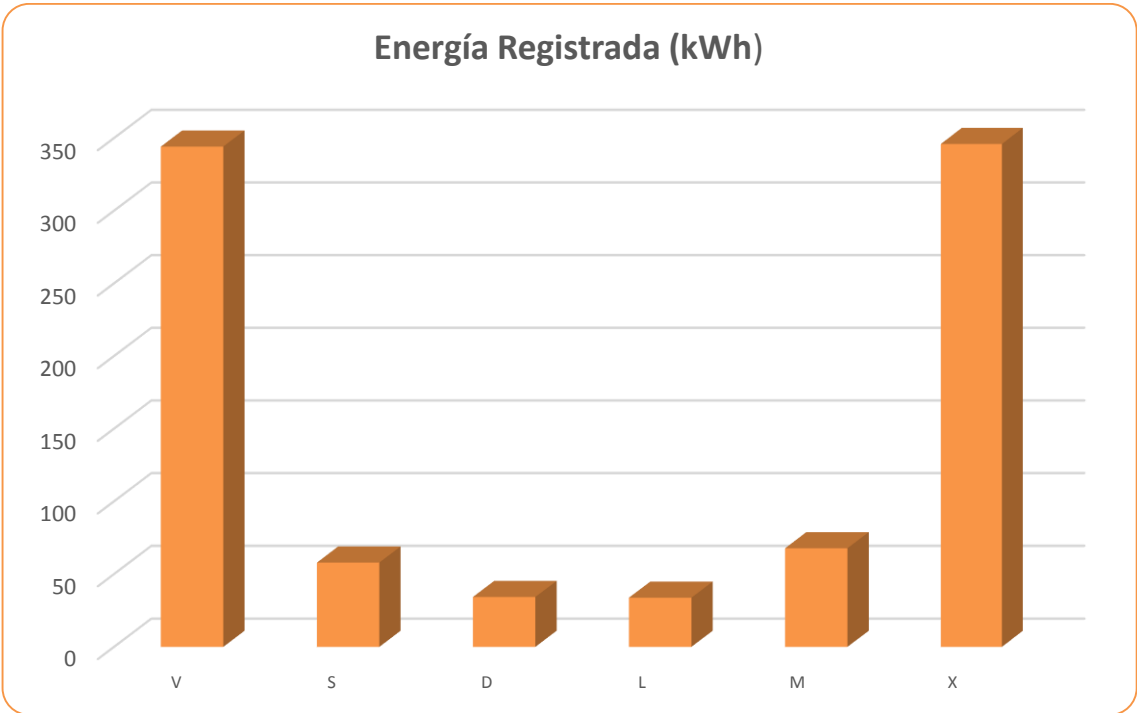


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 345,01kWh y durante los días festivos de 48,40kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 5653,05 kWh para el mes de diciembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en diciembre de 2014 de un 31,72% inferior.

En el mes de diciembre de 2015 según los registros de la estación meteorológica del aeropuerto de Málaga, las temperaturas estuvieron muy por debajo de la media histórica correspondiente al mismo mes.

De esta manera, se justifica el desvío existente entre el periodo registrado (Diciembre 2015) y el periodo facturado (Diciembre 2014); pues el sistema de calefacción (radiadores eléctricos) presumiblemente funcionó muchas menos horas en el caso del registro.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Zona Administrativa

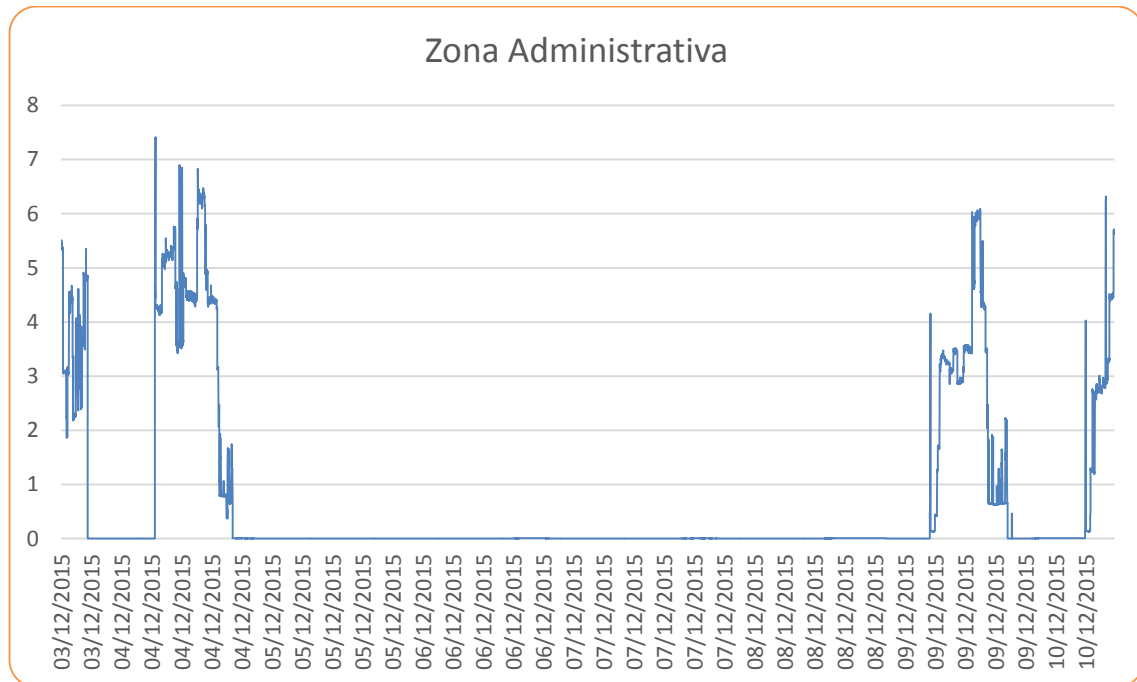


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en la Zona Administrativa

- Entrada y Secretaría

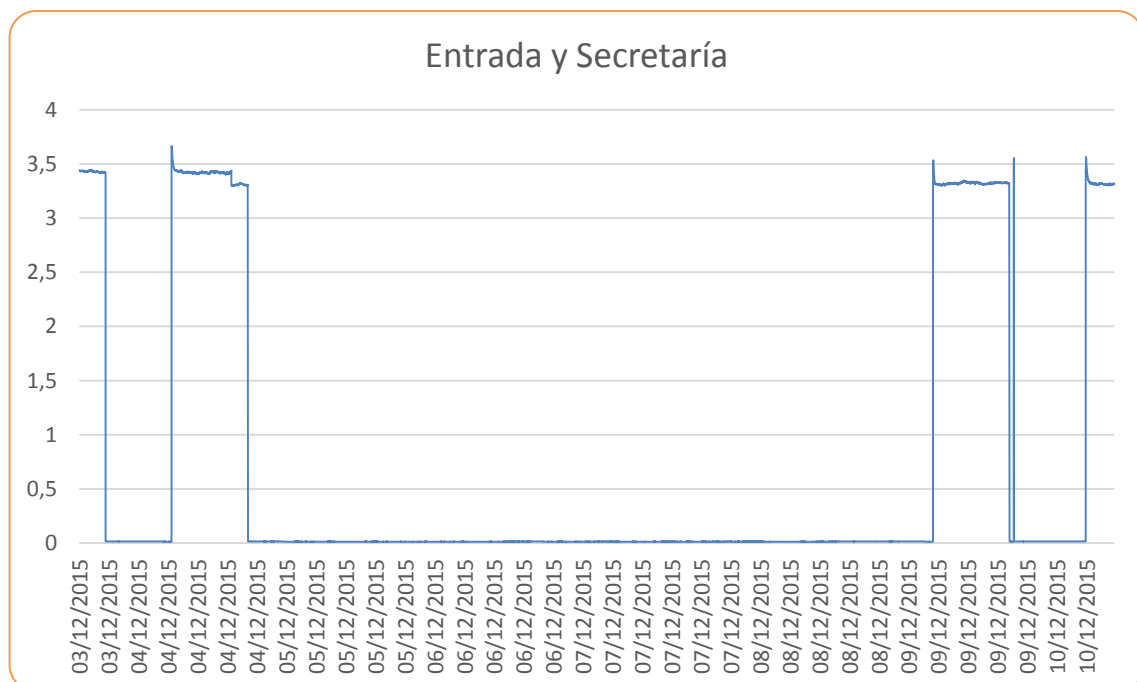


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en la Entrada y Secretaría

- **Aula I4A**

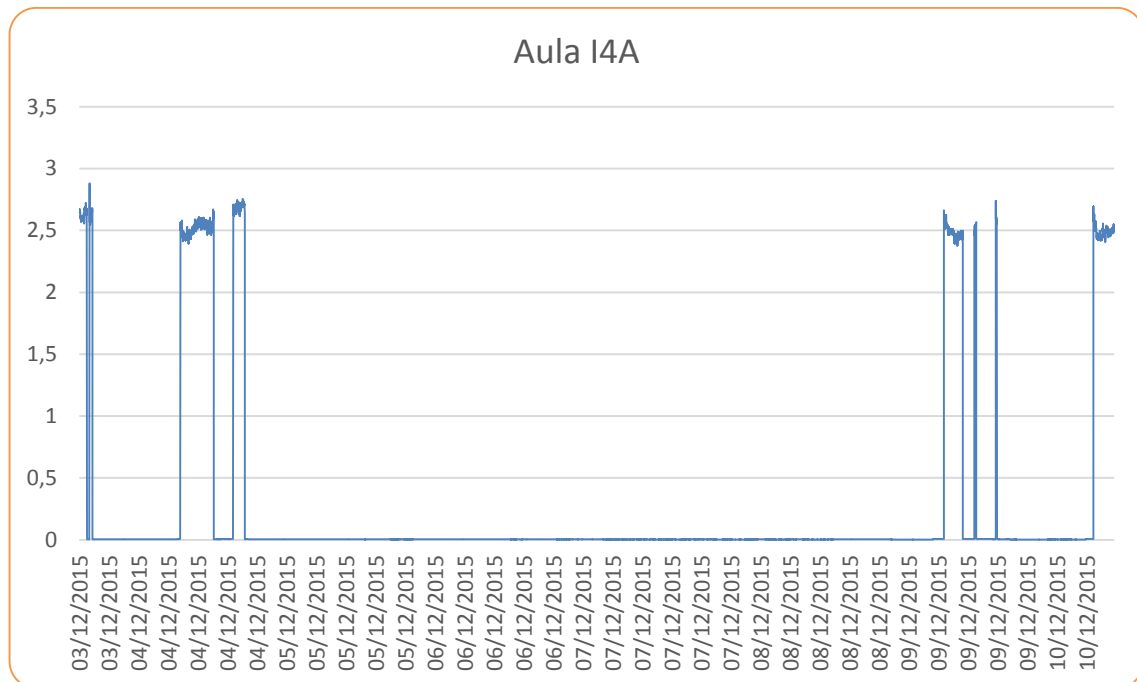


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en el Aula I4A

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

- Zona Administrativa: 5h/día (L-V)
- Entrada y Secretaría: 9h/día (L-V)
- Aula I4A: 5h/día (L-V)

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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)	Ilumin. Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Principal	0	Almacén de Escalera 1	18	16,60	248	100	0,44
Principal	0	Conserjería	43,2	4,20	251	300	4,10
Principal	0	Sala de Profesores	691,2	62,64	278	300	3,97
Principal	0	Pasillo 1	216	43,51	143	150	3,47
Principal	0	Salón de Actos	864	121,10	252	250	2,83
Principal	0	Aseo Aula P07	172,8	14,91	221	150	5,24
Principal	0	Pasillo 2	302,4	43,20	76	150	9,21
Principal	0	Aula I3B	561,6	61,60	165	300	5,53
Principal	0	Aula I4B	561,6	61,60	297	300	3,07
Principal	0	Aula I4C	561,6	61,60	323	300	2,82
Principal	0	Aula I4A	561,6	61,60	359	300	2,54
Principal	0	Aula de Apoyo	345,6	38,28	346	300	2,61
Principal	0	Aula I5A	561,6	51,80	298	300	3,64
Principal	0	Audición y Lenguaje	172,8	24,50	301	300	2,34
Principal	0	Aseo Minusválidos 1	54	5,28	154	150	6,64
Principal	0	Aula I3C	561,6	52,50	317	300	3,37
Principal	0	Aula I5B	561,6	52,50	238	300	4,49
Principal	0	Aula I5C	561,6	52,50	243	300	4,40
Principal	0	Aula I3A	561,6	52,50	215	300	4,98
Principal	0	Almacén Escalera 4	172,8	20,60	147	100	5,71
Principal	1	Pasillo 1	259,2	43,51	106	150	5,62
Principal	1	Aula Matinal	432	43,92	320	300	3,07
Principal	1	Aula 5º A	691,2	59,50	302	300	3,85
Principal	1	Aula 6º C	691,2	59,50	235	300	4,94
Principal	1	Aula 5º B	691,2	59,50	413	300	2,81
Principal	1	Aula 5º C	691,2	59,50	461	300	2,52

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA		1306
			76
			Rev.01

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Ilumin. Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Principal	1	Aula 6º A	691,2	59,50	350	300	3,32
Principal	1	Aula 6º B	691,2	59,40	315	300	3,69
Principal	1	Biblioteca	345,6	50,60	241	250	2,83
Principal	1	Aula 4º A	691,2	59,40	262	300	4,44
Principal	1	Aula 4º B	561,6	61,60	203	300	4,49
Principal	1	Aula 3º C	561,6	61,60	178	300	5,12
Principal	1	Aula 3º B	561,6	61,60	192	300	4,75
Principal	1	Aula 4º C	561,6	61,60	169	300	5,39
Principal	1	Aula 1º C	561,6	52,50	233	300	4,59
Principal	1	Apoyo Integración	172,8	25,90	356	300	1,87
Principal	1	Aula de Apoyo	172,8	25,90	292	300	2,28
Principal	1	Cuarto Limpieza 2	54	5,28	176	100	5,81
Principal	1	Aseo Minusválidos	54	5,28	238	150	4,30
Principal	1	Aula 2º C	561,6	52,50	243	300	4,40
Principal	1	Aula 2º B	561,6	52,50	226	300	4,73
Principal	1	Aula 2º A	561,6	52,50	273	300	3,92
Principal	1	Aula 3º A	561,6	52,50	246	300	4,35
Principal	1	Aula 1º A	561,6	52,50	249	300	4,30
Principal	1	Aula 1º B	561,6	52,50	266	300	4,02
Sala Máquinas	0	Sala de Máquinas	86,4	14,40	245	100	2,45

Tabla 19 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 20 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE 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:

- **Sala de profesores (Planta baja)**

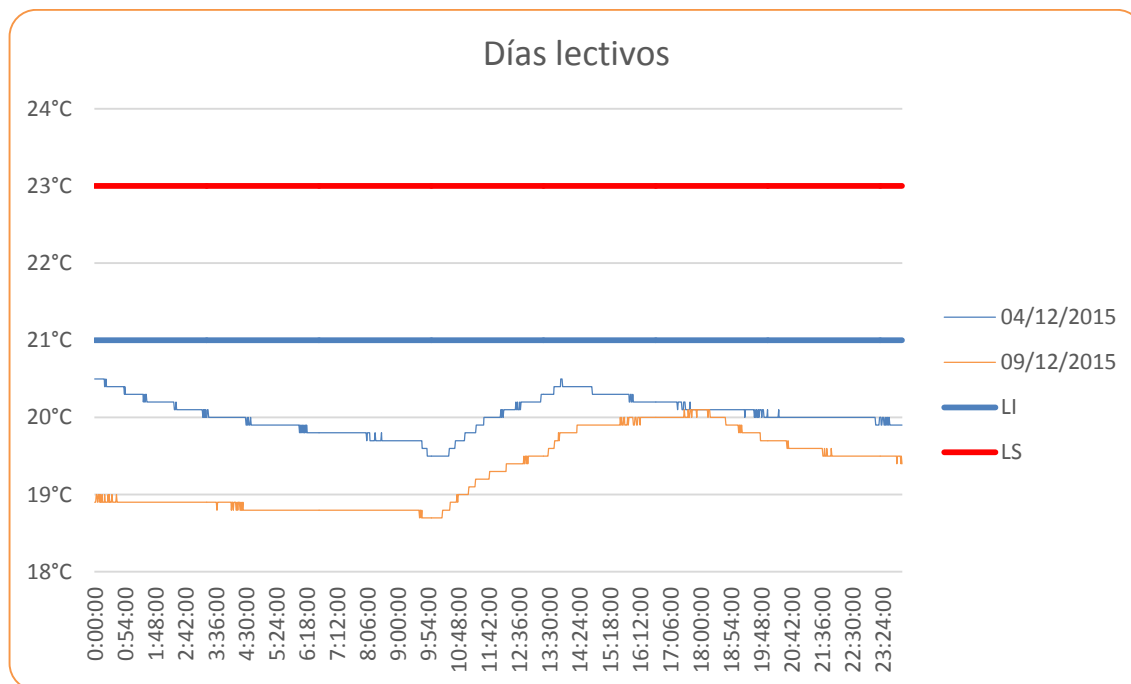


Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

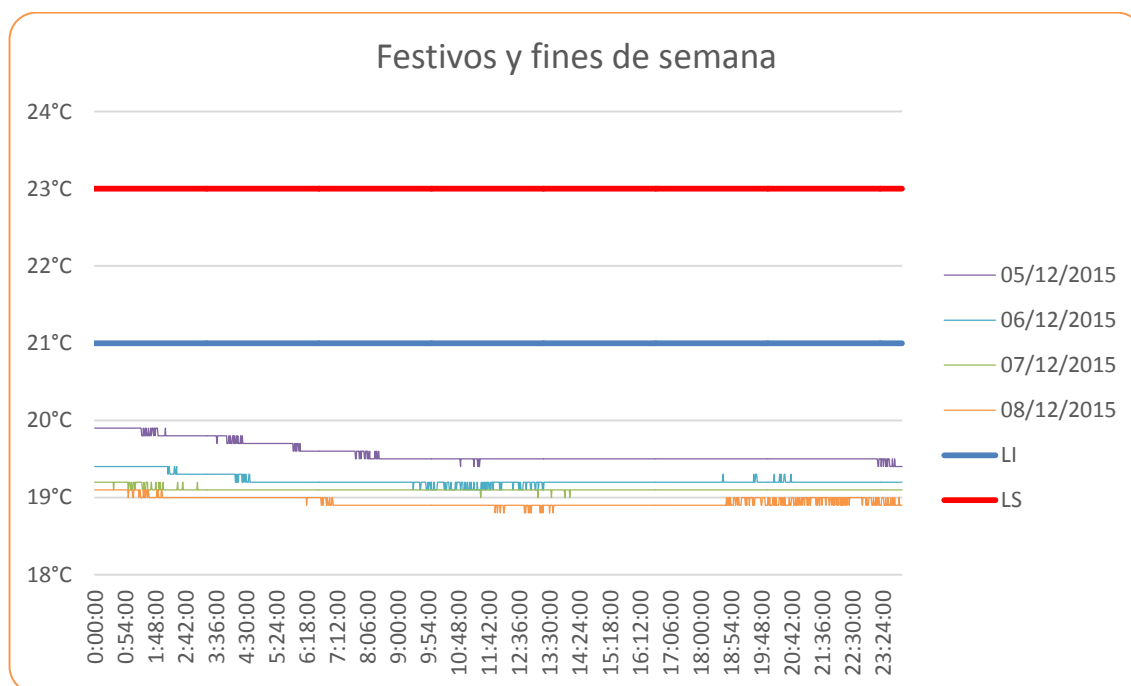


Gráfico 24 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

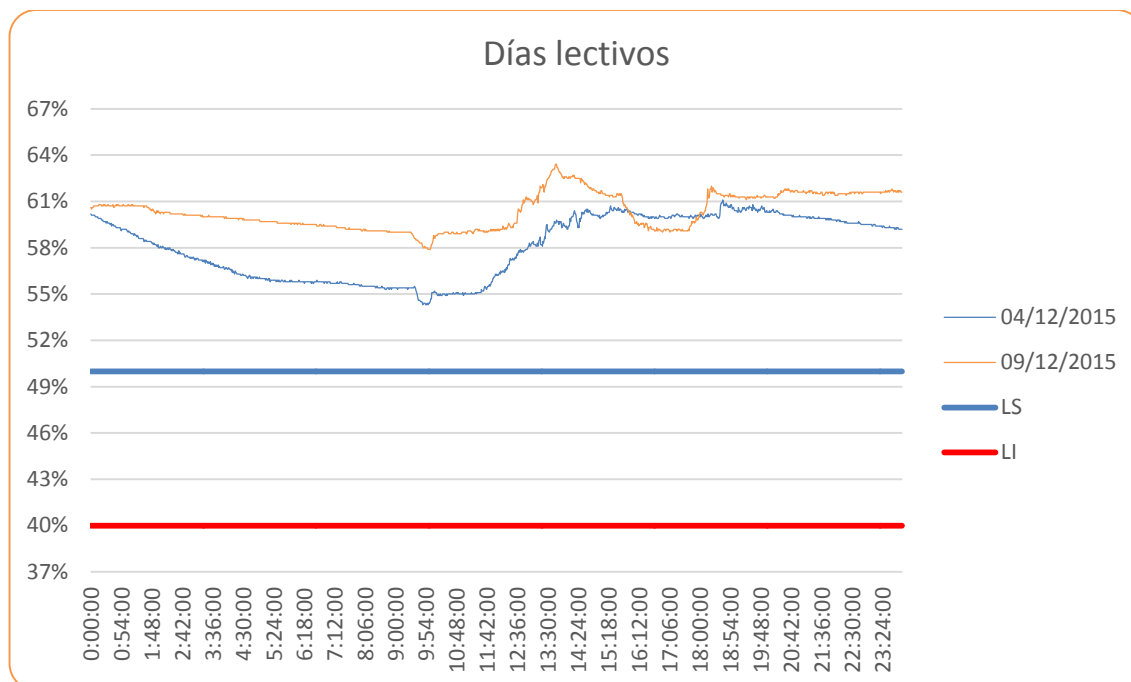


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos

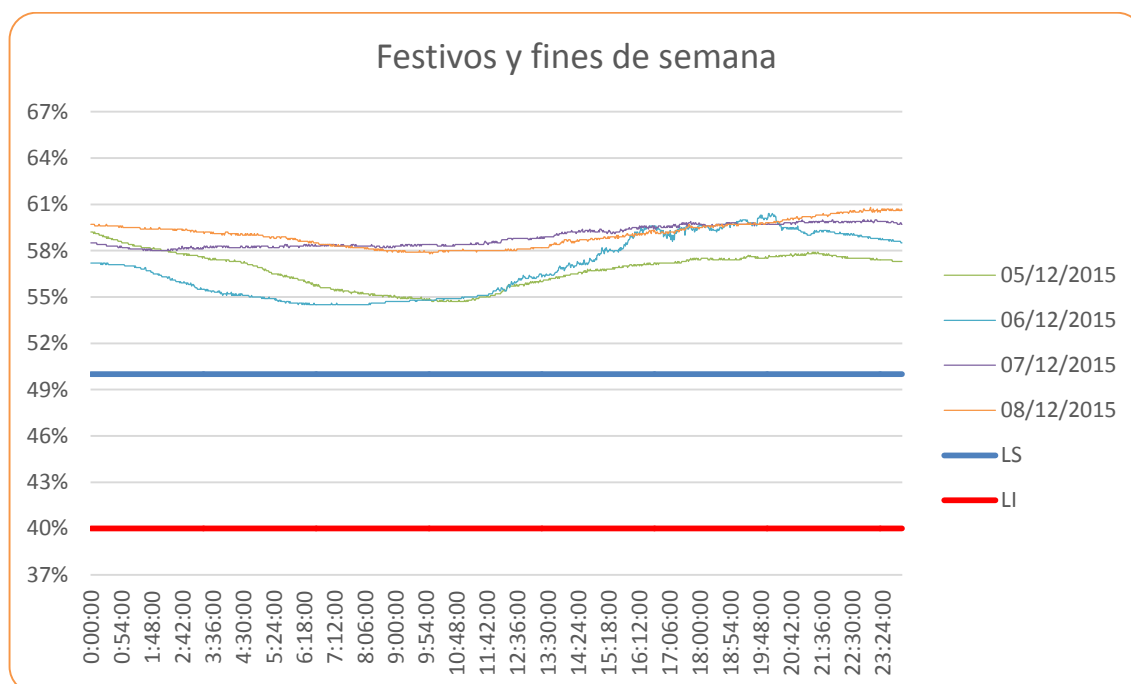



Gráfico 26 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta zona se trata mediante un radiador con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas.

La temperatura comienza a ascender a partir de las 10:00h debido al aumento de la carga térmica del edificio (iluminación, personas...). Durante el periodo registrado la temperatura se

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

sitúa por debajo del límite inferior establecido por el RITE (21°C), por lo que la aportación térmica parece insuficiente.

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 una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 55 y 64%.

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.
- ☐ No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos.**

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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.

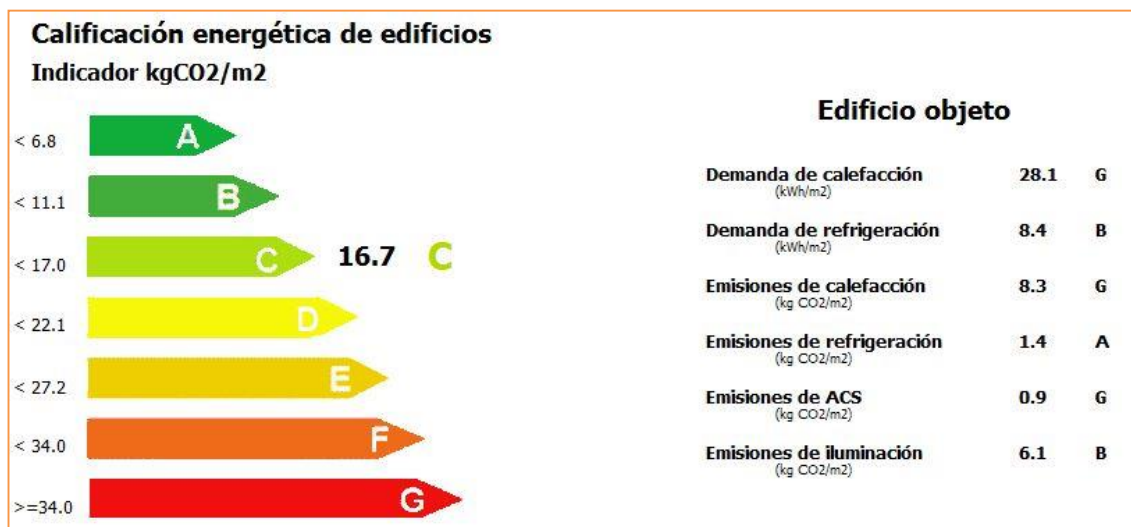


Imagen 12 Etiqueta Certificado Energético

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:

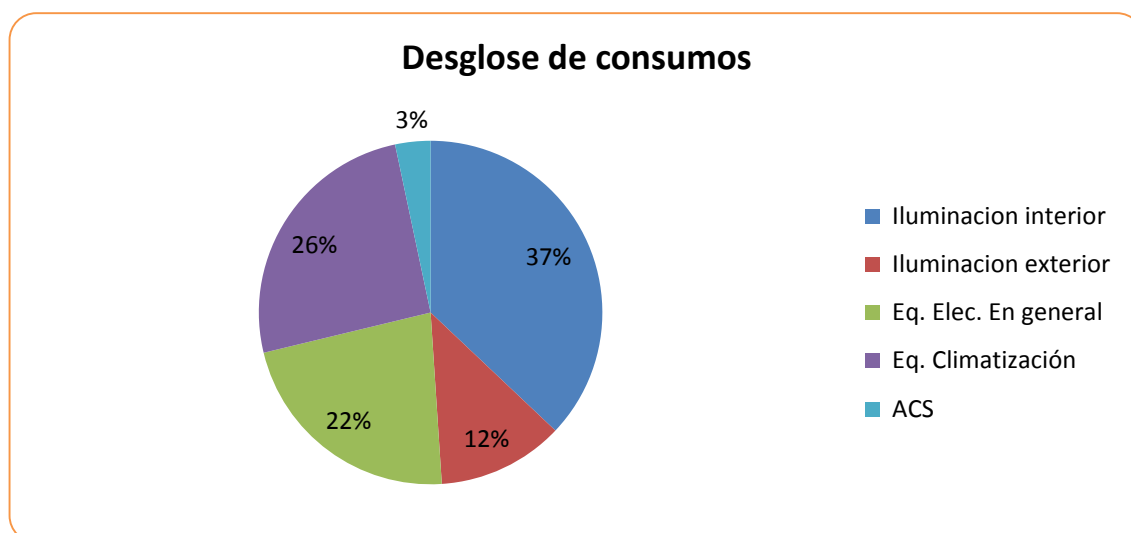


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde con el alumbrado exterior. Por último, aparece en el gráfico un porcentaje “ACS” que se debe a los consumos derivados de la producción de agua caliente sanitaria en el centro educativo.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 1%.

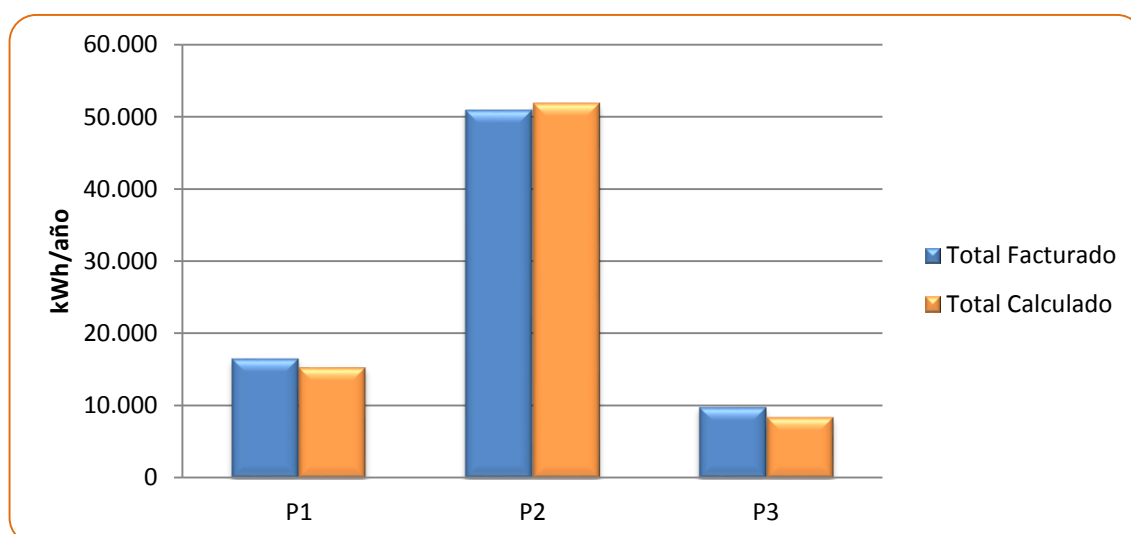


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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 13 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. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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	26,67%	70,39%	2,94%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,31204
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			
14.946	53,24%	19,33%	1.839,99 €	181,14 €	2.021,13 €	23.233,54 €	11,50	5,96

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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.

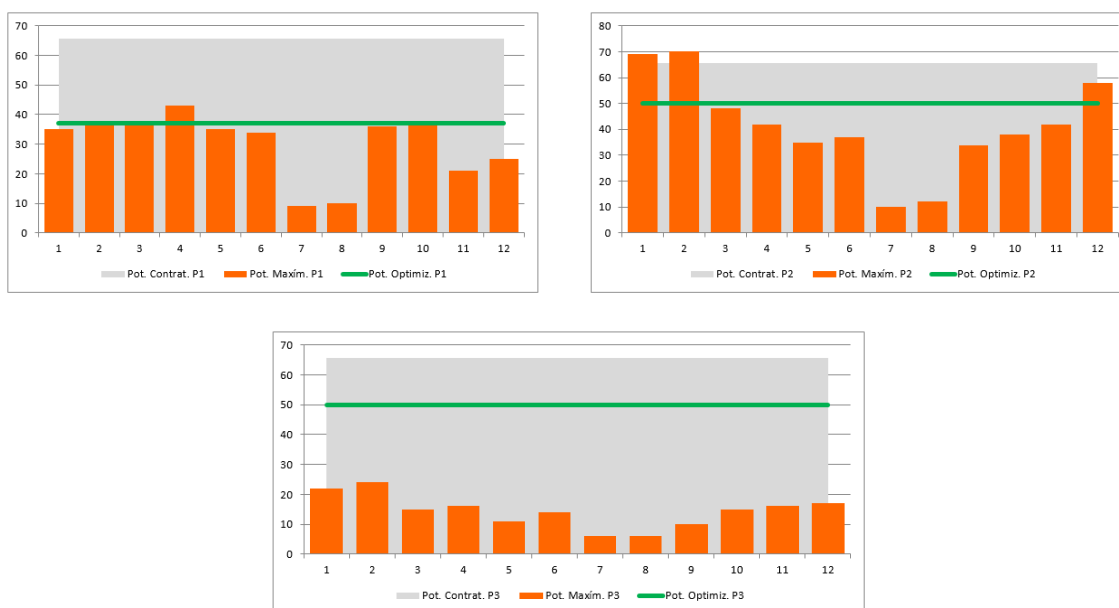


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **37 / 50 / 50 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	
65,74	65,74	65,74	37	50	50	1.158,29 €

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

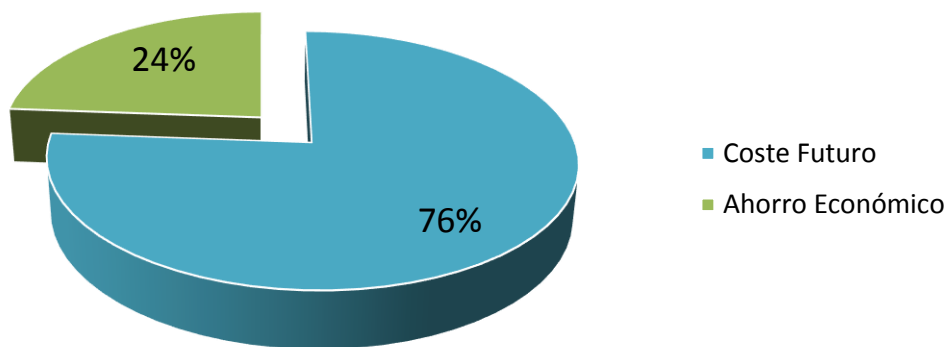


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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.

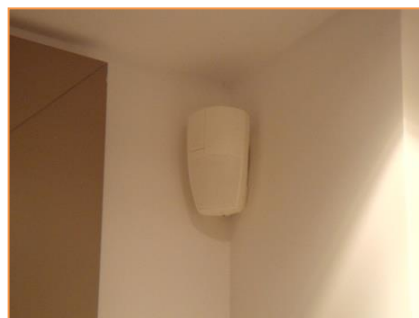


Imagen 14 Detectores de presencia

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. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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.

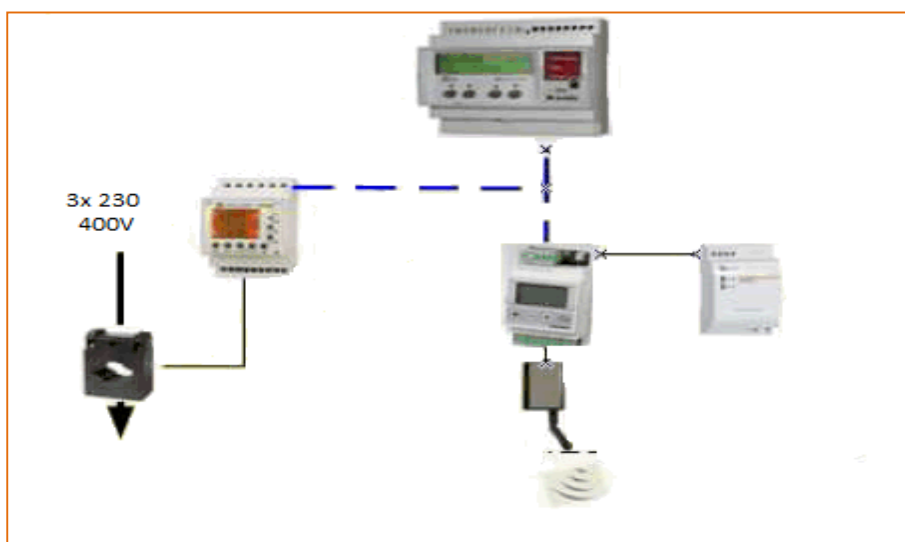


Imagen 15 Esquema de sistema de monitorización

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. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

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 se produce 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.
- Esta 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 apenas consumen ACS, 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 radiadores 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.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. FUENTE NUEVA	1306
		76
		Rev.01

la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

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

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

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

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

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnología LED	14.946	53,24%	2.021,13 €	23.233,54 €	11,50	5,96
Ajuste de la potencia eléctrica contratada	-	-	1.158,29 €	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	14.946	-	3.179,42 €	23.233,54 €	7,31	5,96

Tabla 21 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