






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA **AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

(C.E.I.P. Pinolivo)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_40_20160311

Elaborado por:		Revisado por:
		
Alberto Trueba Salas	Daniel Lozano Villamediana	Inés Simón García

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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.....	7
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de ACS	8
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	10
1.4.3 Unidades Terminales.....	27
1.5 Iluminación.....	31
1.5.1 Iluminación interior	32
1.5.2 Iluminación exterior	33
1.5.3 Sistemas de control	33
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	33
1.6 Otros equipos	34
1.7 Resumen de potencias instaladas	36
2. CONSUMOS ANUALES.....	37
2.1 Consumos eléctricos	37
2.2 Consumos térmicos.....	40
2.3 Consumos energéticos totales	40
2.4 Índices energéticos.....	40
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	40
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	40
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	41
3.1 Medidas eléctricas.....	41
3.1.1 Registros trifásicos	41
3.1.2 Registros monofásicos.....	44
3.2 Medida de nivel de iluminación	46
3.3 Medidas térmicas	47
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	47
3.4 Análisis termográfico.....	50
3.5 Certificación energética	51
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	53
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	53

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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	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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Pinolivo
Dirección	Calle La Hacienda s/n, Urbanización El Olivar - Las Chapas, 29604 Marbella
Tipo de edificio	Centro educativo
Persona de Contacto	Flor (Jefa de Estudios): 951 270615 29004641.edu@juntadeandalucia.es
Número de edificios	6

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Pinolivo** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle la Hacienda s/n** en la localidad de **Marbella**. Este edificio consta de 6 edificios repartidos en 5 módulos y un módulo prefabricado.

- Edificio 1: Módulo 1 y 2
- Edificio 2: Módulo 3
- Edificio 3: Módulo 4
- Edificio 4: Módulo 5
- Edificio prefabricado.

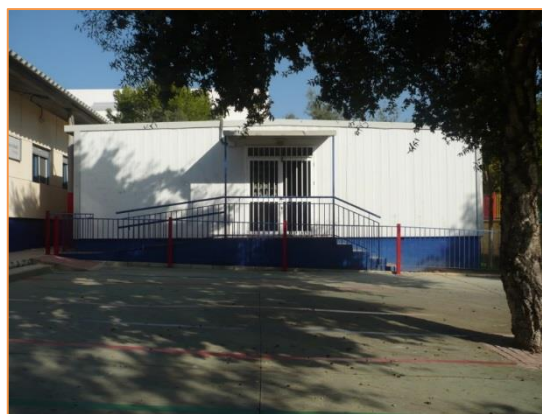


Imagen 1 Vista general del CEIP Pinolivo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05



Imagen 2 Vista aérea del CEIP Isaac Pinolivo

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m²	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Módulo 1	1	187,43	250	7:30- 9:15 14:00-16:00	2007	-
Módulo 2	1	182,30	5	9:00-19:30	2007	-
Módulo 3	1	288,71	78	9:15-14:15	2007	-
Módulo 4	1	288,71	78	9:15-14:15	2007	-
Módulo 5	1	288,71	78	9:15-14:15	2007	-
Prefabricado	1	132,30	26	9:15-14:15	2010	-

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Aula Matinal	15	7:30-9:15	El aula matinal se realiza en el comedor (Módulo 1)
Aulas	250	9:15-14:15	Aulas
Comedor	250	14:00-16:00	Cocina-Comedor
Actividades extraescolares	-	16:00-18:00	-
Limpiadora	3	16:00-19:30	-

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Edificio 1 - Módulo 1 Planta 0	Edificio 1 - Módulo 2 Planta 0	Edificio 2 - Módulo 3 Planta 0	Edificio 3 - Módulo 4 Planta 0	Edificio 4 - Módulo 5 Planta 0	Módulo prefabricado Planta 0	Sup. Total (m2)
Administrativo	--	101,92	16,35	16,35	--	16,35	150,97
Aseos	--	16,87	27,90	27,90	27,90	52,58	153,15
Aulas	--	--	170,90	170,90	170,90	52,58	565,28
Cocina-comedor	151,59	--	--	--	--	--	151,59
No habitable	11,39	6,87	8,10	8,10	8,10	--	42,56
Zonas comunes	--	32,85	27,80	27,80	27,80	9,88	126,13
Sup. Total (m2)	162,98	158,51	251,05	251,05	234,70	131,39	1.189,68

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 47% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a aseos y cocina con un 13%.

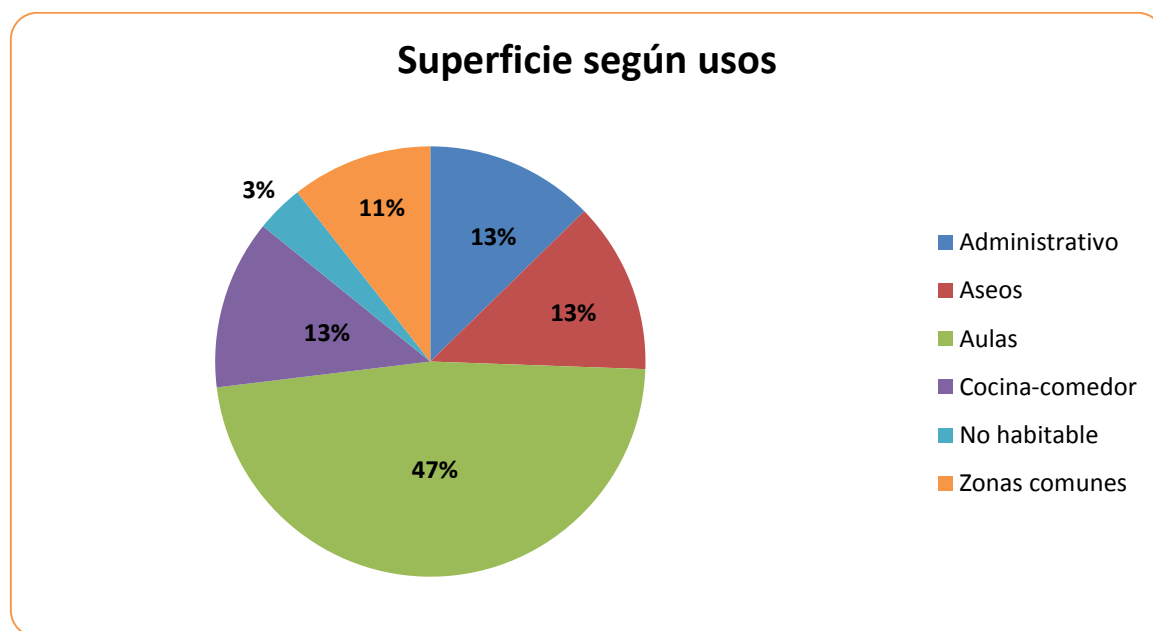
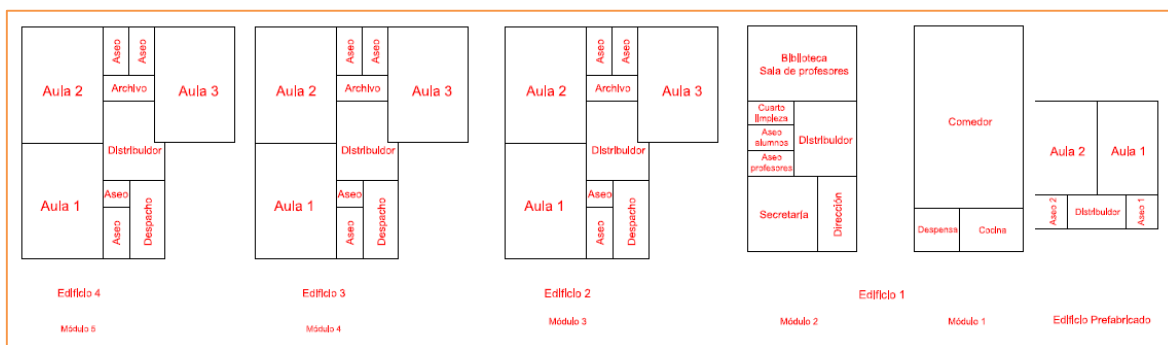


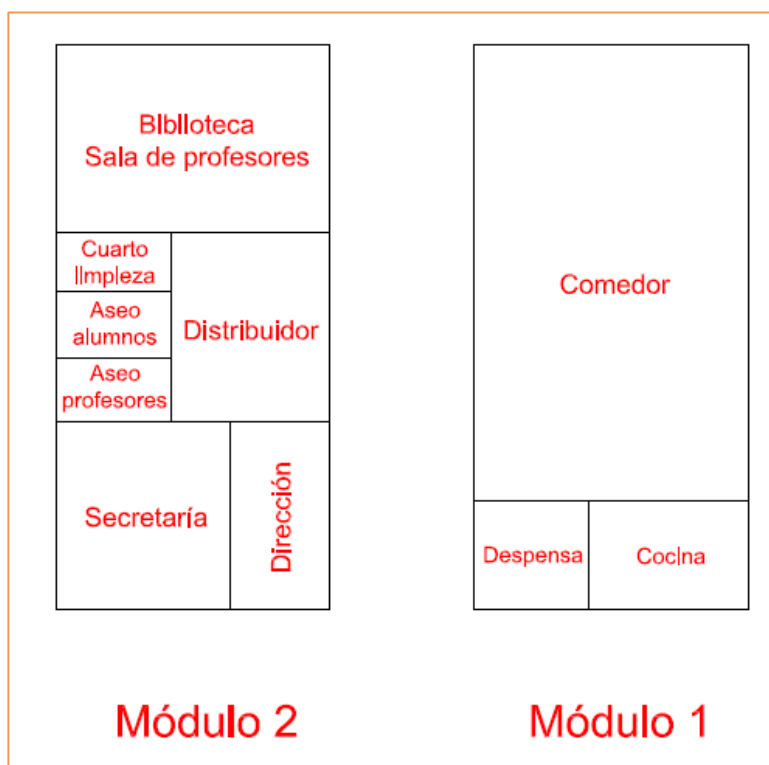
Gráfico 1 Superficie según Usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO		1306
			40
			Rev.05

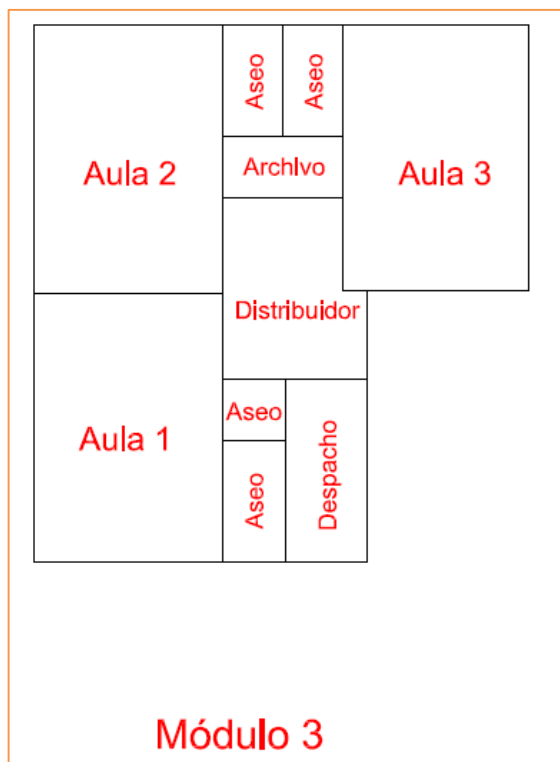
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



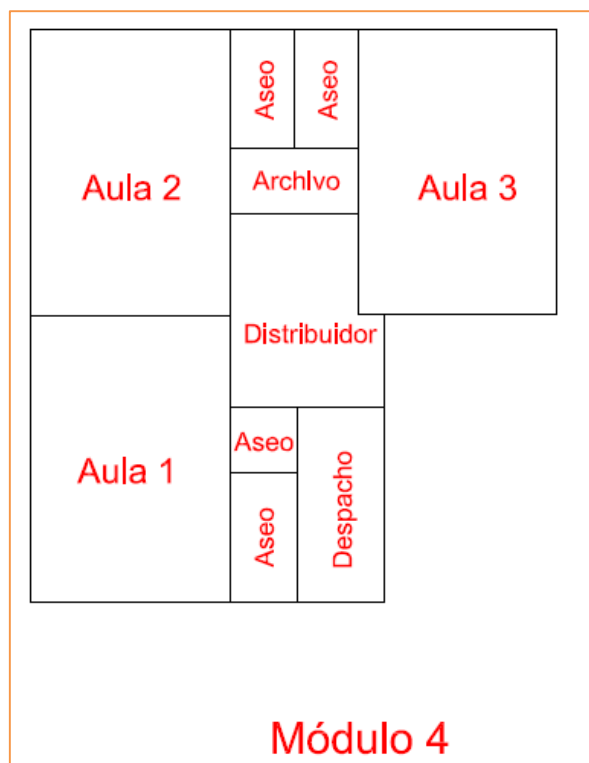
Plano 1 Plano general



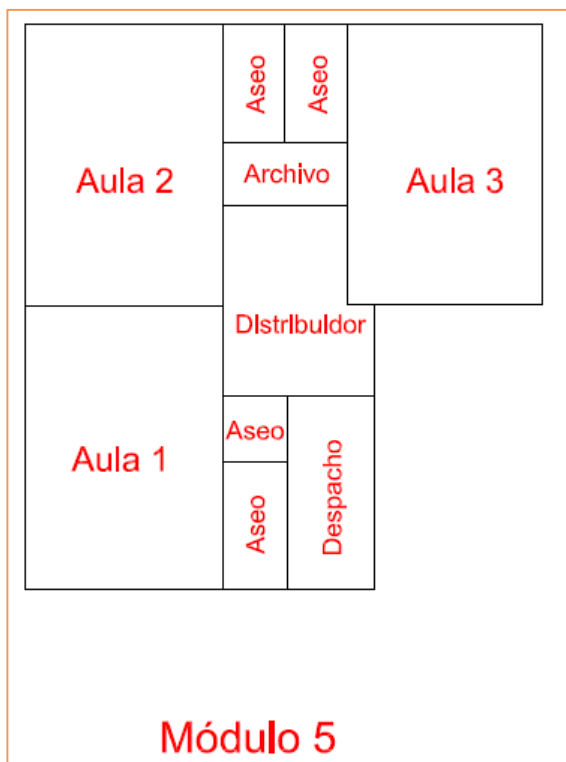
Plano 2 Edificio 1



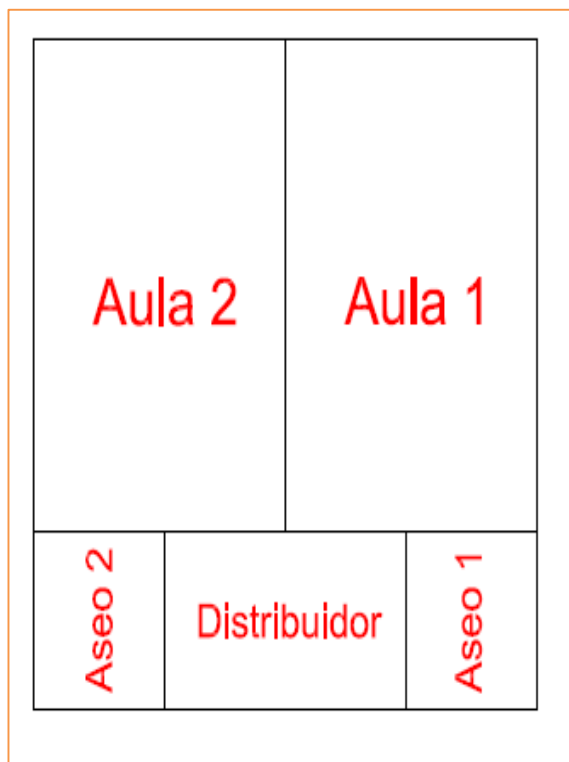
Plano 3 Edificio 2



Plano 4 Edificio 3



Plano 5 Edificio 4



Plano 6 Edificio Prefabricado

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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 fue construido en 2007; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

Los edificios en planta tienen forma rectangular, el acceso a cada uno de ellos se encuentra en la fachada SE. Cada uno de estos edificios presenta en sus fachadas un acabado con paneles prefabricados con aspecto pétreo.

La cubierta que cubre cada uno de los edificios es de tipo grecada apoyada sobre una estructura metálica.

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



Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

La climatización de los edificios 1, 2, 3 y 4, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en cubierta y unidades interiores de tipo pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

En el edificio prefabricado existen instaladas unas unidades compactas para la producción de refrigeración.

Adicionalmente, hay instalados convectores eléctricos para cubrir las necesidades de calefacción 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.

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.

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio 1 - Módulo 1	0	Despensa	1,20	50	En servicio
Edificio 1 - Módulo 2	0	Aseo Profesores	1,20	50	En servicio
Edificio 2 - Módulo 3	0	Aseo Aula 1	1,20	50	En servicio
Edificio 3 - Módulo 4	0	Aseo Aula 1	1,20	50	En servicio
Edificio 4 - Módulo 5	0	Aseo Aula 1	1,20	50	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 1
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Comedor	Comedor	Comedor	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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	1,24	1,24	1,24
EER	2,82	2,82	2,82	2,82
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica	4,20	4,20	4,20	4,20

Nº generador	1	2	3	4
(kW)				
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	1,30	1,30	1,30
COP	3,23	3,23	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (tarde)	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 2
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Comedor	Comedor	Dirección	Secretaría
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	1,24	1,24	1,24
EER	2,82	2,82	2,82	2,82
Potencia Calorífica (kW)	4,20	4,20	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	1,30	1,30	1,30
COP	3,23	3,23	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	5	6	7	8
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	-	-	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	14:00-16:00	14:00-16:00	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Módulo 2	Módulo 2	Módulo 2	Módulo 3
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Secretaría	Biblioteca-Sala profesores	Biblioteca-Sala profesores	Aula 1
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	1,24	1,24	1,24
EER	2,82	2,82	2,82	2,82
Potencia Calorífica (kW)	4,20	4,20	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	1,30	1,30	1,30
COP	3,23	3,23	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	9	10	11	12
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Módulo 3	Módulo 3	Módulo 3	Módulo 3
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Aula 1	Aula 2	Aula 2	Aula 3
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	1,24	1,24	1,24
EER	2,82	2,82	2,82	2,82
Potencia Calorífica (kW)	4,20	4,20	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	1,30	1,30	1,30
COP	3,23	3,23	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	13	14	15	16
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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

Nº generador	17	18	19	20
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Módulo 3	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 4
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Aula 3	Despacho	Aula 1	Aula 1
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH09AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	2,75	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	0,98	1,24	1,24
EER	2,82	2,81	2,82	2,82
Potencia Calorífica (kW)	4,20	2,90	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	0,90	1,30	1,30
COP	3,23	3,22	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	17	18	19	20
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 10 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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Módulo 4	Módulo 4	Módulo 4	Módulo 4
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Aula 2	Aula 2	Aula 3	Aula 3
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	1,24	1,24	1,24
EER	2,82	2,82	2,82	2,82
Potencia Calorífica (kW)	4,20	4,20	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	1,30	1,30	1,30
COP	3,23	3,23	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	21	22	23	24
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 11 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 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 5	Módulo 5
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Despacho	Aula 1	Aula 1	Aula 2
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH09AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	2,75	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	0,98	1,24	1,24	1,24
EER	2,81	2,82	2,82	2,82
Potencia Calorífica (kW)	2,90	4,20	4,20	4,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,90	1,30	1,30	1,30
COP	3,22	3,23	3,23	3,23
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	25	26	27	28
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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

Nº generador	29	30	31	32
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Módulo 5	Módulo 5	Módulo 5	Módulo 5
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Aula 2	Aula 3	Aula 3	Despacho
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Modelo	SH12AWH	SH12AWH	SH12AWH	SH09AWH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2007	2007	2007	2007
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	2,75
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,24	1,24	1,24	0,98
EER	2,82	2,82	2,82	2,81
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	4,20	4,20	4,20	2,90
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,30	1,30	1,30	0,90
COP	3,23	3,23	3,23	3,22
Mes inicio	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	29	30	31	32
calefacción				
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 13 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Equipo compacto	Equipo compacto	Equipo compacto	Equipo compacto
Edificio	Prefabricado	Prefabricado	Prefabricado	Prefabricado
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada NO	Fachada NO	Fachada SE	Fachada SE
Zona de tratamiento	Aula 1	Aula 1	Aula 2	Aula 2
Servicio	Refrigeración	Refrigeración	Refrigeración	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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	-	-	-	-
Refrigerante	R407c	R407c	R407c	R407c
Potencia Frigorífica (kW)	2,30	2,30	2,30	2,30
Potencia Absorbida Frío (kW)	-	-	-	-
EER	-	-	-	-
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	Placa características inaccesible	Placa características inaccesible	Placa características inaccesible	Placa características inaccesible

Tabla 14 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización

En el caso de los splits, ha sido imposible recabar fotografías al situarse en la cubierta que es inaccesible.

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

Calefacción	130,50 kW
Refrigeración	118,95 kW

Tabla 15 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de tipo 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, 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.

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



*Imagen 6 Tipología de **unidades interiores** instaladas*

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	118,09	23,30	197,31
Aseos	100,57	28,00	278,41
Aulas	600,18	79,60	132,63
Cocina-comedor	133,00	25,20	189,47
No habitable	6,87	2,00	291,12
Zonas comunes	116,25	8,00	68,82
Usos múltiples	51,00	8,40	164,71
Total	1.125,96	174,50	154,98

Tabla 16 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

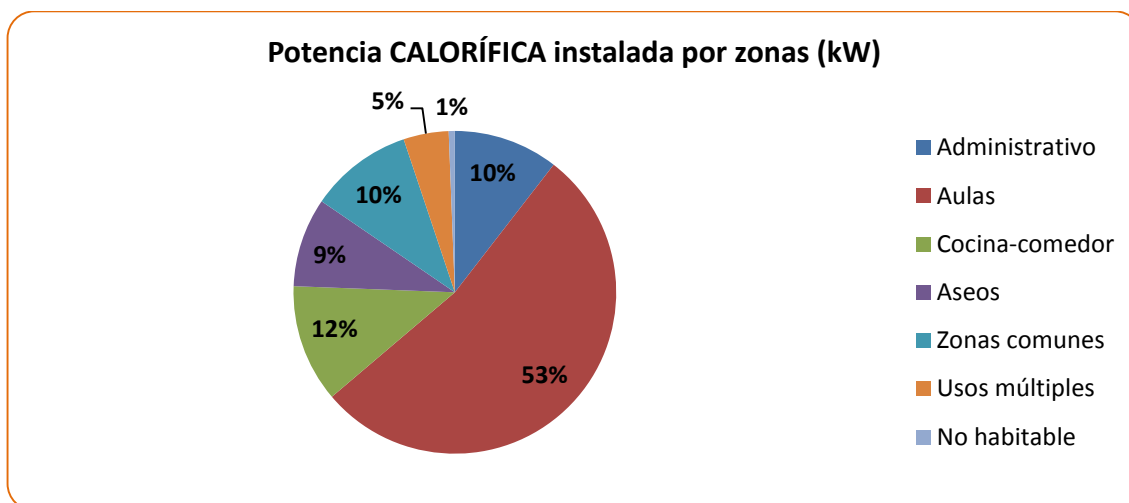


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

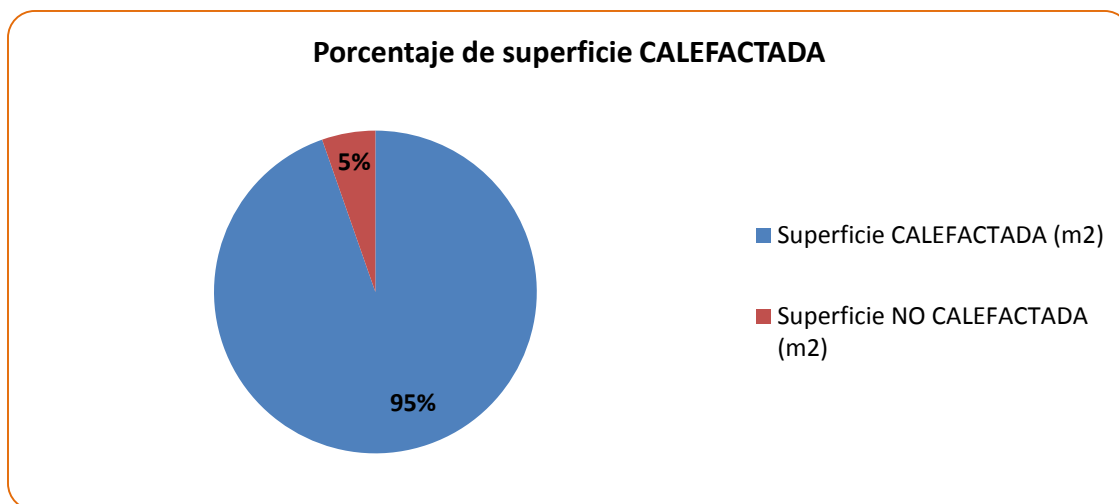


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	99,97	18,75	187,56
Aulas	512,70	63,00	122,88
Cocina-comedor	133,00	21,00	157,89
Usos múltiples	51,00	7,00	137,25
Total	796,67	109,75	137,76

Tabla 17 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas (o superficie refrigerada en el centro):

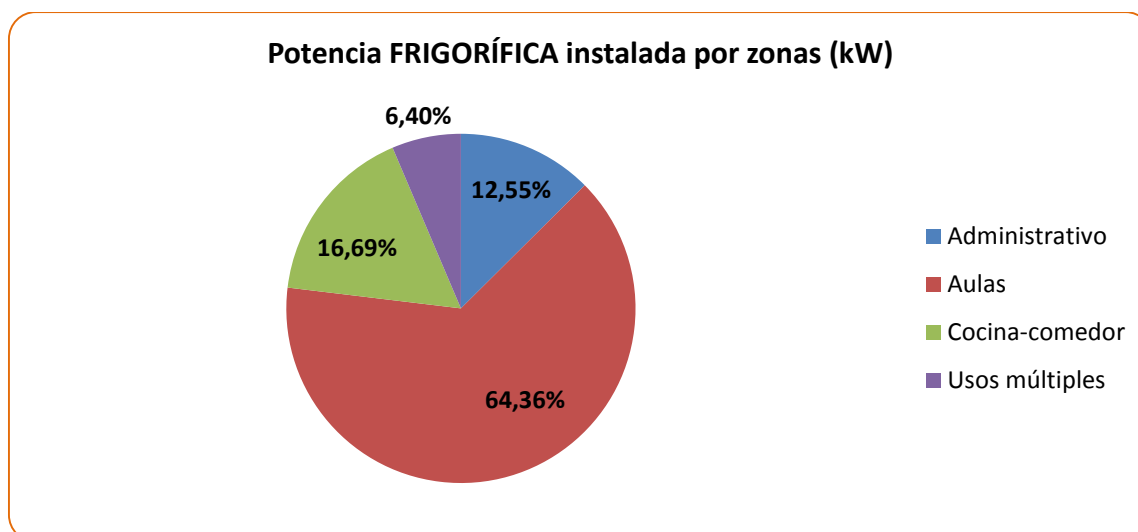


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

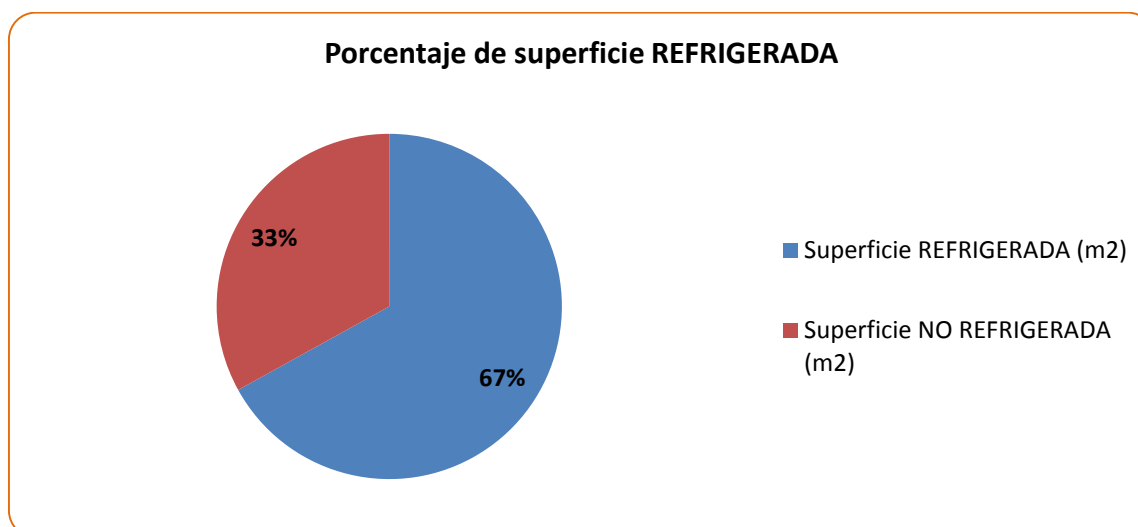


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 22,94 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

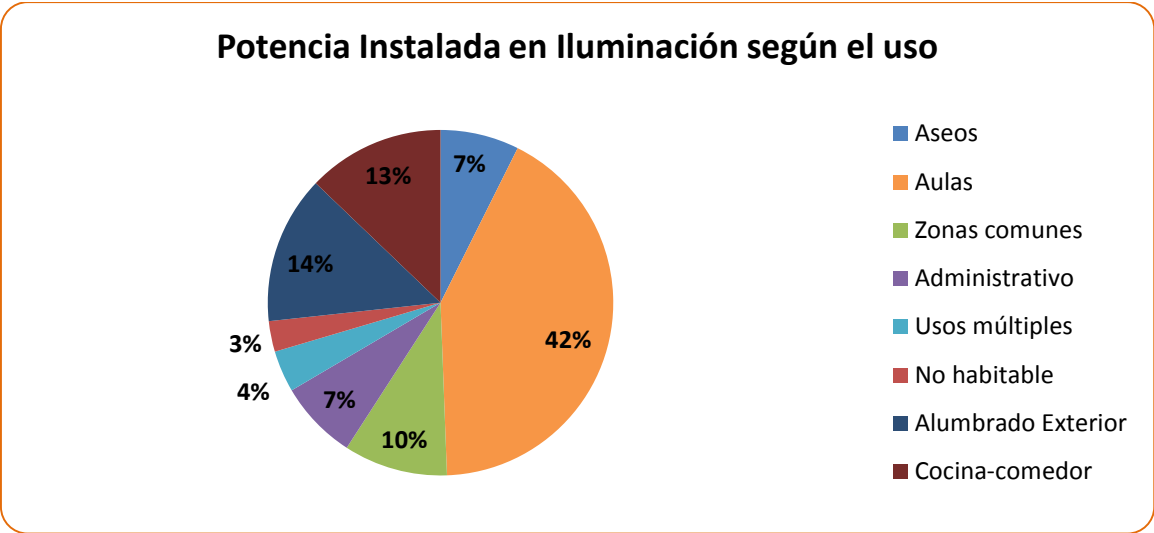


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

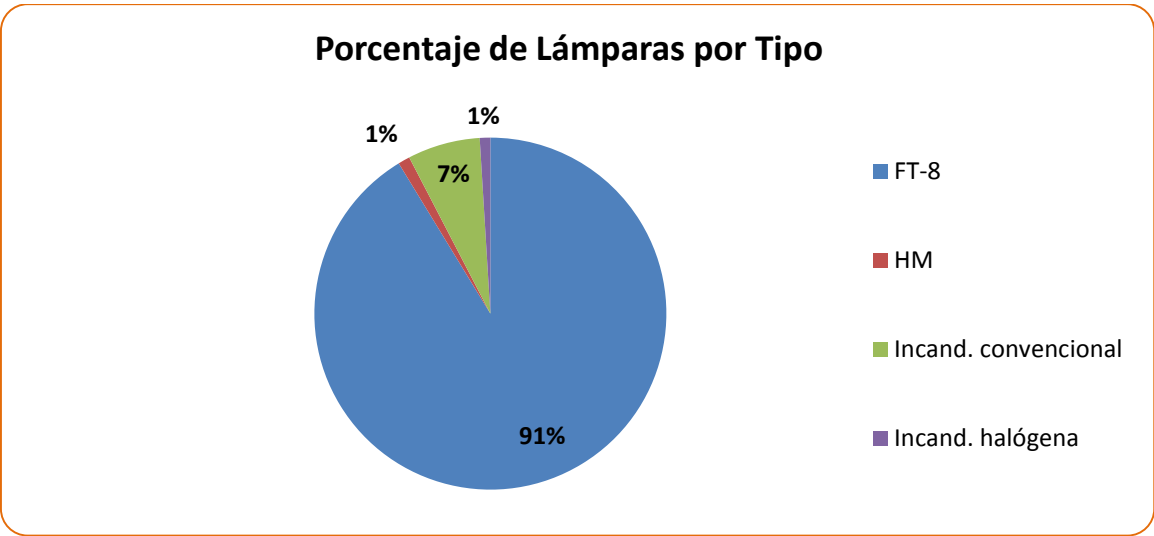


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	199	17,77
FT-8	199	17,77
4	178	15,89
18	178	15,89
2	21	1,87
36	21	1,87
-	37	1,99
Incand. halógena	8	0,25
1	8	0,25
28	4	0,11
35	4	0,14
Incand. convencional	29	1,74
1	29	1,74
60	29	1,74
Total general	236	19,76

Tabla 18 Resumen de lámparas instaladas

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

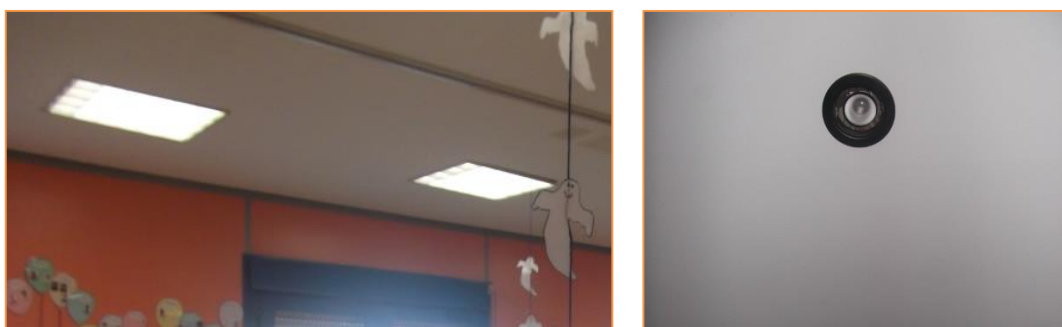


Imagen 7 Tipos de luminarias instaladas

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)
-	35	3,18
Incand. convencional	26	1,44
1	26	1,44
60	20	1,20
40	6	0,24
HM	9	1,74
1	9	1,74
150	8	1,44
250	1	0,30
Total general	35	3,18

Tabla 19 Resumen de iluminación exterior



Imagen 8 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Audiovisual	22	3,915
DVD/CD	9	0,18
20	9	0,18
Proyector	4	1,135
190	1	0,19
315	3	0,945
Televisión Tubo	7	2,1
300	7	2,1
Televisión LCD	2	0,5
250	2	0,5
Electrodoméstico	12	20,735
Horno	2	9,7
6000	1	6
3700	1	3,7
Lavavajillas	1	3,45
3450	1	3,45
Microondas	3	3,55
1200	2	2,4
1150	1	1,15
Cafetera	2	2,25
1500	1	1,5
750	1	0,75
Frigorífico	3	0,685
105	2	0,21
475	1	0,475
Kettle / Caliente agua	1	1,1
1100	1	1,1
Informático	10	4,695
Ordenador sobremesa	7	2,1
300	7	2,1
Fotocopiadora	2	2,445
1840	1	1,84
605	1	0,605
Ordenador portátil	1	0,15
150	1	0,15
Otros	13	10,856
Secador de manos	6	9,9
1650	6	9,9

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Extractor	3	0,09
30	3	0,09
Campana extractora	1	0,2
200	1	0,2
Mata mosquitos	1	0,016
16	1	0,016
Máquina plastificar	1	0,5
500	1	0,5
Trituradora papel	1	0,15
150	1	0,15
Sonido	14	0,28
Altavoz	1	0,02
20	1	0,02
Minicadena música	1	0,03
30	1	0,03
Radio-CD	11	0,18
40	1	0,04
14	10	0,14
Amplificador	1	0,05
50	1	0,05
Producción de frío y calor	36	49,84
Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC -		
Split 1x1	32	40,64
1300	29	37,7
980	3	2,94
Equipo compacto	4	9,2
2300	4	9,2
Unidades de tratamiento	27	54
Convector eléctrico	27	54
2000	27	54
ACS	5	6
Termo-acumulador	5	6
1200	5	6
Radiador eléctrico	1	2
Radiador eléctrico	1	2
2000	1	2
Total general	140	152,321

Tabla 20 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

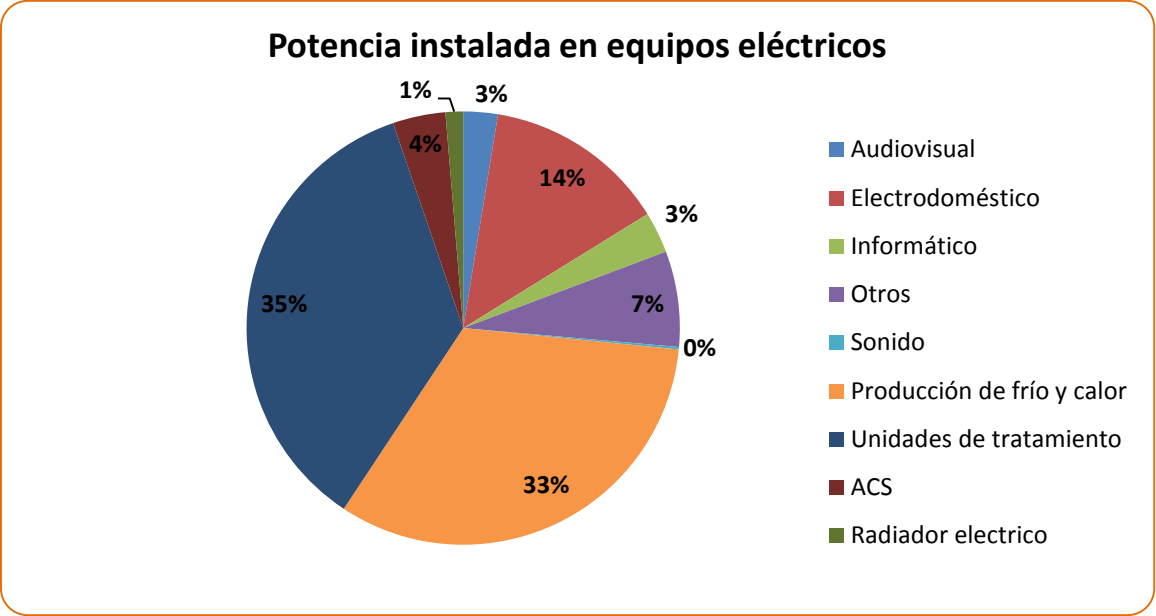


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

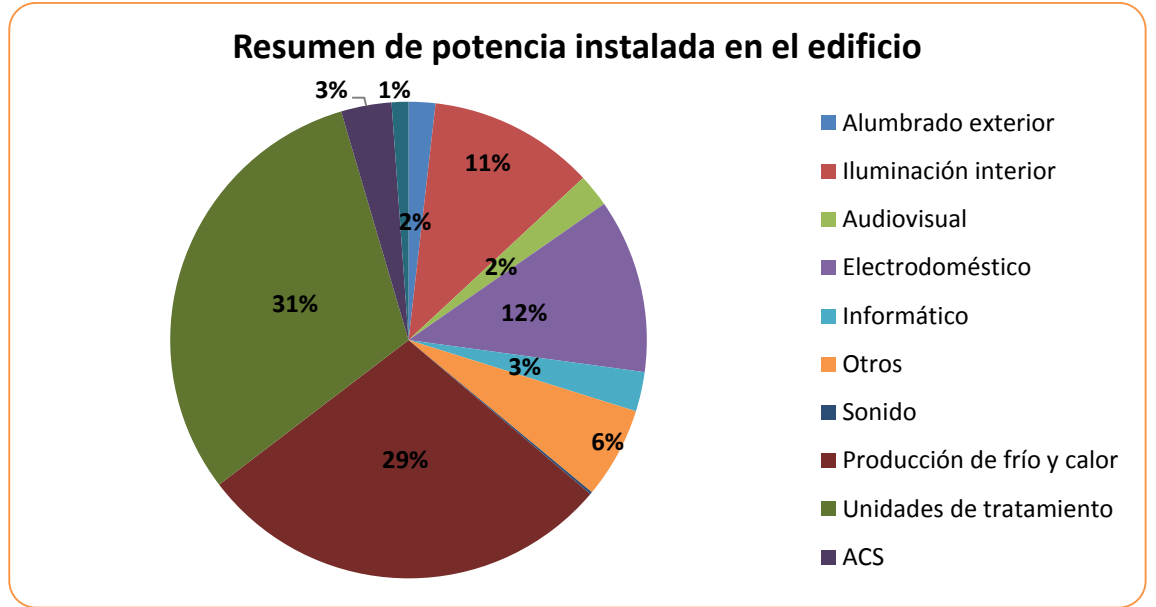


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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	ES0031104622558001MA0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	60	60	60
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	221	3.699	438	9 /43 /6	0,00	836,35
31/01/2014	28/02/2014	256	3.117	523	11 /45 /12	0,00	757,97
28/02/2014	31/03/2014	256	3.095	386	26 /28 /7	0,00	781,13
31/03/2014	30/04/2014	1.091	1.368	279	28 /23 /6	0,00	686,71
30/04/2014	31/05/2014	1.180	1.440	274	32 /20 /8	0,00	718,92
31/05/2014	30/06/2014	1.295	1.450	355	40 /32 /12	0,00	737,80
30/06/2014	31/07/2014	170	390	380	5 /6 /3	0,00	468,90
31/07/2014	31/08/2014	77	386	456	5 /8 /2	0,00	460,85
31/08/2014	30/09/2014	1.574	1.713	578	42 /34 /7	0,00	825,11
30/09/2014	31/10/2014	1.249	2.222	569	36 /33 /8	0,00	847,03
31/10/2014	30/11/2014	170	2.854	314	10 /32 /5	0,00	730,96
30/11/2014	31/12/2014	155	2.386	320	10 /31 /7	0,00	688,20

Tabla 21 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	60	60	60
Potencia registrada (kW)	42	45	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 superior a la demandada. Por ello se ha recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

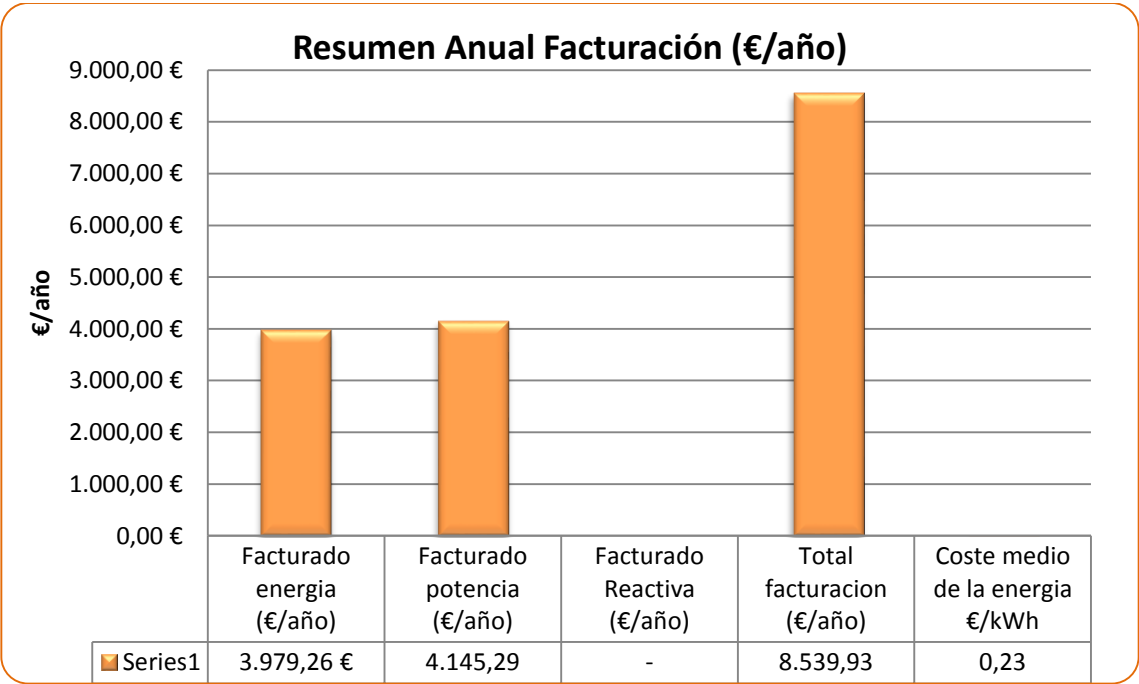


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

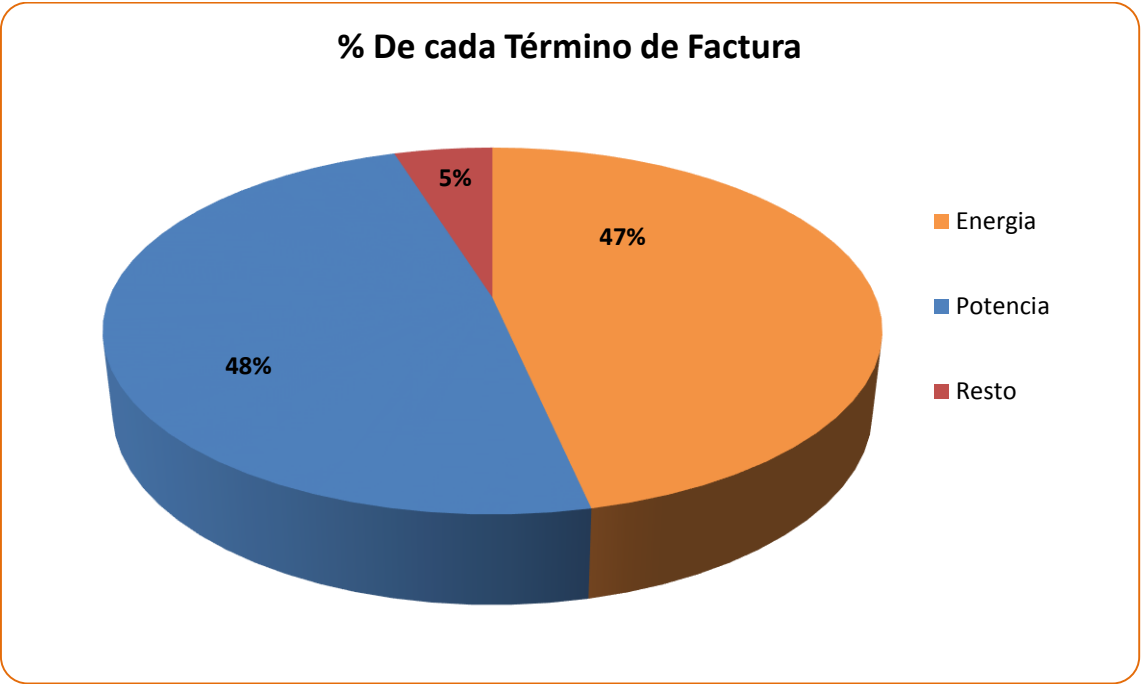


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

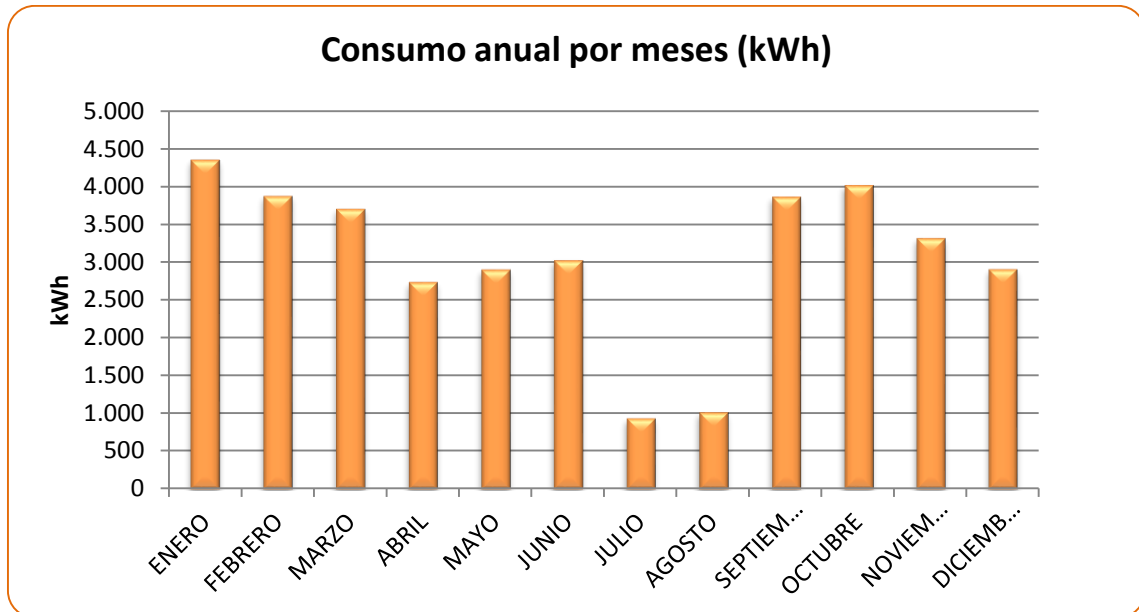


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

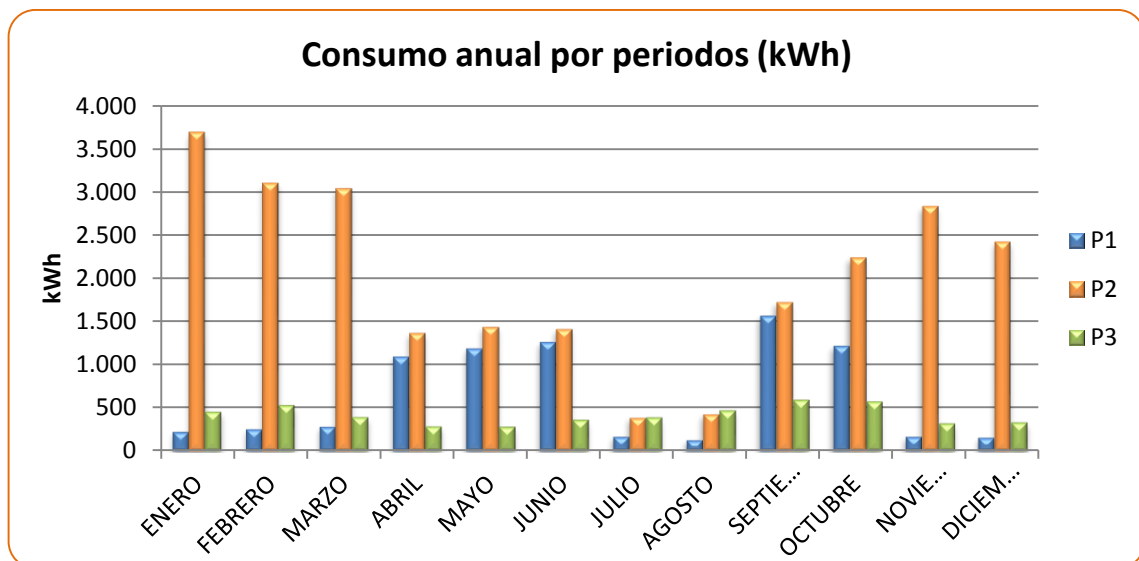


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	36.686
Total Facturación (€)	8.539,93
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.057
Media mensual de coste (€/mes)	711,66
Coste medio energía (€/kWh)	0,233

Tabla 23 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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)	36.686	-	36.686
Coste (€/año)	8.539,93	-	8.539,93

Tabla 24 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el año 2013 y 2014

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	489
Superficie total (m²)	1.189,68
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	19,76
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	3,18
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	152,32
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	175,26

Tabla 25 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	36.686
€/kWh	0,23
kWh/m² Total	30,84
€/m² Total	7,18
kWh/persona uso	75,02
€/persona uso	17,46
Ton CO ₂ /año	14,64
Kg CO ₂ /m²	12,30
Pot. Iluminación en W/m²	16,61

Tabla 26 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

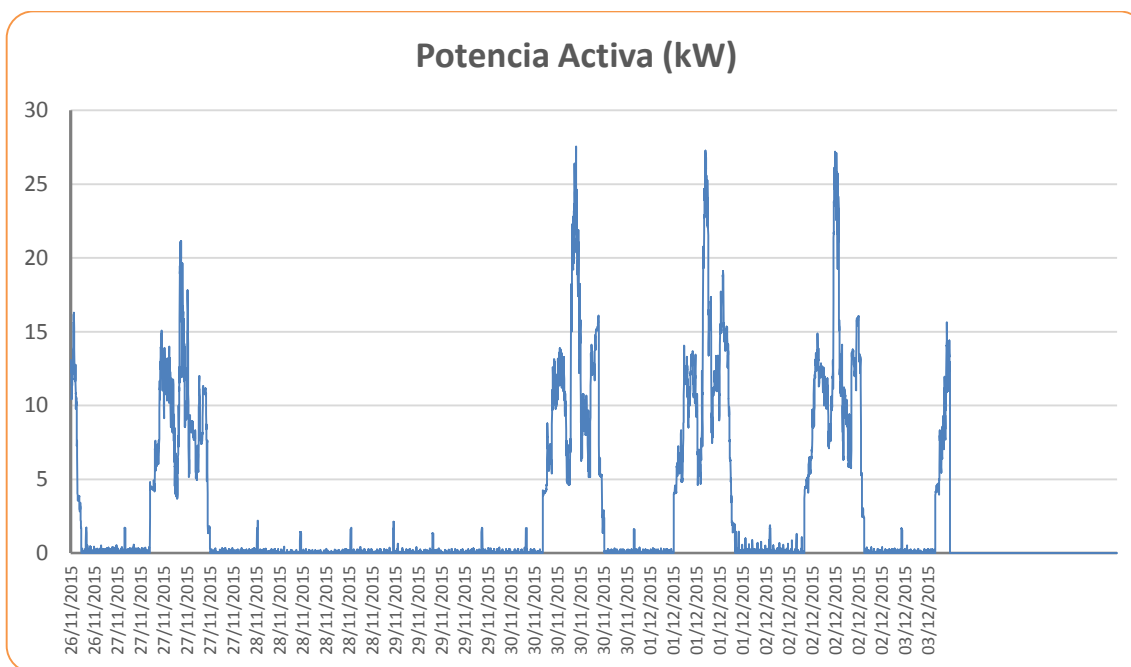


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 26/11/2015 al 03/12/2015

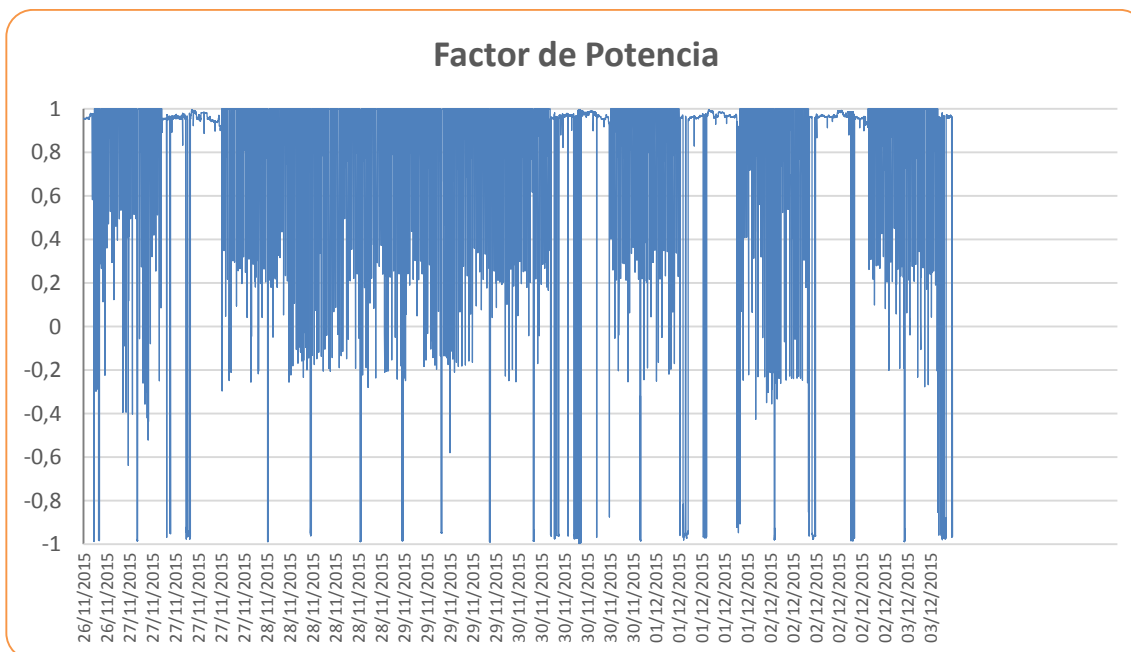


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

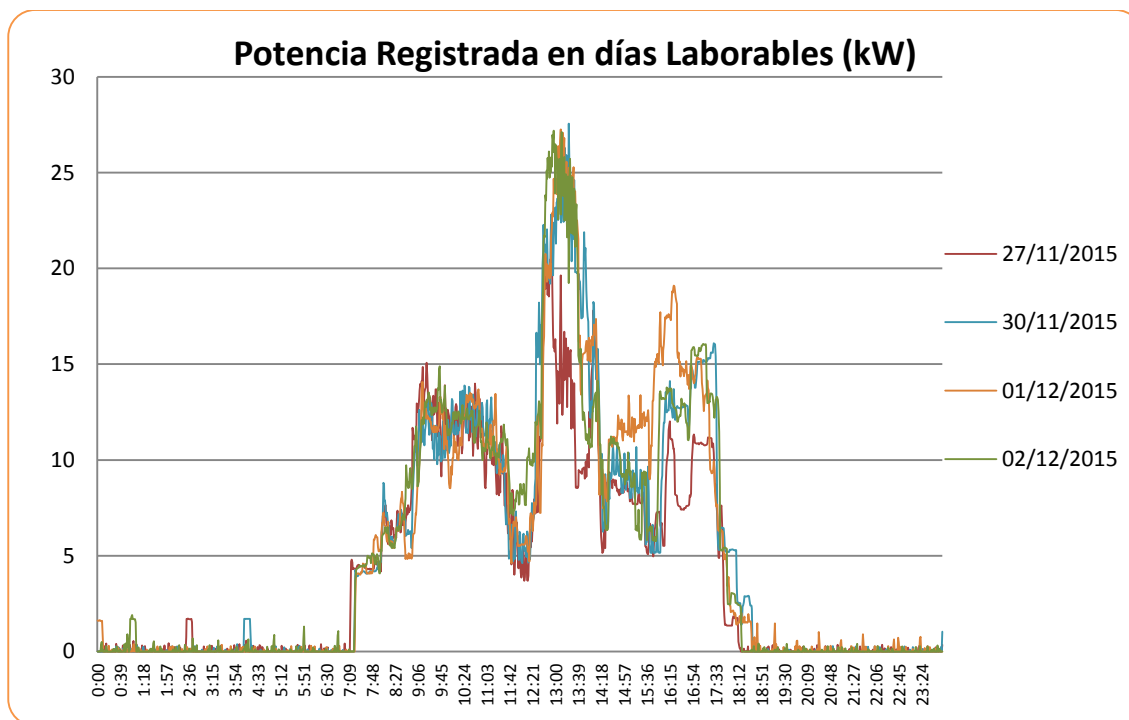


Gráfico 16 Potencia registrada en días lectivos (kW)

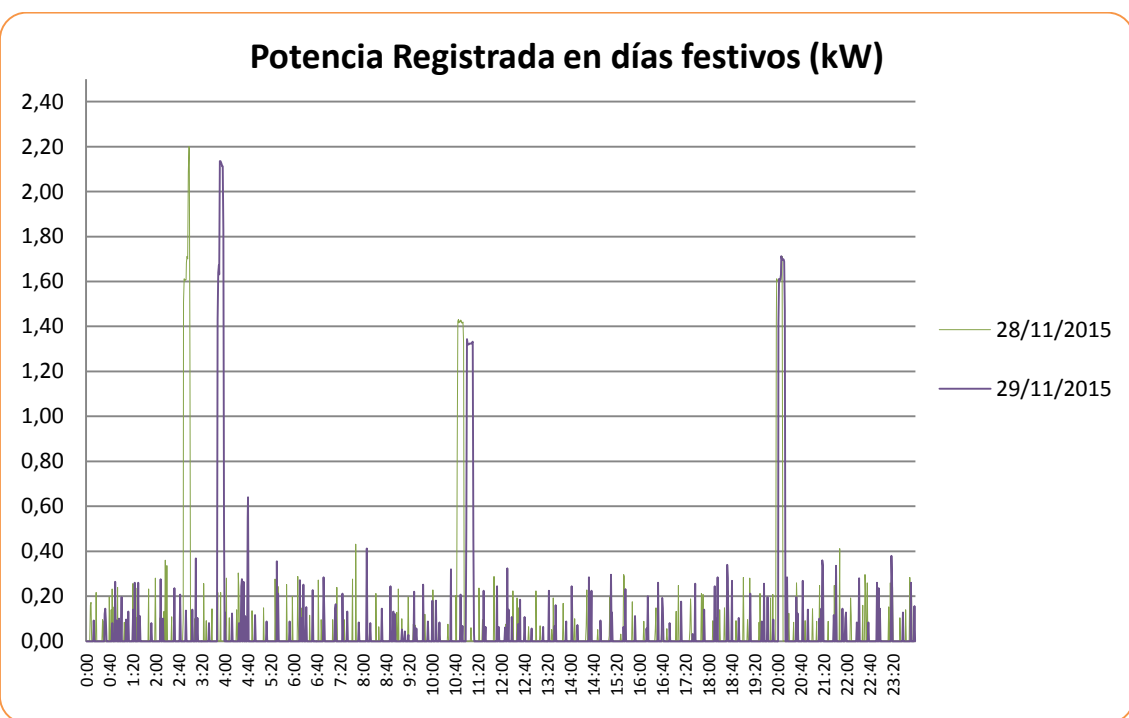


Gráfico 17 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

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

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 27,27 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 18:30

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

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

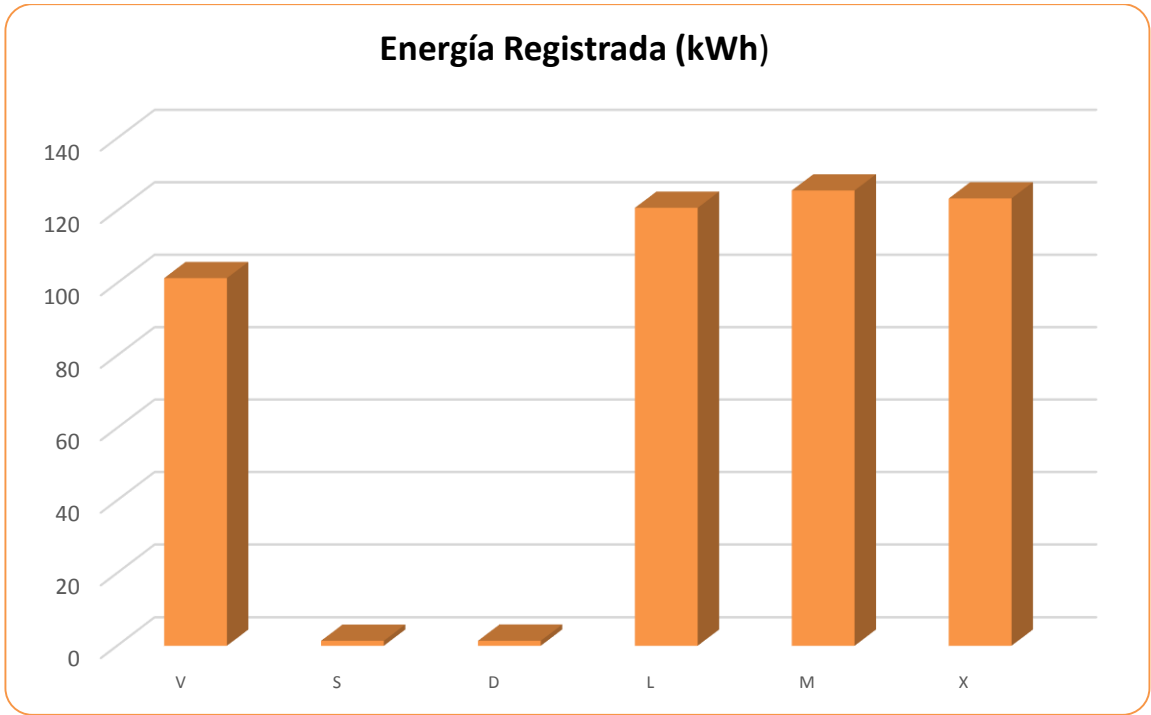


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 117,78 kWh y durante los días festivos de 1,36 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.485,64 kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 25,11% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Dirección y secretaría



Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en dirección y secretaría

- Comedor y despensa



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en comedor y despensa

- **Distribuidor y aseos módulo 2**

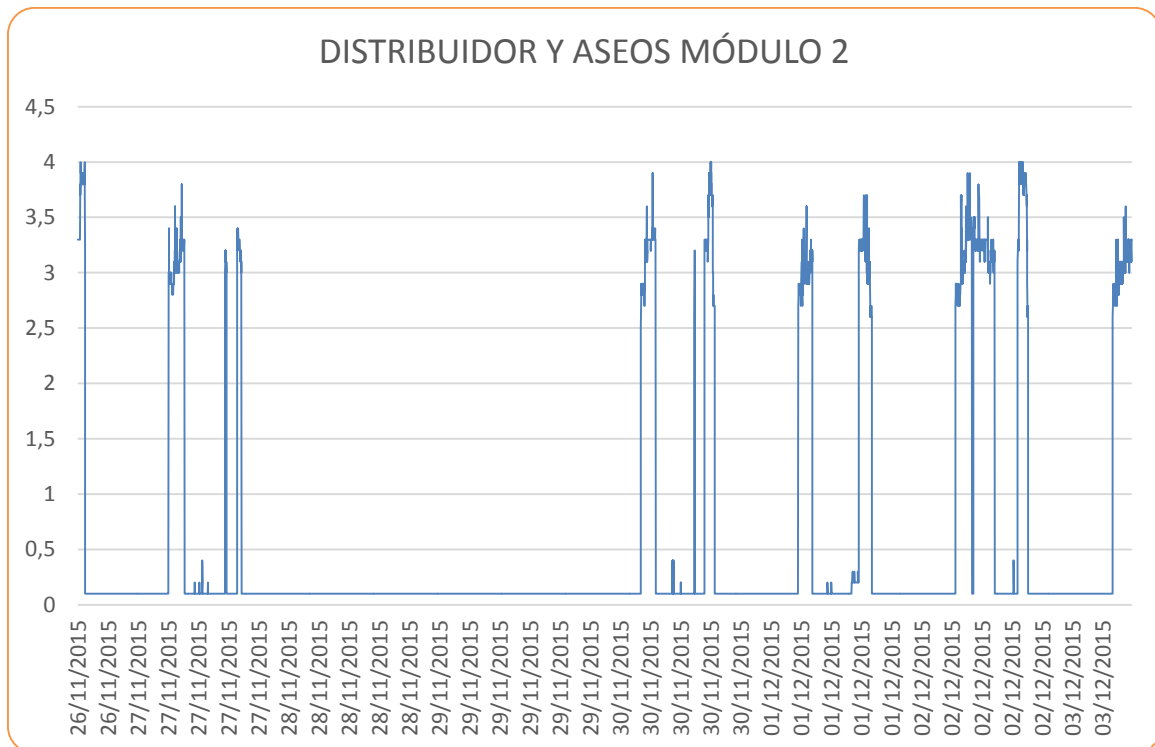


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en distribuidor y aseos módulo 2

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

- Dirección y secretaría: 8 h
- Comedor y despensa: 5 h
- Distribuidor y aseos módulo 2: 4 h

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría).*

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

Ubicación		Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio 1 - Módulo 1	Comedor	2678,4	133,00	481	200	4,19
Edificio 1 - Módulo 1	Cocina	267,84	18,59	439	200	3,28
Edificio 1 - Módulo 1	Despensa	178,56	11,39	466	100	3,36
Edificio 1 - Módulo 2	Distribuidor	535,68	32,85	363	200	4,49
Edificio 1 - Módulo 2	Dirección	357,12	18,12	445	300	4,43
Edificio 1 - Módulo 2	Secretaría	535,68	32,80	396	300	4,12
Edificio 1 - Módulo 2	Aseo Profesores	56	6,90	110	150	7,38
Edificio 1 - Módulo 2	Aseo Alumnos	56	9,97	72	150	7,80
Edificio 1 - Módulo 2	Biblioteca-Sala de Profesores	892,8	51,00	422	300	4,15
Edificio 2 - Módulo 3	Distribuidor	535,68	32,85	569	200	2,87
Edificio 2 - Módulo 3	Aula 1	892,8	57,30	470	300	3,32
Edificio 2 - Módulo 3	Aseo Aula 1	120	7,90	105	150	14,47
Edificio 2 - Módulo 3	Aula 2	892,8	56,55	395	300	4,00
Edificio 2 - Módulo 3	Aseo Aula 2	120	7,70	68	150	22,92
Edificio 2 - Módulo 3	Aula 3	892,8	57,05	477	300	3,28
Edificio 2 - Módulo 3	Aseo Aula 3	120	7,80	73	150	21,07
Edificio 2 - Módulo 3	Despacho	267,84	16,35	406	300	4,03
Edificio 3 - Módulo 4	Distribuidor	535,68	32,85	684	200	2,38
Edificio 3 - Módulo 4	Aula 1	892,8	57,30	436	300	3,57
Edificio 3 - Módulo 4	Aseo Aula 1	120	7,90	62	150	24,50
Edificio 3 - Módulo 4	Aula 2	892,8	56,55	468	300	3,37
Edificio 3 - Módulo 4	Aseo Aula 2	120	7,70	65	150	23,98
Edificio 3 - Módulo 4	Aula 3	892,8	57,05	674	300	2,32
Edificio 3 - Módulo 4	Aseo Aula 3	120	7,80	64	150	24,04
Edificio 3 - Módulo 4	Despacho	267,84	16,35	438	300	3,74
Edificio 4 - Módulo 5	Distribuidor	535,68	32,85	1594	200	1,02
Edificio 4 - Módulo 5	Aula 1	892,8	57,30	426	300	3,66
Edificio 4 - Módulo 5	Aseo Aula 1	120	7,90	89	150	17,07
Edificio 4 - Módulo 5	Aula 2	892,8	56,55	452	300	3,49
Edificio 4 - Módulo 5	Aseo Aula 2	120	7,70	28	150	55,66

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

Ubicación		Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio 4 - Módulo 5	Aula 3	892,8	57,05	459	300	3,41
Edificio 4 - Módulo 5	Aseo Aula 3	120	7,80	22	260	69,93
Edificio 4 - Módulo 5	Despacho	267,84	16,35	328	300	4,99
Prefabricado	Distribuidor	89,28	32,85	808	200	0,34
Prefabricado	Aseo 1	89,28	8,84	305	150	3,31
Prefabricado	Aseo 1	70	8,84	437	150	1,81
Prefabricado	Aula 1	803,52	57,30	416	300	3,37
Prefabricado	Aula 2	803,52	56,55	406	300	3,50
Prefabricado	Aseo 2	89,28	8,84	227	150	4,45
Prefabricado	Aseo 2	70	8,84	522	150	1,52

Tabla 27 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa que los valores medidos de iluminancia están por encima de los valores recomendados excepto en los aseos de los edificios 1, 2, 3 y 4, donde se sitúan por debajo.

Los valores de eficiencia energética sobrepasan el valor máximo fundamentalmente en los aseos de los edificios principales, debido a que poseen una excesiva iluminancia así como una pequeña superficie.

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 28 Condiciones interiores exigidas por el RITE

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

- **Secretaría**

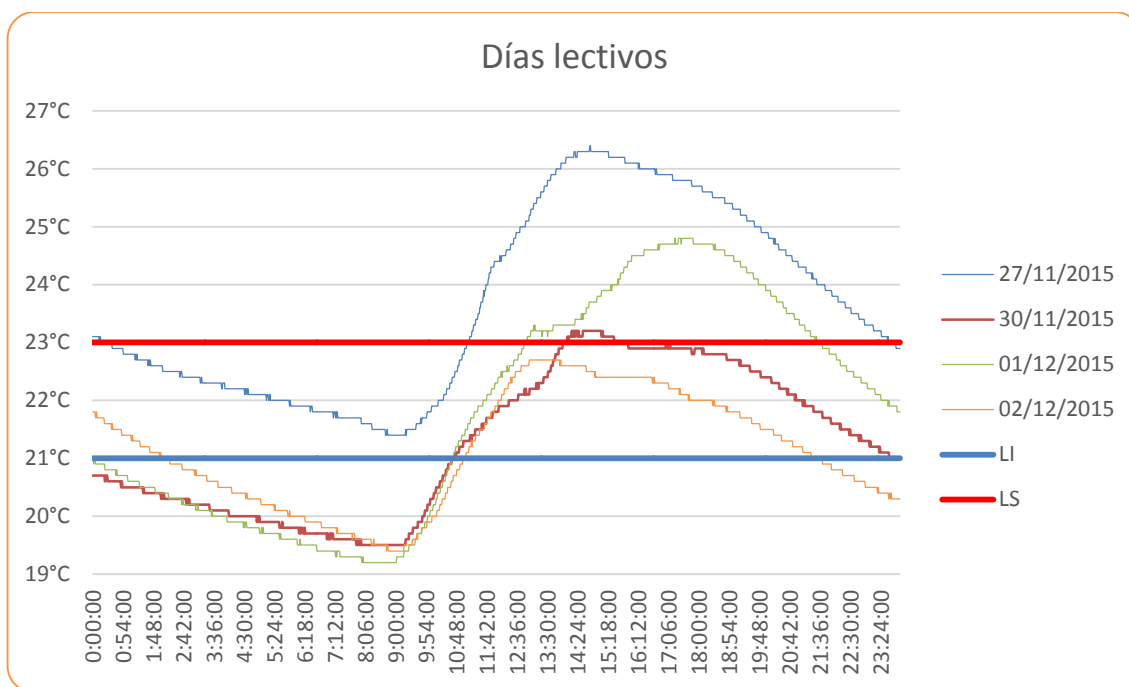


Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

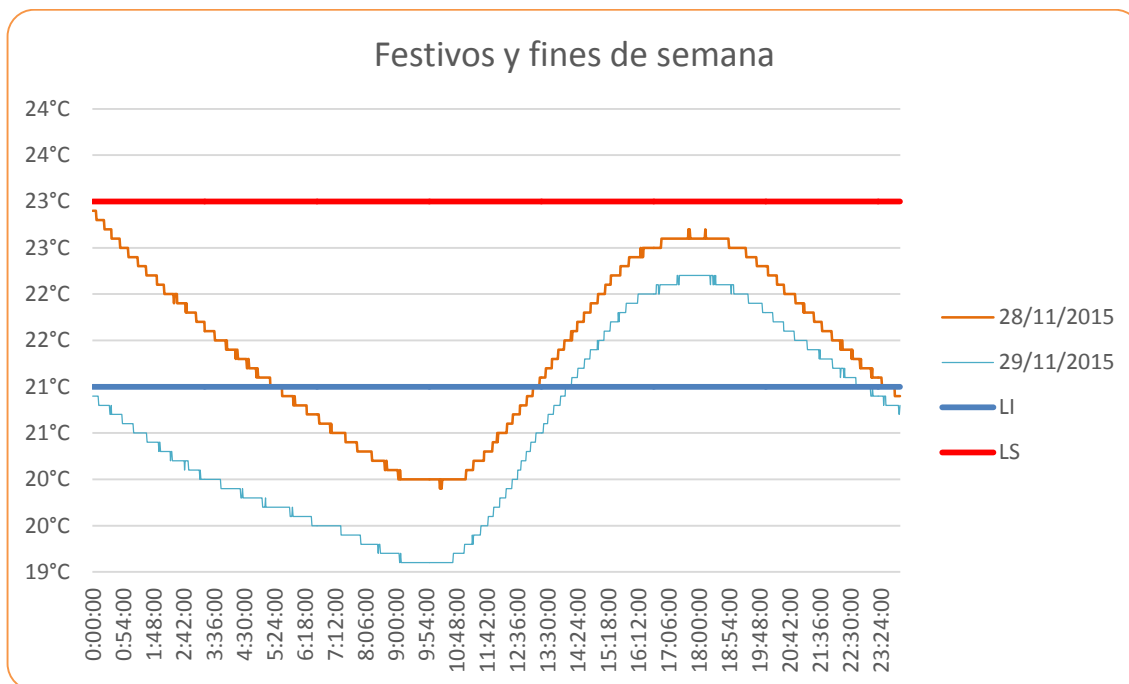


Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

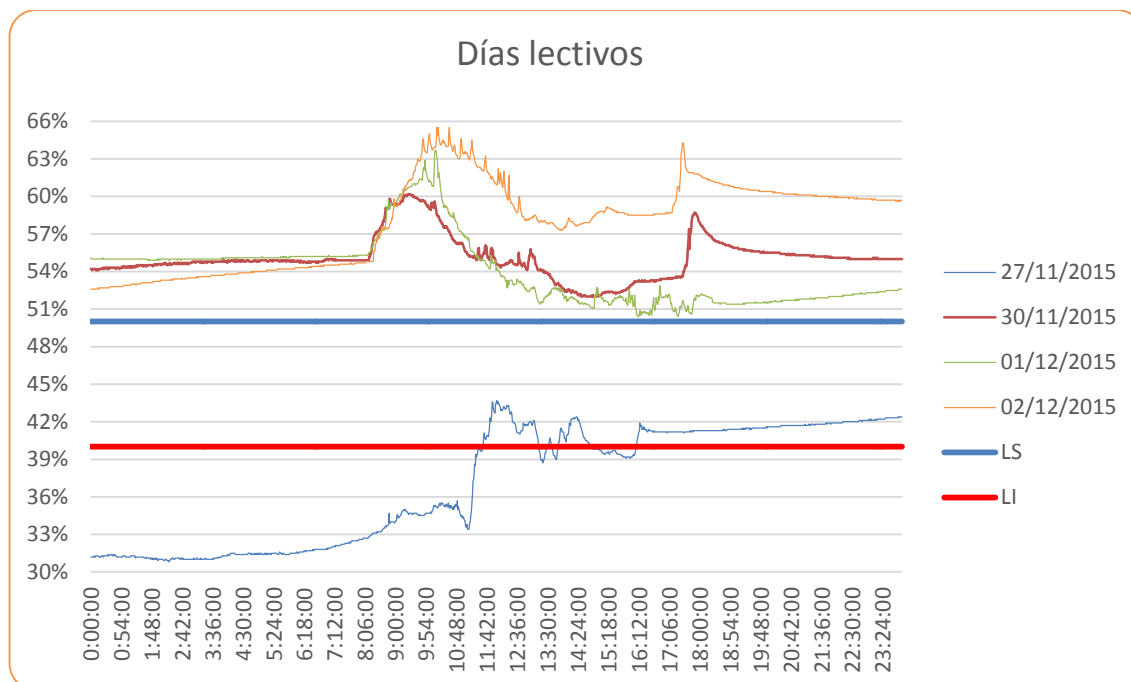


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta estancia se trata con dos sistemas autónomos de expansión directa Split de tipo pared.

Se observa como durante la semana que se ha registrado, tanto los días lectivos como el fin de semana la temperatura sigue la misma pauta de comportamiento, aumentando desde unos 19 – 20°C en torno a las 9:30 – 10:00 horas hasta 23 - 26°C a las 18:00 horas.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

A pesar de este aumento de temperatura, en el registro trifásico se observa que no ha habido encendidos de equipos de clima durante el fin de semana, de manera que se puede deducir que este aumento de temperatura se debe a la ocupación propia de la estancia, ya que el aumento coincide con el horario de jornada laboral, y a cargas térmicas inherentes a esta ocupación como equipos informáticos y otros equipos eléctricos. Además es posible que el registrador se instalara en la fachada SE donde la radiación solar es mayor.

Durante una gran parte del horario de ocupación la temperatura se encuentra dentro de los límites que marca el reglamento de 21-23 °C, lo que indica un aporte suficiente de calor superándose en momentos puntuales del día.

La humedad relativa se sitúa por encima del límite superior que marca el reglamento del 50%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 21°C y los 23°C durante los periodos de ocupación, superándose de forma puntual los 23°C.
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 10:00 hasta las 18:00 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

Edificio 1

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación E.

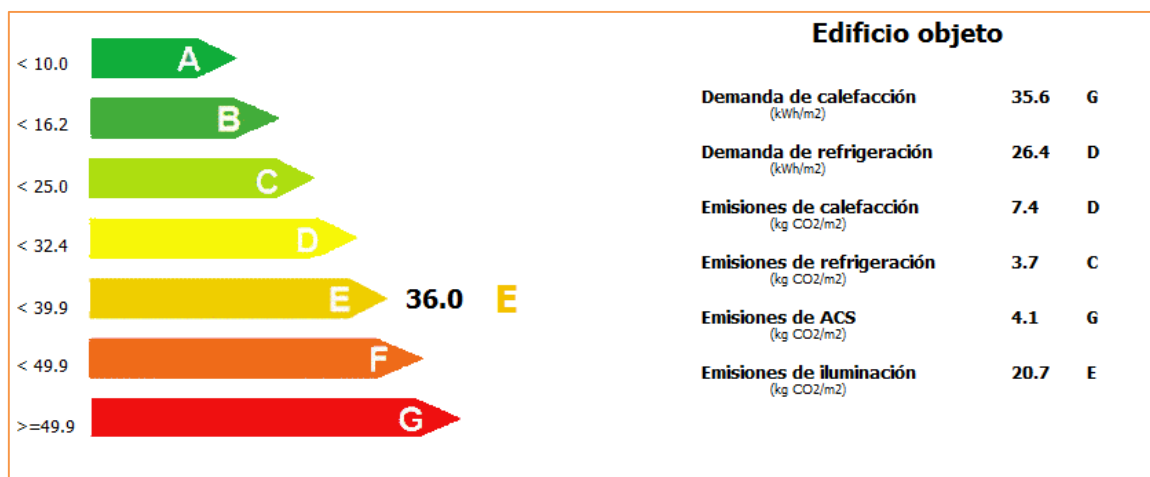


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético

Edificio 2

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación E.

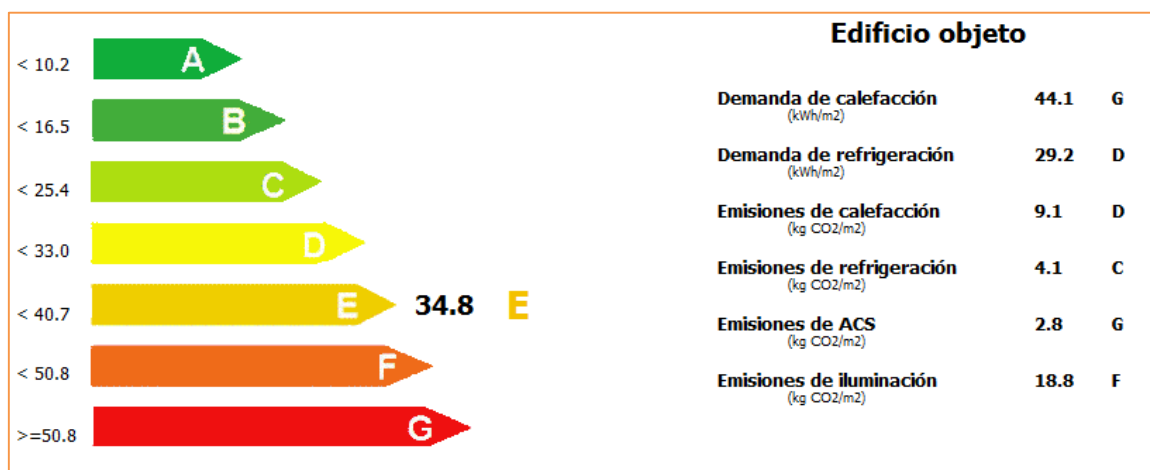


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético

Edificio 3

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación E.

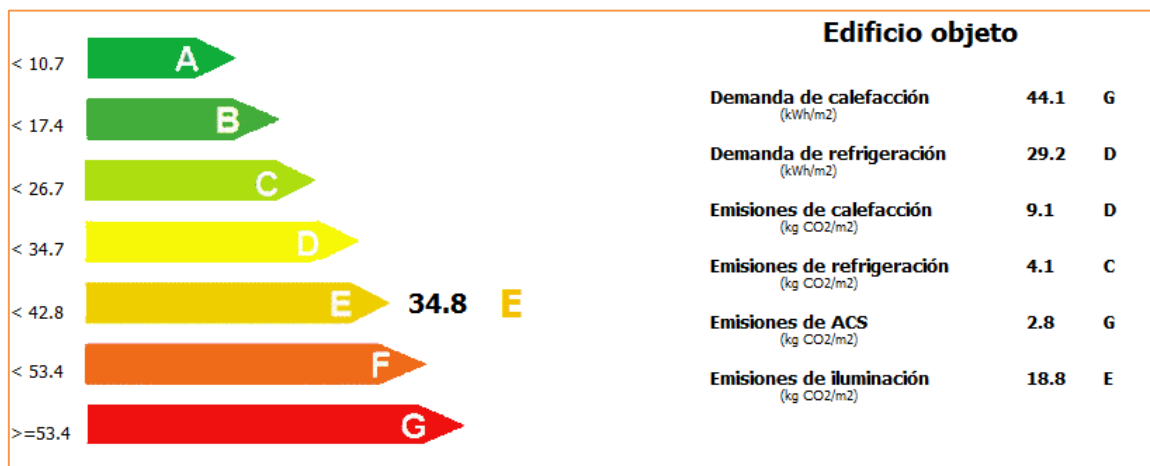


Imagen 11 Etiqueta Certificado Energético

Edificio 4

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación D.

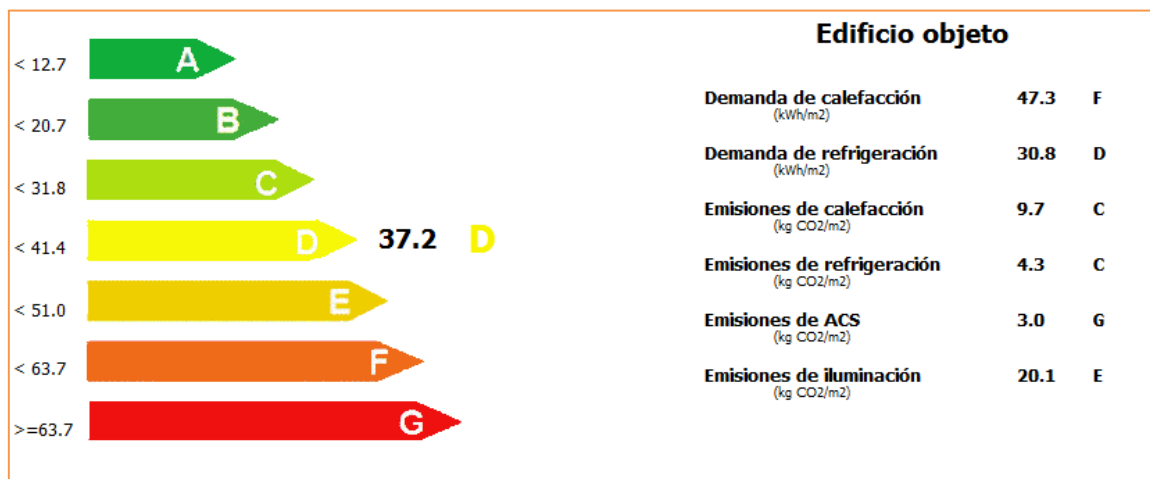


Imagen 12 Etiqueta Certificado Energético

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

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:

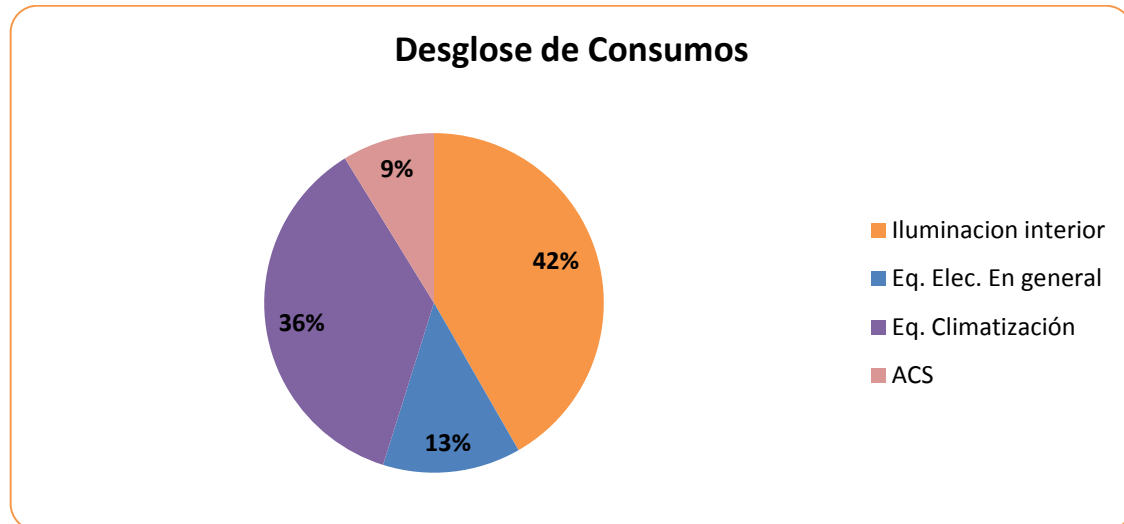


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 5%.

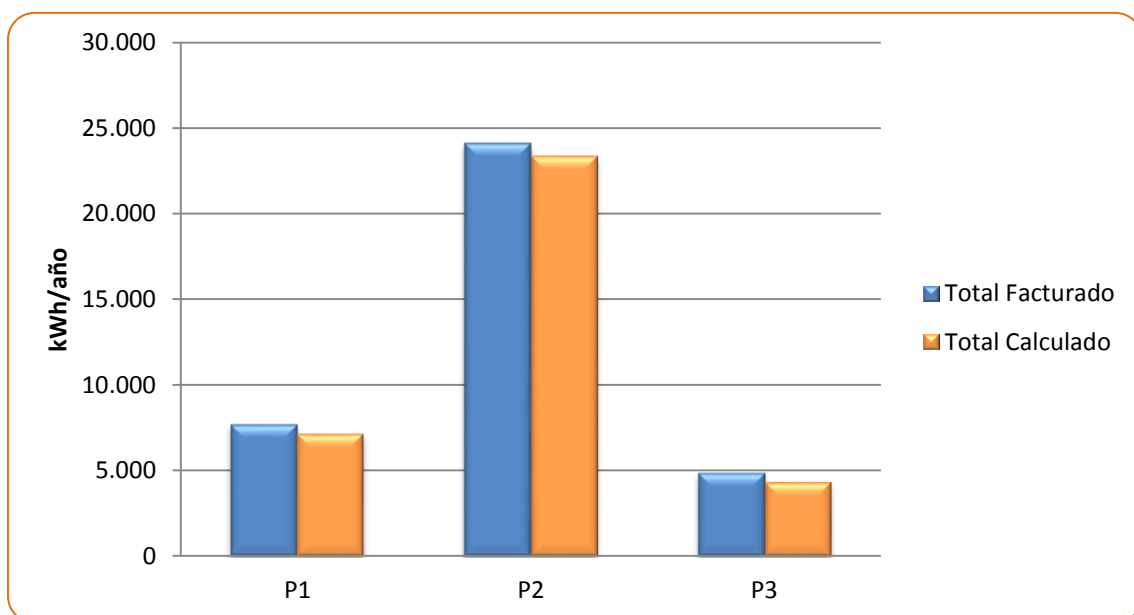


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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	20,06%	69,94%	10,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,84833
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			
8.036	55,48%	21,90%	952,13 €	130,50 €	1.082,63 €	14.431,71 €	13,33	3,21

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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.

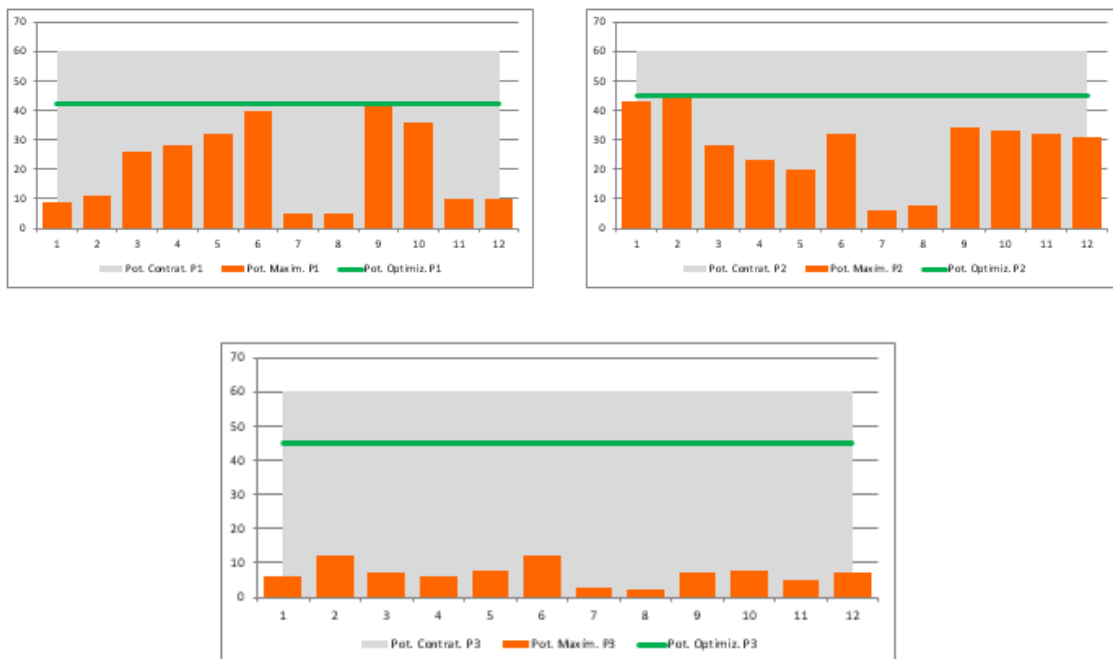


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **42 / 45 / 45 kW** para cada uno de los periodos.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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	
60	60	60	42	45	45	1.105,58 €

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

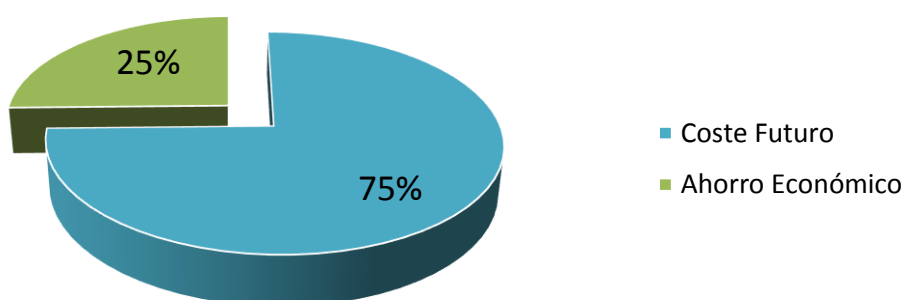


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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.

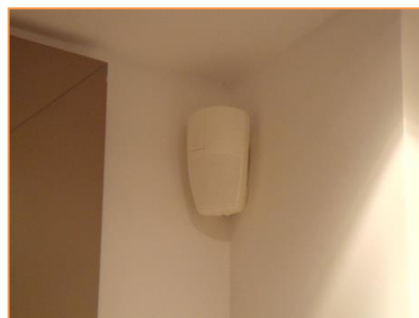


Imagen 14 Detectores de presencia

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 Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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.

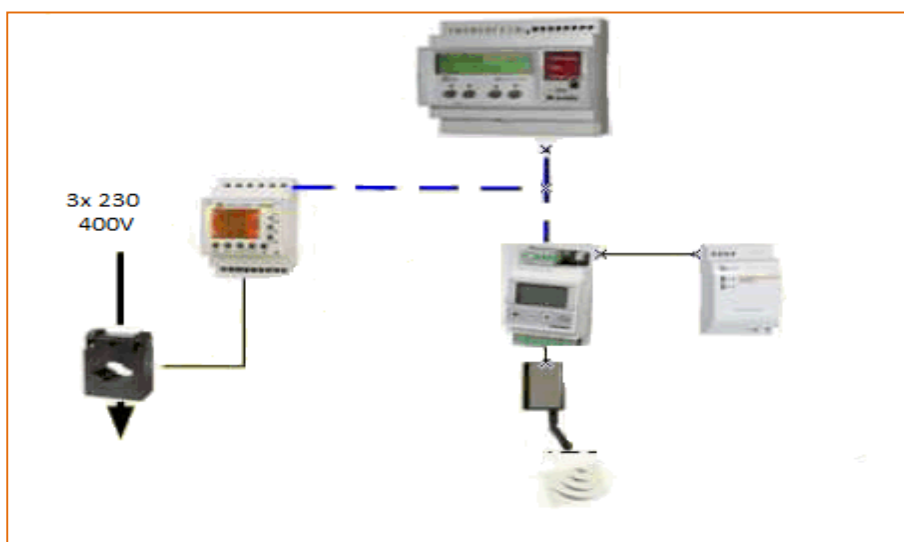


Imagen 15 Esquema de sistema de monitorización

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

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

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

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

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

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa además de varios convectores eléctricos, 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. PINOLIVO	1306
		40
		Rev.05

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	8.036	55,48	1.082,63	14.468,11	13,36	3,21
Mejora Ajuste de Potencia	-	-	1.105,58	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	8.049	55,35 %	2.188,21	14.468,11	6,61	3,21

Tabla 29 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