






## INFORME


### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(C.E.I.P. Mario Vargas Llosa)*


Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_38_20160309

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

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>4</b>
1.1 Datos generales del centro .....	4
1.2 Planos y distribución .....	5
1.3 Envolverte y cerramientos.....	9
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	10
1.4.1 Producción de ACS .....	10
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	14
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo .....	17
1.4.4 Unidades Terminales.....	19
1.5 Iluminación.....	24
1.5.1 Iluminación interior .....	25
1.5.2 Iluminación exterior .....	26
1.5.3 Sistemas de control .....	27
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	27
1.6 Otros equipos .....	28
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	29
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>30</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	30
2.2 Consumos térmicos.....	33
2.3 Consumos energéticos totales .....	33
2.4 Índices energéticos.....	33
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	33
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	33
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>	<b>34</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	34
3.1.1 Registros trifásicos .....	34
3.1.2 Registros monofásicos.....	37
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	38
3.3 Medidas térmicas.....	39
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	39
3.4 Análisis termográfico.....	42
3.5 Certificación energética .....	42
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>43</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	43
4.2	Desglose de consumos térmicos .....	44
4.3	Contribución de energías renovables .....	44
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>45</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	45
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	47
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>49</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	49
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	51
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>53</b>
7.1	Energía solar térmica.....	53
7.2	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	54
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>55</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	1306
		38
		Rev.05

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Mario Vargas Llosa
Dirección	Calle El Almensino ( Urbanización Huerta del Prado ), 0 S/N
Tipo de edificio	Centro educativo
Persona de Contacto	Directora Pilar Mesas 671 59 71 71 direccionmvl@gmail.com Tfno: 951 270 748 Fax: 951 270 749
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*


Las instalaciones del **CEIP Mario Vargas Llosa** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle El Almensino s/n** en la localidad de



*Imagen 1 Vista general del CEIP Mario Vargas Llosa*



*Imagen 2 Vista aérea del CEIP Mario Vargas Llosa*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>		<b>1306</b>
			<b>38</b>
			<b>Rev.05</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Reformas realizadas
Edificio Principal	3	3030,1	380	7:30 a 19:30 (JULIO) 8:30 - 15:00.	2013	NO

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	350	9:00 a 14:00	Educativo
Aula matinal	28	7:30 a 9:00	Educativo
Cocina	4	12:30 a 16:00	Cocina-comedor
Comedor	150	13:00 a 16:00	Cocina-comedor

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

## 1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 m²	Planta 1 m²	Planta 2 m²	Planta – m²	Sup. Total m²
Administrativo	--	134,62	--	--	134,62
Aseos	83,80	130,63	47,70	--	262,13
Aulas	323,96	244,63	646,80	--	1.215,39
Cocina-comedor	204,05	--	--	--	204,05
Deportivo	--	171,00	--	--	171,00
No habitable	78,88	14,35	4,84	--	98,07
Usos múltiples	--	123,75	--	--	123,75
Zonas comunes	146,76	143,82	115,00	139,30	544,88
Sup. Total m²	837,45	962,80	814,34	139,30	2.753,89

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 44% 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%.

## Superficie según usos

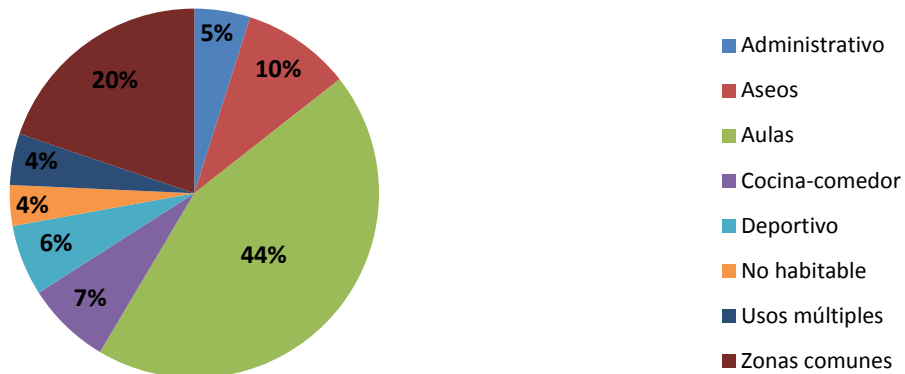
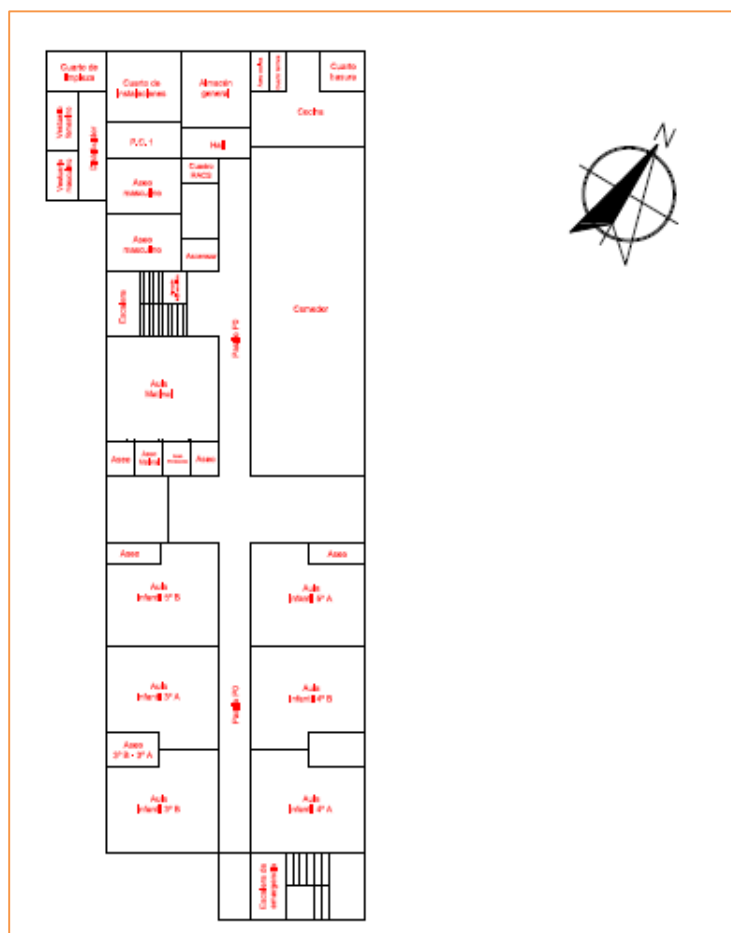


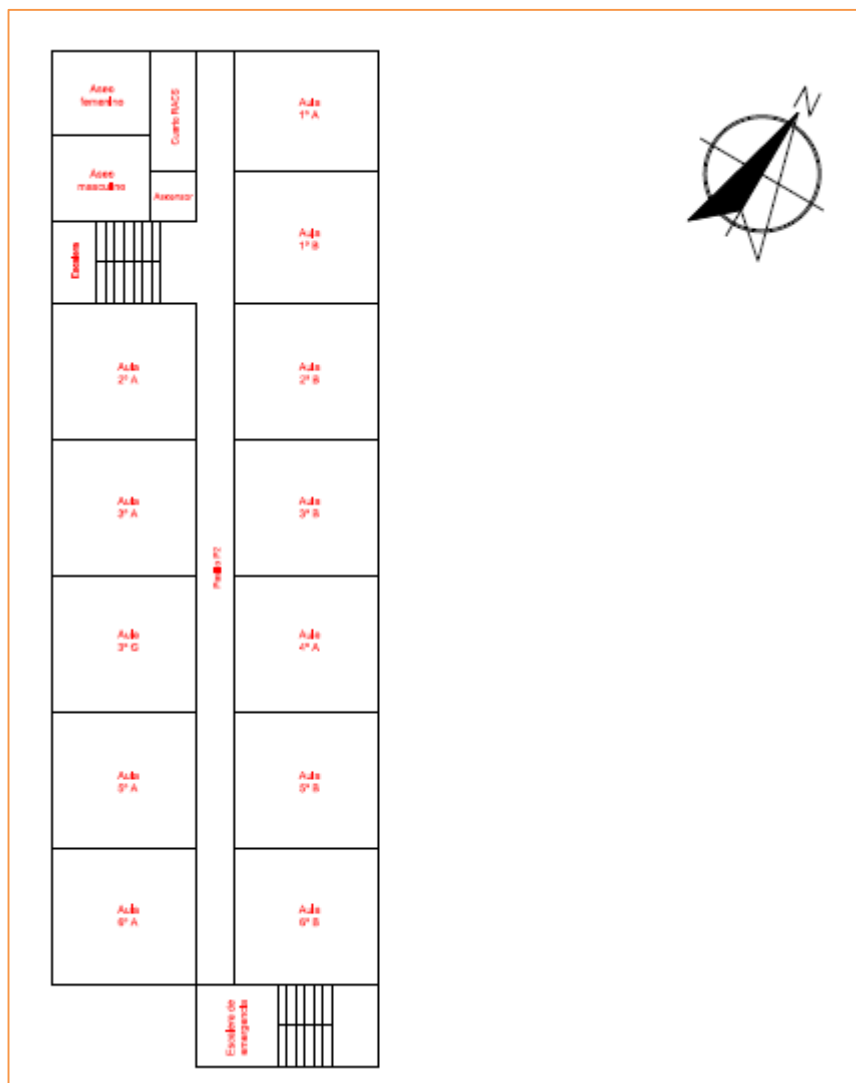
Gráfico 1 Superficie según Usos

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




Plano 1 Planta Baja





*Plano 3 Planta Segunda*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

### 1.3 Envolverte y cerramientos

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

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

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

El edificio, según datos proporcionados por el centro, fue construido en 2013; y por lo tanto lo hizo bajo las normas marcadas por el CTE.


El edificio en planta tiene forma rectangular el acceso se encuentra en la fachada NO como fachada principal. Todas las fachadas tienen características constructivas similares, con acabados aplacados en color gris.

La cubierta es plana no transitable de grava que alberga las instalaciones de climatización del edificio.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

#### 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El sistema de climatización del centro consta de una bomba de calor aire-agua con distribución a dos tubos ubicada en la cubierta que alimenta a una climatizadora con recuperador de calor que se encarga del tratamiento de ventilación, calefacción y refrigeración de la mayor parte del centro.

Adicionalmente en algunas estancias existen sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachadas y unidades interiores de tipo pared. Se encargan del aporte frigorífico durante las temporadas intermedias y de verano y como complemento de la calefacción durante la temporada de invierno Se trata de equipos autónomos tipo Split 1x1.

Puntualmente hay instalados radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.


La producción-acumulación de ACS se lleva al cabo mediante 3 instalaciones de energía solar térmica tipo termosifón compuesta cada una de ellas por 2 captadores planos y una acumulación de 300 litros. Actualmente esta instalación se encuentra en desuso y se ha instalado en cada termo-acumulador una resistencia eléctrica. Este sistema se complementa se complementa de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

##### 1.4.1 Producción de ACS

Como se ha comentado anteriormente, la producción-acumulación de ACS se lleva al cabo mediante 3 instalaciones de energía solar térmica tipo termosifón compuesta cada una de ellas por 2 captadores planos y una acumulación de 300 litros. Actualmente esta instalación se encuentra en desuso y se ha instalado en cada termo-acumulador una resistencia eléctrica. A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Termosifón	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	2
	Tipo	Plano
	Marca	Termicol
	Modelo	T20PS
	Superficie bruta (m2)	2,07
	Superficie de apertura (m2)	1,88
	Inclinación	37,6
	Orientación	Sur
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
	Marca:	Termicol
	Modelo:	ATF300L
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	300,00
	Total (litros)	300,00
Observaciones	Fuera de servicio. Acumuladores con resistencia eléctrica de 1500W.	

Tabla 5 Características instalación solar térmica

 <b>SONINGEO ENERGY</b> SERVICIOS ENERGÉTICOS	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

Tipo	Termosifón	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	2
	Tipo	Plano
	Marca	Termicol
	Modelo	T20PS
	Superficie bruta (m2)	2,07
	Superficie de apertura (m2)	1,88
	Inclinación	37,6
	Orientación	Sur
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
	Marca:	Termicol
	Modelo:	ATF300L
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	300,00
	Total (litros)	300,00
Observaciones	Fuera de servicio. Acumuladores con resistencia eléctrica de 1500W.	

*Tabla 6 Características instalación solar térmica*

Tipo	Termosifón	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	2
	Tipo	Plano
	Marca	Termicol
	Modelo	T20PS
	Superficie bruta (m2)	2,07
	Superficie de apertura (m2)	1,88
	Inclinación	37,6
	Orientación	Sur
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
	Marca:	Termicol
	Modelo:	ATF300L
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	300,00
	Total (litros)	300,00
Observaciones	Fuera de servicio. Acumuladores con resistencia eléctrica de 1500W.	

*Tabla 7 Características instalación solar térmica*



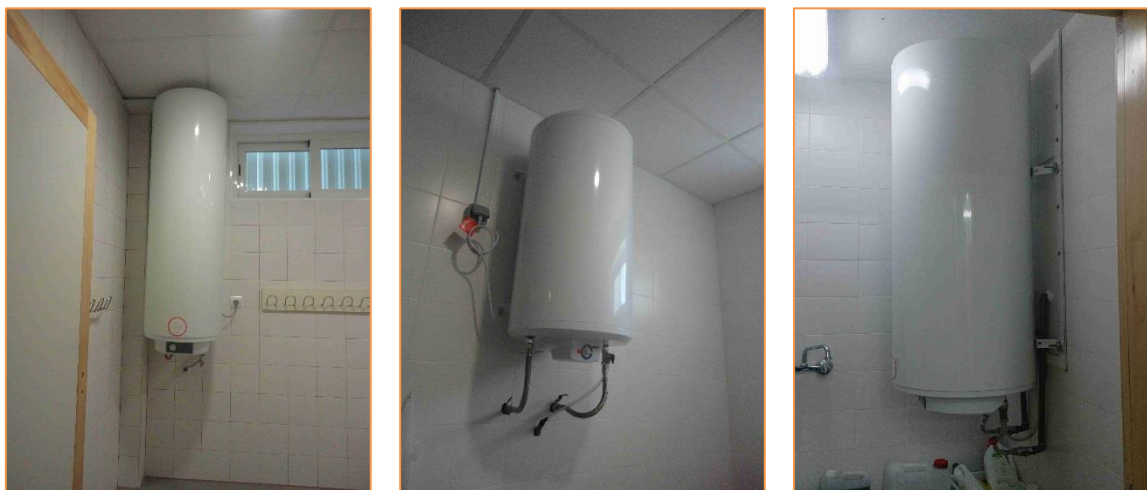
Imagen 4 Instalación solar para ACS

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:

Como se ha comentado anteriormente, en los acumuladores de la instalación solar se ha instalado una resistencia eléctrica de 1.500 W.


Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Nºde Equipos	Observaciones
Edificio Principal	0	Cuarto termo	2,40	200	1	En servicio
Edificio Principal	1	Duchas masculinas	2,40	200	1	En servicio
Edificio Principal	1	Duchas femeninas	2,40	200	1	En servicio
Edificio Principal	1	Aseo adaptado	2,00	100	1	En servicio
Edificio Principal	Cubierta	Todo el Edificio	1,50	300	3	En servicio

*Tabla 8 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

#### 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
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
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	3	3	3
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Secretaría	Dirección	Cuarto RACs (P1)
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	LG	LG	LG
Modelo	E12EK (USUW126B4A0)	E09EK (USUW096B4A0)	E09EK (USUW096B4A0)
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Año de instalación	<b>2013</b>	<b>2013</b>	<b>2013</b>
Tipo Unidad interior	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	<b>3,50</b>	<b>2,50</b>	<b>2,50</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,08	0,67	0,67
EER	<b>3,24</b>	<b>3,73</b>	<b>3,73</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>3,80</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,00	0,84	0,84
COP	<b>3,80</b>	<b>3,81</b>	<b>3,81</b>
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas
Observaciones	En servicio. Uso puntual	En servicio. Uso puntual	En servicio. Uso puntual

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



*Imagen 6 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Sistemas autónomos de expansión directa tipo BdC – Split 1x1***

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

Nº generador	4
Generador	Bomba de calor
Edificio	Edificio principal
Planta	3
Ubicación equipo	Cubierta
Zona de tratamiento	Todas las aulas y despachos
Servicio	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Agua
Condensación / Evaporación	Aire
Tecnología	Compresor Scroll
Marca	Carrier
Modelo	30RQS-100-0294-PE-
Refrigerante	R410a
Año de instalación	2013
Tipo Unidad interior	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	96,10
Potencia Absorbida Frío (kW)	34,80
EER	2,76
ESEER	4,11
Potencia Calorífica (kW)	100,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	32,10
COP	3,12
ESCOP	0,00
Recuperación de calor (kW)	0,00
Mes inicio calefacción	Noviembre
Mes final calefacción	Febrero
Mes inicio refrigeración	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre
días/semana	5
horario funcionamiento (mañana)	7:30 - 15:00
horario funcionamiento (tarde)	-
Sistema de gestión centralizado	Si
Control - encendido / apagado	Manual
Centralita - marca / modelo	Airzone
Observaciones	En servicio

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





Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Bomba de calor

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

<b>Calefacción</b>	<b>110,20 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>104,6 kW</b>

Tabla 11 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

#### 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Ubicación	Cuarto de instalaciones	Cuarto de instalaciones
Denominación	B1	B2
Tipo	Rotor seco - simple	Rotor seco - simple
Marca	ESPA	ESPA
Modelo	MULTI35 8 N C1	MULTI35 8 N C1
Año de instalación	2013	2013
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	1980 - 9900	1980 - 9900
Presión disponible (m.c.a.)	108 - 44	108 - 44
Potencia abs (kW)	3,60	3,60

Tabla 12 Características grupos de bombeo – Grupos de presión de agua sanitaria




*Imagen 8 Grupos de bombeo – Grupo de presión de agua sanitaria*

Nº bomba	3	4	5
Circuito	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Ubicación	Cuarto de instalaciones	Cuarto de instalaciones	Cuarto de instalaciones
Denominación	B3	B4	B5
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	ARKET	ARKET	ARKET
Modelo	MV 250T	SB 550T	MV 250T
Año de instalación	2013	2013	2013
Variador de frecuencia	No	No	No
Caudal (l/h)	10.000,00	16.900,00	10.000,00
Presión disponible (m.c.a.)	62,0	76,0	62,0
Potencia abs (kW)	1,85	4,00	1,85

*Tabla 13 Características grupos de bombeo – Grupo de presión incendios*



*Imagen 9 Grupos de bombeo – Grupo de presión incendios*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

#### 1.4.4 Unidades Terminales

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

##### Unidades interiores – Expansión directa


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

##### UTAs - Unidades de tratamiento de aire

El centro consta con una unidad de tratamiento de aire con recuperadores de calor del aire extraído, destinada al tratamiento de calefacción y refrigeración del edificio. Se trata de un equipo a 2 tubos alimentados de agua fría y caliente desde la central de producción térmica (bomba de calor).

En este caso, las características térmicas han sido estimadas a partir de catálogo al no existir placa de características. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de estos equipos se debe únicamente a los ventiladores de impulsión y retorno., ya que el consumo derivado de la producción térmica depende de los equipos de generación antes descritos.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

Nº	Tipo 1
Tipo	<b>Climatizadora</b>
Servicio	Calefacción y refrigeración
Edificio	Edificio principal
Planta	3
Zona de tratamiento	<b>Todas las aulas y despachos</b>
Marca	Carrier
Año de instalación	2013
Modo	Con retorno
Recuperador de calor	SI
Ventilador de impulsión - VF	Si
Caudal Impulsión (m3/h)	2.016,00
Potencia abs (kW)	5,00
Ventilador de retorno - VF	Si
Caudal Retorno (m3/h)	2.016,00
Potencia abs (kW)	3,00
Alimentación	(F) 2 tubos
Batería Calor	Agua caliente
Potencia calorífica (kW)	100,00
Batería Frío	Agua fría
Potencia frigorífica (kW)	96,10
Tipo control	Sistema de gestión centralizado
Observaciones	No posee ficha técnica.

*Tabla 14 Características técnicas de UTAs instaladas*





Imagen 10 Climatizadora y depósito de inercia

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	44,16	7,00	158,51
Aulas y Despachos	1.713,00	100,00	58,38
No habitable	4,00	3,20	800,00
<b>Total</b>	<b>1.761,16</b>	<b>110,20</b>	<b>62,57</b>

Tabla 15 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):

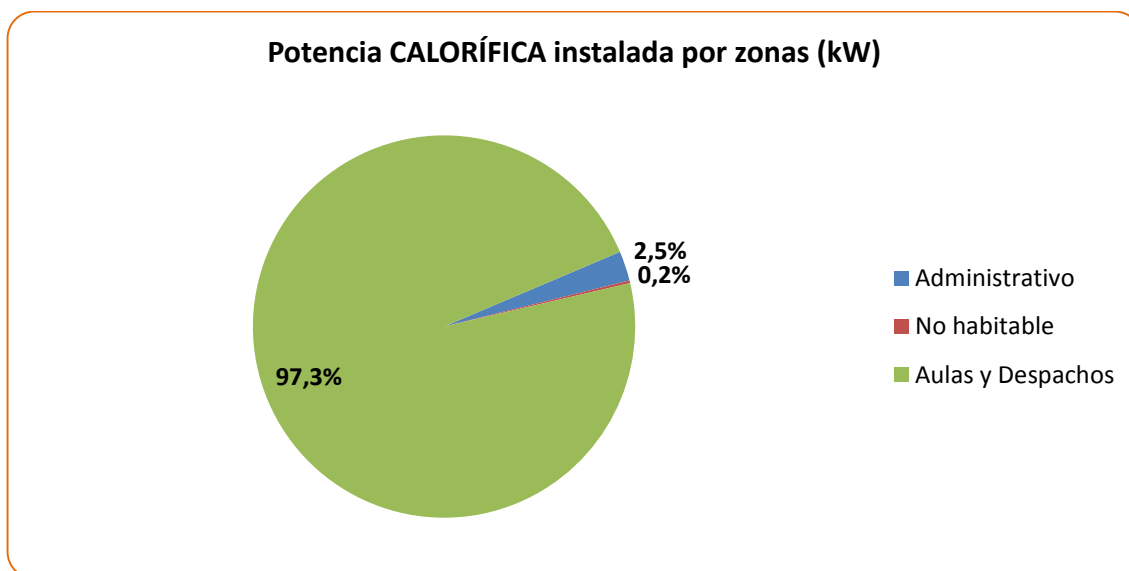


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

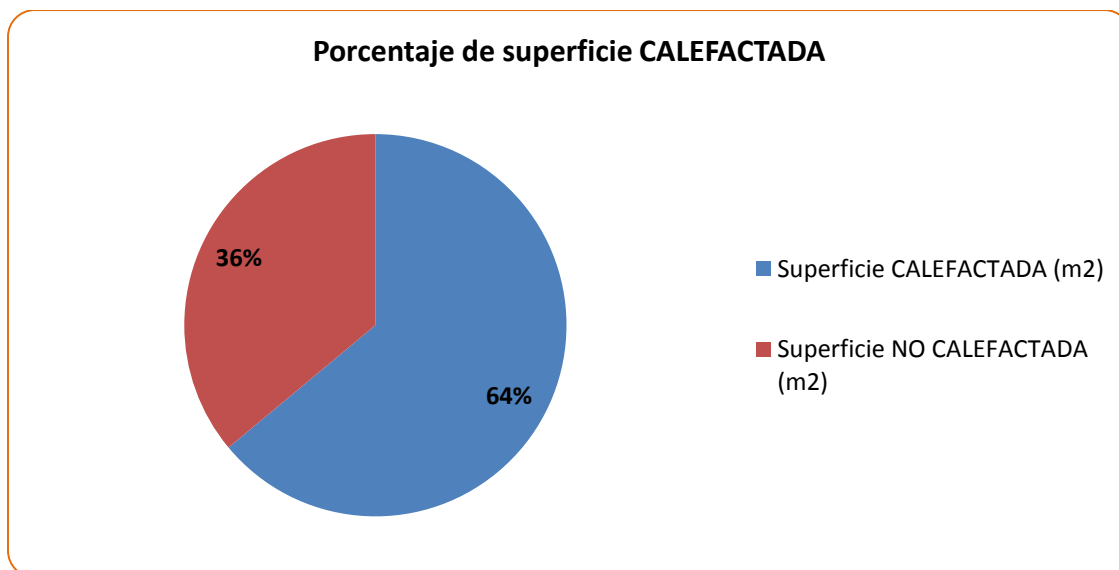


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	44,16	6,00	135,87
No habitable	4,00	2,50	625,00
Aulas y despachos	1.713,00	96,10	56,10
<b>Total</b>	<b>1.761,16</b>	<b>104,60</b>	<b>59,39</b>

Tabla 16 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):

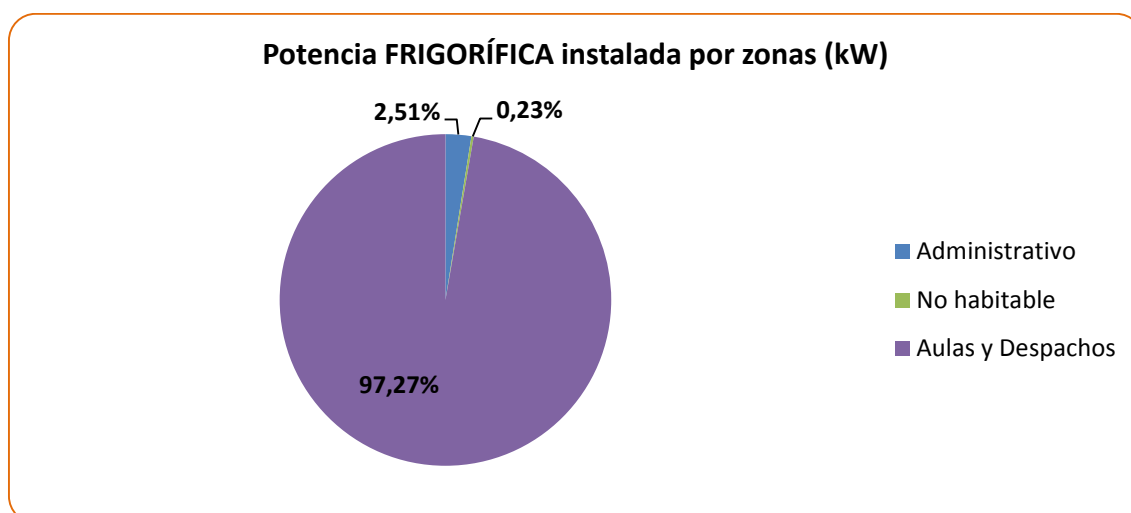


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

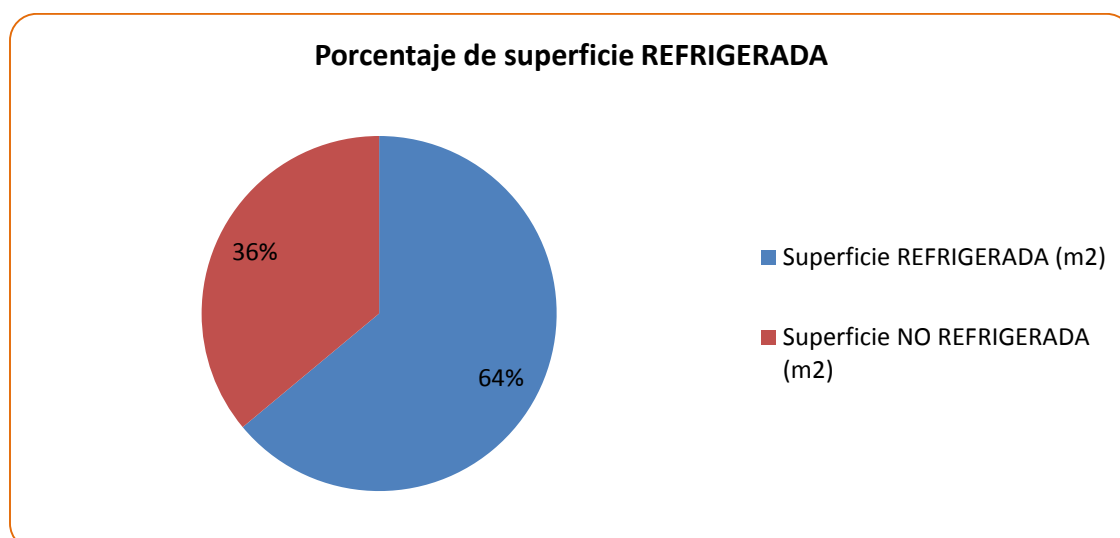


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 32,18 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

#### Potencia Instalada en Iluminación según el uso

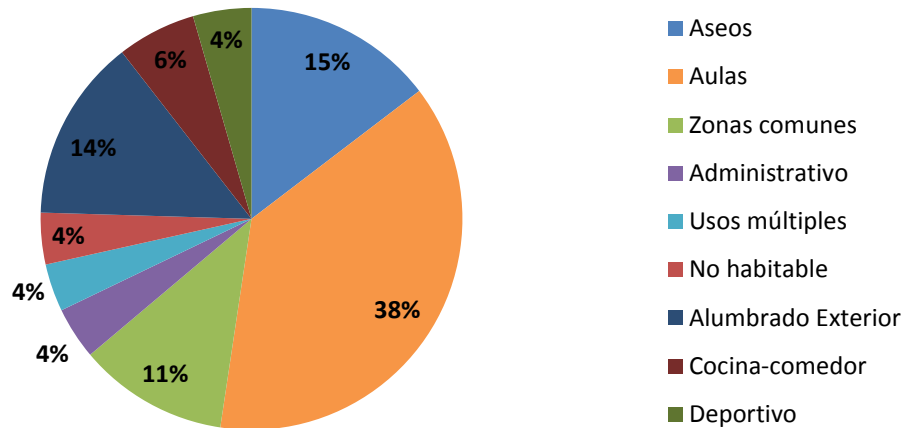


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

#### Porcentaje de Lámparas por Tipo

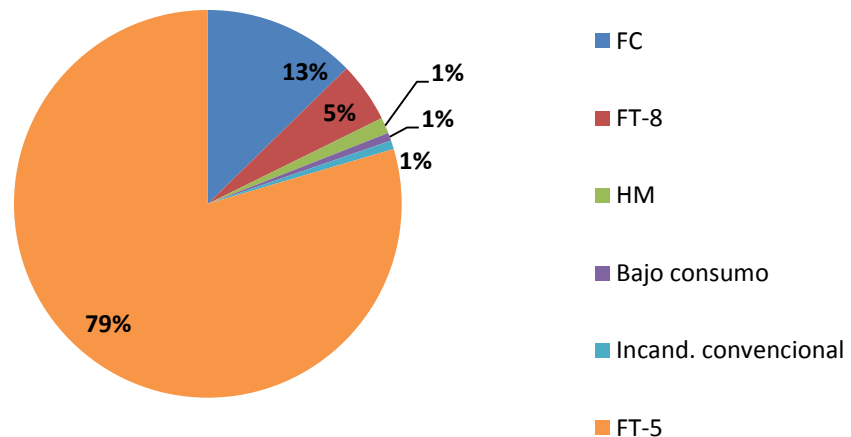


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada



### 1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EL	361	21,09
FT-8	42	2,67
1	23	1,33
58	23	1,33
2	19	1,33
36	18	1,30
18	1	0,04
FT-5	319	18,42
4	311	17,42
14	311	17,42
9	8	1,01
14	8	1,01
-	114	6,58
Incand. convencional	12	0,72
1	12	0,72
60	12	0,72
FC	83	4,26
1	2	0,05
26	2	0,05
2	81	4,21
26	81	4,21
HM	8	1,44
1	8	1,44
150	8	1,44
Bajo consumo	11	0,15
1	11	0,15
14	11	0,15
<b>Total general</b>	<b>475</b>	<b>27,67</b>

Tabla 17 Resumen de lámparas instaladas

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




*Imagen 11 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)
-	55	4,51
FT-8	11	0,79
2	11	0,79
36	11	0,79
FC	30	1,20
1	14	0,36
26	14	0,36
2	16	0,83
26	16	0,83
HM	14	2,52
1	14	2,52
150	14	2,52
<b>Total general</b>	<b>55</b>	<b>4,51</b>

*Tabla 18 Resumen de iluminación exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>



*Imagen 12 Luminarias situadas en el exterior del edificio*


### **1.5.3 Sistemas de control**

La iluminación correspondiente a los aseos está regulada mediante detectores de presencia.

El alumbrado exterior de algunos porches está programado para activarse de 8:15 a 21:00 horas.

### **1.5.4 Condiciones de funcionamiento**

Dado que la mayoría de 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

### 1.6 Otros equipos

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

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Audiovisual</b>	<b>10</b>	<b>2,16</b>
DVD/CD	2	0,03
Proyector	7	1,88
Televisión LCD	1	0,25
<b>Electrodoméstico</b>	<b>23</b>	<b>42,012</b>
Horno	3	19
Lavavajillas	2	12,1
Microondas	2	1,85
Extractor	4	0,12
Cafetera	6	6,05
Nevera	4	0,87
Kettle / Calienta agua	1	2
Tostador	1	0,022
<b>Informático</b>	<b>39</b>	<b>14,5811</b>
Ordenador sobremesa	20	6
Rack	4	0,242
Fotocopiadora	4	5,03
Fax	1	0,026
Ordenador portátil	3	0,45
Impresora oficina	7	2,8331
<b>Otros</b>	<b>5</b>	<b>3,16</b>
Máquina plastificar	4	3,14
Pistola silicona	1	0,02
<b>Sonido</b>	<b>27</b>	<b>1,8017</b>
Altavoz	6	0,6
Minicadena música	15	0,583
Radio-CD	4	0,062
Piano	1	0,0077
Amplificador	1	0,549
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
Radiador eléctrico	2	4
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>4</b>	<b>37,56</b>
Bomba de calor	1	34,8
Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split		
1x1	3	2,76
<b>Distribución - Bombas</b>	<b>5</b>	<b>14,9</b>
Bomba	5	14,9
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>0,008</b>
Climatizadora	1	0,008
<b>ACS</b>	<b>7</b>	<b>13,7</b>
Termo-acumulador eléctrico	4	9,2
Acumulador solar con resistencia eléctrica	3	4,5
<b>Total general</b>	<b>123</b>	<b>133,8828</b>

Tabla 19 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.

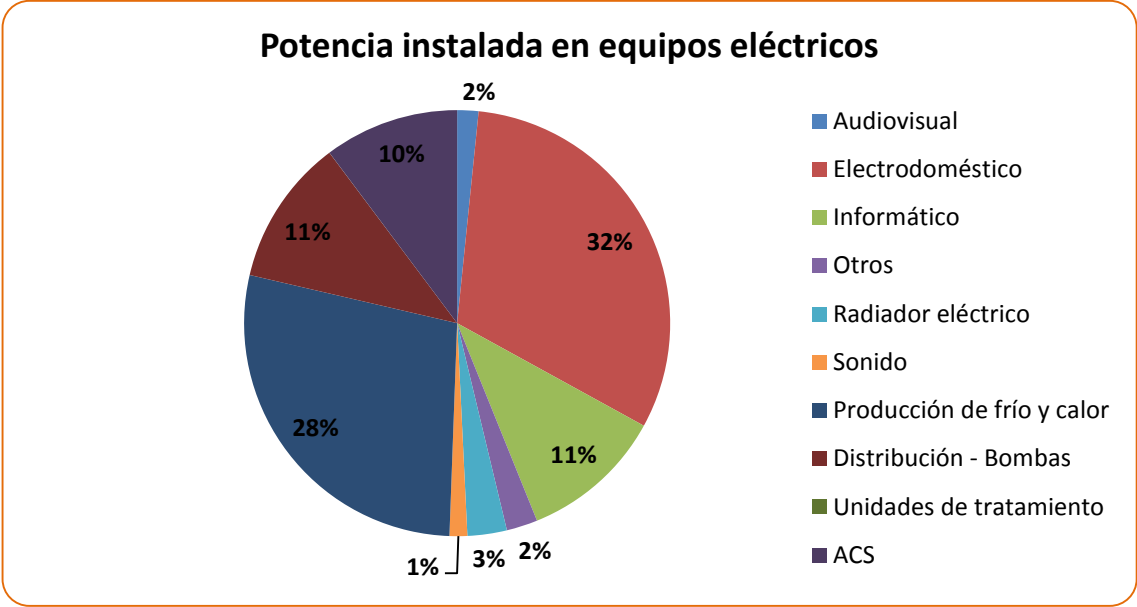


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

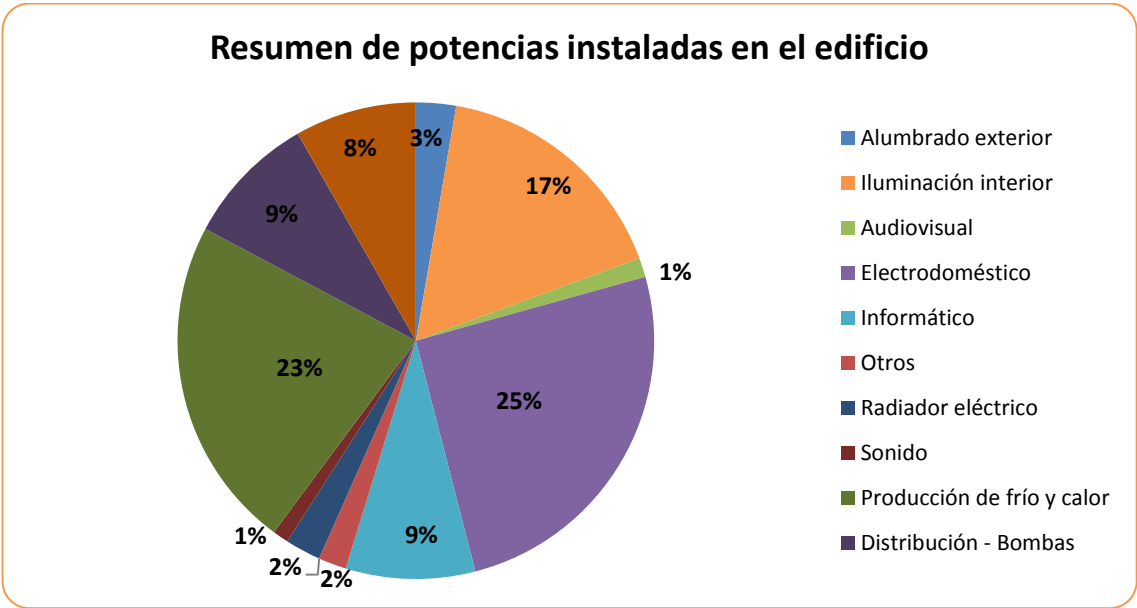



Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 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:

<b>CUPS</b>	ES0031105161889001NR0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	110	110	110
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,29141
<b>Término de energía (€/kWh)</b>	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 Noviembre 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	491	2.615	462	29 /37 /8	0,00	1.087,41
31/01/2014	28/02/2014	633	4.277	847	37 /51 /11	0,00	1.271,64
28/02/2014	31/03/2014	862	4.436	1.206	28 /38 /12	0,00	1.417,43
31/03/2014	30/04/2014	1.490	2.823	1.296	31 /26 /12	0,00	1.310,24
30/04/2014	31/05/2014	1.562	2.701	1.259	28 /20 /12	0,00	1.326,97
31/05/2014	30/06/2014	1.097	1.688	671	36 /24 /12	0,00	1.089,09
30/06/2014	31/07/2014	392	852	390	6 /7 /4	0,00	893,68
31/07/2014	31/08/2014	294	774	347	7 /6 /5	0,00	867,36
31/08/2014	30/09/2014	1.077	1.534	486	27 /34 /6	0,00	1.054,49
30/09/2014	31/10/2014	1.142	2.154	627	26 /25 /7	0,00	1.167,89
31/10/2014	30/11/2014	432	2.814	523	12 /33 /6	0,00	1.109,05
30/11/2014	31/12/2014	449	2.237	500	12 /31 /7	0,00	1.067,29

Tabla 20 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
<b>Potencia contratada (kW)</b>	110	110	110
<b>Potencia registrada (kW)</b>	37	51	12

Tabla 21 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:

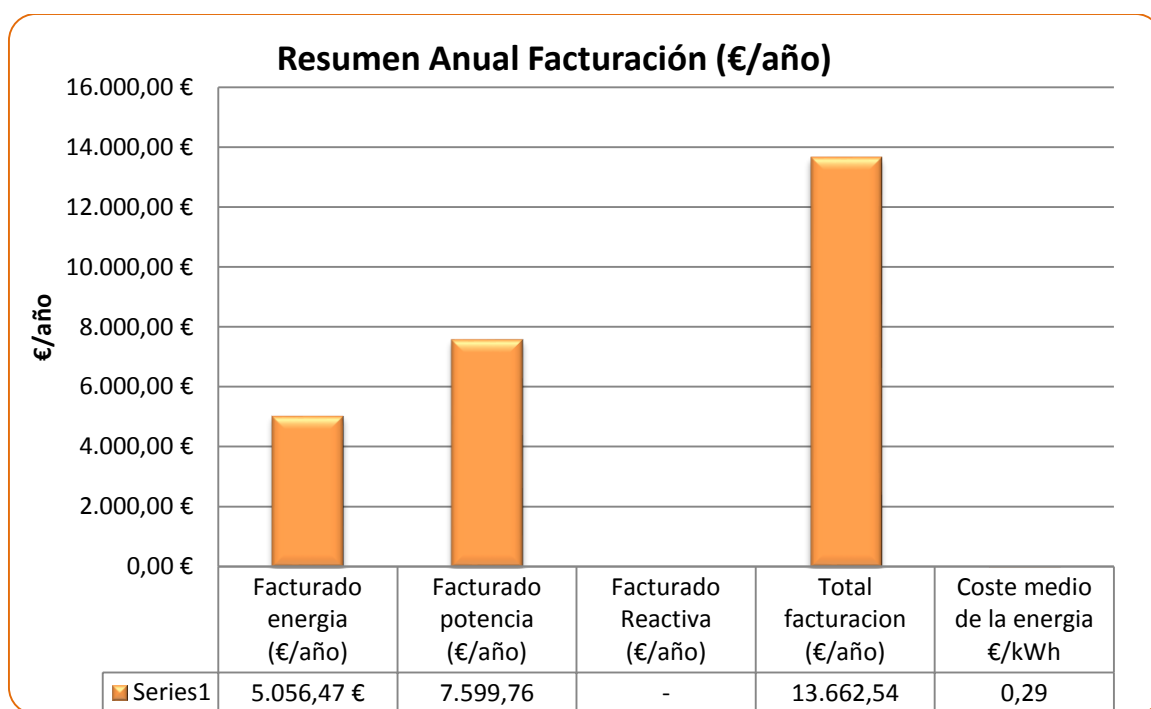


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

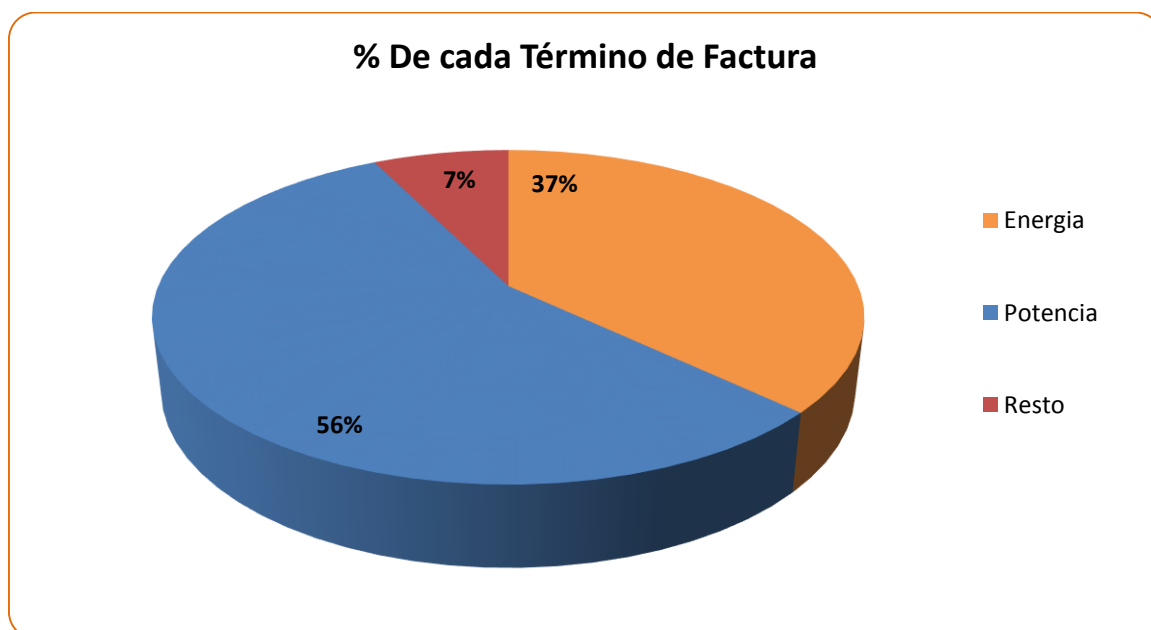


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

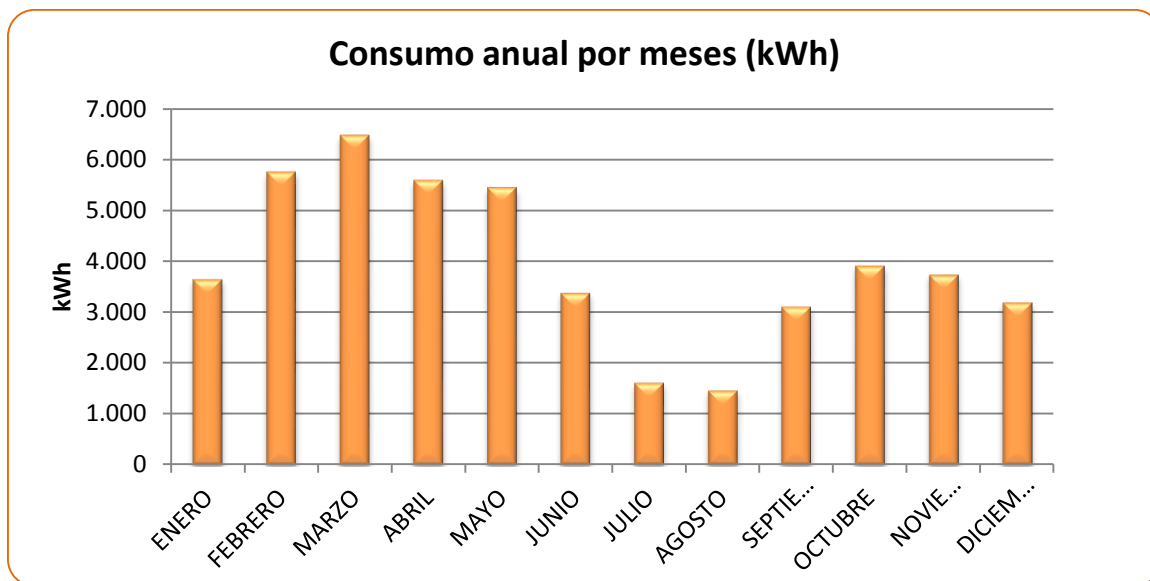


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

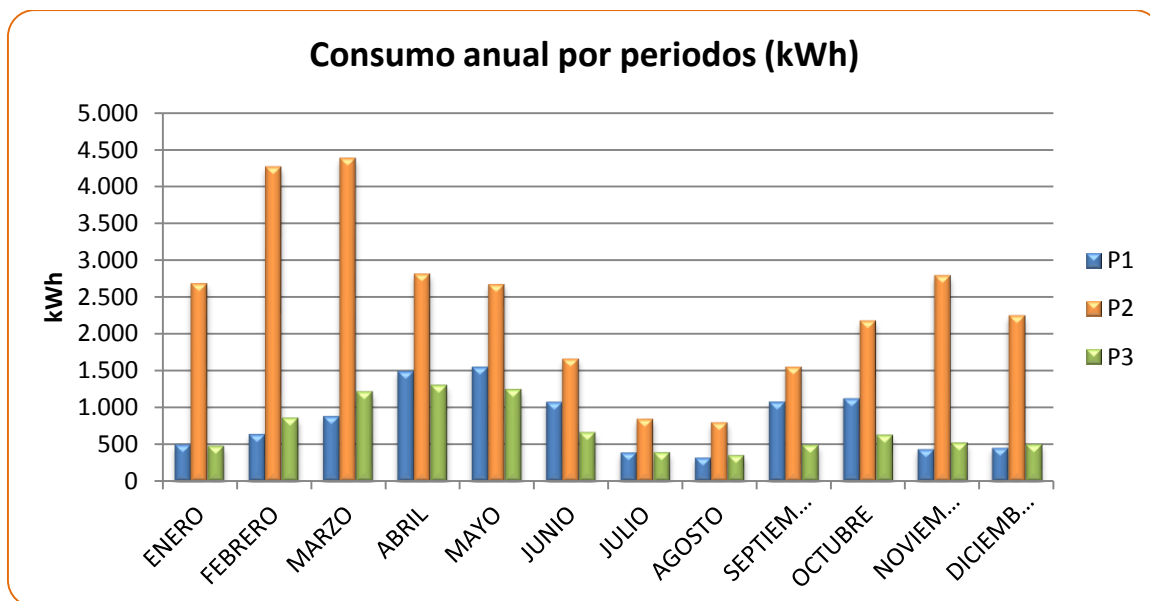



Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	47.440
Total Facturación (€)	13.662,54
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.953
Media mensual de coste (€/mes)	1.138,55
Coste medio energía (€/kWh)	0,288

Tabla 22 Resumen valores globales de la facturación eléctrica



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 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)	47.440	-	47.440
Coste (€/año)	13.662,54	-	13.662,54

Tabla 23 Consumos energéticos anuales totales

## 2.4 Índices energéticos

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

### 2.4.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	380,00
Superficie total (m²)	2.753,89
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	27,67
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	4,51
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	133,88
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	166,06

Tabla 24 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	47.440
€/kWh	0,29
kWh/m² Total	17,23
€/m² Total	4,96
kWh/persona uso	124,84
€/persona uso	35,95
Ton CO <sub>2</sub> /año	18,93
Kg CO <sub>2</sub> /m²	6,87
Pot. Iluminación en W/m²	10,05

Tabla 25 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

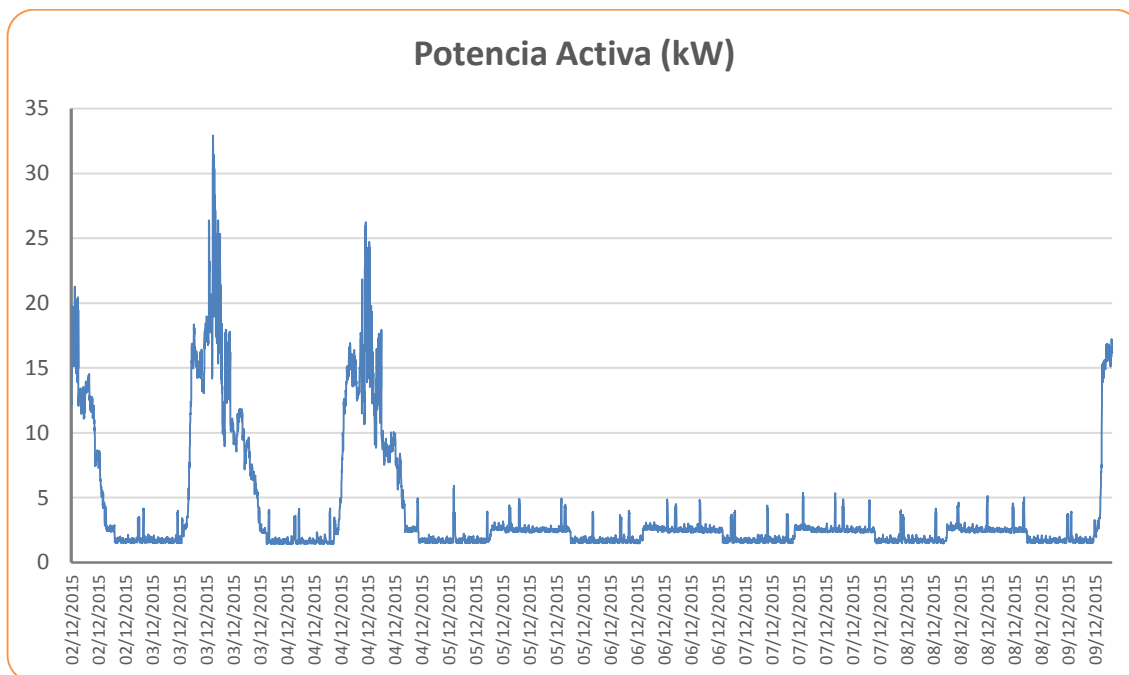


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 02/09/2015 al 09/09/2015

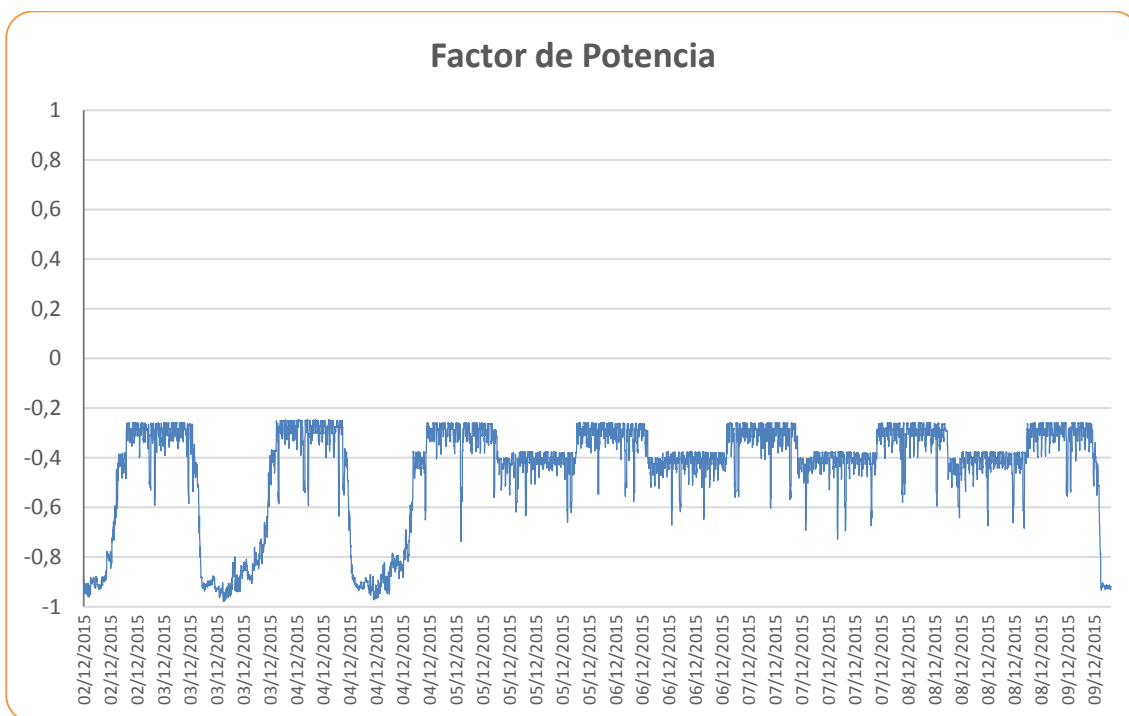


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días Lectivos (kW)

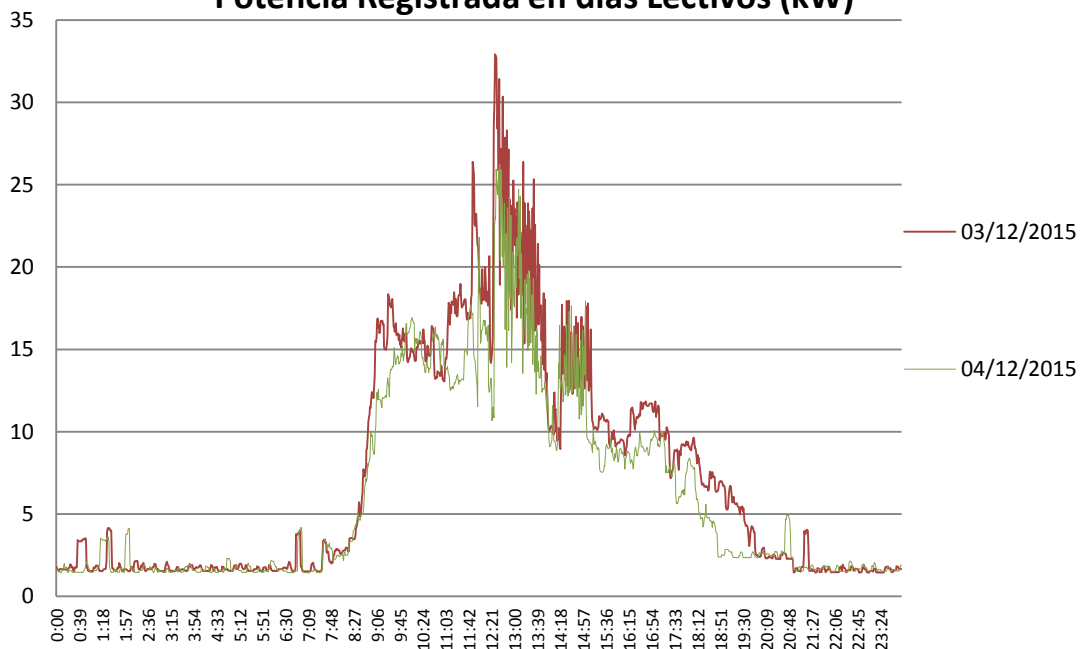


Gráfico 16 Potencia registrada en días lectivos (kW)

### Potencia Registrada en días festivos (kW)

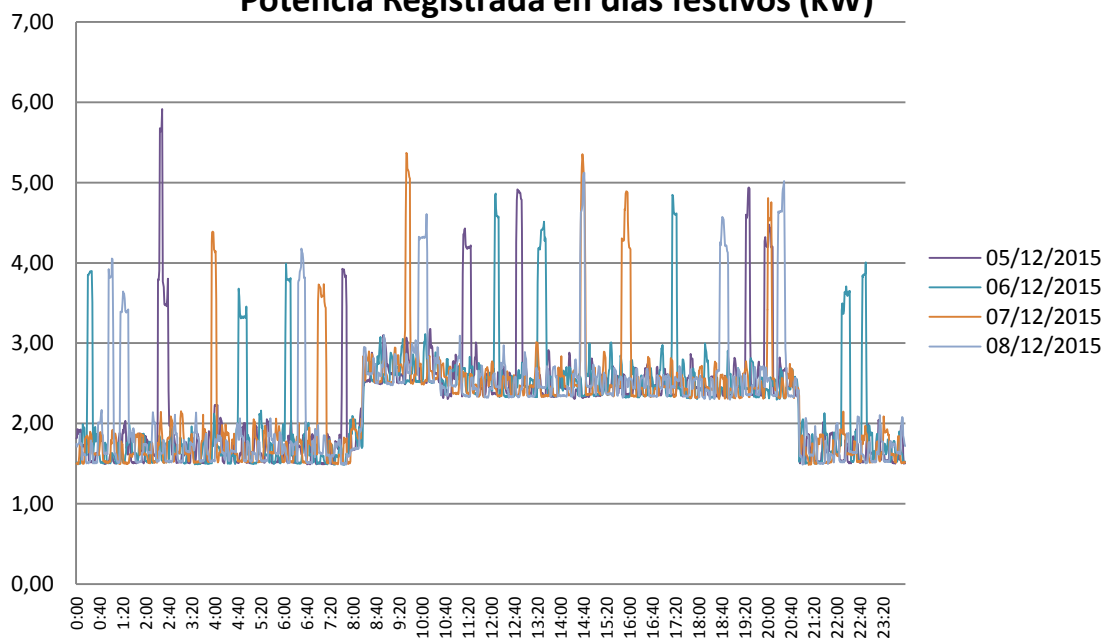



Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

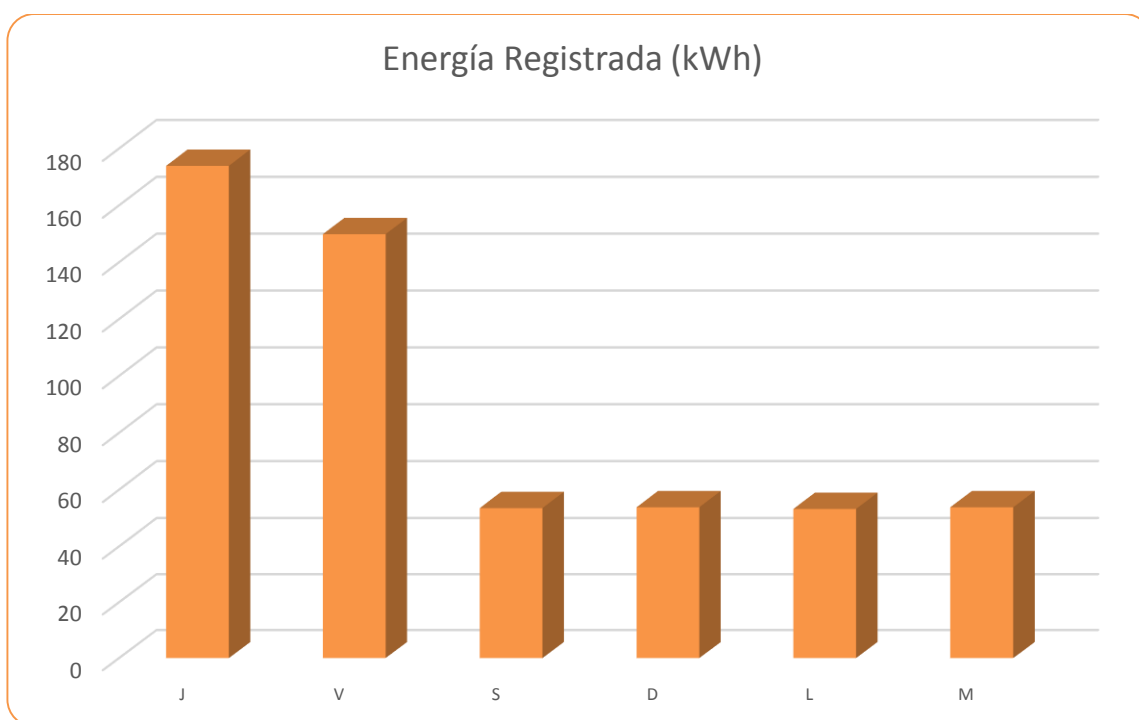
Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 1,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

El registro se tomó durante la semana de las festividades de Inmaculada Concepción y el día de la Constitución, de manera que solo se tiene registrados dos días lectivos, aun así, se observa que estos días son muy homogéneos con una potencia máxima de 32,7 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 20:00.

Durante los días lectivos también se observa que desde las 08:00 hasta las 21:00 se hace uso de la iluminación de los porches.

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 161,88 kWh y durante los días festivos de 49,73 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.960,79 kWh para el mes de diciembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en diciembre de 2014 de un 9,39% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

### 3.1.2 Registros monofásicos

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

#### - Sala profesores y pasillo dirección



Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en sala de profesores y pasillo dirección

#### - Entrada, escalera y pasillo P1

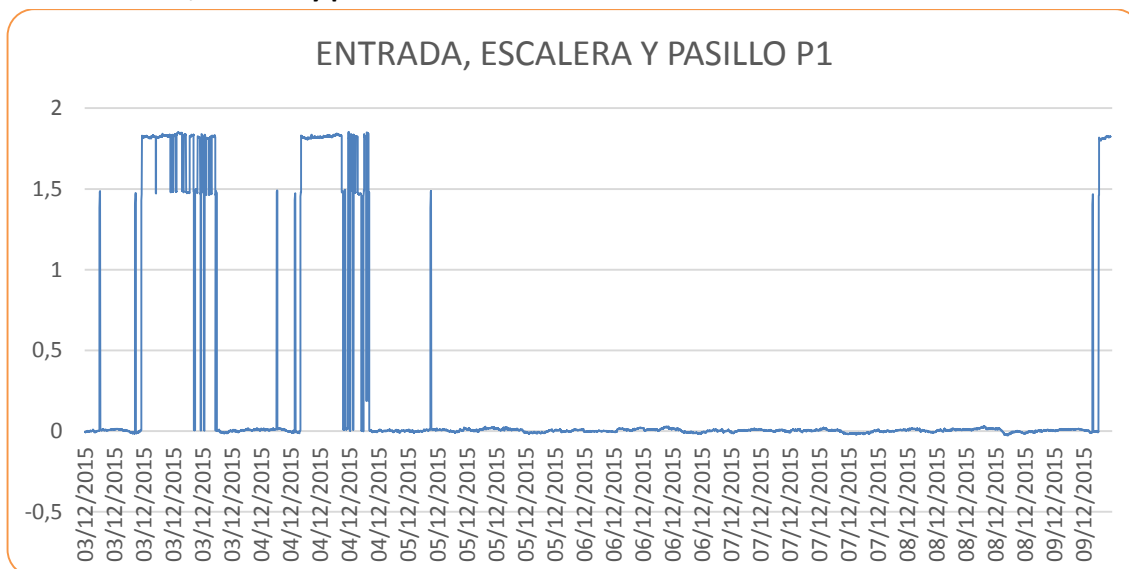



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en entrada, escalera y pasillo P1

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

- Sala profesores y pasillo P1: 4 horas
- Entrada, escalera y pasillo P1: 8 horas

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

### 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
Pasillo P0	1008	118,00	220	200	3,88
Aula matinal	448	53,96	483	300	1,72
Aseo aula matinal	104	8,36	203	150	6,13
Aseo profesores	52	4,14	249	150	5,04
Aseo masculino	52	4,05	201	150	6,39
Distribuidor	112	11,56	503	200	1,93
Hall	112	8,80	422	200	3,02
Aseo chicas	364	12,24	84	150	35,40
Aseo chicos	312	18,02	148	150	11,70
Cocina	432	34,65	608	200	2,05
Comedor	1512	169,40	328	200	2,72
Infantil 3ºA	392	45,00	615	300	1,42
Aseo 3ºA-3ºB	104	6,93	304	150	4,94
Infantil 3ºB	392	45,00	623	300	1,40
Infantil 4ºA	392	45,00	582	300	1,50
Aseo 4ºA-4ºB	104	6,93	362	150	4,15
Infantil 4ºB	392	45,00	555	300	1,57
Infantil 5ºA	392	45,00	587	300	1,48
Infantil 5ºB	392	45,00	482	300	1,81
Aseo infantil 5ºA	104	4,08	305	150	8,36
Aseo infantil 5ºB	104	4,08	301	150	8,47
Gimnasio	1440	171,00	513	300	1,64
Vestuario femenino	208	5,95	362	150	9,66
Secretaría	280	29,04	531	300	1,82
Conserjería	112	10,00	429	300	2,61
AMPA	168	21,56	440	300	1,77
Pasillo dirección	112	12,16	486	200	1,90
Dirección	112	15,12	431	300	1,72
Jefe de estudios	112	13,00	516	300	1,67
Aseos profesores	56	6,08	457	150	2,02
Sala profesores	104	38,40	486	300	0,56
Biblioteca	56	56,00	405	300	0,25
Sala de usos múltiples	392	123,75	375	300	0,84
Sala recursos	104	33,75	504	300	0,61
Aula p. grupo 1	1176	25,63	502	300	9,14

Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Aula p. grupo 2	224	25,63	507	300	1,72
Aula p. grupo 3	224	25,63	512	300	1,71
Aula p. grupo 4	224	25,63	498	300	1,75
Aseo chicas	224	12,24	68	150	26,91
Aula específica	260	52,36	526	300	0,94
Aula 1ªA	156	53,90	456	300	0,63
Aula 1ªB	448	53,90	517	300	1,61
Aula 2ªB	448	53,90	507	300	1,64
Aula 3ªB	448	53,90	454	300	1,83
Aula 2ªA	448	53,90	497	300	1,67
Aula 3ªA	448	53,90	512	300	1,62
Aula 3ªC	448	53,90	483	300	1,72
Aula 4ªA	448	53,90	502	300	1,66
Aula 5ªB	448	53,90	473	300	1,76
Aula 5ªA	448	53,90	486	300	1,71
Aula 6ªB	448	53,90	505	300	1,65
Pasillo P2	448	115,00	282	200	1,38
Aseo chicos	672	18,02	125	150	29,83

Tabla 26 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa que los valores medios de iluminancia están por encima de los recomendados en el la mayoría de los casos exceptuando los aseos de la planta baja.

Los valores de eficiencia energética no sobrepasan el valor máximo salvo en los aseos donde son demasiado elevados, esto es debido a que tienen instalada mucha potencia para iluminar una estancia pequeña.

### 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

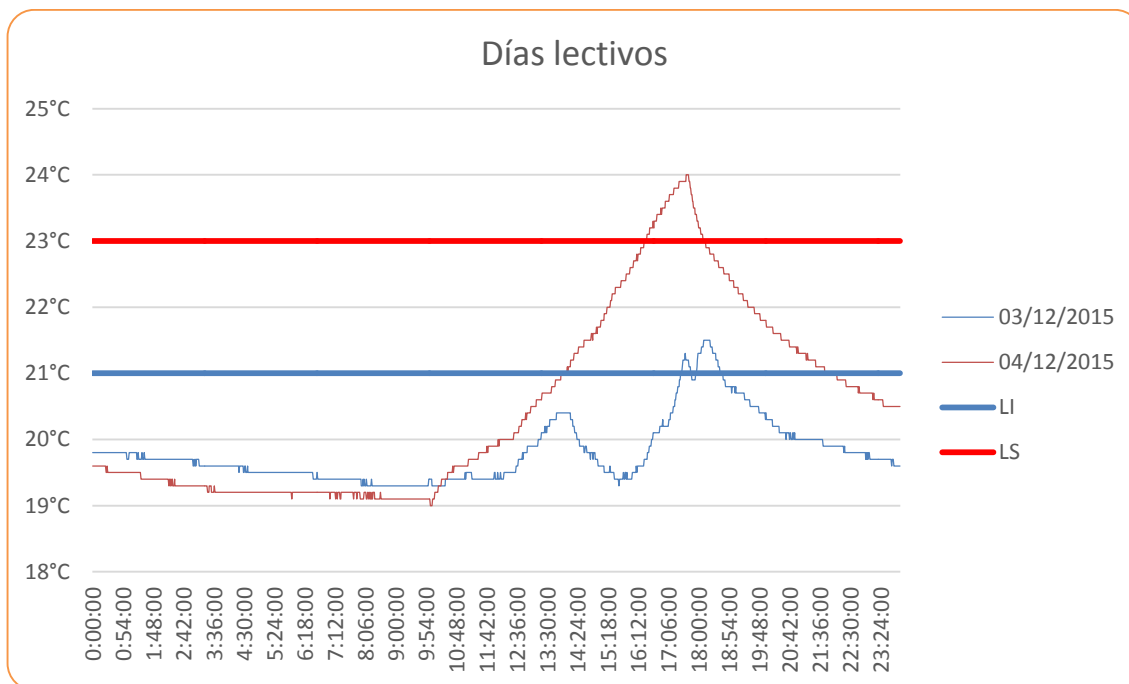
Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

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

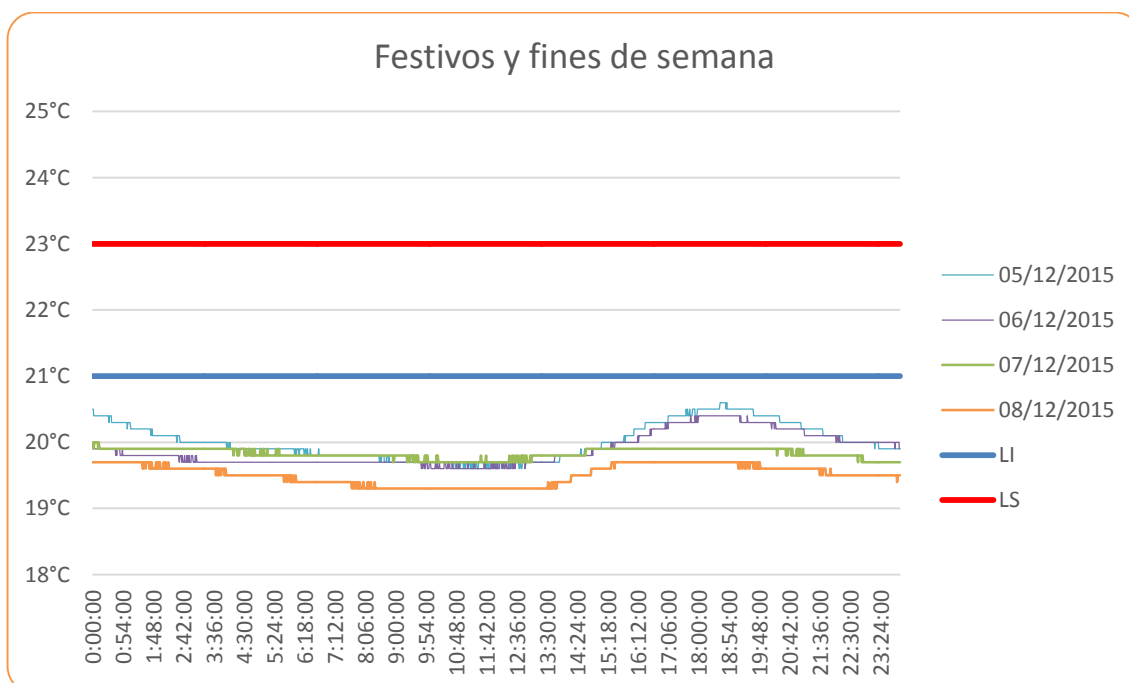
Tabla 27 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo comprendido entre los días 02/12/2015 y 09/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Secretaría**



*Gráfico 21 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos*



*Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos*





Gráfico 23 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos

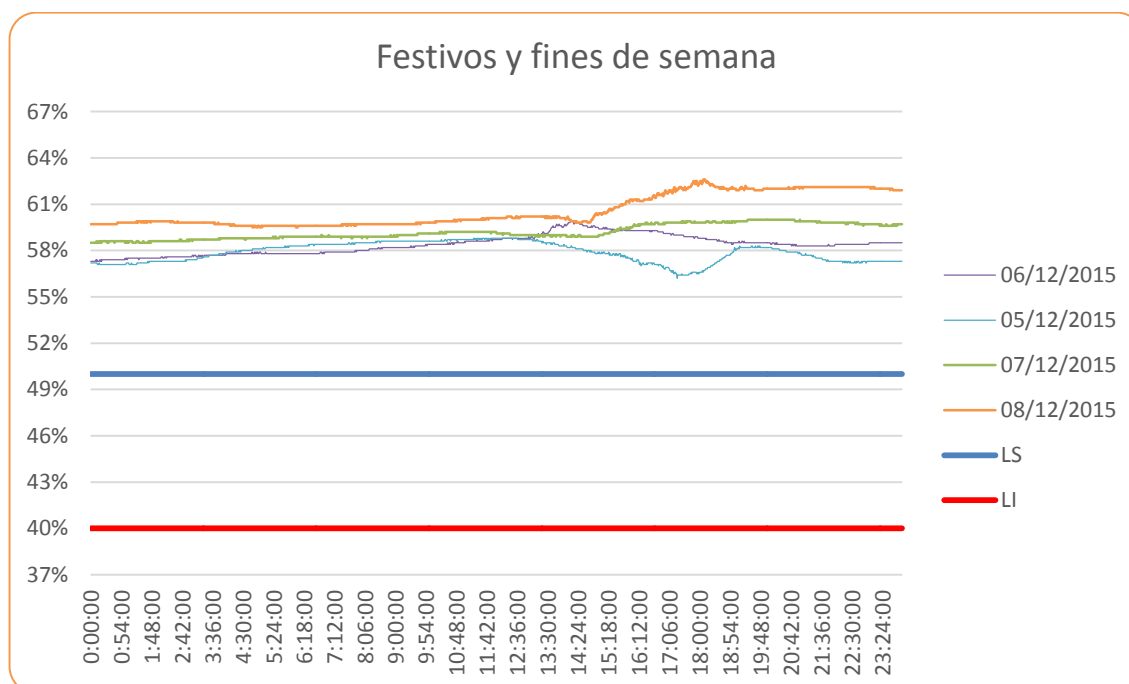


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta estancia se trata con un sistema autónomo de expansión directa tipo Split 1x1.

La producción de calor para calefacción se inicia a las 10:30 hasta las 17:30 horas de lunes a viernes aproximadamente. Durante el periodo registrado se aprecia que los fines de semana no permanece activa la calefacción. La temperatura alcanza los 19,5°C a las 10:30 h

incrementándose a partir de esa hora hasta los 21-24°C y descendiendo a partir de las 17: coincidiendo con el cierre del centro. La aportación térmica parece insuficiente excepto en casos puntuales en que se alcanza el límite superior de confort establecido en 23°C

Las temperaturas oscilan entre los 19°C y 21°C durante los periodos de ocupación, cercano a las condiciones de confort, aunque sin alcanzar los valores que marca el reglamento. Se recomienda mejorar el control por zonas o elementos con efecto y disminuir las pérdidas de calor.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 19°C y los 21°C durante los periodos de ocupación, superándose de forma puntual los 23°C, que podría limitarse mediante la modificación de la consigna establecida en los elementos de control por zonas (V3V) existentes en la instalación.
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 10:00 hasta las 17:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- ❑ No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos**

### 3.4 Análisis termográfico

El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

### 3.5 Certificación energética

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

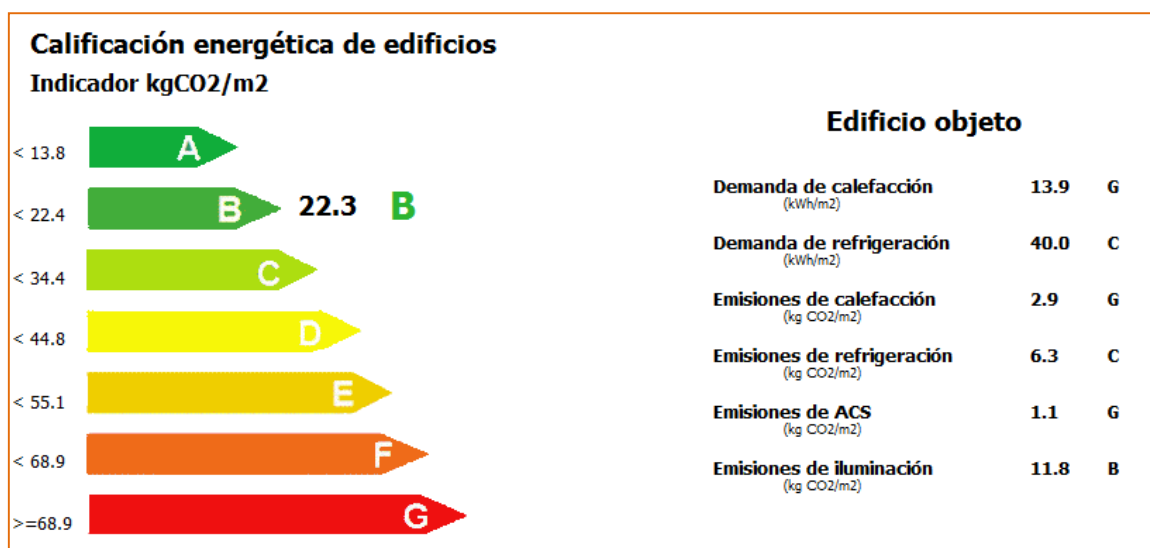



Imagen 13 Etiqueta Certificado Energético

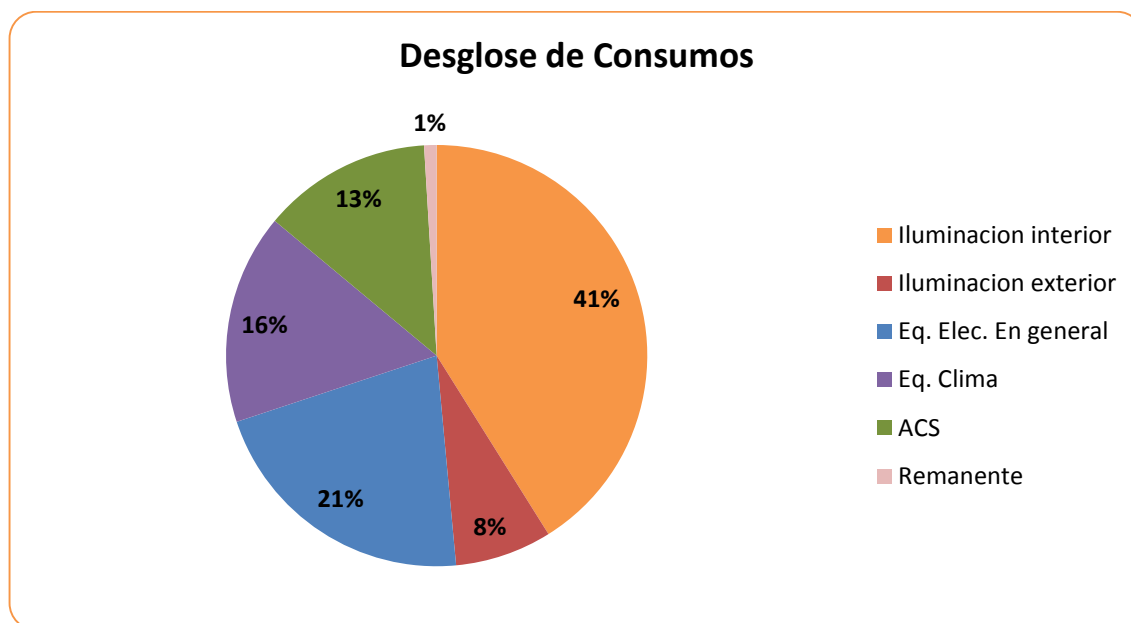
En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del edificio.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

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

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

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

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 4%.

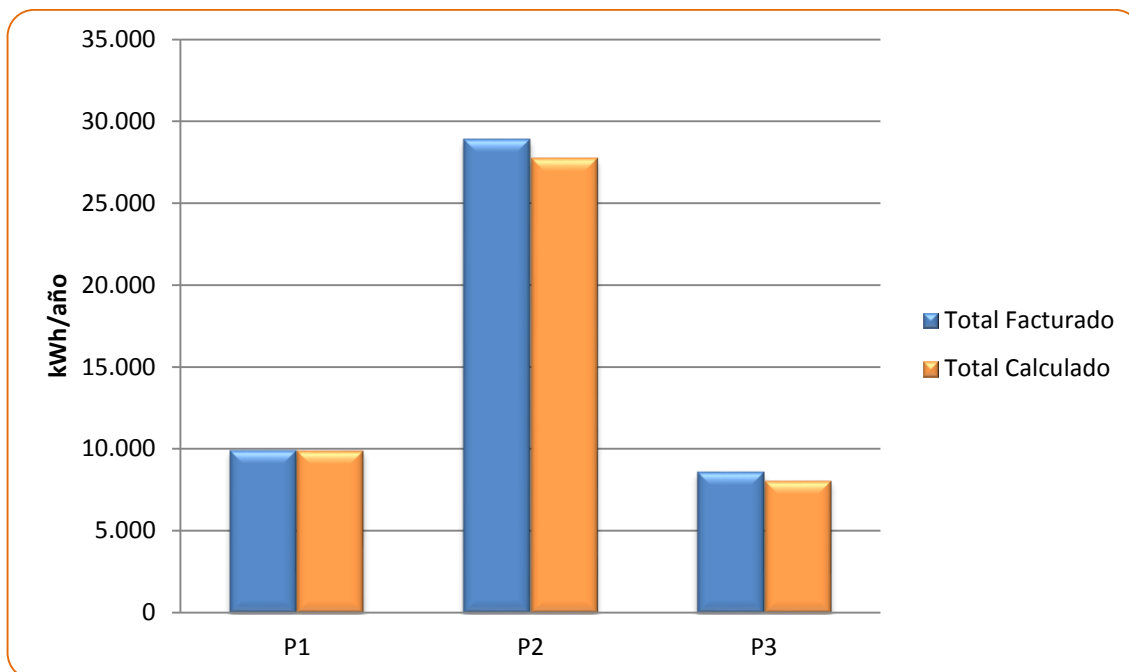



Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

#### 4.2 Desglose de consumos térmicos

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

#### 4.3 Contribución de energías renovables

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro está cubierta por medio de una instalación solar térmica aunque está en desuso de manera que no se puede calcular la contribución de ACS.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 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 14 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

### 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	21,32%	74,05%	4,63%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,08288
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 <sub>2</sub> evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
1.745	9,27%	3,68%	210,84 €	58,15 €	268,99 €	18.287,18 €	67,98	0,70

### 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.



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>		<b>1306</b>
			<b>38</b>
			<b>Rev.05</b>

## 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.

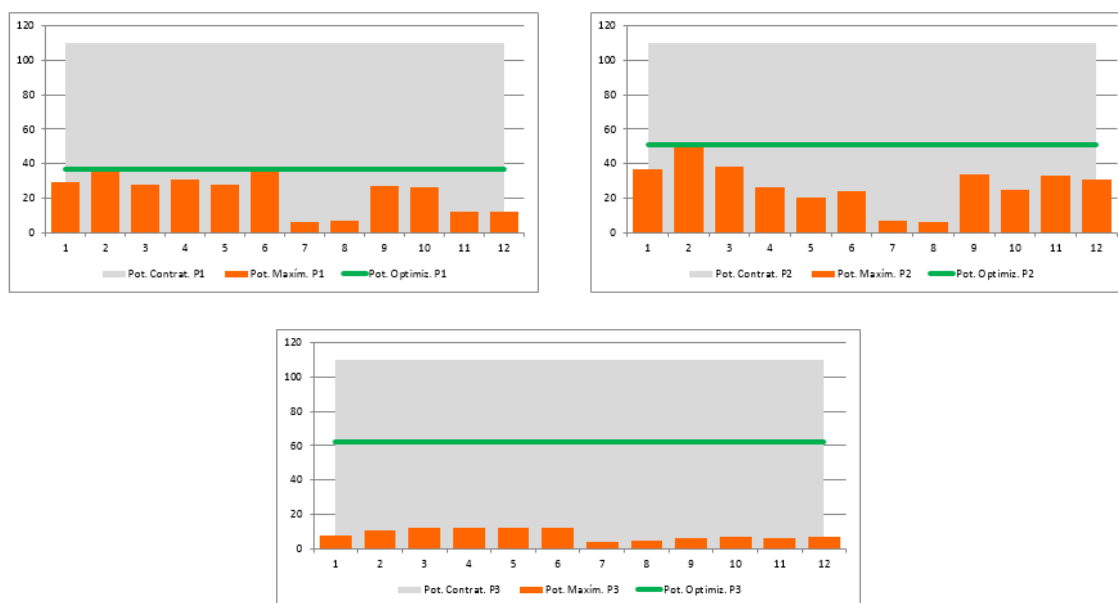


Gráfico 27 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 / 51 / 62,354 kW** para cada uno de los períodos.

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	
110	110	110	37	51	62,354	4.585,28 €

### Compartiva Coste Término de Potencia (€/año)

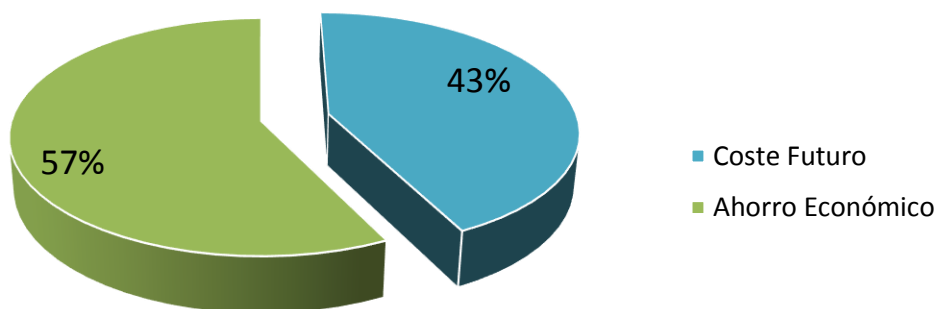



Gráfico 28 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

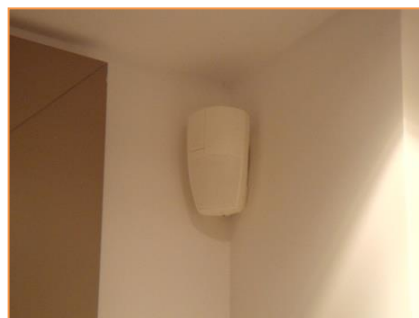
### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**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 15 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

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.

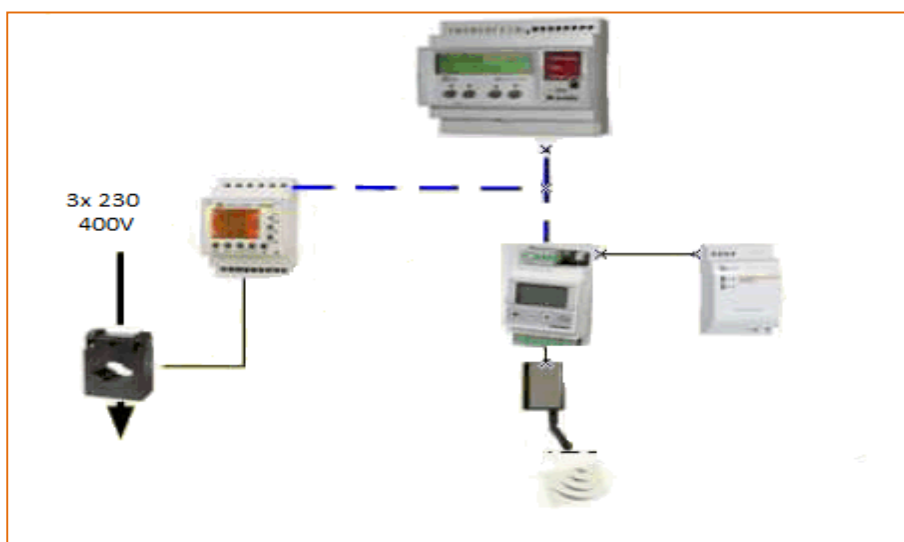
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 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 16 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

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 €.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con una instalación solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS, aunque está en desuso. Además la demanda de agua caliente sanitaria en el centro es muy reducida, produciéndose de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo. Se trata de un uso muy esporádico.


La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa además de una climatizadora, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

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



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. MARIO VARGAS LLOSA</b>	<b>1306</b>
		<b>38</b>
		<b>Rev.05</b>

## 7.2 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 <sub>2</sub> evitadas
	kWh	% <sup>1</sup>	€/año	€ <sup>2</sup>	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	1.745	3,68	268,99	18.287,18	67,98	0,70
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	4.585,28	-	-	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>1.745</b>	<b>-</b>	<b>4.854,27</b>	<b>18.287,18</b>	<b>3,76</b>	<b>0,7</b>

Tabla 28 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.

<sup>1</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>2</sup> Todos los precios son sin IVA