






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Escuela Oficial de Idiomas)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_51_20160210

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Datos generales del centro .....	1
1.2 Planos y distribución .....	2
1.3 Envoltente 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 .....	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	12
1.5 Iluminación.....	15
1.5.1 Iluminación interior.....	16
1.5.2 Iluminación exterior .....	17
1.5.3 Sistemas de control .....	18
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	18
1.6 Otros equipos .....	18
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	21
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>22</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	22
2.2 Consumos térmicos.....	26
2.3 Consumos energéticos totales .....	26
2.4 Índices energéticos.....	26
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	26
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	26
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>	<b>27</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	27
3.1.1 Registros trifásicos .....	27
3.1.2 Registros monofásicos.....	30
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	32
3.3 Medidas térmicas.....	33
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	33
3.4 Análisis termográfico.....	36
3.5 Certificación energética .....	36
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>37</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	37
4.2	Desglose de consumos térmicos .....	39
4.3	Contribución de energías renovables .....	39
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>40</b>
5.1	Sustitución de iluminación por tecnología LED .....	40
5.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	42
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>47</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	47
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	49
6.3	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	51
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>53</b>
7.1	Energía solar térmica.....	53
7.2	Biomasa .....	53
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	53
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>55</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	1306
		51
		Rev.06

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS
Dirección	C/ Huerta de los cristales
Tipo de edificio	CENTRO
Persona de Contacto	Dirección (Fernanda González) 951 27 05 63 / 952 77 77 admin@eoimarbella.es
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la **Escuela Oficial de Idiomas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Huerta de los Cristales** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general de la Escuela de Idiomas

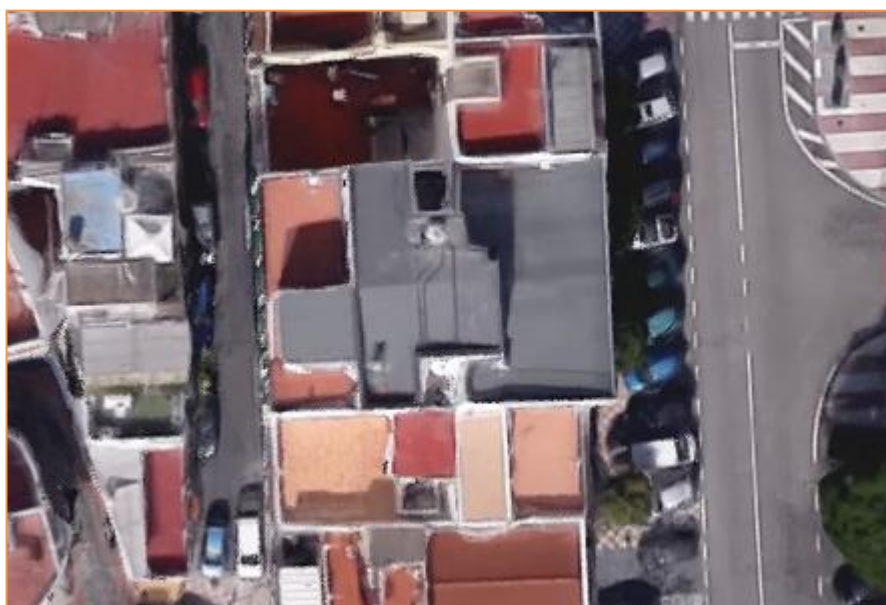


Imagen 2 Vista aérea de la Escuela de Idiomas

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>		<b>1306</b>
			<b>51</b>
			<b>Rev.06</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil. m <sup>2</sup>	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio principal	5	1.213	452	Septiembre a Junio de 8:00 a 22:00 Julio de 8:00 a 14:00 Agosto cerrado	1986	2014

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Secretaría	2	8:00 a 15:00	Administrativo
Despacho secretaría	1	8:00 a 15:00	Administrativo
Jefatura de estudios	1	8:00 a 15:00	Administrativo
Conserjería	2	7:45 a 22:00	Otros
Bibliotecas, sala de estudios y sala de conversación	7	8:00 a 22:00	Educativo
Aulas	34	9:00 a 14:00 15:00 a 22:00	Educativo
Dirección	2	8:00 a 15:00	Administrativo
Departamentos	2	9:00 a 22:00	Administrativo

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	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Sup. Total (m2)
Administrativo	78,72	--	--	97,33	--	176,05
Aseos	14,97	19,54	19,54	5,30	--	59,35
Aulas	73,91	229,40	231,19	67,68	--	602,18
No habitable	6,17	--	--	--	8,06	14,23
Usos múltiples	--	--	--	59,64	--	59,64
Zonas comunes	61,72	22,77	12,90	20,37	3,41	121,17
Sup. Total (m2)	235,49	271,71	263,63	250,32	11,47	1.032,62

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 58% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas administrativas con un 17%.

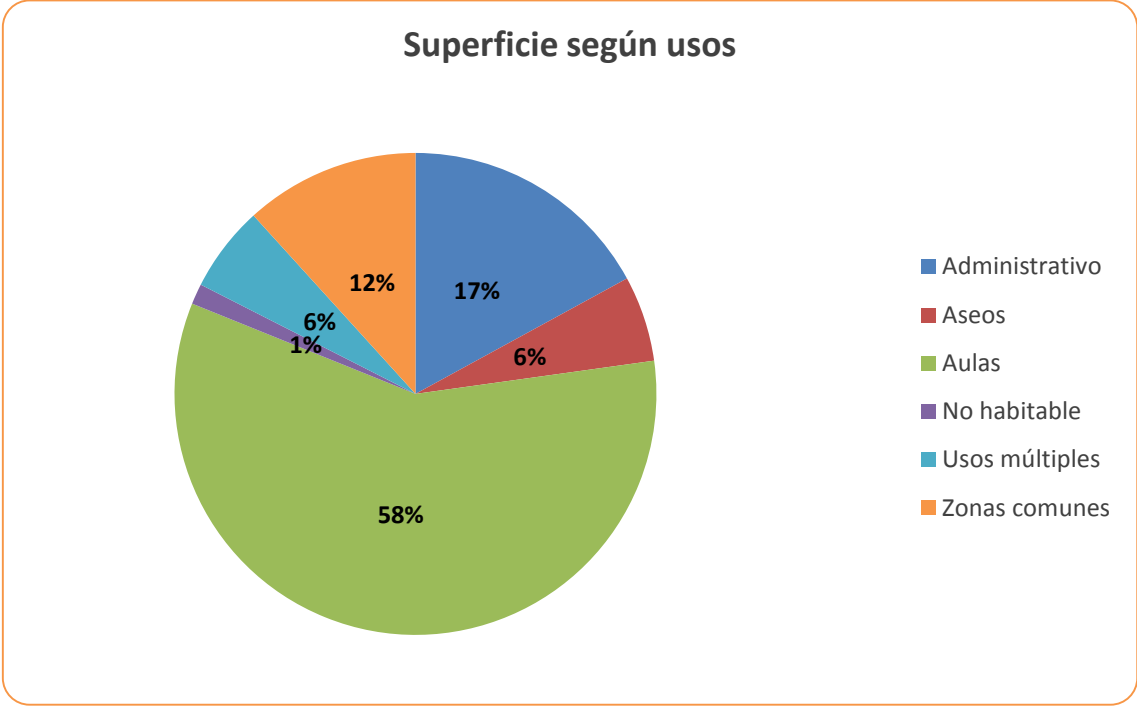
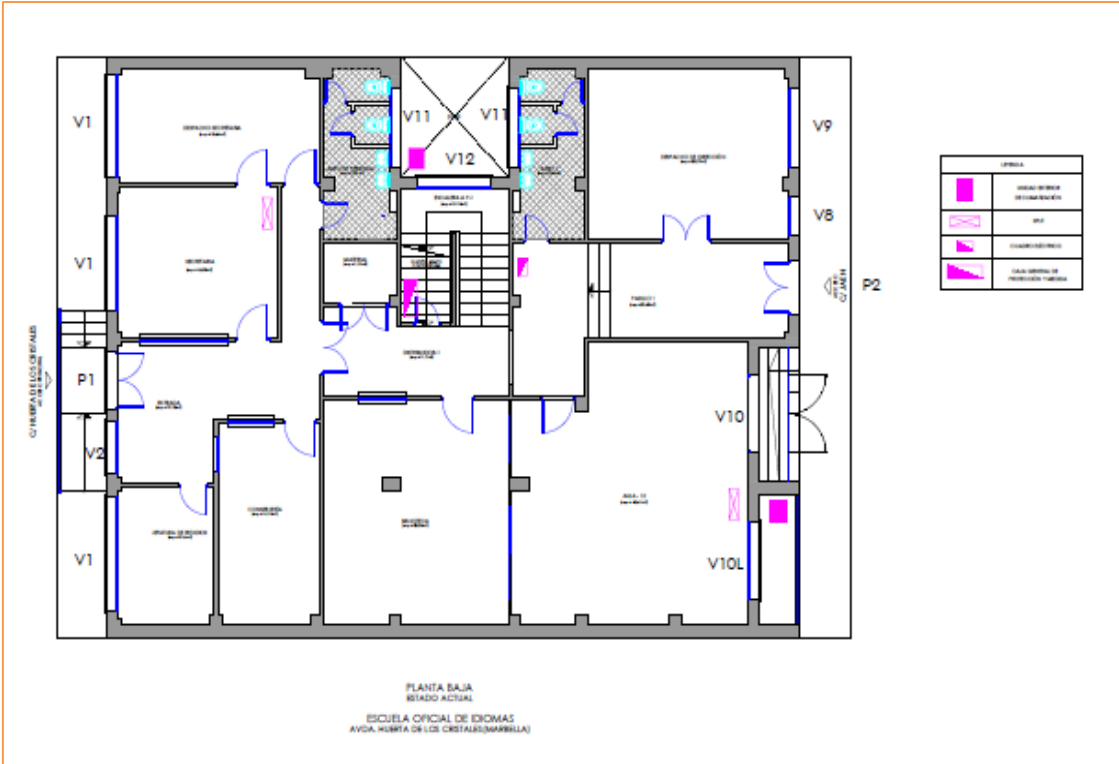
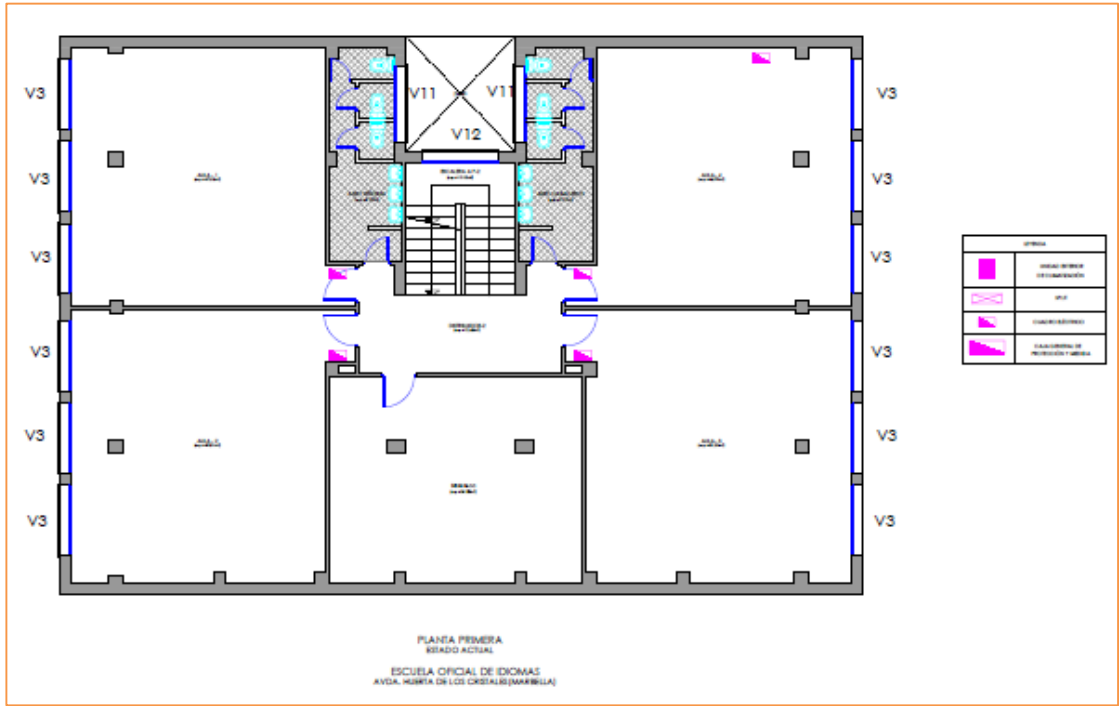


Gráfico 1 Superficie según Usos

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

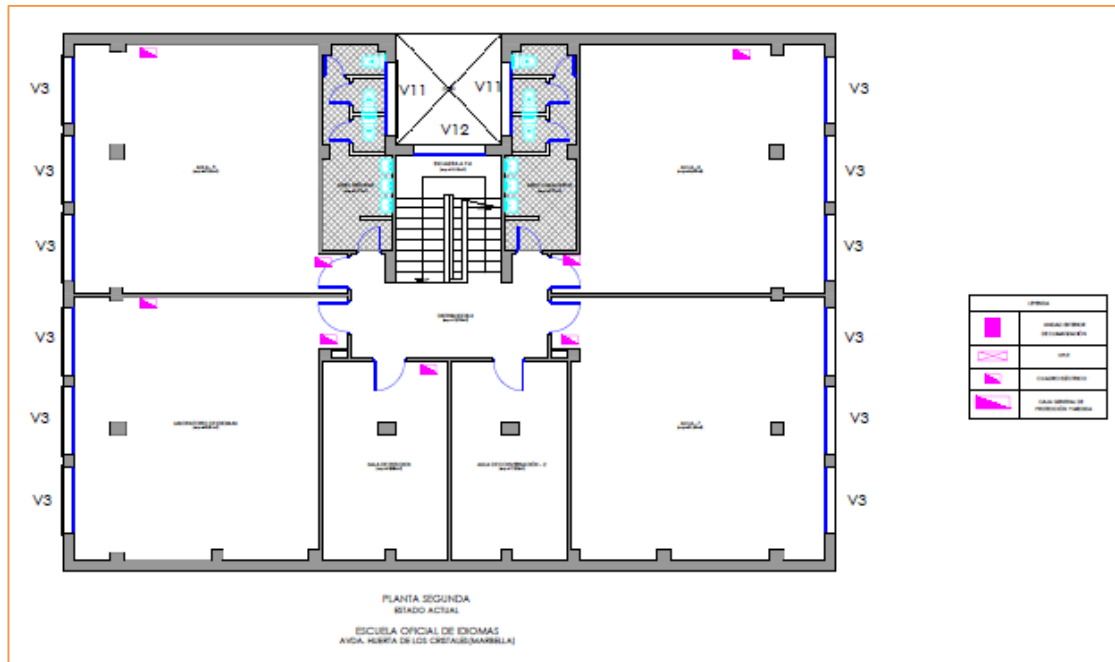


Plano 1 Planta Baja

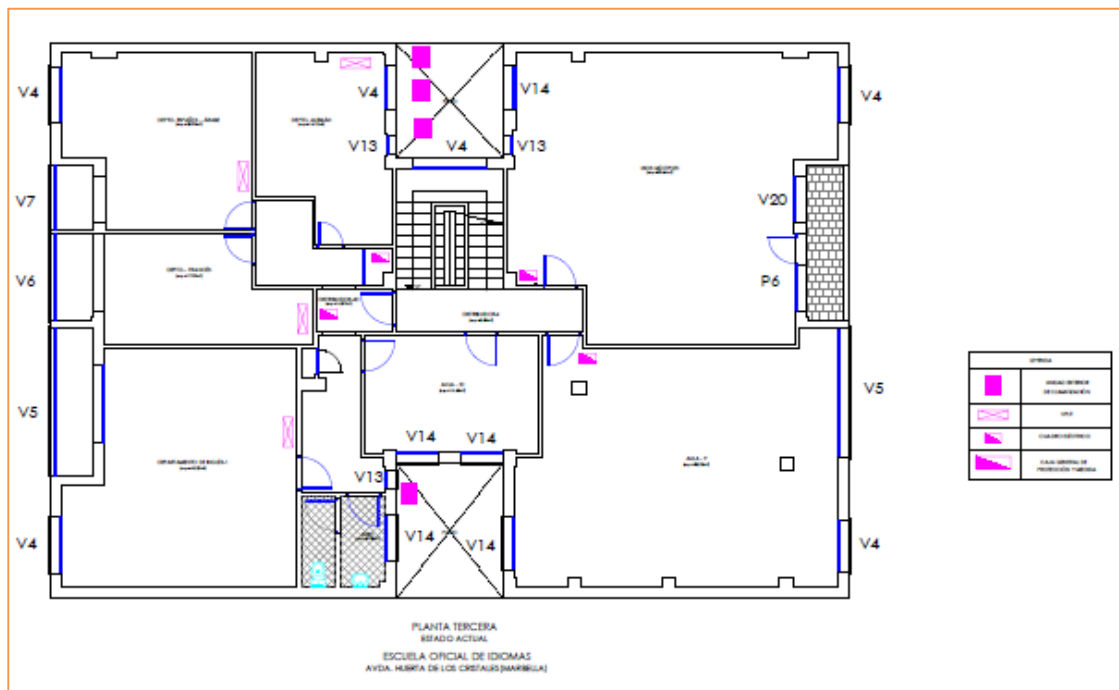


Plano 2 Planta Primera



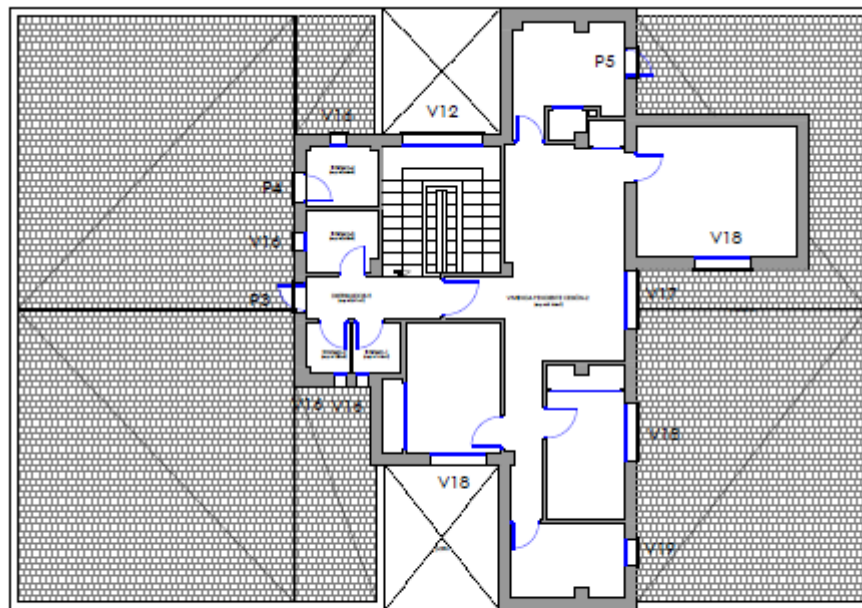


*Plano 3 Planta Segunda*



*Plano 4 Planta Tercera*





PLANTA ÁTICO  
 ESTADO ACTUAL  
 ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS  
 AVDA. HUELTA DE LOS CRISTALES(MARBELLA)

*Plano 5 Ático*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

### 1.3 Envoltente y cerramientos

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

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

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

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1986; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación. En el año 2014 se realizó una reforma que consistió en una apertura para una ventana interior.


El edificio en planta tiene forma rectangular; el acceso se encuentra en la fachada este. Forma parte de un bloque de edificios de manera que sus fachadas norte y sur son medianeras. Las fachadas este y oeste están revocadas con un acabado liso en color verde y elementos modulares verticales que regulan la fachada que están en consonancia con las carpinterías de color blanco.

Las ventanas son de cristal simple y carpintería metálica en color blanco, sin embargo en el aula 9 y los despachos de francés y español árabe el cristal es doble.

Las siguientes imágenes se pueden ver los diferentes tipos de carpintería existentes:



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

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

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

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

El centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

##### 1.4.1 Producción de ACS

Tal y como se comenta anteriormente, el centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

##### 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	0	0	3
Ubicación equipo	Patio Sur	Fachada Oeste	Patio Sur
Zona de tratamiento	Secretaría	Aula 12	Departamento Alemán
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	STORK	JOHNSON	FUJITSU GENERAL LIMITED
Modelo	Nos e ha podido acceder a la ficha técnica	MNC-46-BC	AOH9UFCC
Refrigerante	R22	R22	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	2,60	5,00	2,60


	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	1	2	3
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,18	1,95	1,07
EER	<b>2,20</b>	<b>2,56</b>	<b>2,43</b>
ESEER	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	<b>3,00</b>	<b>5,20</b>	<b>2,95</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,20	1,95	0,90
COP	<b>2,50</b>	<b>2,67</b>	<b>3,28</b>
ES COP	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Agosto	Agosto	Agosto
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-19:00	15:00-19:00	15:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-
Observaciones	Máquina deteriorada	En servicio	En servicio

*Tabla 5 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*

 <b>SONINGEO ENERGY</b> SERVICIOS ENERGÉTICOS	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	4	5	6
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	Patio Sur	Patio Sur	Patio Sur
Zona de tratamiento	Departamento Español Árabe	Departamento Francés	Departamento de Inglés
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	FUJITSU GENERAL LIMITED	FUJITSU GENERAL LIMITED	FUJITSU GENERAL LIMITED
Modelo	AOH12USCC	AOH9UFCC	AOY14USAC
Refrigerante	R410a	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	3,25	2,60	4,00
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,35	1,07	1,62
EER	2,41	2,43	2,47
ESEER	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	3,95	2,95	4,95
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,28	0,90	1,65
COP	3,09	3,28	3,00
ESCOP	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Agosto	Agosto	Agosto
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	4	5	6
horario funcionamiento (tarde)	15:00-19:00	15:00-19:00	15:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio

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



*Imagen 4 Equipos de producción de frío y calor para climatización*

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

<b>Calefacción</b>	<b>23,00 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>20,05 kW</b>

*Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

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



Imagen 5 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	113,86	17,80	156,33
Aulas	45,61	5,20	114,01
<b>Total</b>	<b>159,47</b>	<b>23,00</b>	<b>144,23</b>

Tabla 8 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):

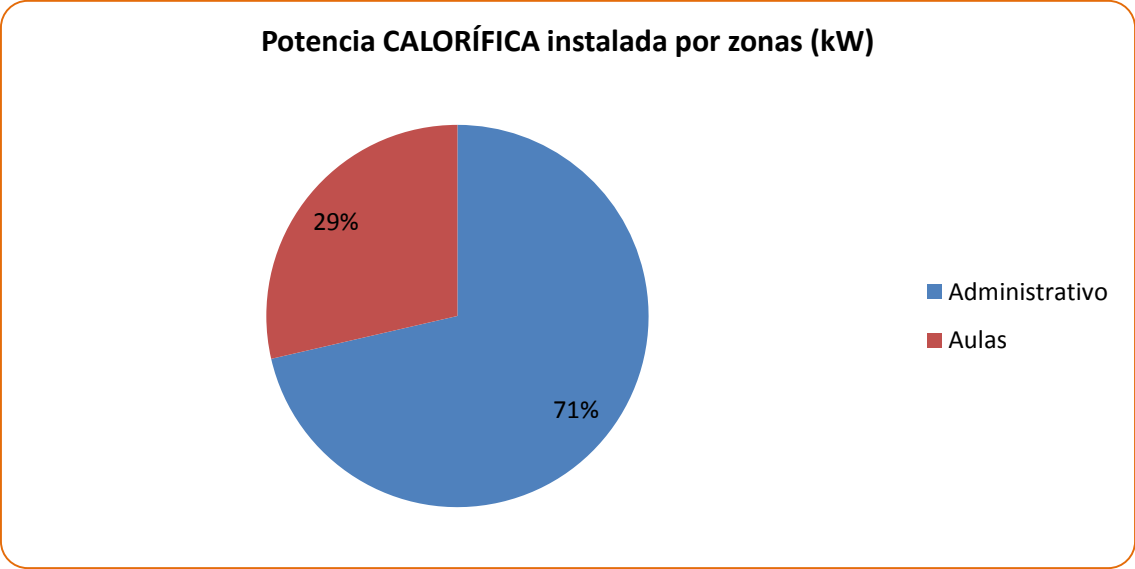


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

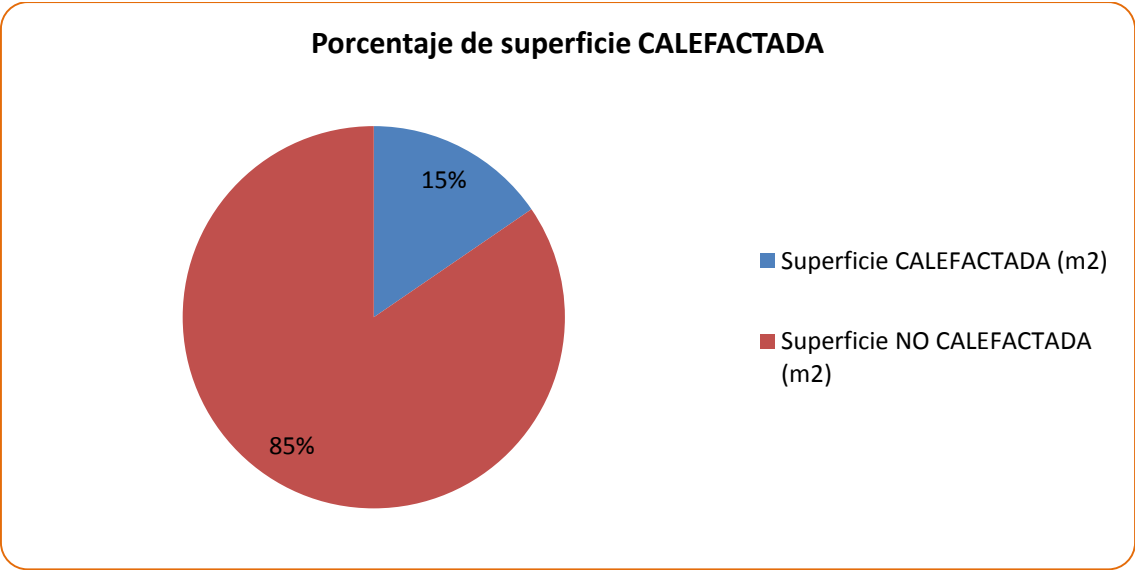


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	113,86	15,05	132,18
Aulas	45,61	5,00	109,63
Total	159,47	20,05	125,73

Tabla 9 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):

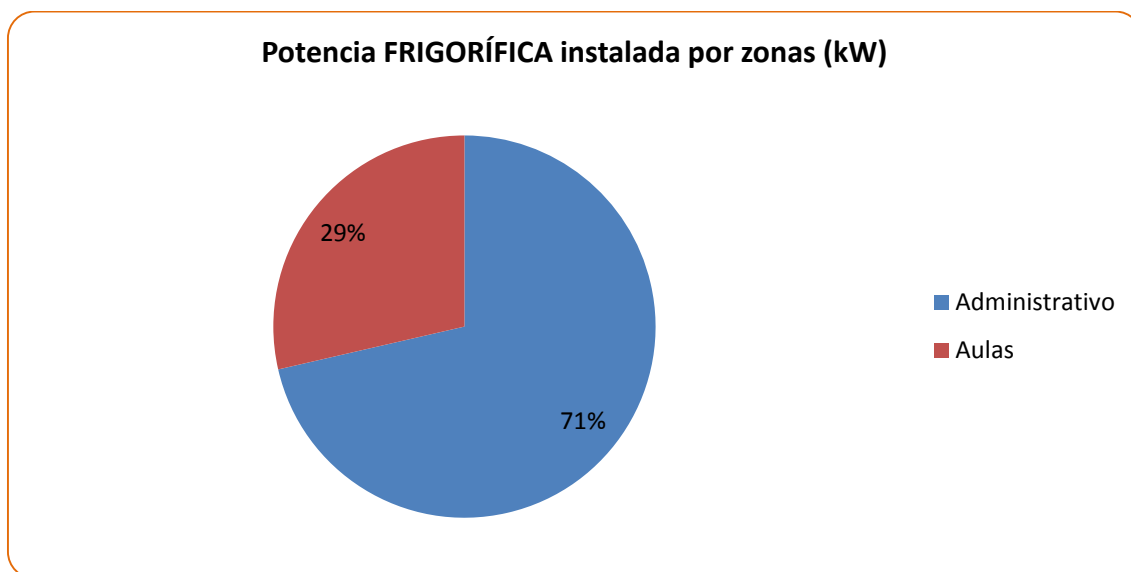


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

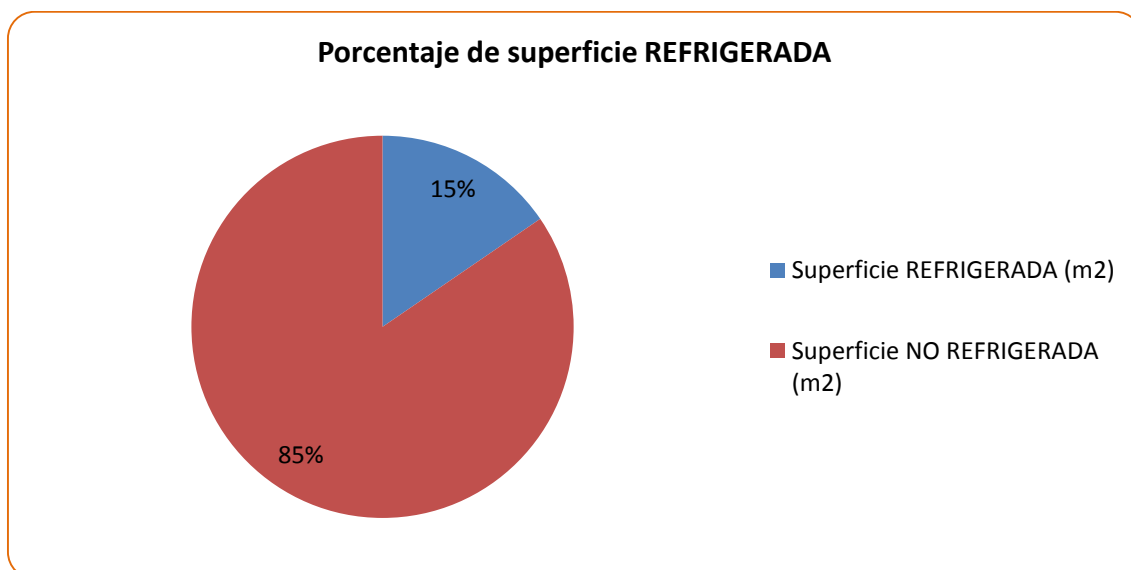


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 16,58 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

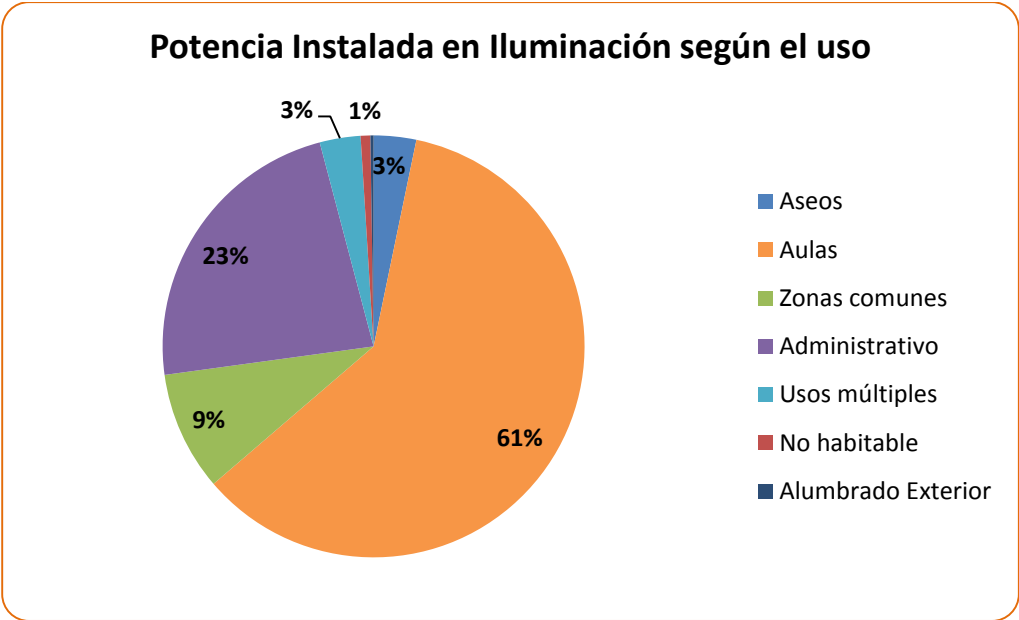


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

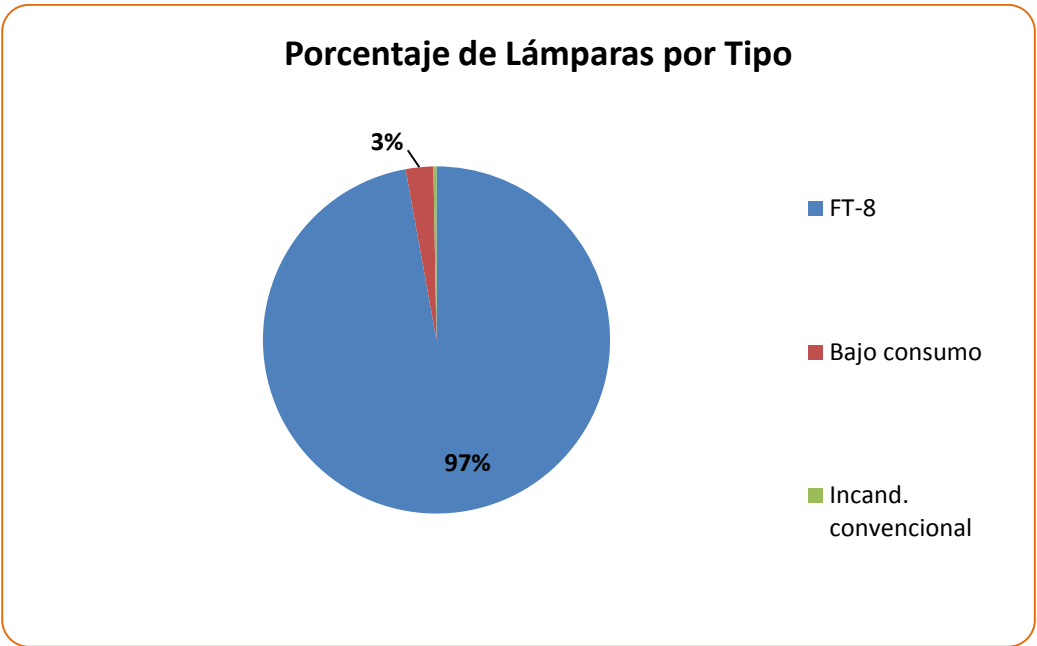


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 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	16,09
FT-8	199	16,09
1	20	0,67
36	11	0,48
18	9	0,19
4	151	13,05
18	151	13,05
2	28	2,38
36	27	2,33
18	1	0,04
-	14	0,45
Incand. convencional	2	0,08
1	2	0,08
40	2	0,08
Bajo consumo	12	0,37
1	8	0,16
20	8	0,16
2	4	0,21
26	4	0,21
<b>Total general</b>	<b>213</b>	<b>16,54</b>

*Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas*

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



*Imagen 6 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)
-	2	0,04
Bajo consumo	2	0,04
1	2	0,04
20	2	0,04
<b>Total general</b>	<b>2</b>	<b>0,04</b>

*Tabla 11 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

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

### 1.6 Otros equipos

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

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Suma de Nº Equipos</b>	<b>Suma de Potencia total (kW)</b>
<b>Audiovisual</b>	<b>13</b>	<b>3,634</b>
<b>Proyector</b>	<b>10</b>	<b>3,344</b>
450	2	0,9
340	5	1,7
248	3	0,744
<b>DVD</b>	<b>2</b>	<b>0,04</b>
20	2	0,04
<b>Retroproyector</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>
250	1	0,25
<b>Electrodoméstico</b>	<b>5</b>	<b>4,99</b>
<b>Horno</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Microondas</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>
800	1	0,8
<b>Cafetera</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Nevera</b>	<b>1</b>	<b>0,09</b>
90	1	0,09
<b>Calentador de agua</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>
1100	1	1,1
<b>Informático</b>	<b>67</b>	<b>21,7645</b>
<b>Impresora</b>	<b>13</b>	<b>7,712</b>
250	3	0,75
1840	1	1,84
340	1	0,34
345	2	0,69
1600	1	1,6
415	2	0,83
870	1	0,87
422	1	0,422
370	1	0,37
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>45</b>	<b>13,5</b>
300	45	13,5
<b>Portátil</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
150	1	0,15
<b>Rack</b>	<b>1</b>	<b>0,07</b>
70	1	0,07

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Suma de Nº Equipos</b>	<b>Suma de Potencia total (kW)</b>
<b>Scanner</b>	<b>5</b>	<b>0,0125</b>
2,5	5	0,0125
<b>DVD</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
20	1	0,02
<b>Pc</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Otros</b>	<b>12</b>	<b>5,965</b>
<b>Televisión</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>
250	1	0,25
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,23</b>
230	1	0,23
<b>Ventilador</b>	<b>2</b>	<b>2,245</b>
45	1	0,045
2200	1	2,2
<b>Fax</b>	<b>3</b>	<b>1,39</b>
700	1	0,7
340	1	0,34
350	1	0,35
<b>Maquina plastificar</b>	<b>1</b>	<b>0,45</b>
450	1	0,45
<b>Máquina de agua</b>	<b>2</b>	<b>1,04</b>
520	2	1,04
<b>Flexo</b>	<b>1</b>	<b>0,06</b>
60	1	0,06
<b>Televisión tubo</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Sonido</b>	<b>43</b>	<b>0,587</b>
<b>Altavoz</b>	<b>6</b>	<b>0,172</b>
20	3	0,06
50	2	0,1
12	1	0,012
<b>Amplificador</b>	<b>4</b>	<b>0,24</b>
50	2	0,1
45	1	0,045
95	1	0,095
<b>Otros</b>	<b>1</b>	<b>0,015</b>
15	1	0,015
<b>Auriculares</b>	<b>30</b>	<b>0,12</b>
4	30	0,12
<b>Altavoz</b>	<b>2</b>	<b>0,04</b>
20	2	0,04
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Radiador</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1500	2	3
<b>Total general</b>	<b>142</b>	<b>39,9405</b>

Tabla 12 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.



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

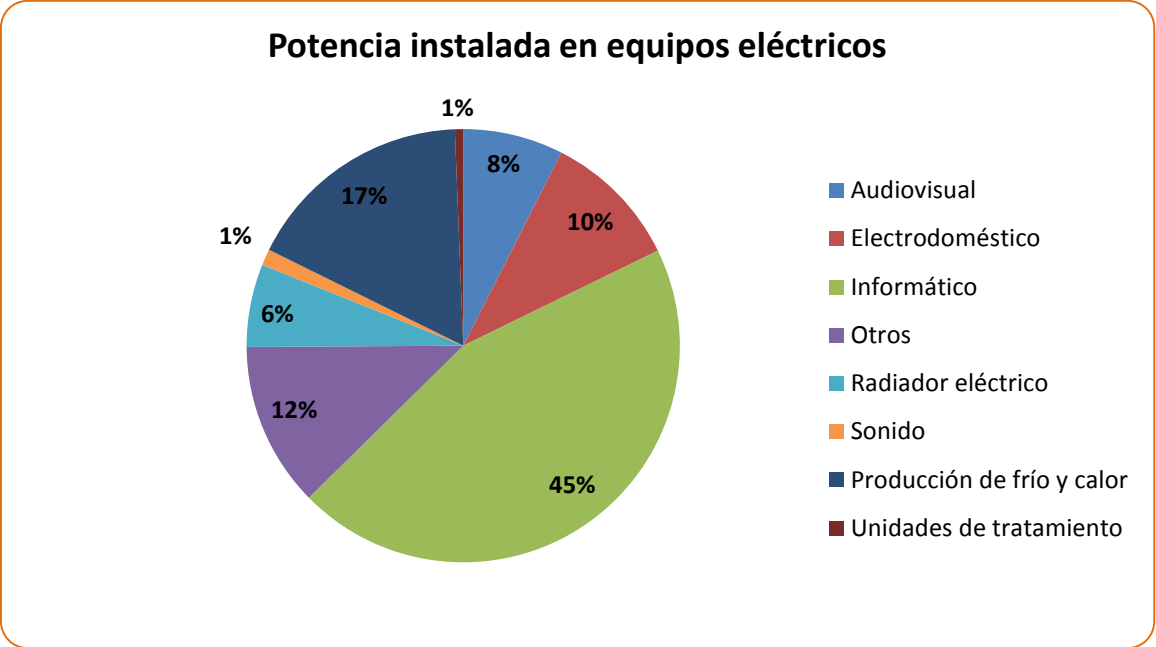


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

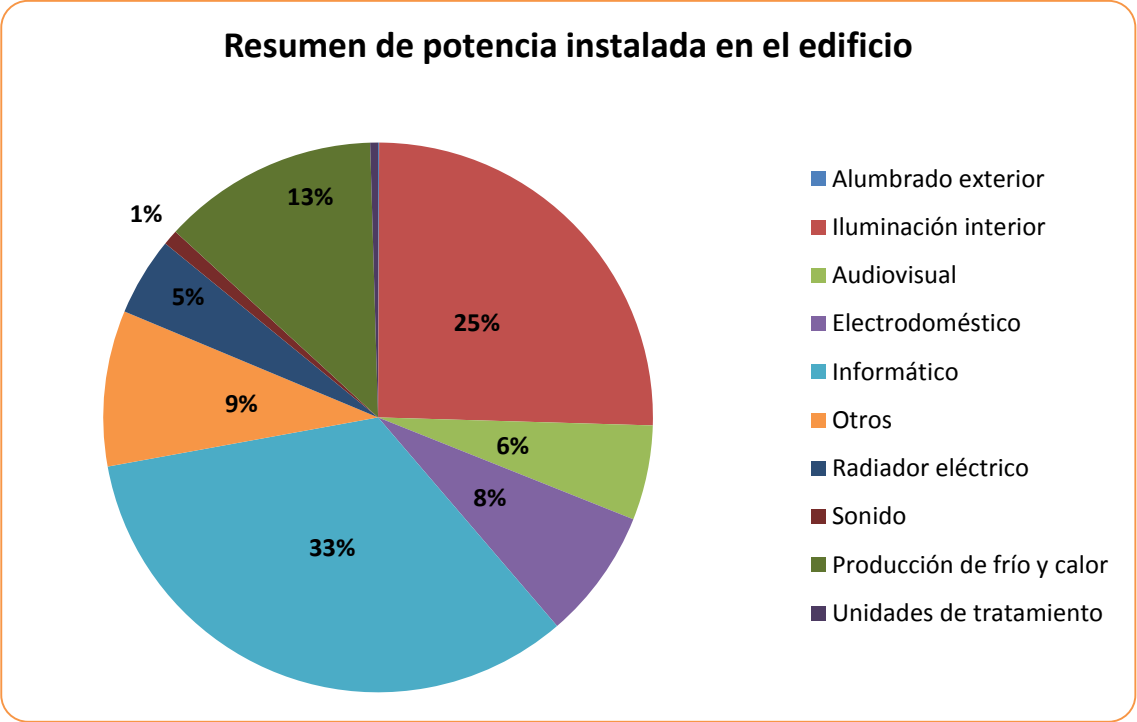



Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## 2. CONSUMOS ANUALES

### 2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

El centro cuenta con dos puntos de suministro, un primer punto de suministro con **CUPS ES0031103006350002ZA0F** y un segundo punto con **CUPS ES0031103006350001ZW0F**.

#### PUNTO DE SUMINISTRO – CUPS ES0031103006350002ZA0F

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

<b>CUPS</b>	ES0031103006350001ZW0F	<b>Tarifa de acceso</b>	2.1 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
		<b>P1</b>	
Potencia contratada (kW)		13,85	
Término de potencia (€/kW año)		44,44459	
Término de energía (€/kWh)		0,153615	

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
22/01/2014	20/03/2014	4.652	13,85 / /	0,00	851,61
20/03/2014	22/04/2014	1.794	12 / /	0,00	347,22
22/04/2014	21/05/2014	1.819	11 / /	0,00	343,80
21/05/2014	20/06/2014	1.585	10 / /	0,00	310,97
20/06/2014	19/09/2014	2.720	13,85 / /	0,00	609,14
19/09/2013	22/10/2013	2.409	13 / /	0,00	447,96
22/10/2014	19/11/2014	2.507	16,37 / /	0,00	457,90
19/11/2014	21/01/2015	4.685	19 / /	0,00	882,46

Tabla 13 Facturación eléctrica

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

Al tratarse de una tarifa 2.1 A no se realiza ajuste de potencia.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

#### **PUNTO DE SUMINITRO – ES0031103006350001ZW0F**

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

CUPS	ES0031103006350001ZW0F	Tarifa de acceso	2.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1		
Potencia contratada (kW)	9,13		
Término de potencia (€/kW año)	42,043426		
Término de energía (€/kWh)	0,123387		

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
07/01/2014	05/03/2014	1.264	//	0,00	230,52
05/03/2014	06/05/2014	986	//	0,00	190,03
06/05/2014	04/07/2014	1.132	//	0,00	197,81
04/07/2014	05/08/2014	254	//	0,00	67,31
05/08/2014	04/09/2014	220	//	0,00	62,33
04/09/2014	03/10/2014	610	//	0,00	117,13
03/10/2014	03/12/2014	660	//	0,00	119,75
03/12/2014	07/01/2015	520	//	0,00	115,69

*Tabla 14 Facturación eléctrica*

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

Al tratarse de una tarifa 2.0 A no se realiza ajuste de potencia.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

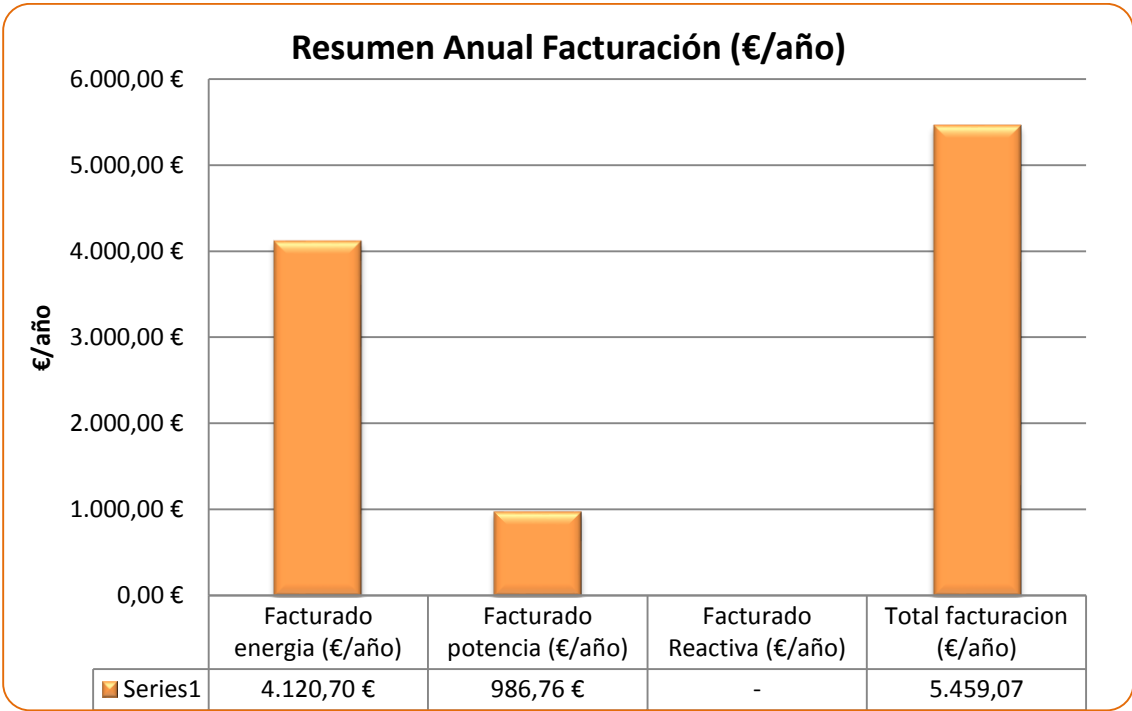


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

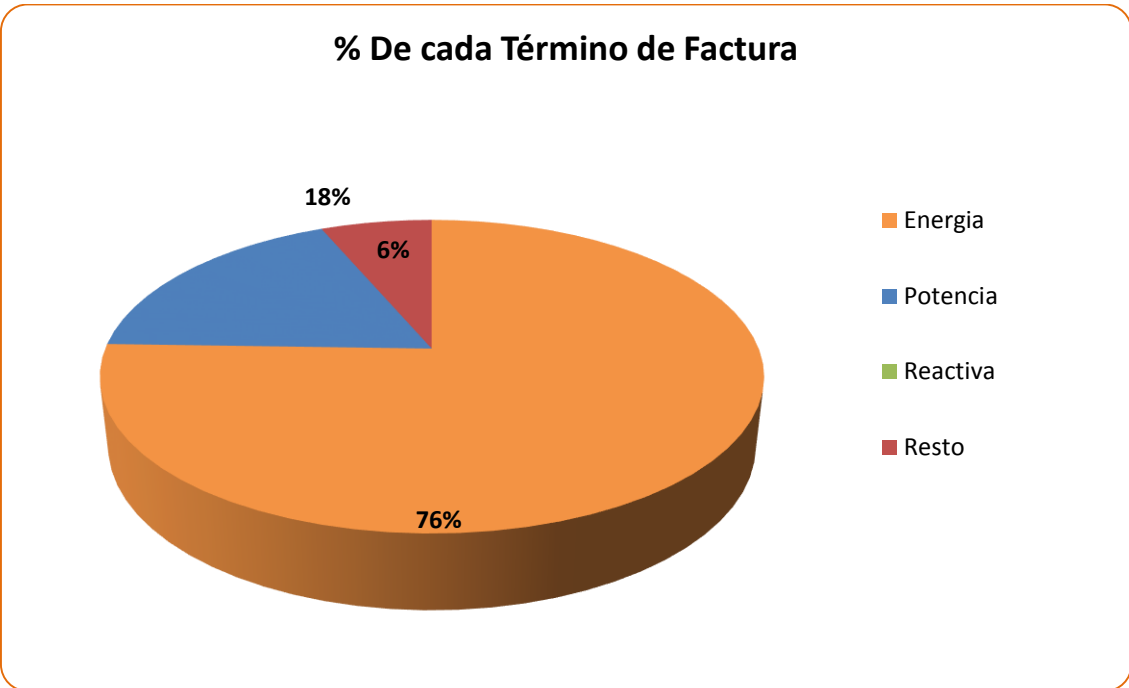
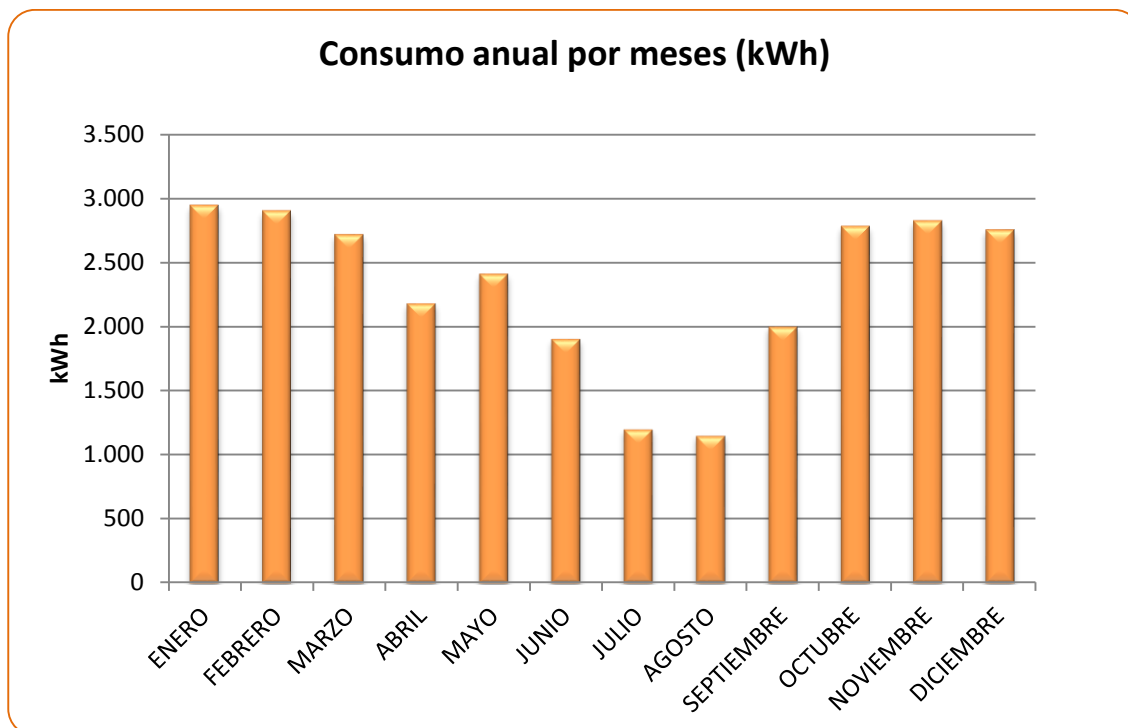


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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



*Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual*

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	27.817
Total Facturación (€)	5.459,07
Media mensual de consumo (kWh/mes)	2.318
Media mensual de coste (€/mes)	454,92
Coste medio energía (€/kWh)	0,196

*Tabla 15 Resumen valores globales de la facturación eléctrica*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</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)	27.817	-	27.817
Coste (€/año)	5.419,07	-	5.419,07

Tabla 16 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 Enero de 2014 y Enero de 2015

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	452
Superficie total (m²)	1.032,62
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	16,54
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	0,04
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	39,94
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	56,48

Tabla 17 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	27.817,00
€/kWh	0,20
kWh/m² Total	26,94
€/m² Total	5,29
kWh/persona uso	61,54
€/persona uso	12,08
Ton CO <sub>2</sub> /año	11,10
Kg CO <sub>2</sub> /m²	10,75
Pot. Iluminación en W/m²	16,02

Tabla 18 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

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



### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

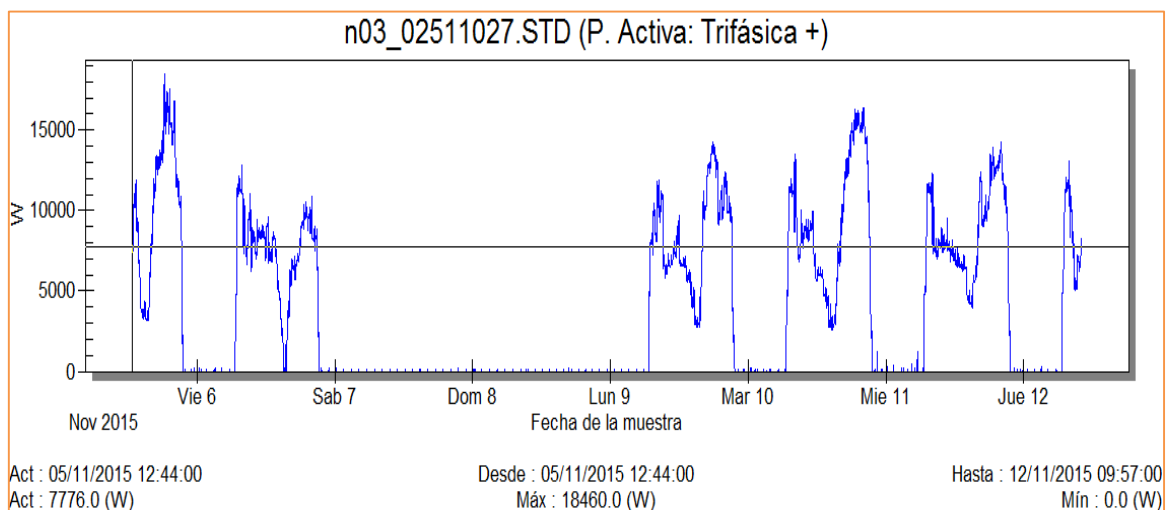


Gráfico 13 Datos de registro de potencia activa desde el 05/11/2015 al 12/11/2015

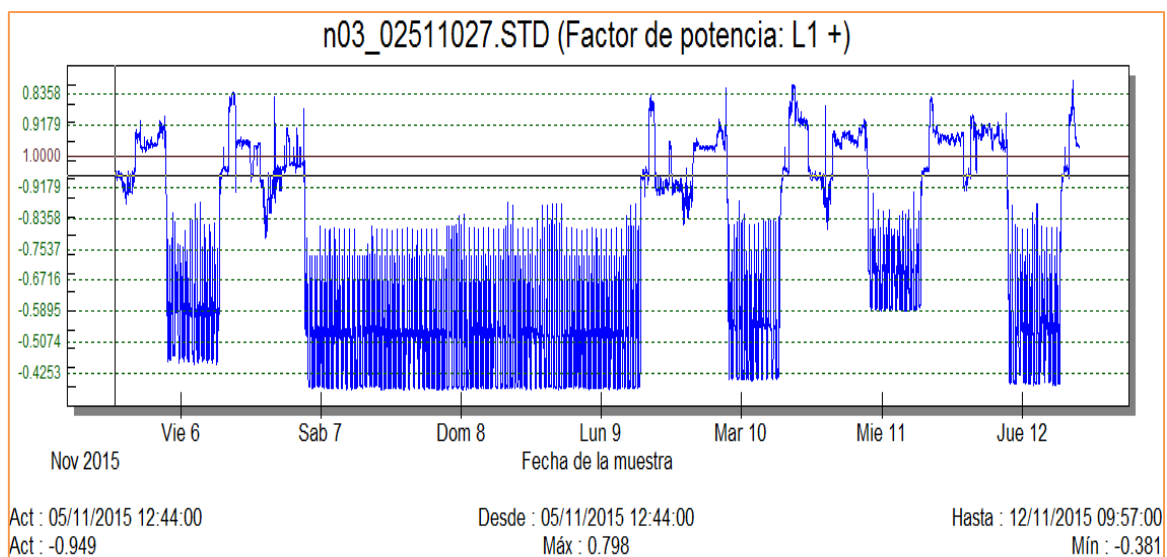


Gráfico 14 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días Laborables (kW)

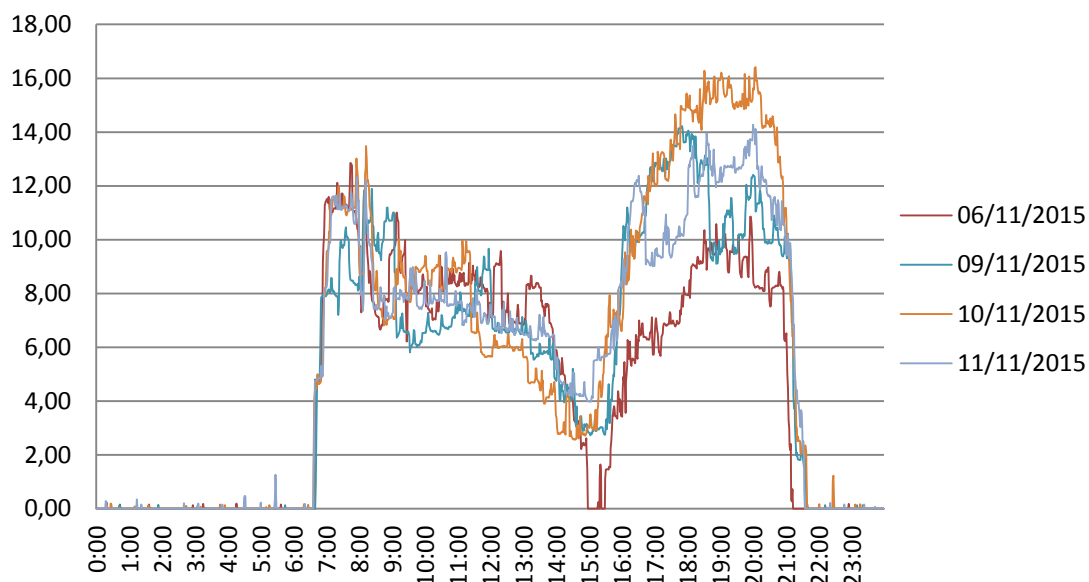


Gráfico 15 Potencia registrada en días laborables (kW)

### Potencia Registrada en días no Laborables (kW)

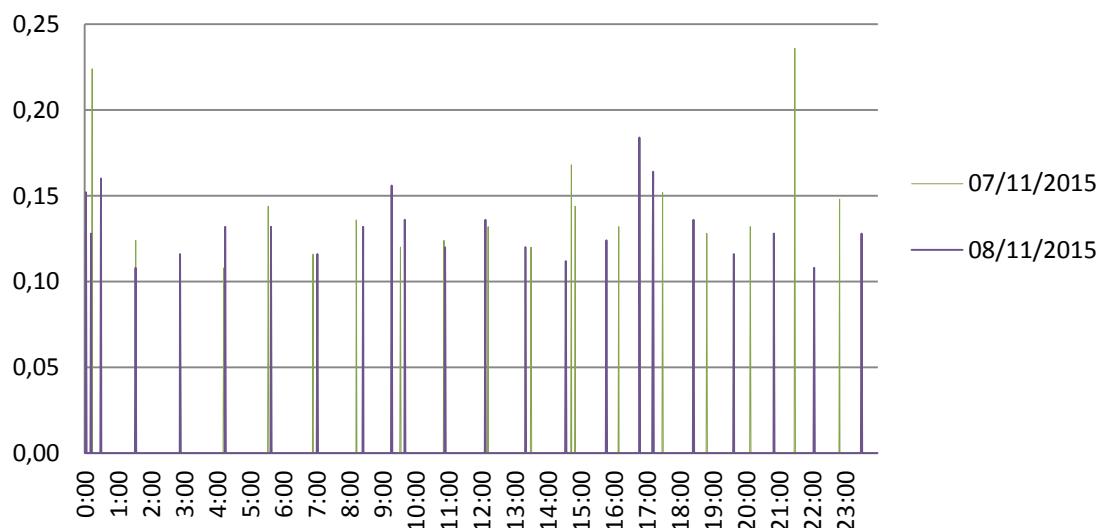
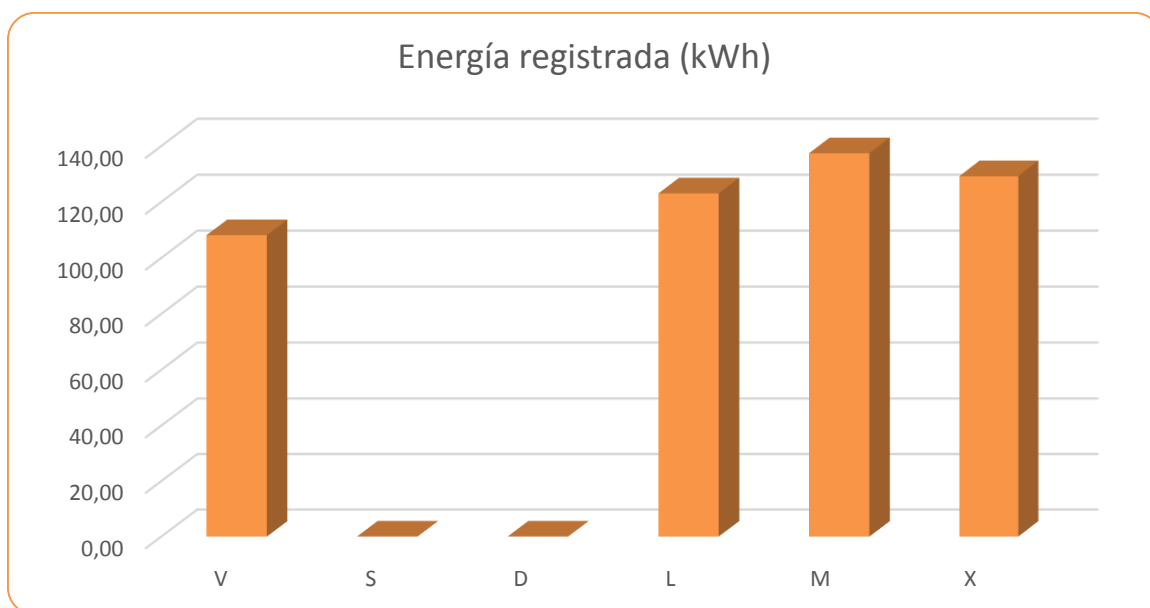


Gráfico 16 Potencia registrada en días no laborables (kW)

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 16,41 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 8:00 y 22:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos existentes en el centro.

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



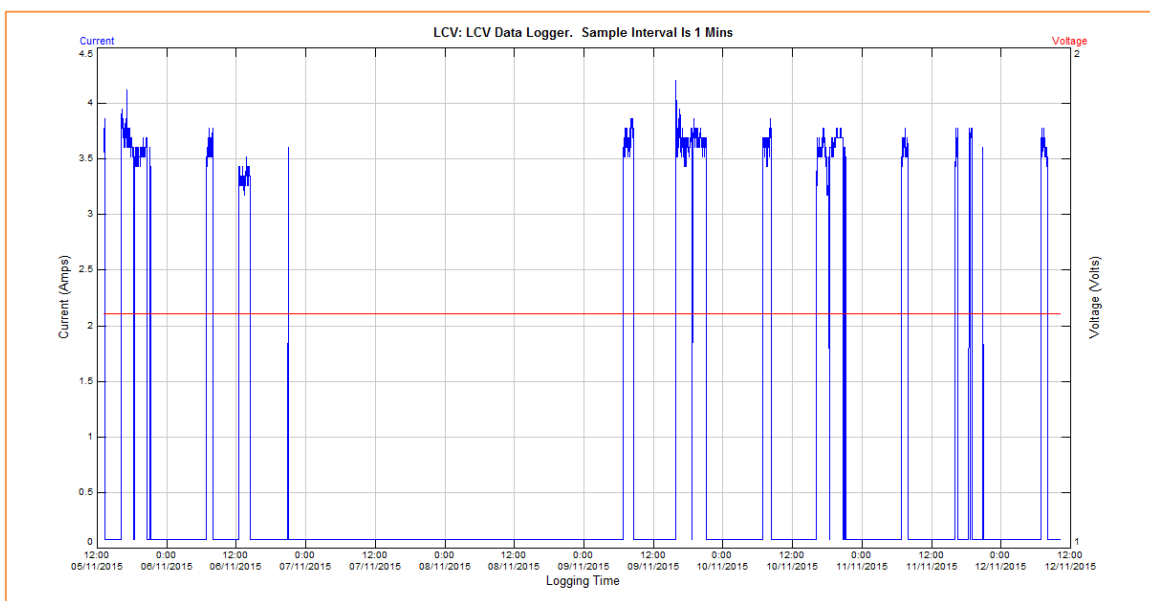
*Gráfico 17 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborables es de 124,44 kWh y durante los días festivos de 0,045 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.738,18 kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 3,20% inferior este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

### 3.1.2 Registros monofásicos

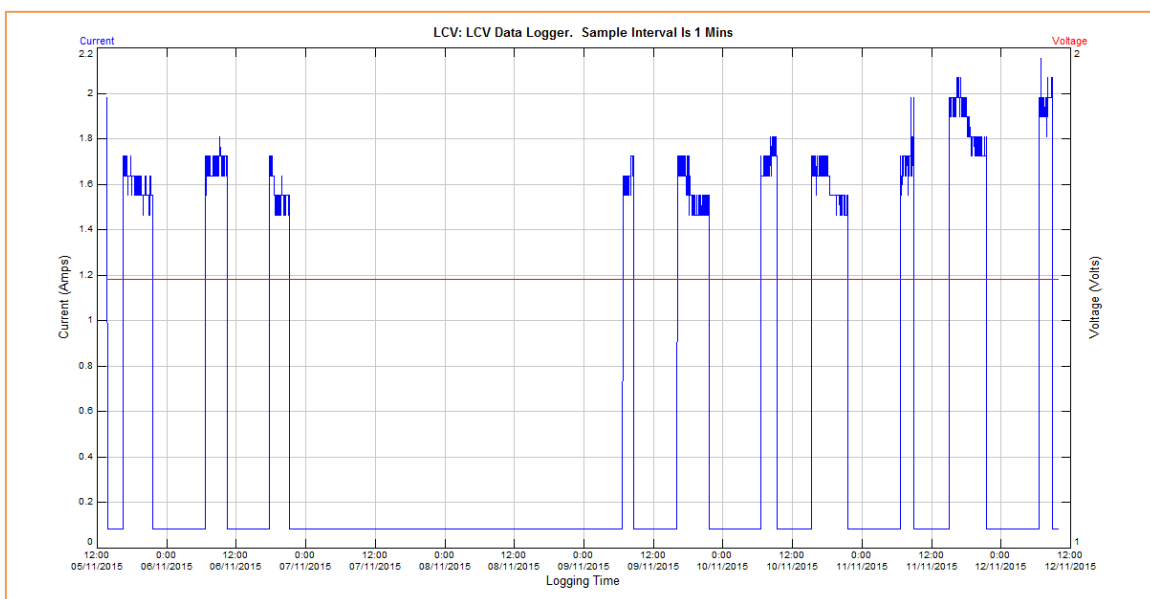
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

#### - Aula 1 y aseo señoras



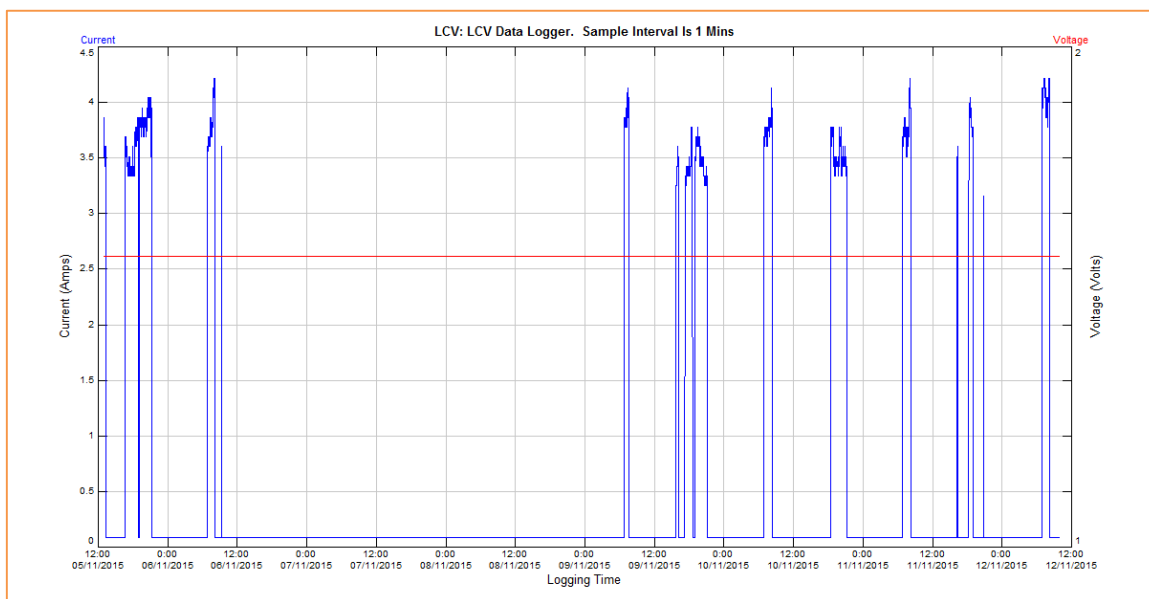
*Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en aula 1 y aseo señoras*

#### - Escalera planta baja y cuarto de contadores



*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en la escalera planta baja y cuarto de contadores*


- **Aula 4 y aseo caballeros**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Aula 4 y aseo caballeros*

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

- Aula 1 y aseo señoras: 3,20 h
- Escalera planta baja y cuarto contadores: 6,38 h
- Aula 4 y aseo caballeros: 2,40 h

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</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 ( $\text{W/m}^2$ ) 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 ( $\text{m}^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Conserjería	259,2	14,10	302	300	6,09
Biblioteca	691,2	28,30	800	300	3,05
Aula 1	691,2	47,02	510	300	2,88
Aula 2	691,2	49,81	510	300	2,72
Biblioteca P1º	691,2	28,30	815	300	3,00
Aula 3	691,2	51,20	500	300	2,70
Aula 4	691,2	46,99	510	300	2,88
Distribuidor 2	43,2	12,62	280	200	1,22
Aula 5	691,2	47,02	370	300	3,97
Laboratorio de idiomas	604,8	49,81	388	300	3,13
Aula 7	691,2	51,20	450	300	3,00
Aula 8	691,2	46,99	435	300	3,38
Sala de estudios	345,6	18,85	560	300	3,27
Aula de conversación	172,8	17,32	340	300	2,93
Distribuidor 3	43,2	12,90	280	200	1,20
Usos múltiples	518,4	59,64	455	300	1,91
Aula 9	604,8	53,23	284	300	4,00

Tabla 19 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa como los valores medidos de iluminancia son excesivos en todas las estancias medidas excepto en conserjería, destacando las bibliotecas con unos valores muy elevados.

Por el contrario, solo en conserjería el valor de eficiencia supera el máximo marcado por la norma mientras que el resto de estancias presentan un valor óptimo.

### 3.3 Medidas térmicas

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

#### 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 20 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo comprendido entre los días 06/11/2015 y 09/11/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad .Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

#### - Conserjería

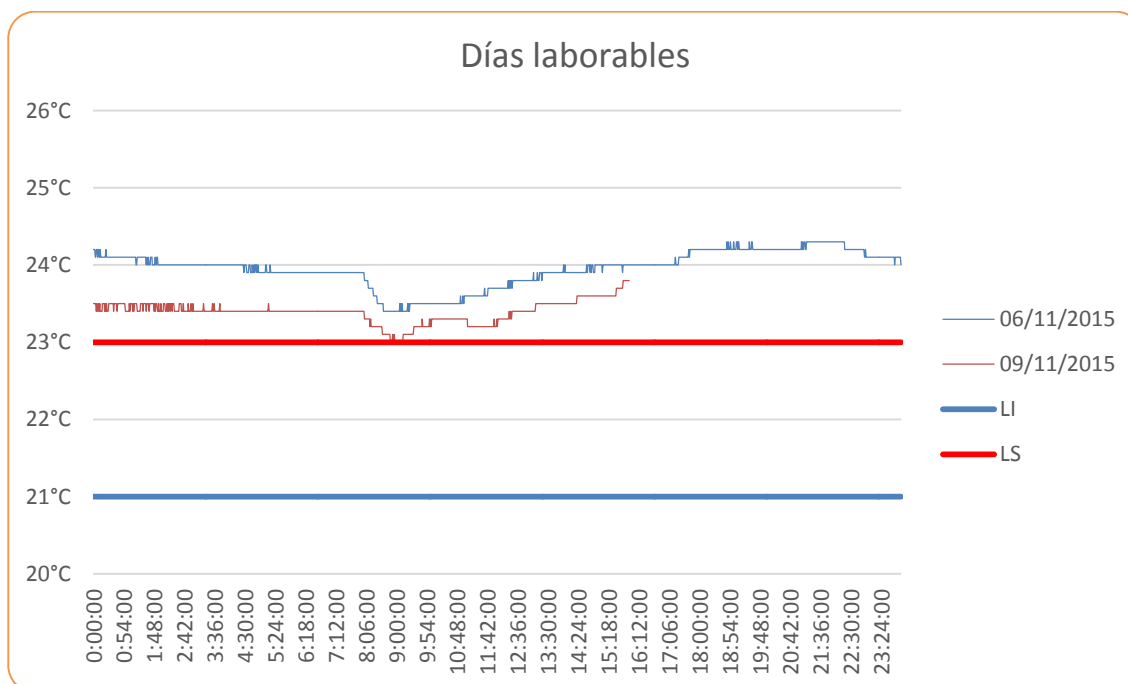


Gráfico 21 Registro de temperatura – INVIERNO – Días laborables



### Festivos y fines de semana

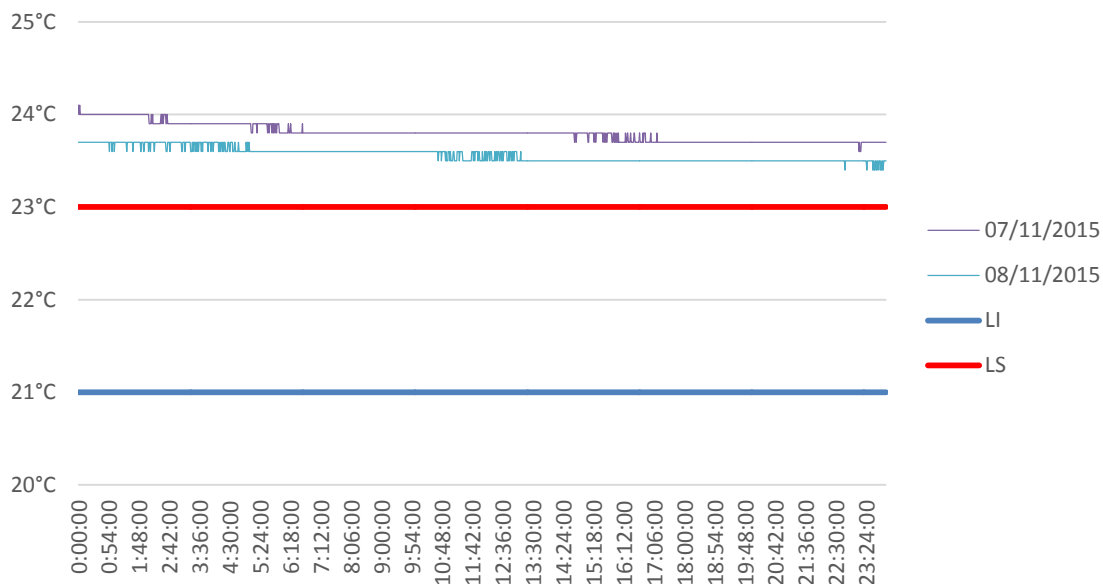


Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

### Días laborables

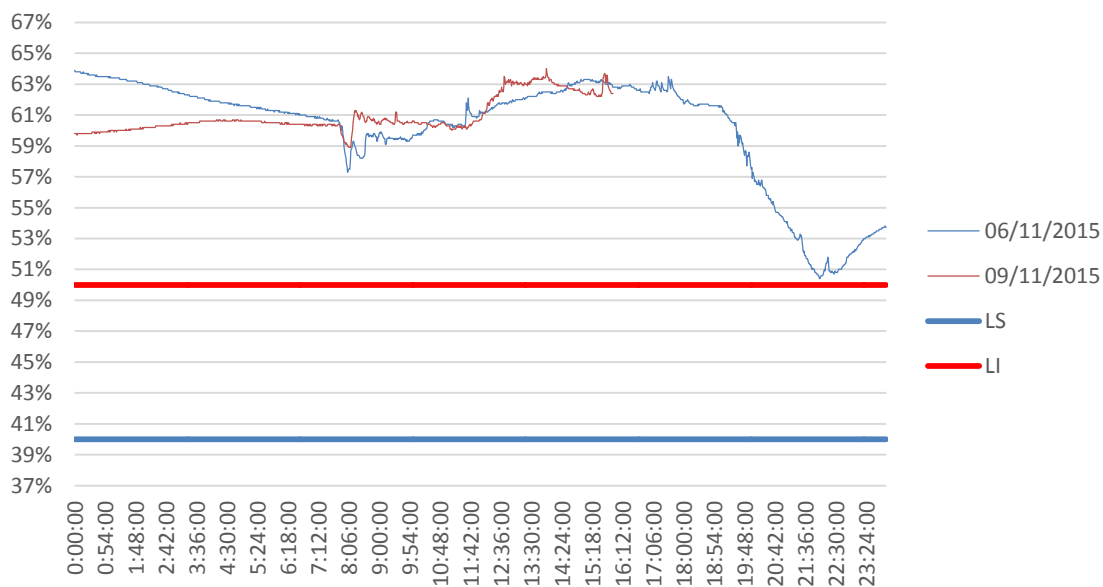
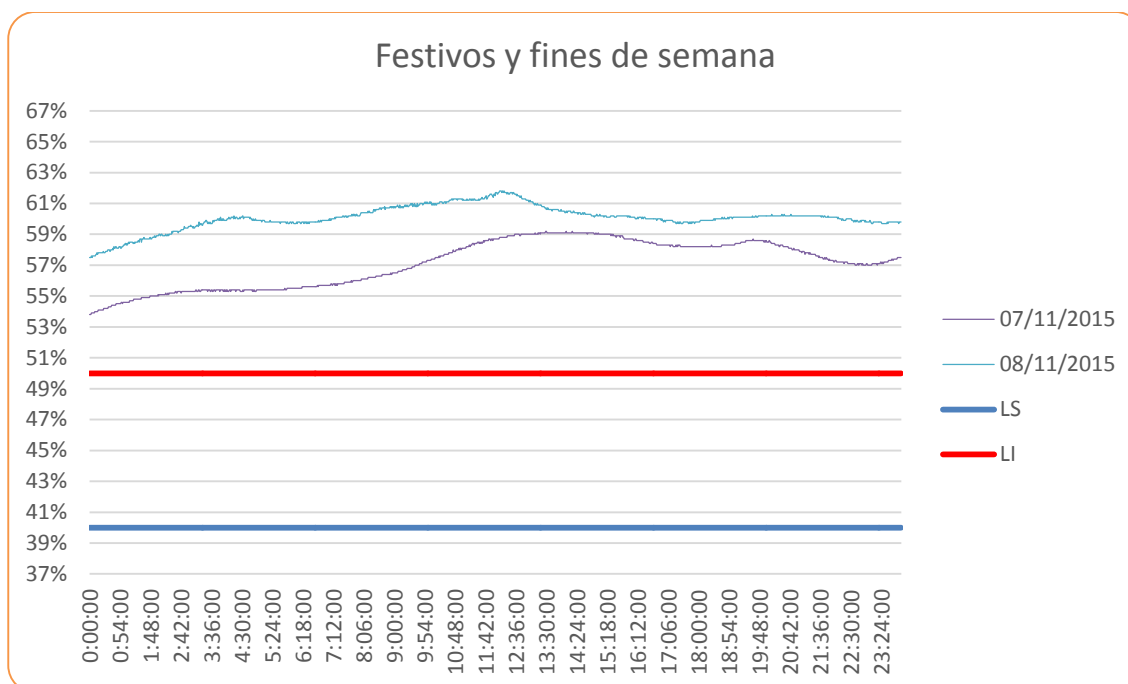


Gráfico 23 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días laborables



*Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos*

Se observa como la temperatura decae al inicio de la jornada coincidiendo con el inicio de la jornada laboral. A partir de las 9:00 horas comienza a subir hasta alcanzar los 24°C manteniéndose constante en ese valor. En general la temperatura oscila entre los 23-24 °C durante toda la semana que ha durado en registro en los periodos de ocupación, fuera de la zona de confort que marca el reglamento que son 21-23 °C lo que indica un exceso de aporte de calor.

Durante los fines de semana se observa que la temperatura se mantiene constante, coincidiendo con el horario del centro que en los fines de semana permanece cerrado.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian valores excesivos de temperatura.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 24°C, superándose durante los periodos de ocupación los 23°C que indican un aporte excesivo de calor.
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 9:00 hasta las 20:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.

### 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 D.

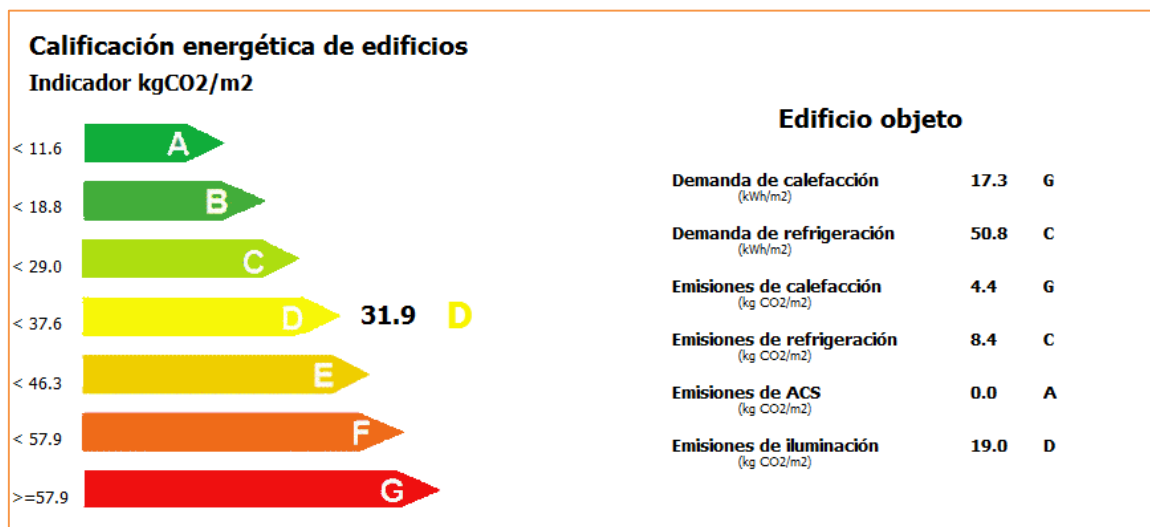


Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético

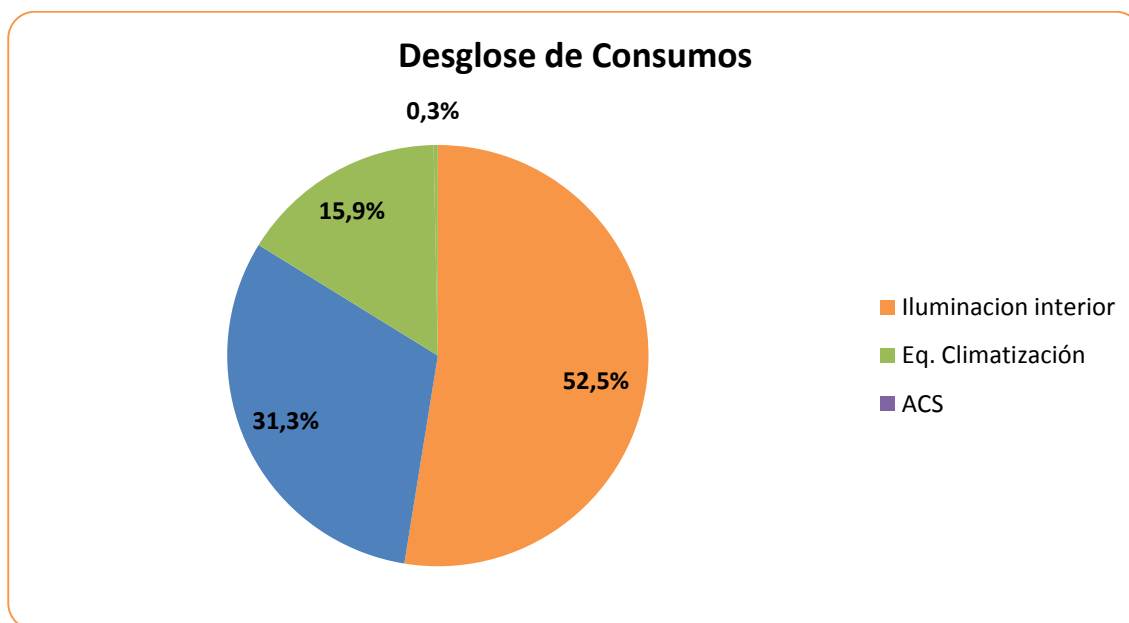
En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética de la Escuela Oficial de Idiomas.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</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 1%.

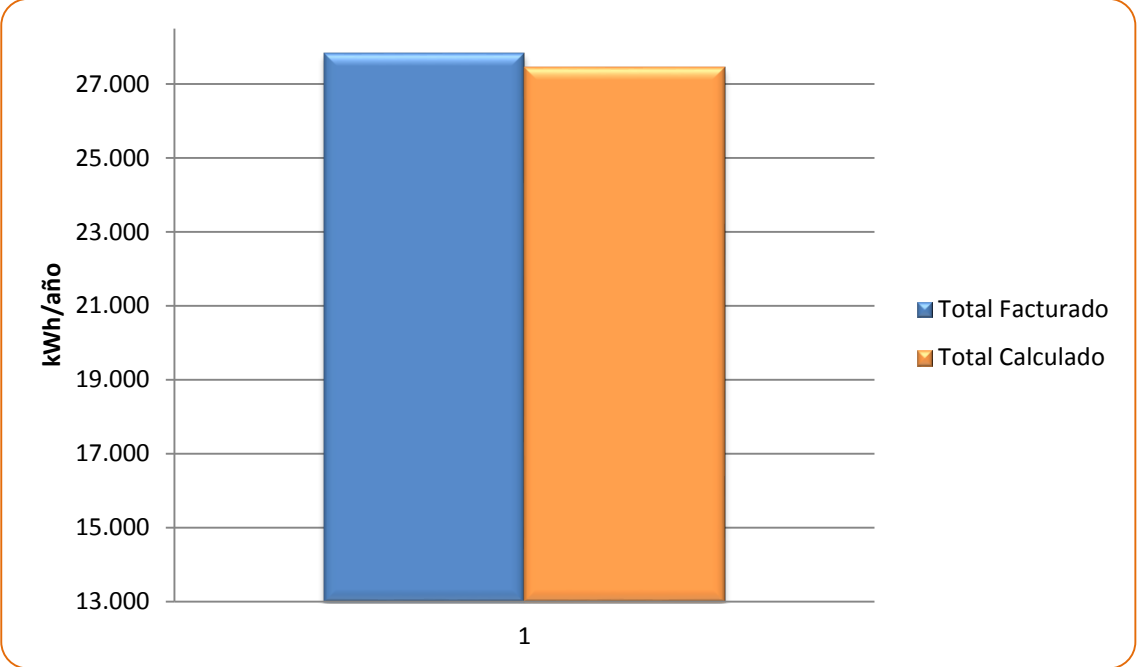



Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

#### **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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de iluminación 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 9 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>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</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:

	<b>P1</b>
<b>Condiciones de contratación de energía (€/kWh)</b>	0,15362
<b>Porcentaje de consumo de iluminación por periodo</b>	100,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

<b>Precio de la energía (cent€/kWh)</b>	12,17660
<b>Precio de la potencia (€/kW y año)</b>	44,44

### 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			
7.763	53,84%	27,91%	945,29 €	157,57 €	1.102,86 €	13.578,68 €	12,31	3,10

### 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>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## 5.2 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

### INTRODUCCIÓN

Tal y como se muestra en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro consta de equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

### CRITERIOS DE DISEÑO


De forma general, para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
  - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
  - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
  - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
  - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 30-25%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es:
  - Equipos con funcionamiento habitual en días laborables (L-V) en horario de 8:00h a 22:00h de 0,107643209 €/kWh (calefacción) y 0,114975182 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguiente factor reductor (este criterio se corresponde con el puesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
  - Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el centro.

Intensidad	Fp - Calefacción	Fp - Refrigeración
media 8h	0,833	0,853

*Tabla 21 Factor de ponderación*

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio W/m<sup>2</sup> se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación existente (por ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).

- El rendimiento estacional considerado para los nuevos equipos propuestos es el recogido en la información técnica de los catálogos de las principales marcas calculado según la EN14825.
- Para el cálculo de la inversión se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

### RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

A continuación se resumen el ahorro energético y económico, así como el periodo de amortización derivado de la sustitución de los equipos que utilizan R-22 como refrigerante instalados en el centro.

Zona de tratamiento	Tipología de equipo	Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	horas anuales equivs - Refrig.	horas anuales equivs - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Aula 12	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Septiembre a Junio de 8:00 a 22:00 Julio de 8:00 a 14:00 Agosto cerrado	5,00	6,00	154	324	489,80	52,6%	56,96	0,20	2.160,05	37,92	NO

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## RESUMEN DETALLADO

### AULA 12 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Pared

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	5,00	5,20	2,56	2,67	2,19	2,22
Propuesto	5,00	6,00	3,58	3,80	6,59	4,10

Tabla 22 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	735,80 €
	Unidad interior	560,95 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	279,00 €
	Instalación eléctrica y de control	209,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	375,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>2.160,05 €</b>

Tabla 23 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	kWh/año	€/año	€	años
1.403,44	655,74	931,61	441,81	489,80	56,96	2.160,05	37,92

Tabla 24 Ahorros energéticos y económicos


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
<b>489,80</b>	52,6%	56,96	2.160,05	37,92	0,20

Tabla 25 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

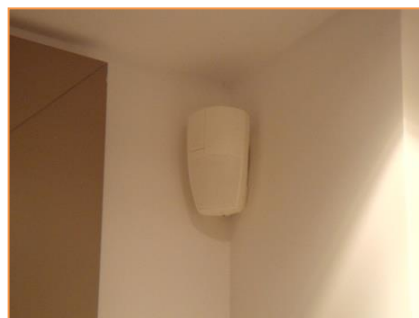
### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**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 10 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

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 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.

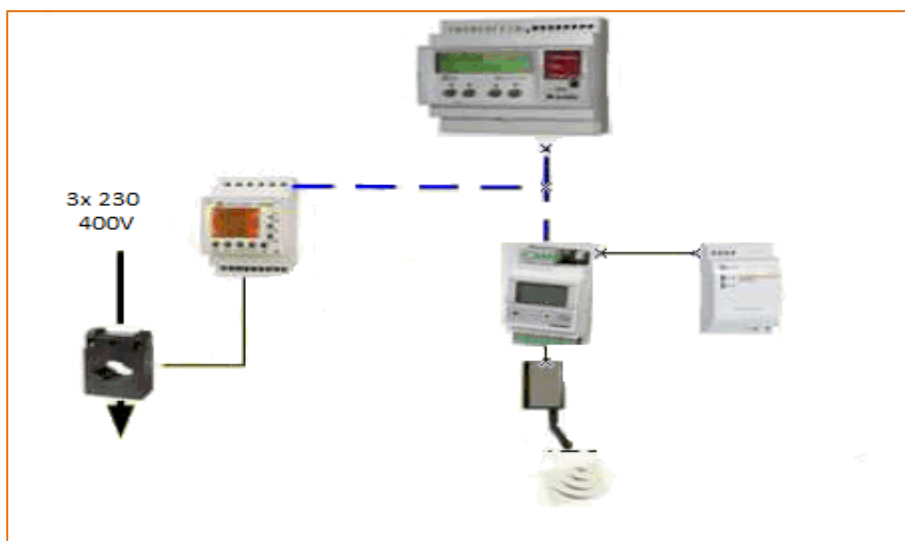
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## 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 11 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



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán 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>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

### 6.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

Como puede comprobarse en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro cuenta con equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.


En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

Por estos motivos, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, en esta auditoría se recomienda invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO2).

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda de agua caliente sanitaria (ACS).

### 7.2 Biomasa

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

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

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- 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, 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS</b>	<b>1306</b>
		<b>51</b>
		<b>Rev.06</b>

- 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>3</sup>	€/año	€ <sup>4</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación por tecnología Led	7.763	53,84	1.102,86	13.578,68	12,31	3,10
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>7.763</b>	<b>53,84</b>	<b>1.102,86</b>	<b>13.578,68</b>	<b>12,31</b>	<b>3,10</b>

Tabla 26 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

En el apartado de **instalaciones térmicas**, no se incluye la sustitución de los equipos de climatización con R-22 como refrigerante, desarrollada en el apartado correspondiente, porque presenta un periodo de retorno superior a 10-12 años. Aun así se aconseja su renovación en el apartado de mejoras recomendadas.

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.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- 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>3</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>4</sup> Todos los precios son sin IVA