






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Tenencia San Pedro de Alcántara)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_21_20160114

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	3
1.3 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS	6
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	7
1.4.3 Unidades Terminales.....	14
1.5 Iluminación.....	17
1.5.1 Iluminación interior	18
1.5.2 Iluminación exterior	19
1.5.3 Sistemas de control	20
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	20
1.6 Otros equipos	21
1.7 Resumen de potencias instaladas	23
2. CONSUMOS ANUALES.....	24
2.1 Consumos eléctricos	24
2.2 Consumos térmicos.....	27
2.3 Consumos energéticos totales	27
2.4 Índices energéticos.....	27
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	27
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	27
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	28
3.1 Medidas eléctricas.....	28
3.1.1 Registros trifásicos	28
3.1.2 Registros monofásicos.....	31
3.2 Medida de nivel de iluminación	33
3.3 Medidas térmicas.....	34
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	34
3.4 Análisis termográfico.....	37
3.5 Certificación energética	37
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	38
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	38

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

4.2	Desglose de consumos térmicos	39
4.3	Contribución de energías renovables	39
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	40
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	40
5.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	42
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	47
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	47
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	48
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	51
7.1	Energía solar térmica.....	51
7.2	Biomasa	51
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	51
8.	RESUMEN	53

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	TENENCIA DE ALCALDÍA DE SAN PEDRO DE ALCÁNTARA T.M. DE MARBELLA (MÁLAGA)
Dirección	PZ IGLESIA DE LA 1 29670 MARBELLA (MÁLAGA)
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	BARTOLOMÉ GUERRA (Telefonista) 952 80 98 00
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Tenencia Alcaldía de San Pedro** que se han auditado se encuentran situadas en la **Plaza Iglesia** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general Tenencia San Pedro

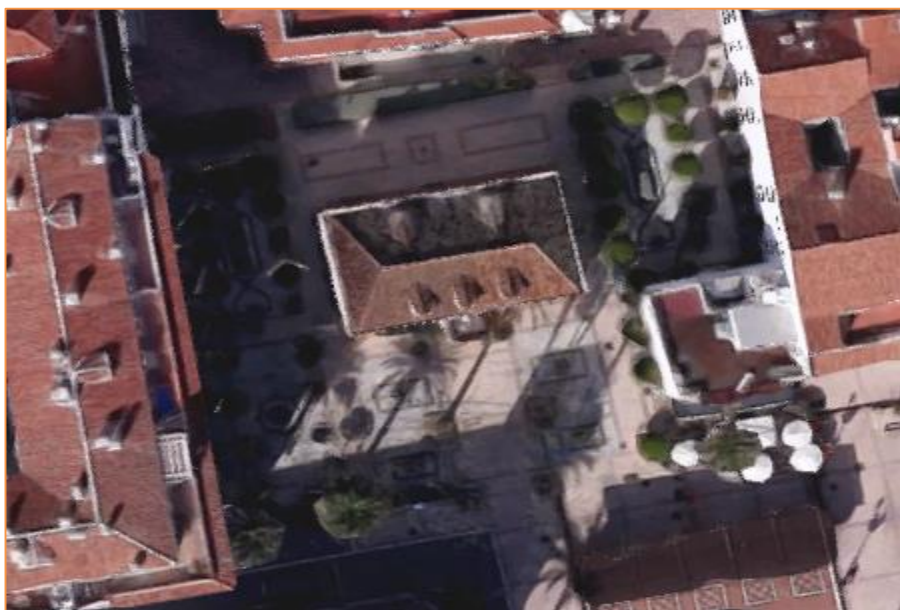


Imagen 2 Vista aérea de la Tenencia San Pedro

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO		1306
			21
			Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil. m2	Nº personas	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	3	470,67	57	1920	2015	(**)

Tabla 2 Resumen de usos y datos constructivos

HORARIO	INVIERNO	VERANO
MAÑANA	7:30 a 15:30	7:45 a 15:15
TARDE	16:30 a 19:30	17:30 a 19:30

Tabla 3. Horarios Invierno/Verano

(**)Debido a la antigüedad del edificio, durante los últimos años se han realizado varias reformas en él, en 2010 tuvo lugar una reforma general para adecuar las dependencias, seguidamente en 2012 se llevó a cabo la instalación de climatización de planta baja, en 2014 la instalación de climatización de la segunda y finalmente 2015 en la primera planta.

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Registro	8	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:30	Administrativo
Rentas	5	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:31	Administrativo
Conserje	1	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:32	Administrativo
Caja	2	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:33	Administrativo
Industria y vía pública	8	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:34	Administrativo
Despacho teniente alcalde	1	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:35	Administrativo
Sala de juntas	20	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:36	Usos múltiples
Coordinadora	1	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:37	Administrativo

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Secretaría	1	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:38	Administrativo
Obra	4	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:39	Administrativo
Despacho	6	Del 21 de Junio al 21 de Septiembre de 7:45 a 15:15 y de 17:30 a 19:30. Del 21 de Septiembre al 21 de Junio de 7:30 a 15:30 y de 16:30 a 19:40	Administrativo

Tabla 4 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)	Sup. Total (m²)
Administrativo	140	106	92	339
Aseos	10	12	--	21
No habitable	4	--	--	4
Usos múltiples	--	37	--	37
Zonas comunes	23	25	22	70
Sup. Total (m²)	177	180	114	471

Tabla 5 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 fines administrativos abarca el 72% 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 15%.

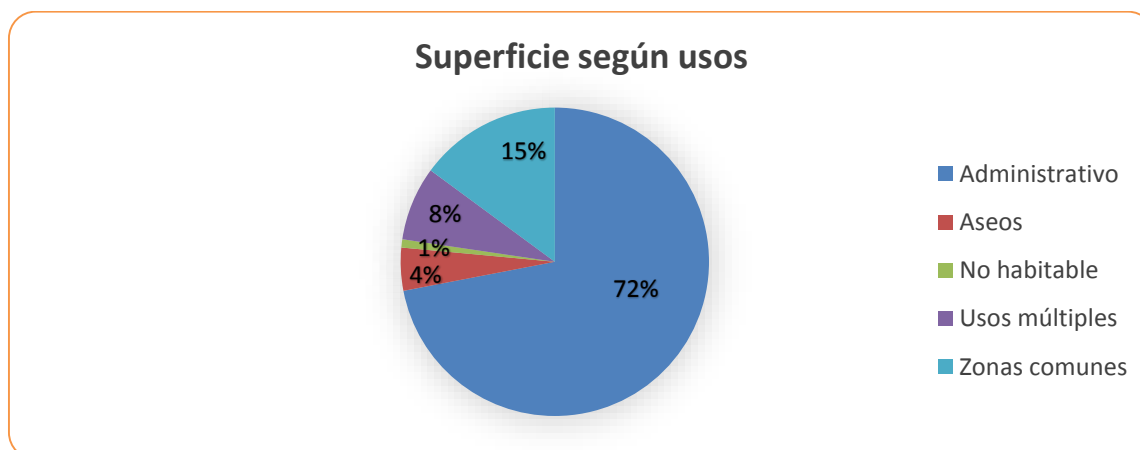
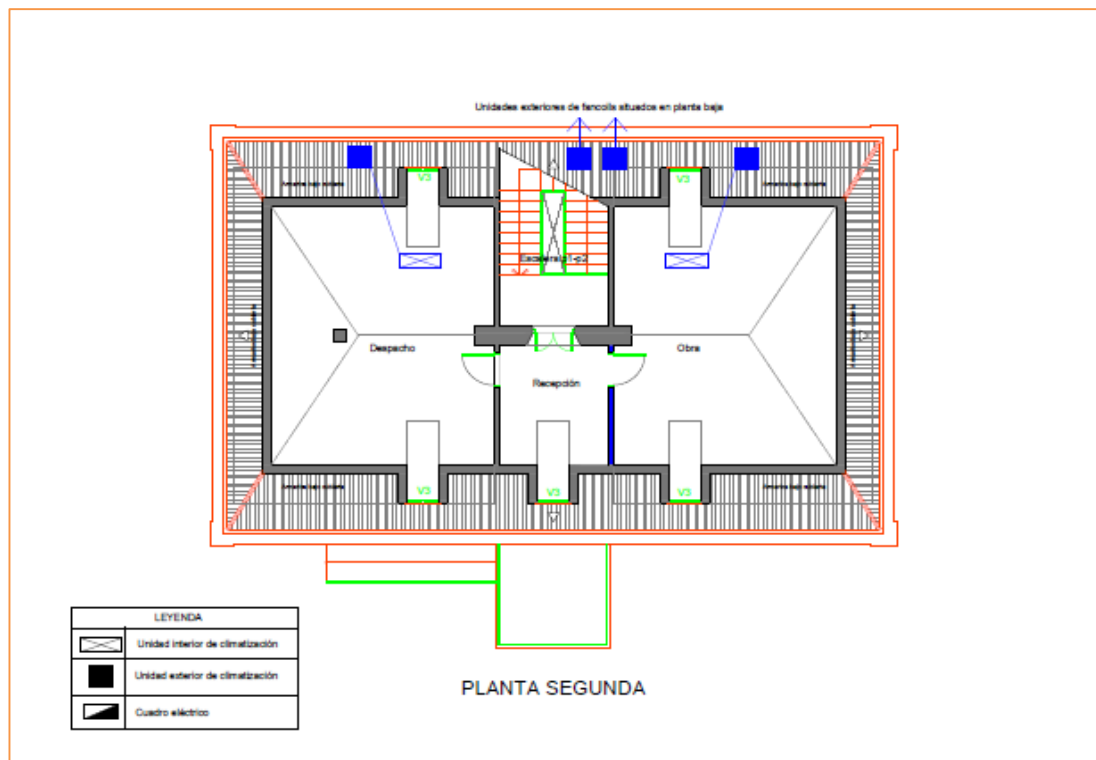


Gráfico 1 Superficie según Usos

LEYENDA

	Unidad interior de climatización
	Unidad exterior de climatización
	Cuadro eléctrico

4



Plano 3 Planta Segunda

1.3 Envolvente y cerramientos

La construcción de la antigua Villa de San Luis, edificio en el que hoy se aloja la tenencia de San Pedro data de finales del siglo XIX por lo que es anterior a ningún tipo de normativa, si bien ha sufrido varias reformas generales para adaptarlo a las nuevas funciones.

Se trata de un edificio de planta rectangular, con 470,67 repartidos en tres alturas. La última de sus plantas se encuentra directamente bajo la cubierta a dos aguas, por lo que presenta techos agaterados.

La Tenencia Alcaldía, situada en la plaza de la iglesia se caracteriza por su estilo colonial, con acabados en blanco y amarillo y grandes ventanas con carpinterías de madera.

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

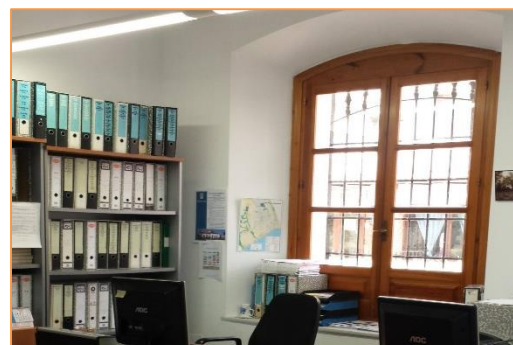


Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

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/o cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, conductos y equipos portátiles). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante dos termos acumuladores eléctricos ubicados en el aseo despacho teniente alcalde y en el cuarto de limpiadora.

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicados en el aseo despacho teniente alcalde y en el cuarto de limpiadora:

Edificio	Planta	Zona	Tipo	Potencia Eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio principal	1	Aseo despacho Teniente Alcalde	Termo-acumulador eléctrico	1,00	30
Edificio principal	0	Limpiadora	Termo-acumulador eléctrico	1,00	75

Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:


Nº generador	1	2	3	4
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	0	0	1	1
Ubicación equipo	Cubierta planta segunda	Cubierta planta segunda	Balcón despacho teniente alcalde	Ventana fachada Sur Sala de juntas
Zona de tratamiento	Caja, Registro (zona Oeste) y conserje	Rentas y Registro (zona Este)	Despacho teniente alcalde	Sala de juntas
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Refrigeración	Refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	Hiyasu	Hiyasu	Balay	SILENCLIMA HE
Modelo	HO-36LA	HO-36LA	REKM 360	Modelo: 00523
Refrigerante	R410a	R410a	R407c	R410a
Año de instalación	2012	2012	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	11,20	11,20	3,70	3,29
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,93	2,93	1,25	1,17
EER	3,82	3,82	2,96	2,81
Potencia Calorífica (kW)	12,70	12,70	-	-
Potencia Absorbida Calor (kW)	3,10	3,10	-	-
COP	4,10	4,10	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Manual	Manual
Observaciones	-	-	-	-

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Fachada Este	Fachada Este	Fachada Este	Fachada Norte
Zona de tratamiento	Sala de juntas	Sala de juntas	Coordinadora	Secretaria
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	FUJITSU	FUJITSU	Vaillant	AIRTECO
Modelo	AOYG12LLCC	AOYG12LLCC	VA 6-025 NHO	LT0721YE8
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R22
Año de instalación	2015	2015	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	3,40	3,40	2,70	1,99
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,08	1,08	0,84	0,74
EER	3,15	3,15	3,21	2,69
ESEER	6,60	6,60	-	-
Potencia Calorífica (kW)	4,00	4,00	3,30	2,05
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,13	1,13	0,96	0,69
COP	3,54	3,54	3,44	2,97
ES COP	3,80	3,80	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas
Observaciones	Instalación de equipo en proceso	Instalación de equipo en proceso	-	-

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	1	2
Ubicación equipo	Fachada Norte	Fachada Oeste	Fachada Oeste	Fachada Norte
Zona de tratamiento	Industria y vía pública	Industria y vía pública	Industria y vía pública	Despacho
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	FUJITSU	FUJITSU	FUJITSU	SAMSUNG
Modelo	AOYG12LLCC	AOYG12LLCC	AOYG12LLCC	AQV18PSBN
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2015	2015	2015	2014
Potencia Frigorífica (kW)	3,40	3,40	3,40	5,00
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,08	1,08	1,08	1,47
EER	3,15	3,15	3,15	3,40
ESEER	6,60	6,60	6,60	-
Potencia Calorífica (kW)	4,00	4,00	4,00	6,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,13	1,13	1,13	1,66
COP	3,54	3,54	3,54	3,61
ES COP	3,80	3,80	3,80	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00	8:00 - 15:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas
Observaciones	Instalación de equipo en proceso	Instalación de equipo en proceso	Instalación de equipo en proceso	-

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

Nº generador	13
Generador	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio Principal
Planta	2
Ubicación equipo	Fachada Norte
Zona de tratamiento	Obras
Servicio	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter
Marca	FUJITSU
Modelo	AOY17UNBK
Refrigerante	R410a
Año de instalación	2014
Potencia Frigorífica (kW)	4,70
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,76
EER	2,67
Potencia Calorífica (kW)	5,40
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,99
COP	2,71
Mes inicio calefacción	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre
días/semana	L-V
horario funcionamiento (mañana)	8:00 - 15:00
Sistema de gestión centralizado	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas

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



Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Registro, Conserje, Caja y Rentas



Tabla 11 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Despacho teniente Alcalde



*Tabla 12 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Sala de Juntas***



*Tabla 13 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Coordinadora***



*Tabla 14 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Secretaria***



*Tabla 15 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Despacho***



*Tabla 16 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Obras***

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

Calefacción	62,15 kW
Refrigeración	60,78 kW

Tabla 17 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de diferentes tipologías (pared, conductos y equipos portátiles) 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.

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	335,06	54,15	161,61
Usos múltiples	36,52	8,00	219,06
Total	371,58	62,15	167,26

Tabla 18 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas

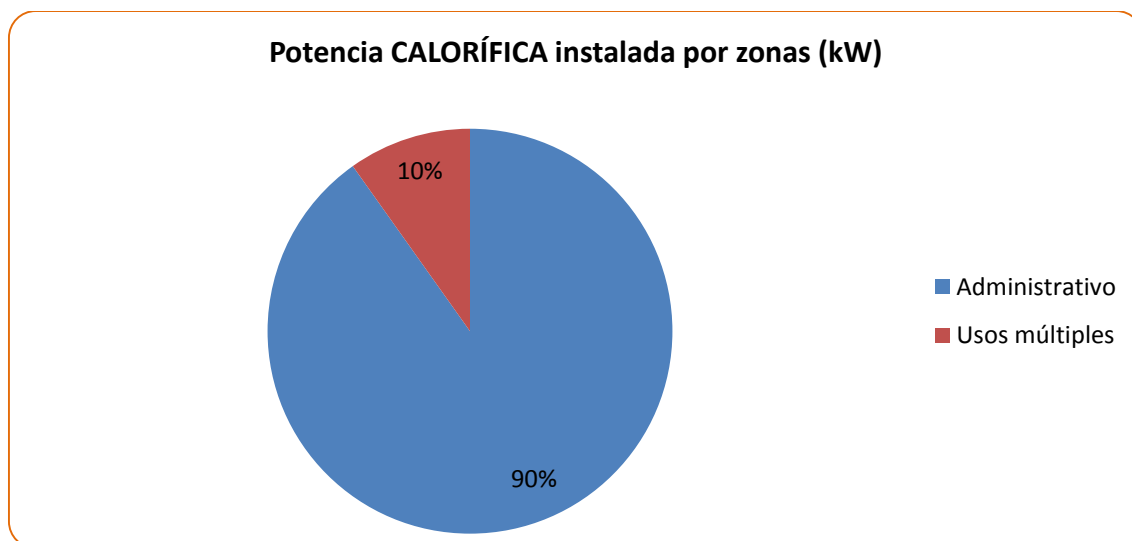


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

Porcentaje de superficie CALEFACTADA

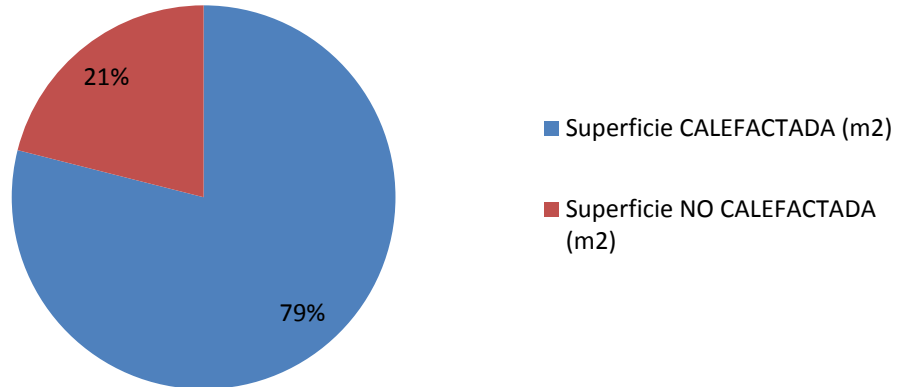


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	354,73	50,69	142,90
Usos múltiples	36,52	10,09	276,29
Total	391,25	60,78	155,35

Tabla 19 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas:

Potencia FRIGORÍFICA instalada por zonas (kW)

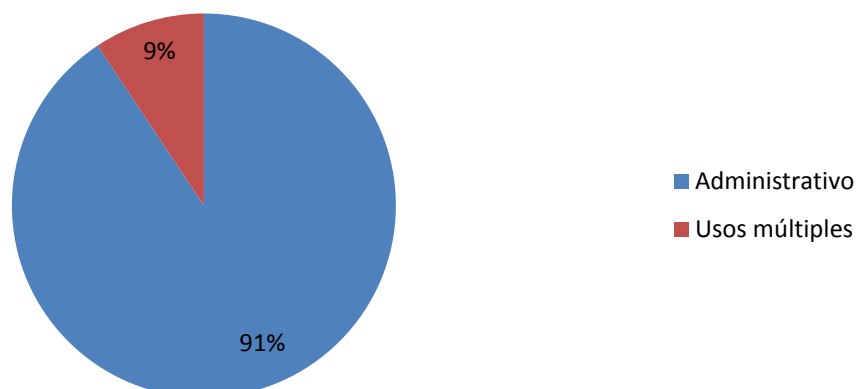


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

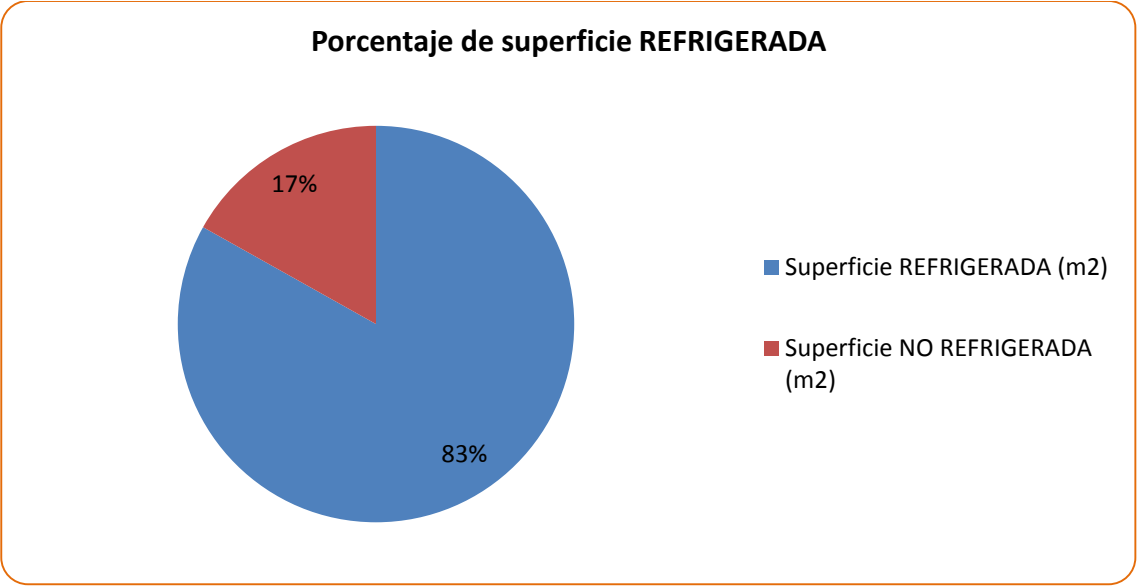


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 7,52 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

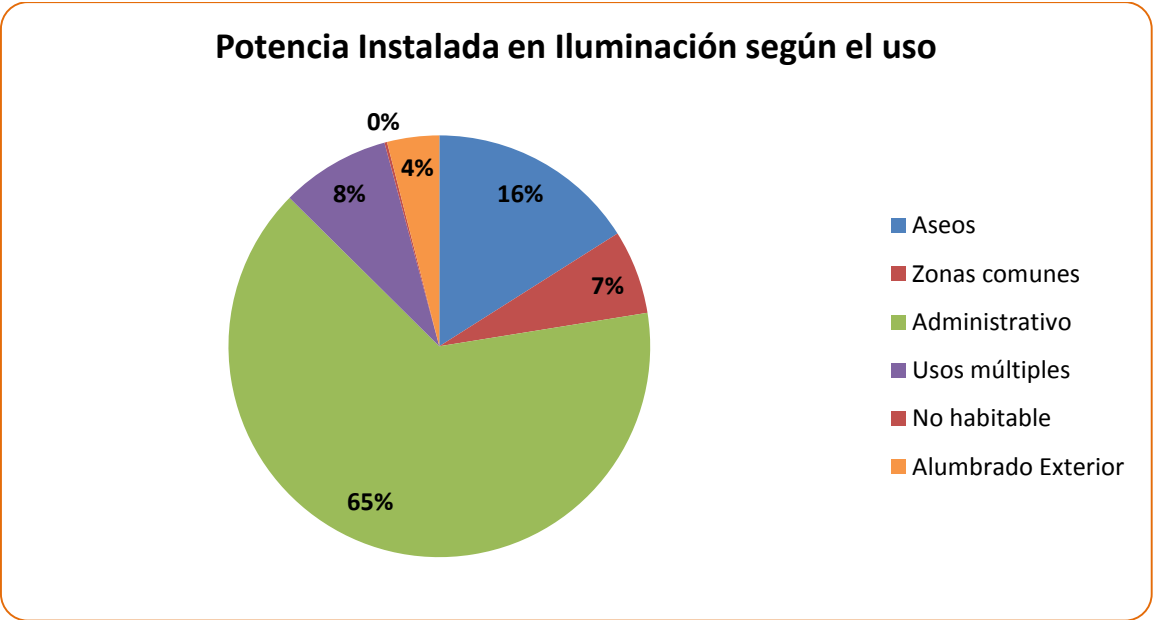


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

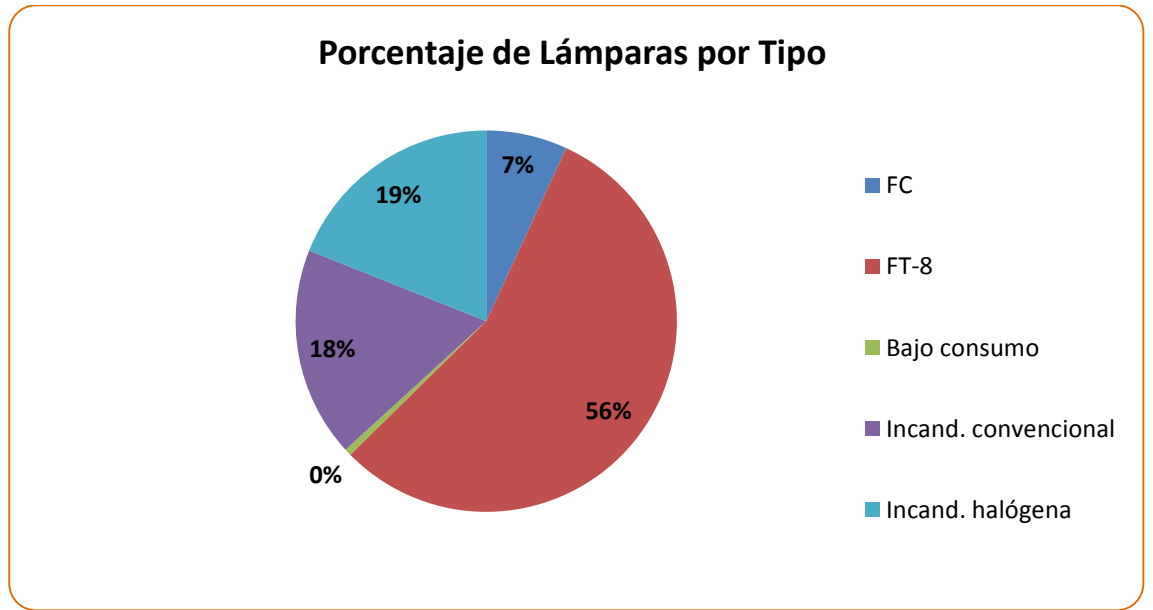


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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.	Suma de kW TOTAL
EL	39	3,40
FT-8	39	3,40
1	5	0,11
18	4	0,07
36	1	0,04
2	22	2,06
18	5	0,18
36	2	0,14
58	15	1,74
4	12	1,22
18	7	0,50
36	5	0,72
-	43	3,82
Incand. convencional	14	1,04
1	9	0,41
42	7	0,29
60	2	0,12
3	5	0,63
42	5	0,63
Incand. halógena	22	2,52
1	21	1,68
100	7	0,70
70	14	0,98
12	1	0,84
70	1	0,84
Bajo consumo	1	0,02
1	1	0,02
15	1	0,02
FC	6	0,24
2	6	0,24
26	4	0,21
8	2	0,03
Total general	82	7,22

Tabla 20 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.	Suma de kW TOTAL
-	3	0,30
Incand. convencional	3	0,30
1	1	0,06
60	1	0,06
3	2	0,24
40	2	0,24
Total general	3	0,30

Tabla 21 Resumen de iluminación exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

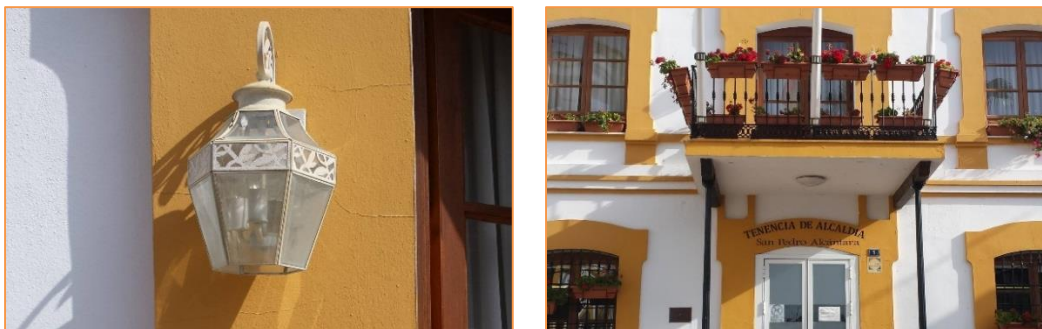


Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del edificio se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento estn relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento.

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa de 21:00 a 07:00 horas todos los días laborales del año.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	1	0,25
Televisión LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	3	1,5
Frigorífico	2	0,7
350	2	0,7
Cafetera	1	0,8
800	1	0,8
Informático	61	21,527
Ordenador sobremesa	38	11,4
300	38	11,4
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Fotocopiadora	4	5,24
1300	3	3,9
1340	1	1,34
Impresora oficina	14	3,962
250	2	0,5
360	3	1,08
450	1	0,45
345	1	0,345
44	1	0,044
615	1	0,615
285	3	0,855
25	1	0,025
48	1	0,048
Servidor	3	0,5
100	1	0,1
200	2	0,4
Plotter	1	0,035
35	1	0,035
Otros	8	0,408
Otros	8	0,408
20	1	0,02
280	1	0,28
18	6	0,108
Sonido	9	0,2
Altavoz	8	0,16
20	8	0,16
Radio-CD	1	0,04
40	1	0,04
Radiador eléctrico	5	8
Radiador eléctrico	5	8
2000	3	6
1200	1	1,2
800	1	0,8
Unidades de tratamiento	6	0,29
Ventilador	6	0,29
60	1	0,06
50	1	0,05
45	4	0,18
ACS	2	2
Termo-acumulador eléctrico	2	2
1	2	2

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Producción Frio y Calor	14	22,31930233
Radiador eléctrico	1	1
1000	1	1
Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - MultiSplit	3	9,15
3,95	2	7,9
1,25	1	1,25
Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	10	12,16930233
1,17	1	1,17
1,13	5	5,65
0,959302326	1	0,959302326
0,74	1	0,74
1,66	1	1,66
1,99	1	1,99
Total general	109	56,49430233

Tabla 22 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

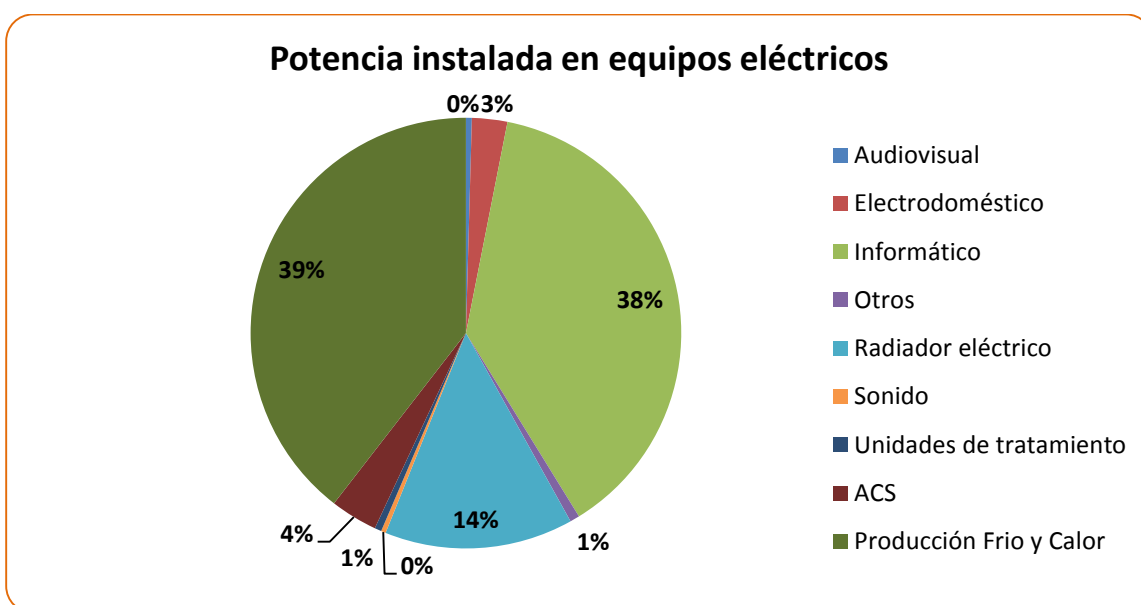


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

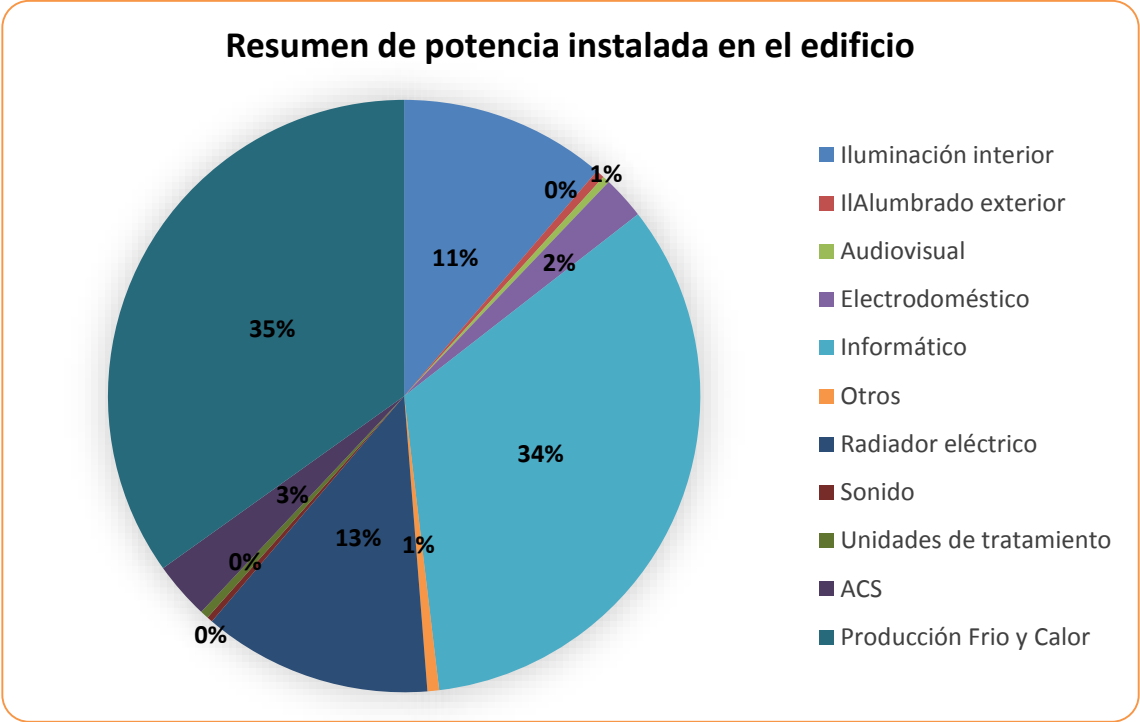



Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

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

CUPS	ES0031103021348001MR0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	16,44	16,44	16,44
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
05/02/2014	06/03/2014	357	1982	477	10 /17 /13	0,00	418,80
06/03/2014	03/04/2014	356	1588	391	11 /13 /10	0,00	358,47
03/04/2014	05/05/2014	675	1121	405	9,92 /10,12 /8,66	0,00	367,13
05/05/2014	04/06/2014	650	1084	393	10 /10 /8	0,00	351,90
04/06/2014	04/07/2014	722	1372	444	13 /13 /10	0,00	403,03
04/07/2014	05/08/2014	1068	1900	497	15 /14 /12	0,00	528,13
05/08/2014	03/09/2014	1059	1761	520	18 /15 /12	0,00	518,87
03/09/2014	03/10/2014	932	1765	569	17 /15 /13	0,00	500,36
03/10/2014	05/11/2014	575	1427	469	11 /10 /10	0,00	400,82
05/11/2014	04/12/2014	396	1558	435	11 /11 /9	0,00	372,62
04/12/2014	07/01/2015	1168	2305	1027	30 /23 /11	0,00	849,58
07/01/2015	05/02/2015	365	2182	445	10 /21 /17	0,00	480,89

Tabla 23 Facturación eléctrica

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

En el momento de realizar la auditoria la potencia contratada se encuentra en consonancia con la demandada, a excepción de algún mes. Sin embargo se prevé que en un corto plazo sea necesario aumentar la potencia contratada, debido a que se están instalando equipos de climatización en el Edificio. Por ello se recomienda realizar un seguimiento de la facturación y si fuera necesario realizar los trámites oportunos para aumentar la potencia.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

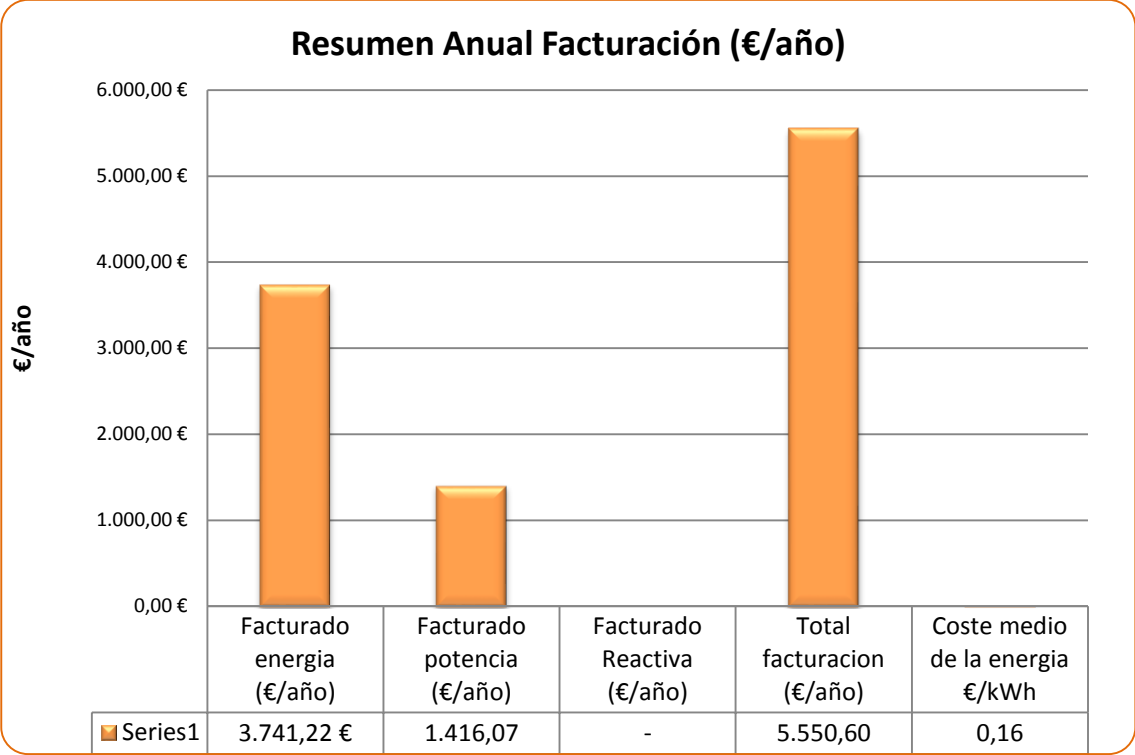


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

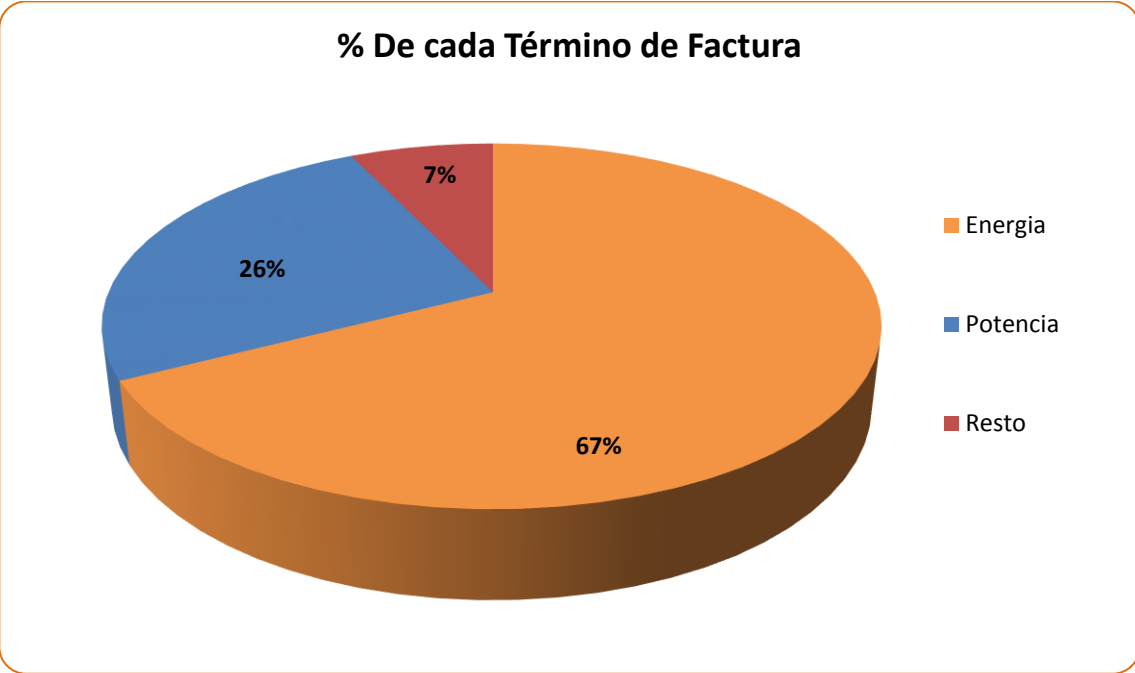


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

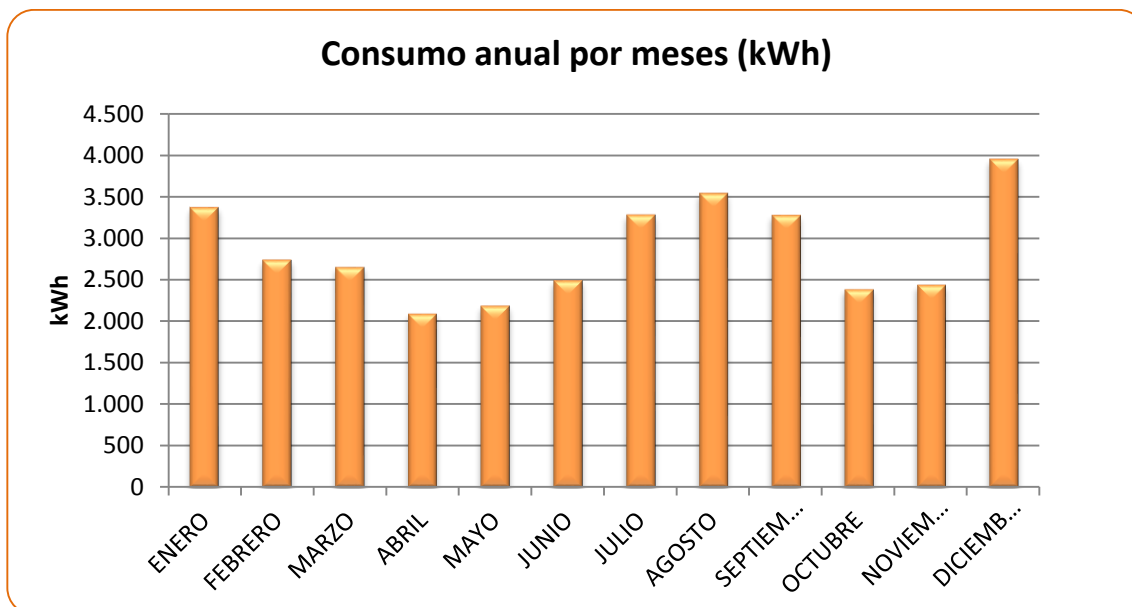


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

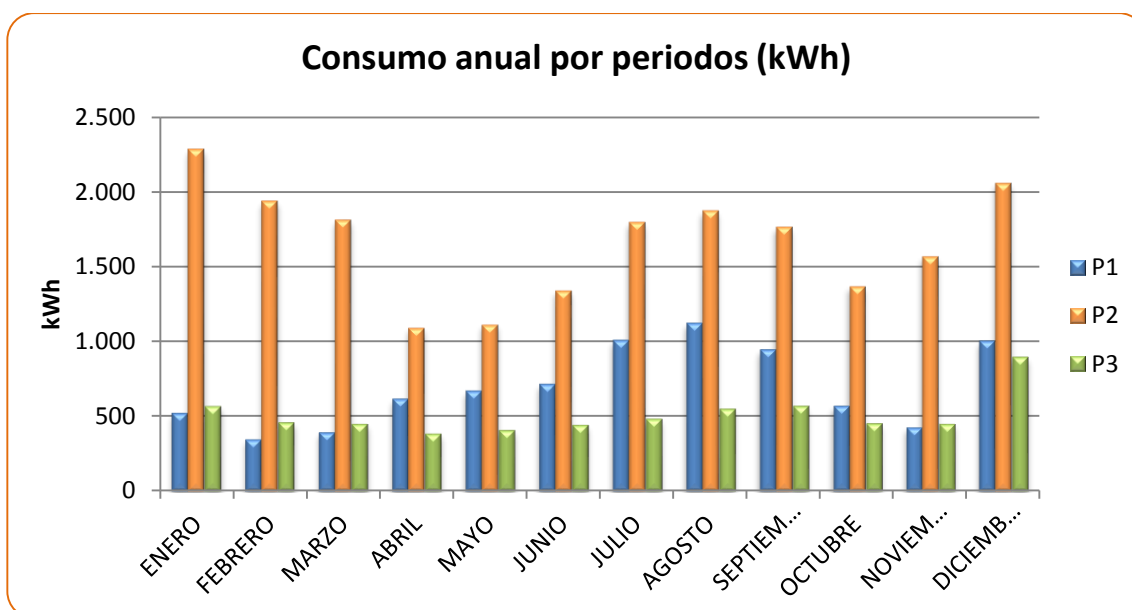



Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	34.440
Total Facturación (€)	5.550,60
Media mensual de consumo (kWh/mes)	2.870
Media mensual de coste (€/mes)	462,55
Coste medio energía (€/kWh)	0,161

Tabla 24 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

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)	34.440	-	34.440
Coste (€/año)	5.550,60	-	5.550,60

Tabla 25 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el Febrero 2014 y Enero 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	57
Superficie total (m²)	470,67
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	7,22
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	56,49
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	63,71
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	57

Tabla 26 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	34.440,00
€/kWh	0,16
kWh/m² Total	73,17
€/m² Total	11,79
kWh/persona uso	604,21
€/persona uso	97,38
Ton CO ₂ /año	13,74
Kg CO ₂ /m²	29,20
Pot. Iluminación en W/m²	15,33

Tabla 27 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

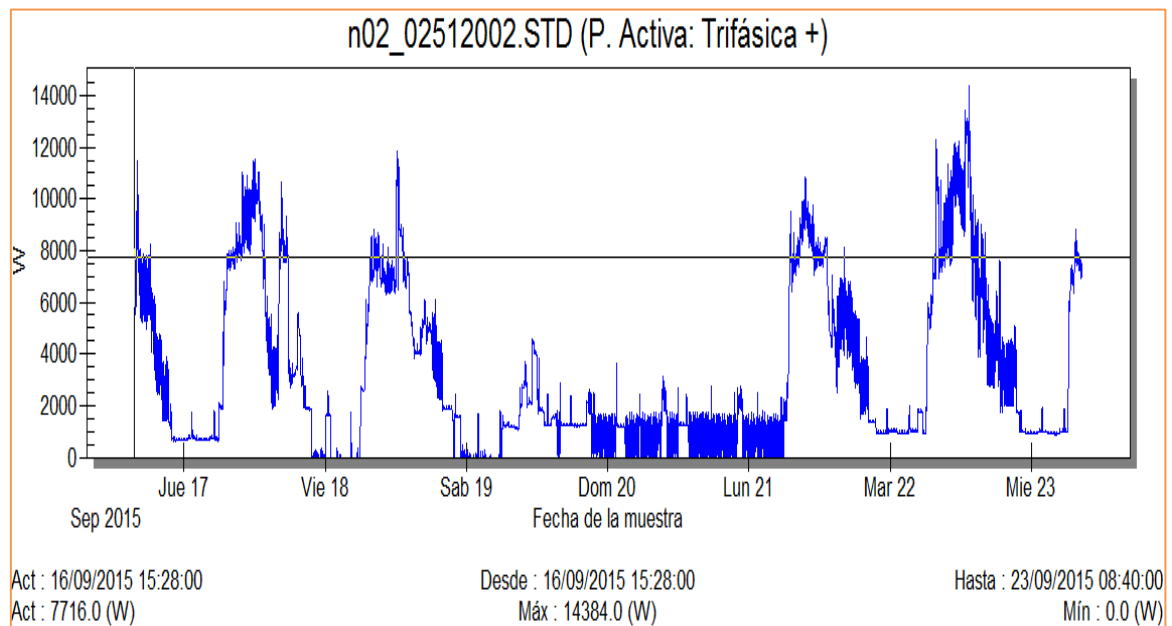


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa

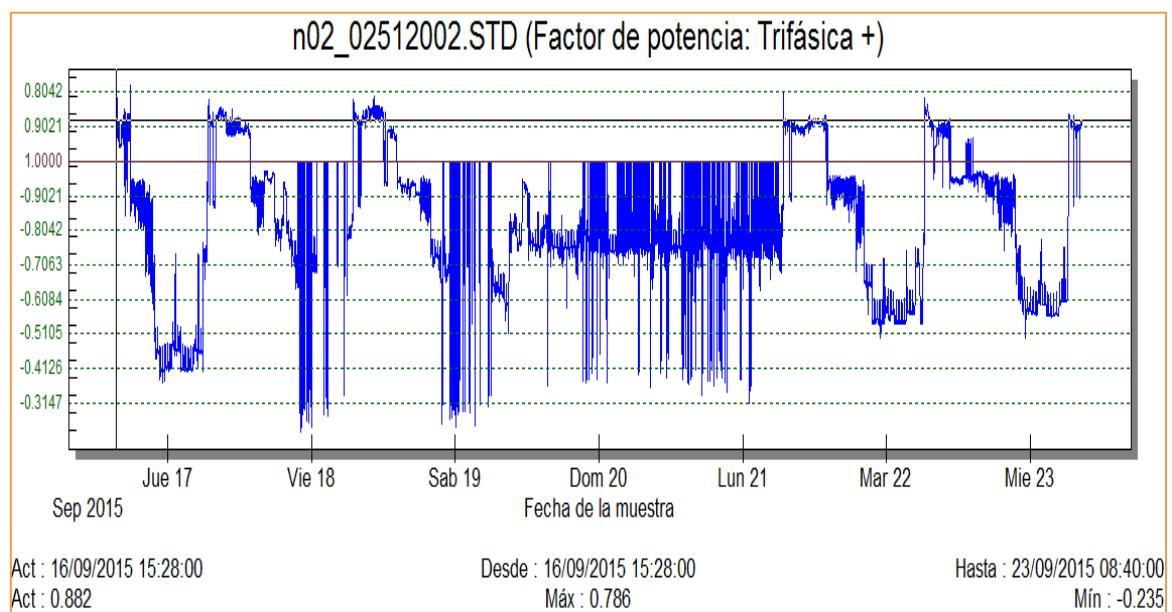


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

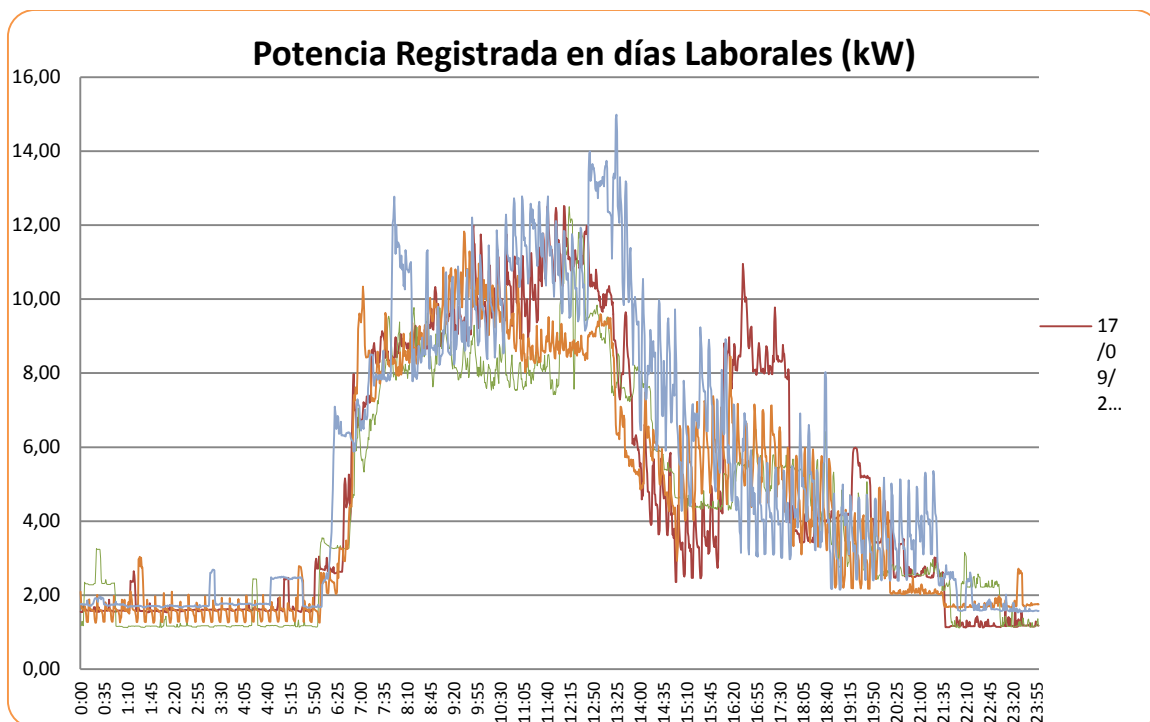


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborales (kW)

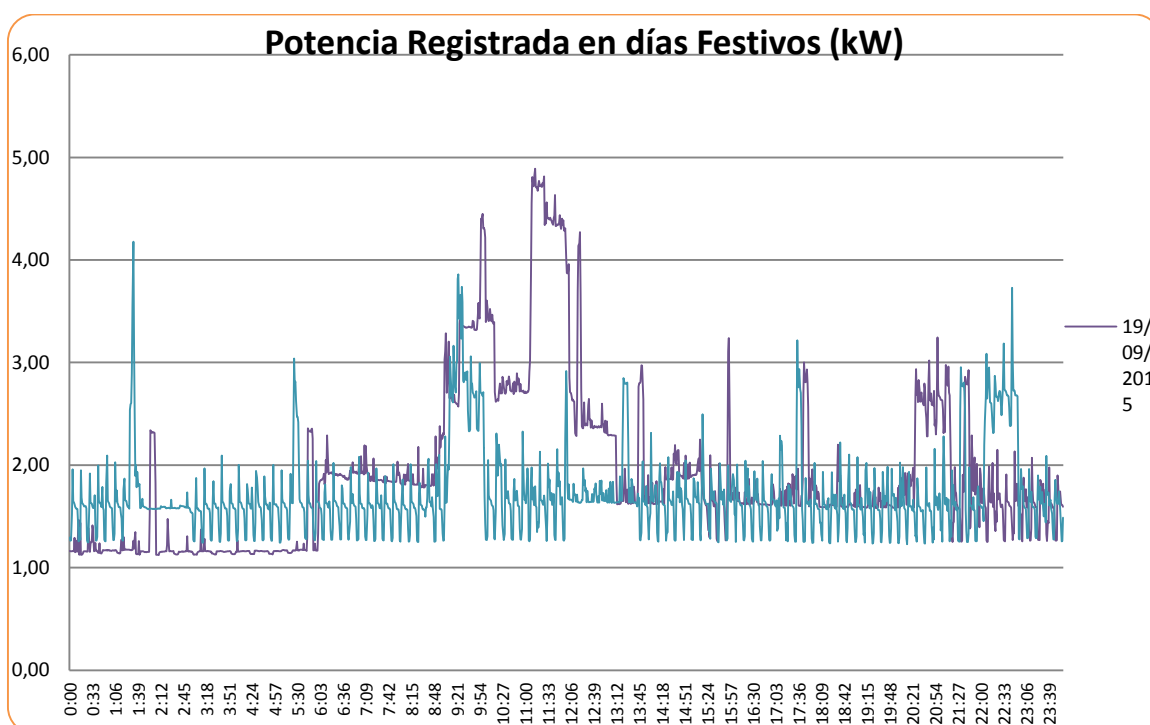


Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 1,15 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 14,88 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal.

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

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

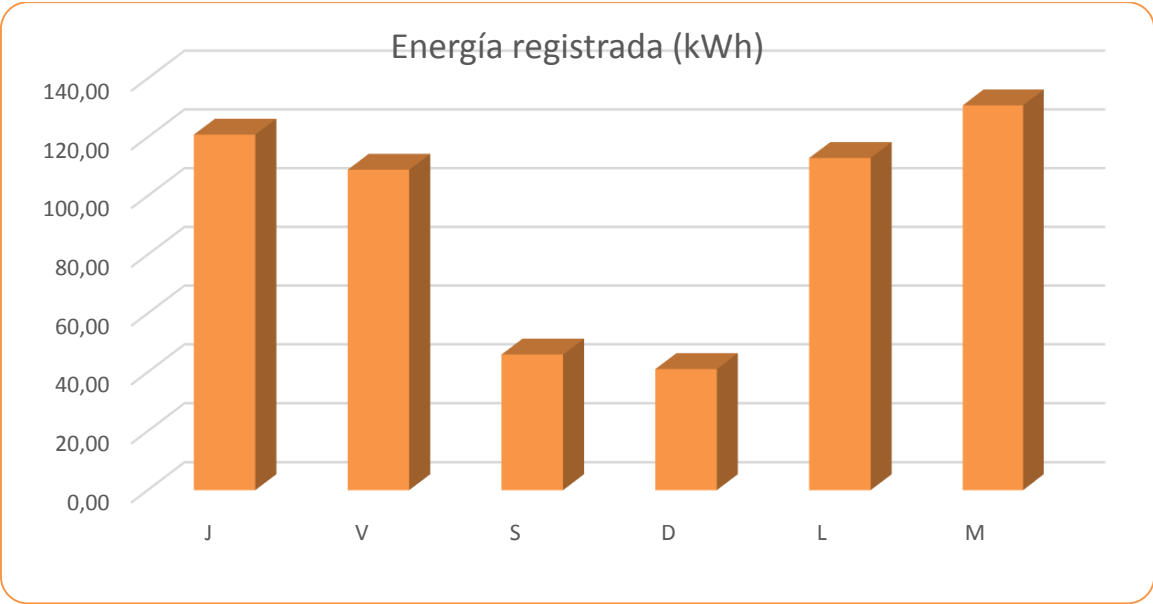


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 118,39 kWh y durante los días festivos de 43,52 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.952,77 kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 10% 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.

- Conserje, distribuidor planta baja y caja

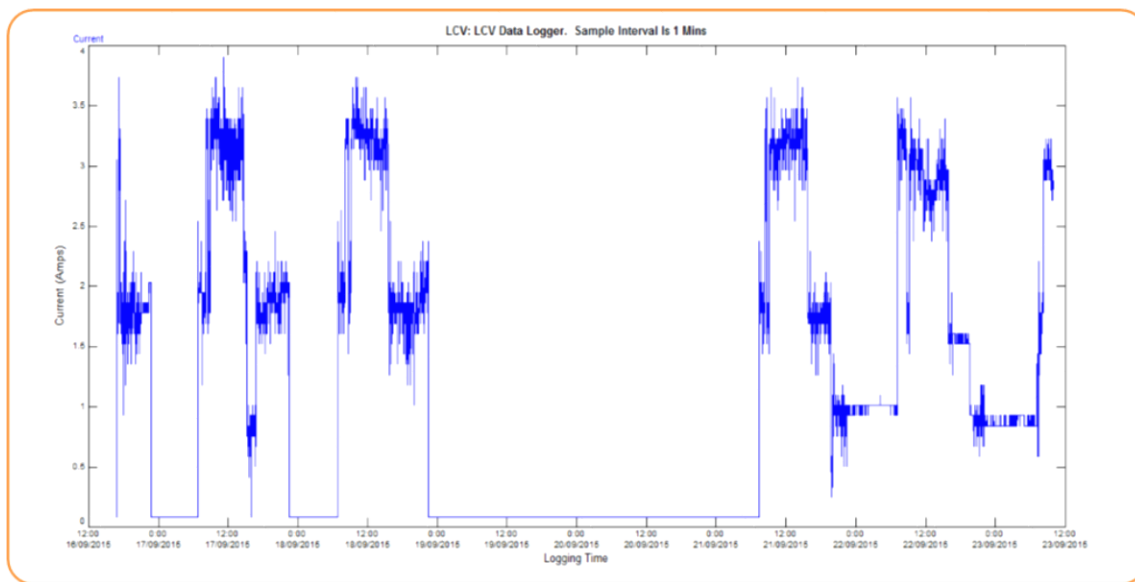


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en conserje, distribuidor planta baja y caja

- Registro y rentas

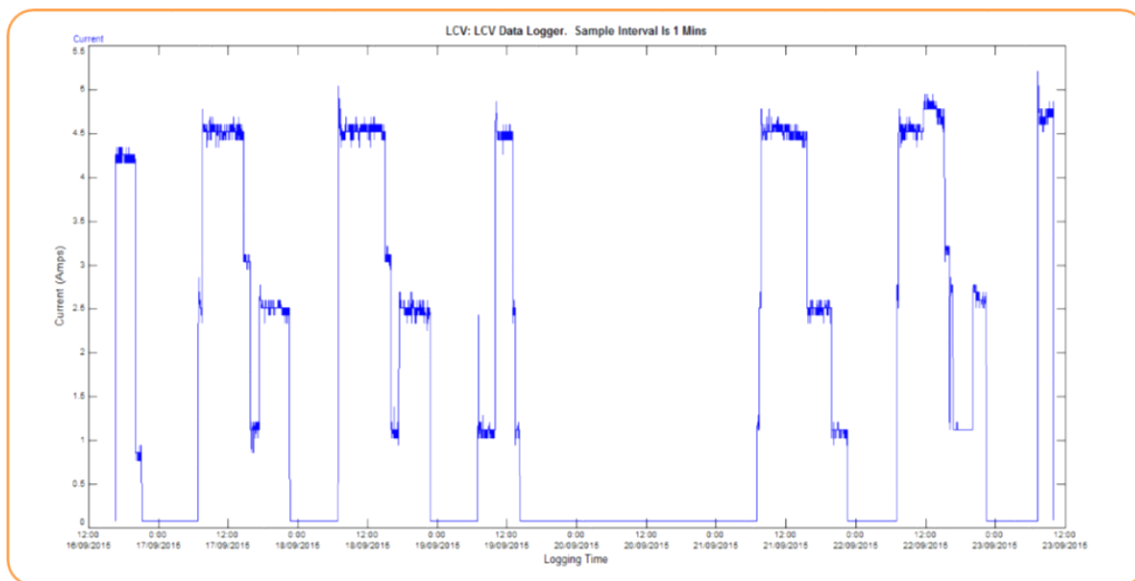


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en registro y rentas

- **Coordinadora**

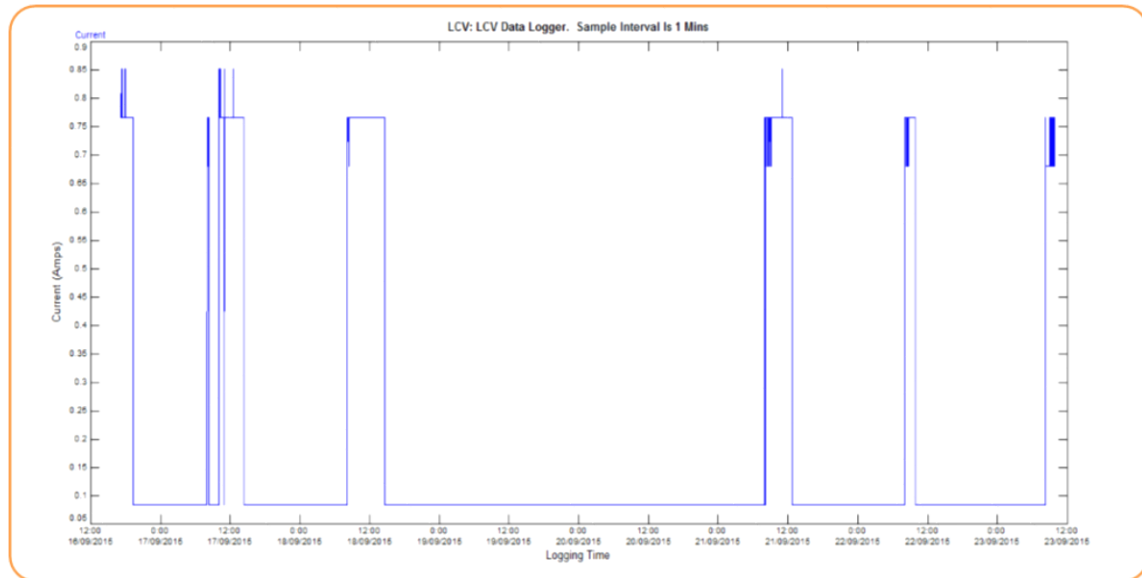


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en despacho de la coordinadora

Los registros permiten obtener un horario medio de funcionamiento de los circuitos en los que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Conserje, distribuidor planta baja y caja: 9,53 h
- Registro y rentas: 9,91 h.
- Coordinador: 3,85 h.

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
Registro	500,00	87,52	685	500	0,83
Distribuidor	32	7,28	271	200	1,62
Caja	232	15,20	812	500	1,88
Despacho teniente alcalde	840	19,67	487	500	8,77
Aseo despacho teniente alcalde	140	11,64	633	150	1,90
Sala de juntas	630	36,52	283	300 (*)	6,09
Pasillo	42,00	6,13	58	150 (*)	11,81
Secretaría	144	11,29	634	500	2,01
Coordinadora	144	16,27	742	500	1,19

Tabla 28 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en el caso del pasillo y la sala de juntas. En el resto de estancias medidas los niveles se encuentran por encima del valor medio de iluminación recomendado.

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

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 29 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo de una semana, entre los días 16/09/2015 y 23/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Oficinas Recepción(Planta segunda) – Orientación S

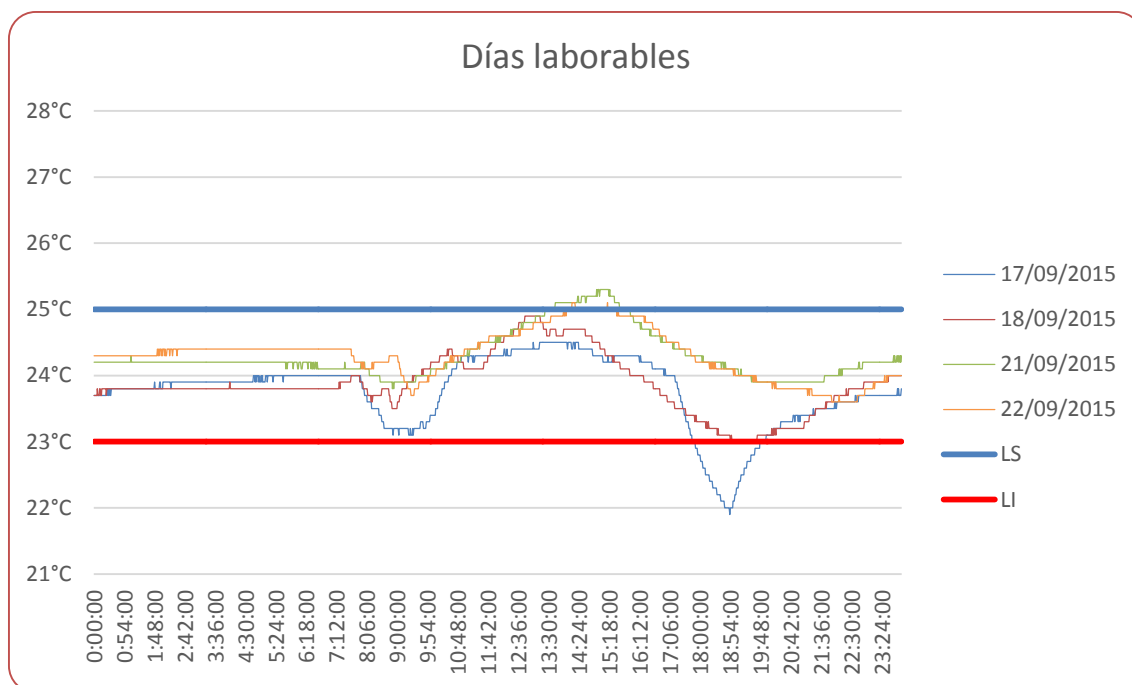


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

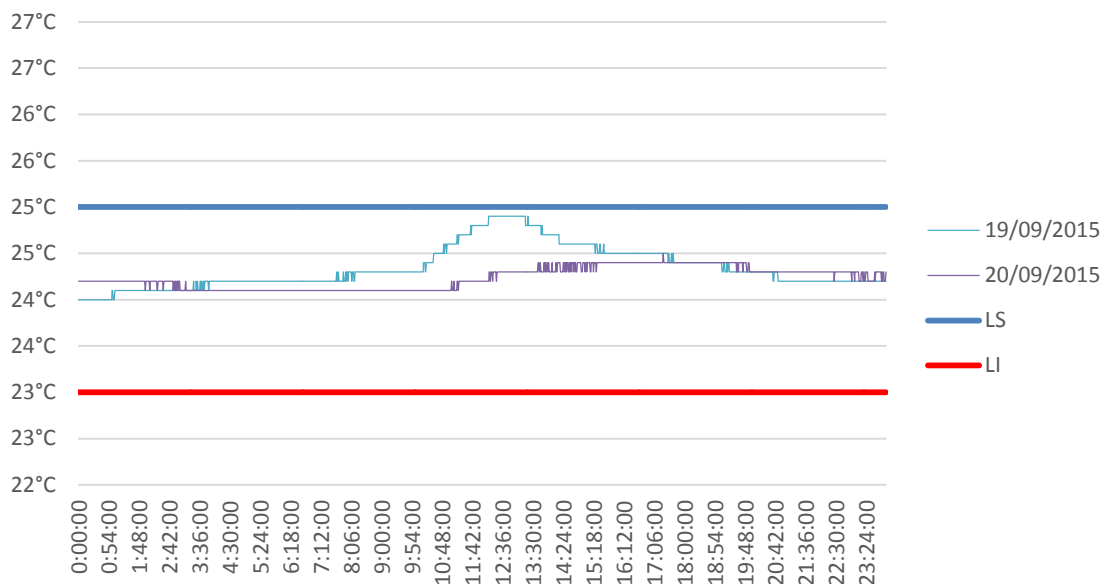


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

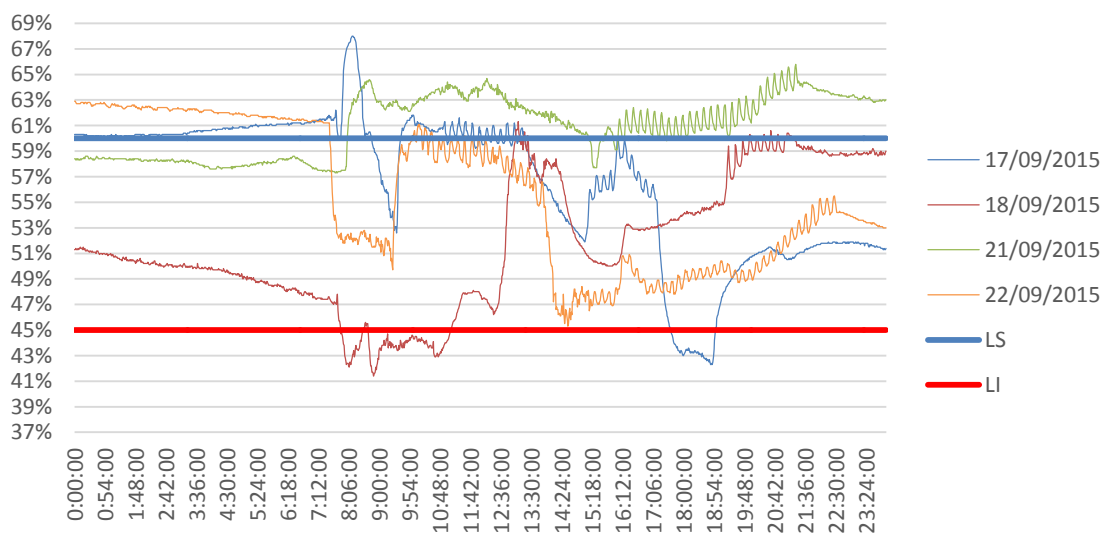


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

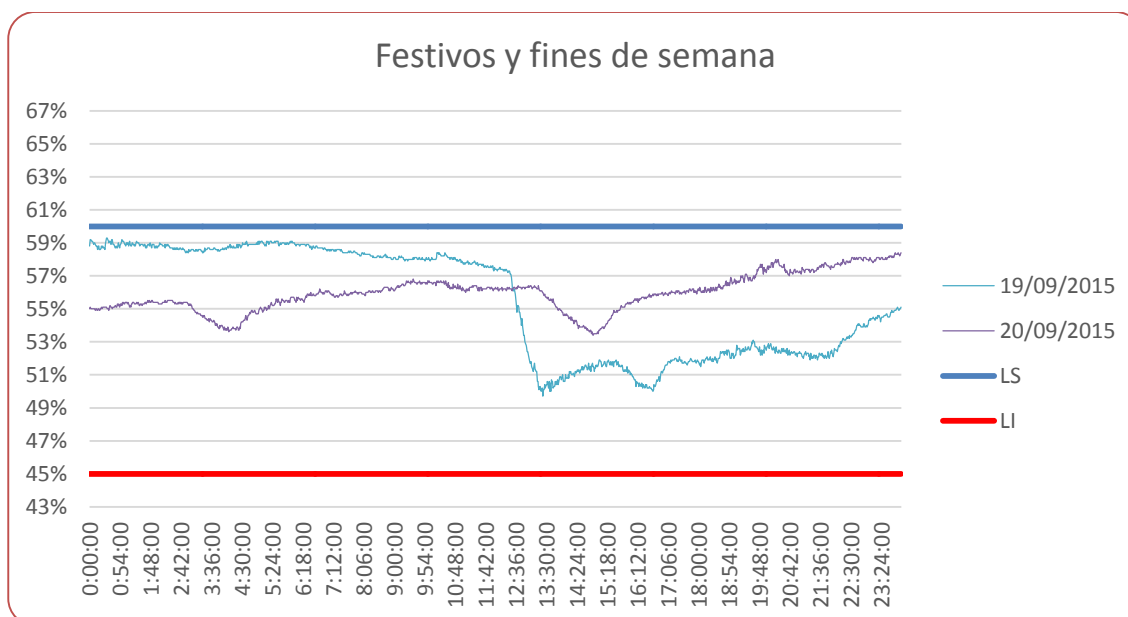


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo pared. La temperatura comienza a descender desde los 23,80-24,20°C a partir de las 7:30h de la mañana hasta los 23 - 25,5°C, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. Entre las 14:00 y 14:30 alcanza una temperatura entre 25°C - 25,30°C y a partir de este momento la temperatura comienza a descender hasta las 19.00 h que vuelve incrementarse coincidiendo con la finalización de la jornada laboral y con la desactivación del sistema de climatización. Por lo tanto, la temperatura supera los 25°C reglamentarios durante unos momentos puntuales del periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico es suficiente en esta zona, aunque no es significativo.

Se observa como el equipo se desactiva fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana.

La humedad se sitúa por debajo del límite inferior requerido por la normativa (45%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 41,4 y 45%. Esto es debido al secado producido en el aire interior mediante el equipo de climatización existente en esta zona.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25,30°C, bajando de forma puntual del límite establecido por el RITE (23°C), lo cual indica un aporte adecuado de refrigeración, que podría limitarse mediante la modificación de la consigna del equipo. En algunos momentos puntuales la temperatura se encuentra por encima de los 25°C que marca el reglamento.
- ☐ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo a partir de las 7:30, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización.

3.4 Análisis termográfico

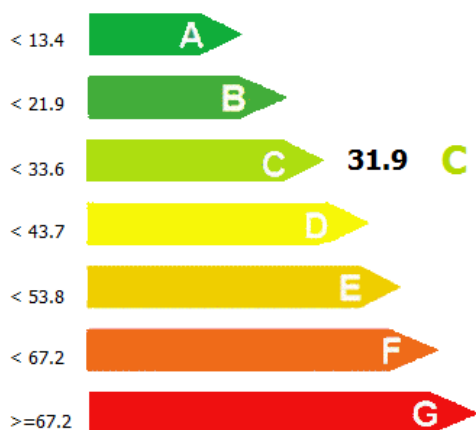
El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

3.5 Certificación energética

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

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	34.3	G
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	38.1	C
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	5.4	D
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	5.1	B
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	3.4	G
Emisiones de iluminación (kg CO ₂ /m ²)	18.0	C

Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

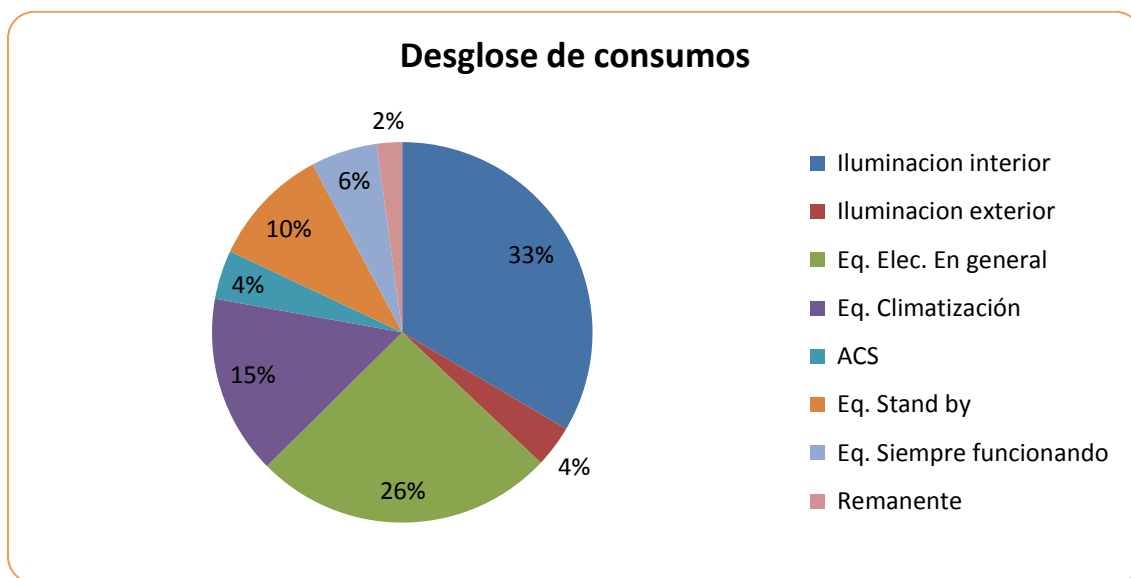


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde a los aparatos eléctricos que están en modo espera (stand by). Este apartado engloba, por ejemplo, a:

- Ordenadores, tanto de sobremesa como portátiles conectados a la red eléctrica.
- Impresoras, fotocopiadoras y escáneres.
- Televisores, proyectores, dvd, etc.
- Teléfonos con base de recarga.
- Equipos de sonido.

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 es relativamente elevado para una instalación de estas características, por lo que, según lo explicado anteriormente, se recomienda revisar la instalación para localizar estos 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%.

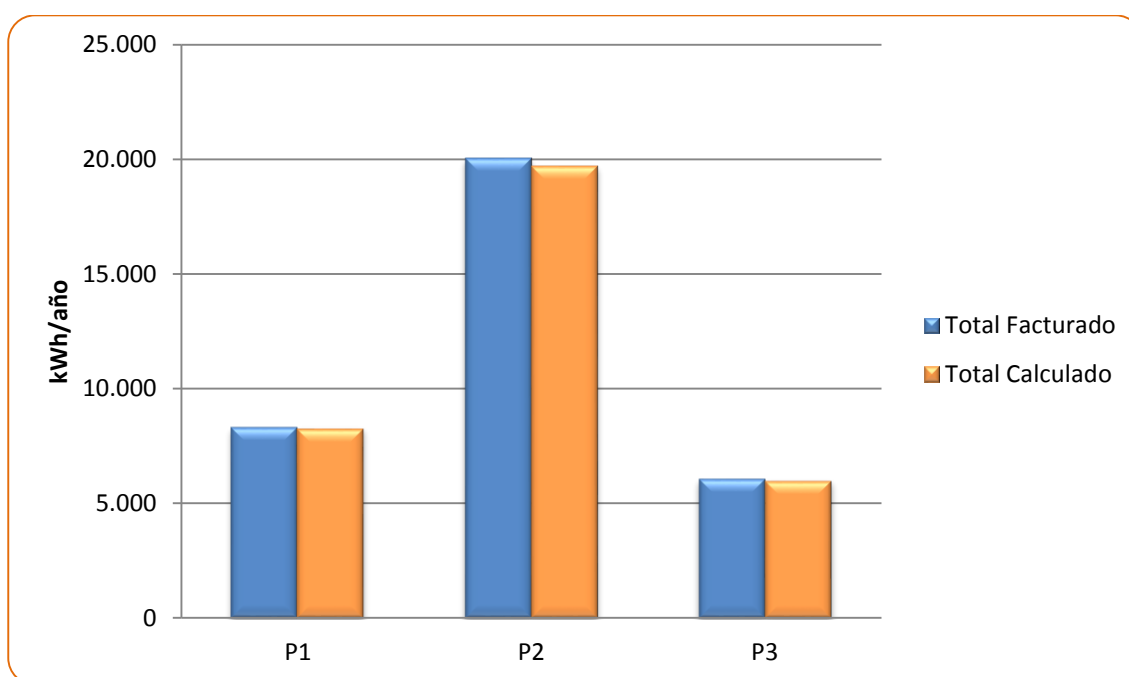


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

4.2 Desglose de consumos térmicos

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

4.3 Contribución de energías renovables

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de la 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 9 Tubo LED

Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de iluminación existente por tecnología LED.

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:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	29,26%	60,94%	9,80%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,14440
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

Inversión


Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
7.427	65,15%	21,57%	901,93 €	56,50 €	958,43 €	3.755,85 €	3,92	2,96

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

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 (CO₂)
- 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 7:45 a 15:15 y de 15:30 a 17:30 de 0,111158905 €/kWh (calefacción) y **0,1186755 €/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 propuesto 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 30 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/m² se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

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 equivalentes - Refrig.	horas anuales equivalentes - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Fachada Norte	Calefacción y refrigeración	07:45 -15:15 / 17:30- 19:30 (L-V)	2,00	2,50	202	167	151,87	57,3%	18,52	0,06	944,65	51,00	NO

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

RESUMEN DETALLADO

SECRETARIA – 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	1,99	2,05	2,69	2,97	2,29	2,47
Propuesto	2,00	2,50	3,98	4,77	6,66	4,64

Tabla 31 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	235,95 €
	Unidad interior	192,40 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	117,00 €
	Instalación eléctrica y de control	209,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	190,00 €
	TOTAL	944,65 €

Tabla 32 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
284,78	343,53	264,83	112,96	151,87	18,52	944,65	51,00

Tabla 33 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
151,87	57,3%	18,52	944,65	51,00	0,06

Tabla 34 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.

¹ Sobre el consumo eléctrico anual

² Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

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.

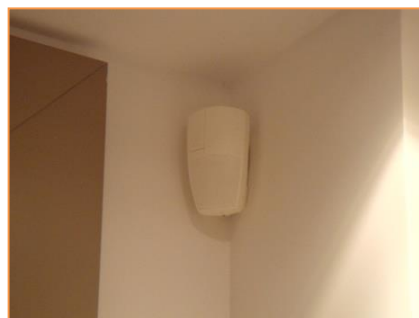


Imagen 10 Detectores de presencia

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. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.

Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

Ahorro energético

El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.

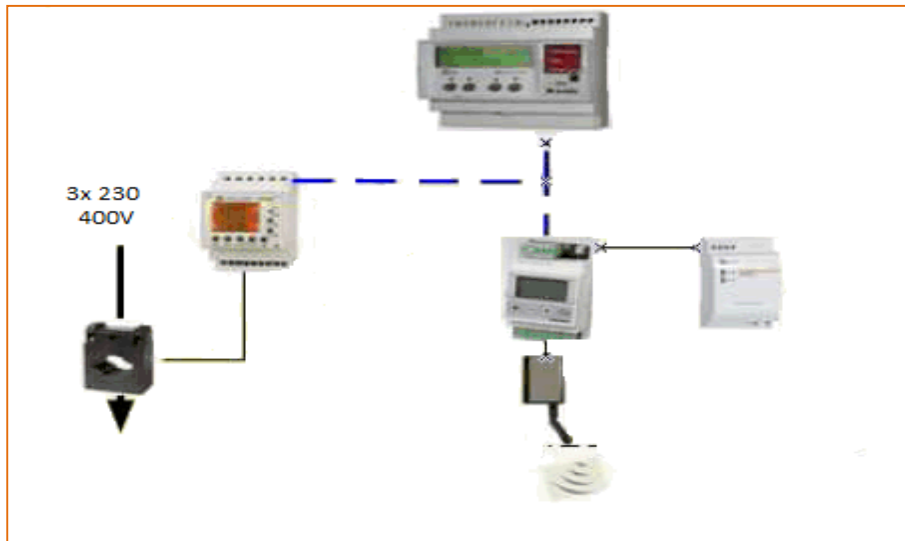


Imagen 11 Esquema de sistema de monitorización

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 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que 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.

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 y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA SAN PEDRO	1306
		21
		Rev.06

- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

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

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ³	€/año	€ ⁴	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	7.427	65,15%	958,43 €	3.755,85 €	3,92	2,96
TOTAL ELÉCTRICAS	7.427	-	958,43 €	3.755,85 €	3,92	2,96

Tabla 35 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.

³ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

⁴ Todos los precios son sin IVA