



INFORME

**AUDITORÍA ENERGÉTICA
AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

(Hospital San Juan de Dios)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_05_20151221

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	2
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	6
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo	8
1.4.4 Unidades Terminales.....	8
1.5 Iluminación.....	11
1.5.1 Iluminación interior	12
1.5.2 Iluminación exterior	13
1.5.3 Sistemas de control	13
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	13
1.6 Otros equipos	14
1.7 Resumen de potencias instaladas	15
2. CONSUMOS ANUALES.....	16
2.1 Consumos eléctricos	16
2.2 Consumos térmicos.....	19
2.3 Consumos energéticos totales	19
2.4 Índices energéticos.....	19
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	19
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	19
3. MEDICIONES REALIZADAS	20
3.1 Medidas eléctricas.....	20
3.1.1 Registros trifásicos	20
3.1.2 Registros monofásicos.....	23
3.2 Medida de nivel de iluminación	25
3.3 Medidas térmicas.....	26
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	26
3.4 Análisis termográfico.....	29
3.5 Certificación energética	29
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	30

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	30
4.2	Desglose de consumos térmicos.....	32
4.3	Contribución de energías renovables	32
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	33
5.1	Sustitución de iluminación por tecnología LED.....	33
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	35
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	35
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	37
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	39
7.1	Energía solar térmica.....	39
7.2	Biomasa	39
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	39
8.	RESUMEN	40

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Centro Cultural San Juan de Dios
Dirección	Plaza Practicante Manuel Cantos s/n
Tipo de edificio	Centro Cultural
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Lucía Pérez Pérez (952 76 52 85)
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Centro Cultural Hospital San Juan de Dios** que se han auditado se encuentran situadas en la **Plaza Practicante Manuel Cantos** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general del CC. San Juan de Dios



Imagen 2 Vista aérea del CC. San Juan de Dios

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil (m2)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	2	784,26	30	09:00-15:00	S. XV	2010	Reforma completa

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

El edificio original era un hospital del siglo XV y mantuvo su función hasta el año 1970. En el año 2010 se reformó completamente para pasar a tener un uso cultural en la actualidad forma parte del patrimonio de Marbella.

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	3	8:00-15:00	Administrativo
Aulas	25	Variable	Docente

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

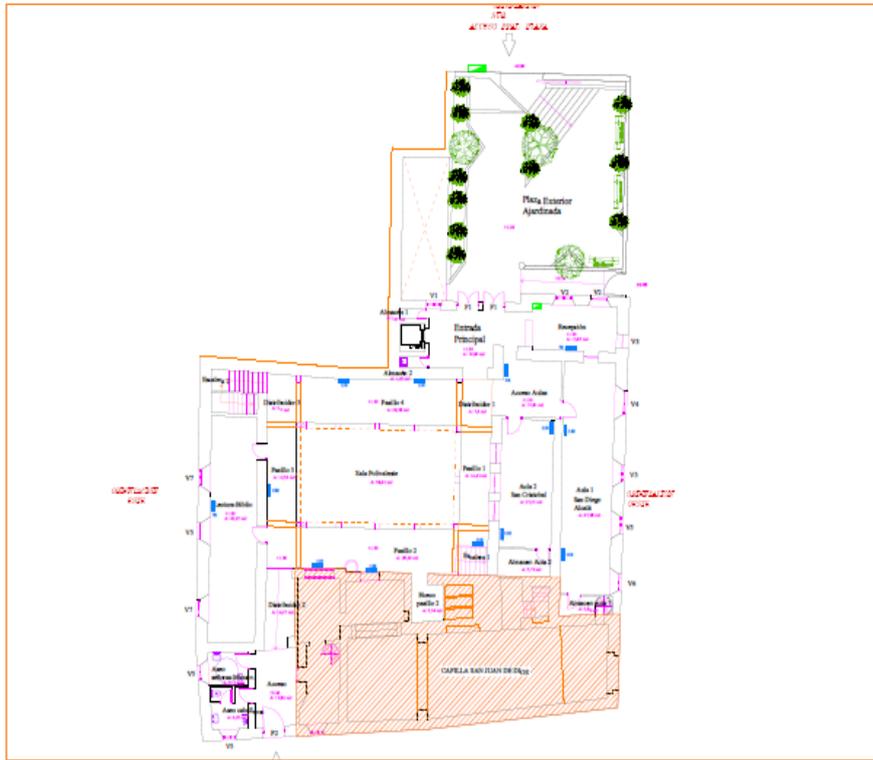
1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m ²)	Planta 1 (m ²)	Sup. Total (m ²)
Administrativo	15,85	57,59	73,44
Aseos	11,41	10,80	22,21
Aulas	75,21	154,77	229,98
No habitable	10,82	1,45	12,27
Usos múltiples	105,09	--	105,09
Zonas comunes	182,68	158,59	341,27
Sup. Total (m ²)	401,06	383,20	784,26

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 zonas comunes abarca el 44% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a aulas 29%.



Plano 2 Planta Primera

1.3 Envoltente y cerramientos

El Centro Cultural Hospital Real de la Misericordia, anteriormente denominado Hospital Real de San Juan de Dios fue fundado por los Reyes Católicos en el siglo XVI, por lo que su construcción no se rigió por ningún tipo de normativa, si bien se corresponde con los patrones arquitectónicos de la zona en aquella época. Con el transcurso del tiempo ha sufrido grandes reformas y remodelaciones que lo han permitido adaptarse a nuevos usos, la última en 2010, perdiendo gran parte de su carácter, pese a ello distinguimos elementos característicos renacentistas como son el arco de medio punto y las balaustradas así como influencias mudéjares en el uso del ladrillo y la existencia de un patio interior rodeado de arcadas, tan frecuente en este estilo. Actualmente en el patio se ha instalado una cubierta de cristal, lo que ha permitido su incorporación como un espacio más del edificio.

El edificio tiene dos plantas en altura, distribuidas en torno a un patio central con arcadas.

Las fachadas están rematadas con revoco blanco liso continuo. La cubierta es inclinada a cuatro aguas recubierta formada por teja curva cerámica.

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

No se ha podido acceder a la cubierta. Por tanto, se han estimado las características técnicas del equipo de climatización en función de las unidades interiores.

A partir de éstas se ha estimado que la climatización del centro se lleva a cabo mediante un sistema tipo bomba de calor de expansión directa con una unidad exterior que funciona en combinación con las unidades interiores instaladas que son de tipo suelo. Se trata de un sistema de volumen de refrigerante variable (VRV).

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

Como se ha mencionado, el centro no consta con instalaciones para producir ACS.

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
Generador	Unidad exterior - VRV
Edificio	Edificio principal
Ubicación equipo	Cubierta
Zona de tratamiento	Edificio principal
Servicio	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire
Marca	AIRWELL
Refrigerante	R410a
Tipo de unidades interiores	28 x Suelo
Potencia Frigorífica (kW)	70,20
Potencia Absorbida Frío (kW)	20,06
EER	3,50
ESEER	-
Potencia Calorífica (kW)	80,90
Potencia Absorbida Calor (kW)	20,69
COP	3,91
Mes inicio calefacción	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre
días/semana	L-V
Sistema de gestión centralizado	Si
Observaciones	No se ha podido acceder a la cubierta. Por tanto, se han estimado las características técnicas del equipo de producción en función de las unidades interiores.

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

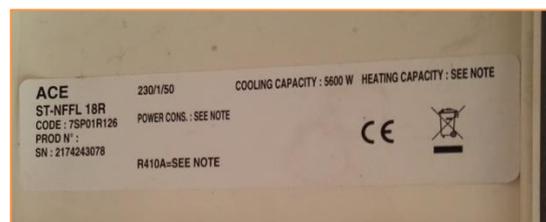


Imagen 4 Equipos de producción de frío y calor para climatización

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

Calefacción	89,90 kW
Refrigeración	70,20 kW

Tabla 6 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		Rev.06

1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

No hay instalado ningún tipo de grupo de bombeo.

1.4.4 Unidades Terminales

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

El centro consta de unidades interiores de suelo, como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con la unidad exterior VRV, 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 VRV, 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	73,44	13,20	179,74
Aulas	276,65	30,90	111,69
Zonas comunes	202,26	36,80	181,94
Total	552,35	80,90	146,47

Tabla 7 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):

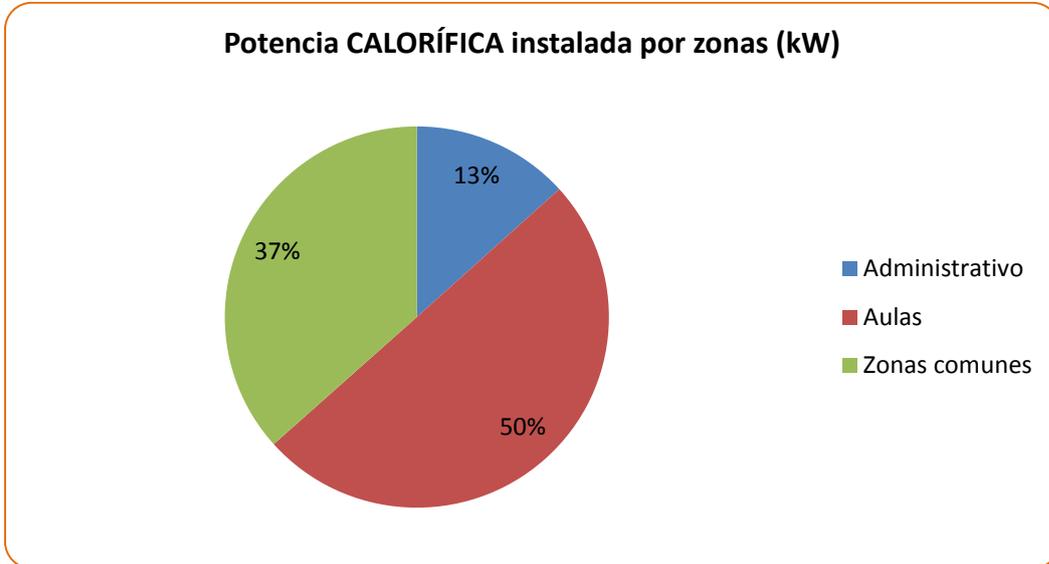


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

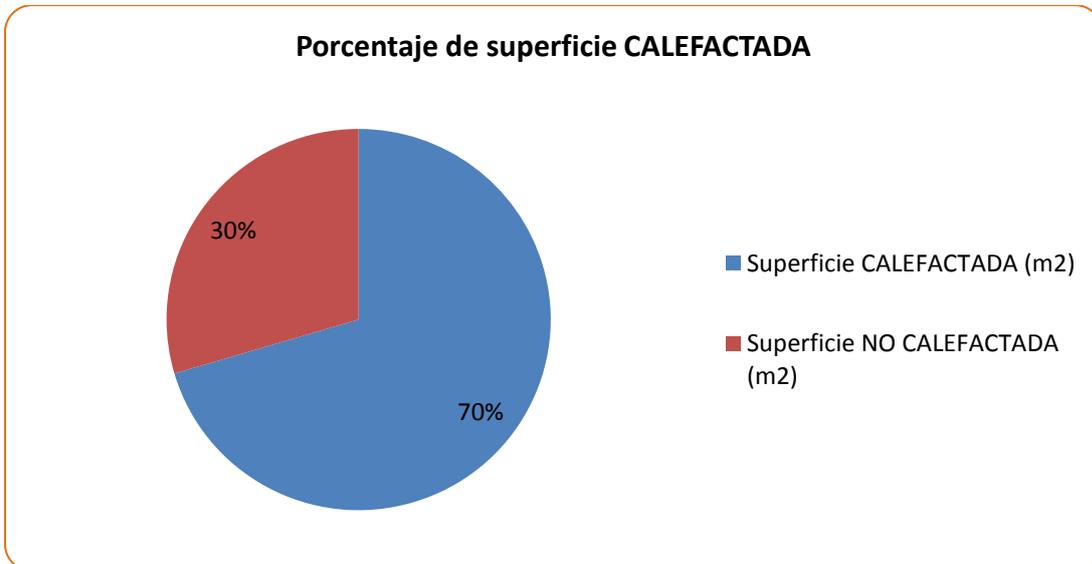


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	73,44	11,60	157,95
Aulas	276,65	26,60	96,15
Zonas comunes	202,26	32,00	158,21
Total	552,35	70,20	127,09

Tabla 8 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):

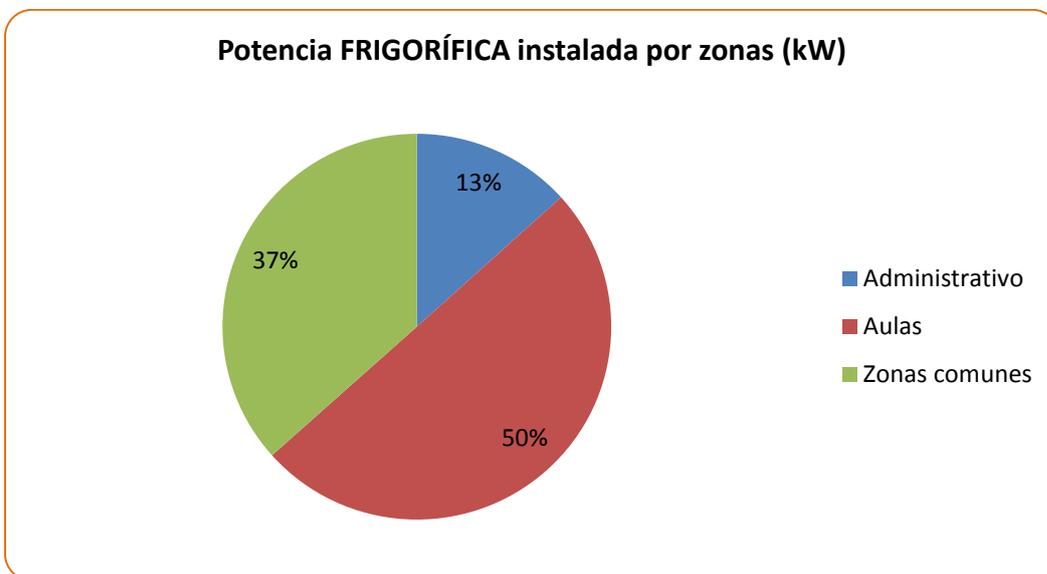


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

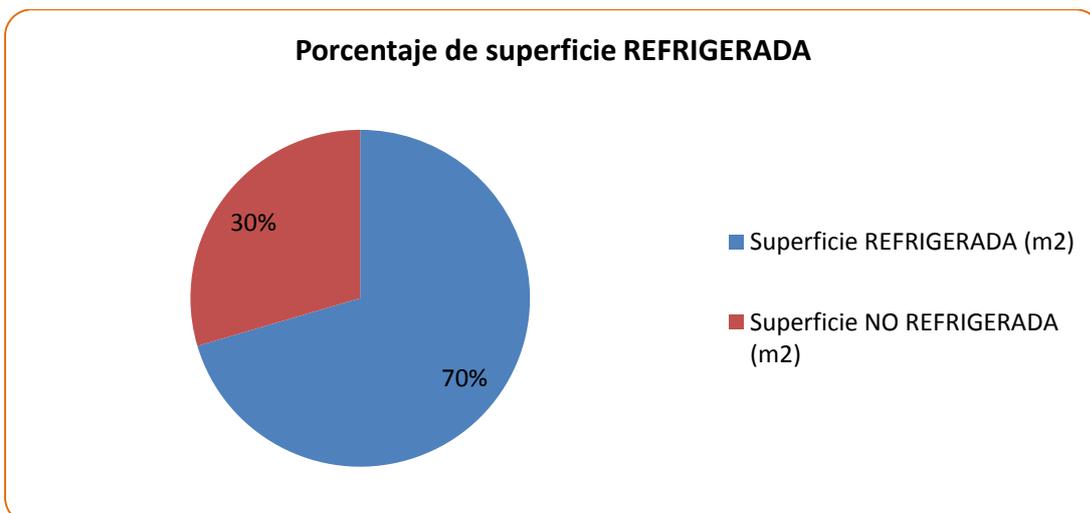


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 12,08 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

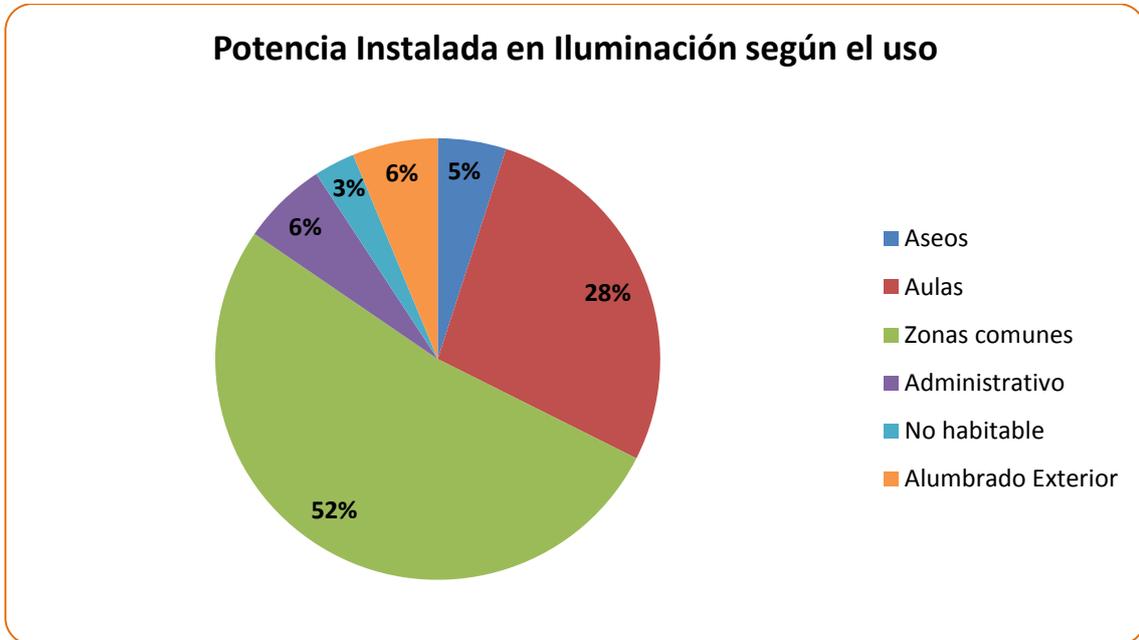


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

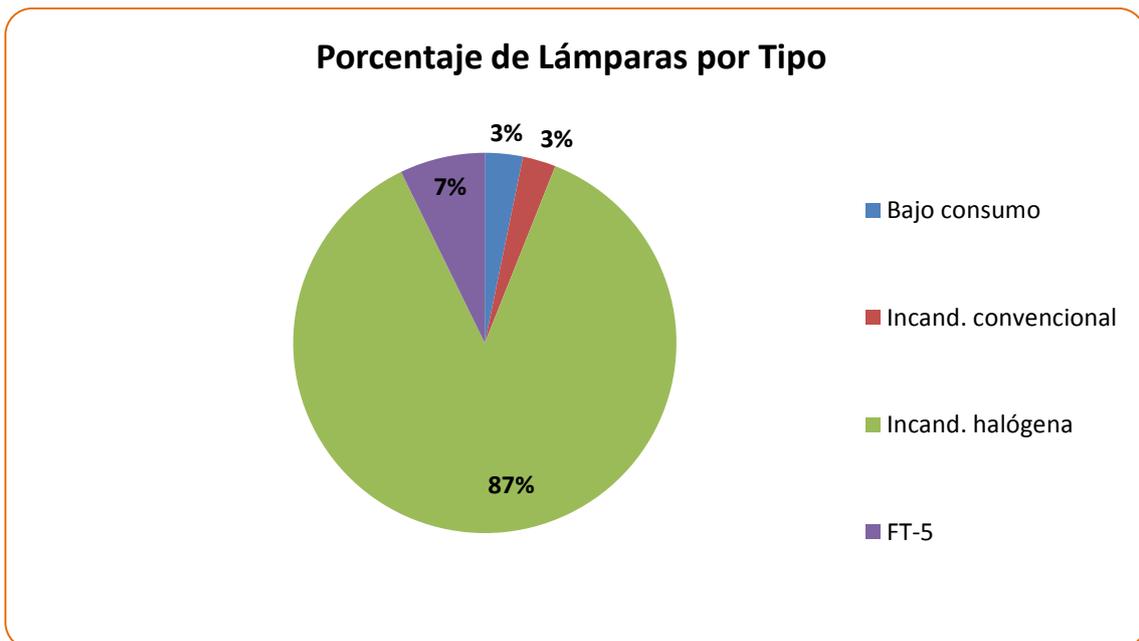


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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	14	0,50
FT-5	14	0,50
1	10	0,28
28	10	0,28
2	4	0,22
28	4	0,22
-	212	10,82
Incand. convencional	7	0,42
1	7	0,42
60	7	0,42
Incand. halógena	197	10,20
1	190	9,50
50	190	9,50
2	7	0,70
50	7	0,70
Bajo consumo	8	0,20
1	8	0,20
26	6	0,16
23	2	0,05
Total general	226	11,33

Tabla 9 Resumen de lámparas instaladas

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





Imagen 5 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
-	13	0,75
Incand. halógena	13	0,75
1	13	0,75
50	8	0,40
70	5	0,35
Total general	13	0,75

Tabla 10 Resumen de iluminación exterior



Imagen 6 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

La iluminación correspondiente a aseos se encuentra regulada mediante detectores de presencia, sin embargo, no existe ningún control sobre el alumbrado exterior.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		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	3	0,791
Proyector	2	0,541
265	1	0,265
276	1	0,276
Television LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	1	0,03
Extractor	1	0,03
30	1	0,03
Informático	12	4,79
Ordenador sobremesa	10	3
300	10	3
Fotocopiadora	1	1,34
1340	1	1,34
Impresora oficina	1	0,45
450	1	0,45
Otros	17	6,332
Secador de manos	4	6
1500	4	6
Flexo	12	0,312
26	12	0,312
Cámara	1	0,02
20	1	0,02
Sonido	6	0,12
Altavoz	6	0,12
20	6	0,12
Producción de frío y calor	1	20,69
Unidad exterior - VRV	1	20,69
20,69053708	1	20,69
Total general	40	32,75

Tabla 11 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.

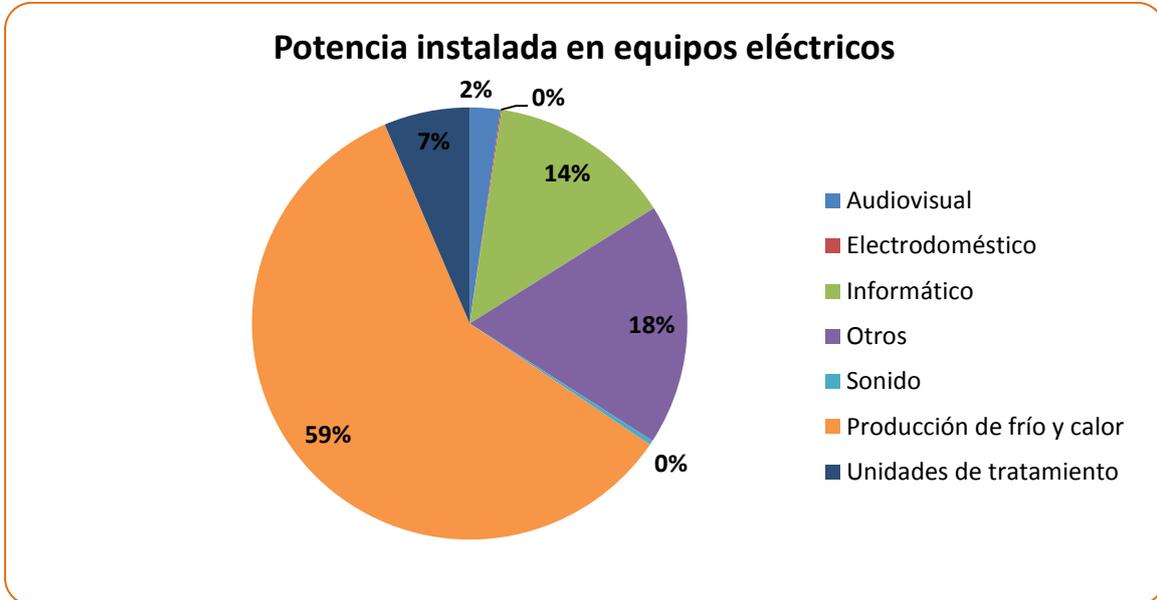


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

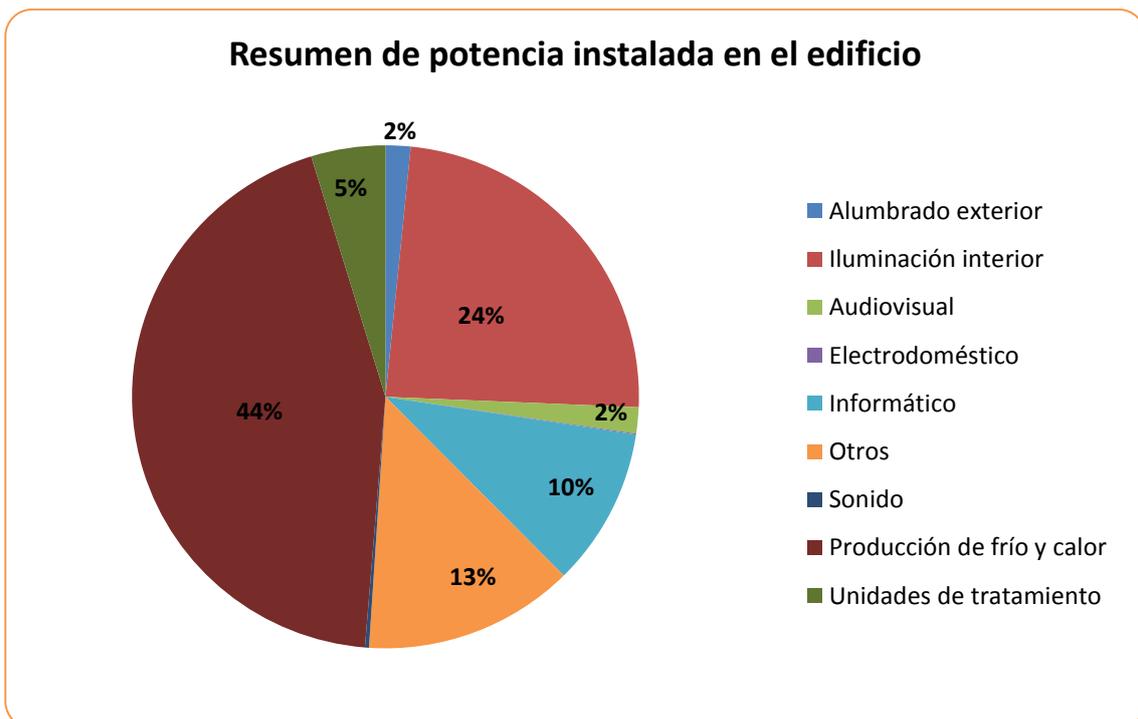


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		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	ES0031103007030002RPOF	Tarifa de acceso	3.0A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	57	57	57
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,291410
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	797	2.905	575	0 /0 /0	0,00	821,47
31/01/2014	28/02/2014	762	2.269	570	0 /0 /0	0,00	721,78
28/02/2014	31/03/2014	683	1.551	514	0 /0 /0	0,00	660,42
31/03/2014	30/04/2014	394	1.165	424	0 /0 /0	0,00	558,39
30/04/2014	31/05/2014	877	1.841	339	28 /29 /9	0,00	707,09
31/05/2014	30/06/2014	741	1.330	319	16 /16 /7	0,00	623,36
30/06/2014	31/07/2014	1130	1.824	407	0 /0 /0	0,00	753,72
31/07/2014	31/08/2014	577	801	228	0 /0 /0	0,00	544,07
31/08/2014	30/09/2014	1091	1.541	301	0 /0 /0	0,00	696,50
30/09/2014	31/10/2014	774	1.898	374	0 /0 /0	0,00	708,07
31/10/2014	30/11/2014	796	1.694	430	0 /0 /0	0,00	681,10
30/11/2014	31/12/2014	715	1.618	452	0 /0 /0	0,00	673,82

Tabla 12 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	57	57	57
Potencia registrada (kW)	28	29	29

Tabla 13 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada no se propone un ajuste de la potencia eléctrica contratada al no existir lecturas de máximo a lo largo de un periodo representativo de un año completo. Durante la semana registrada la máxima potencia fue de 22 kW.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

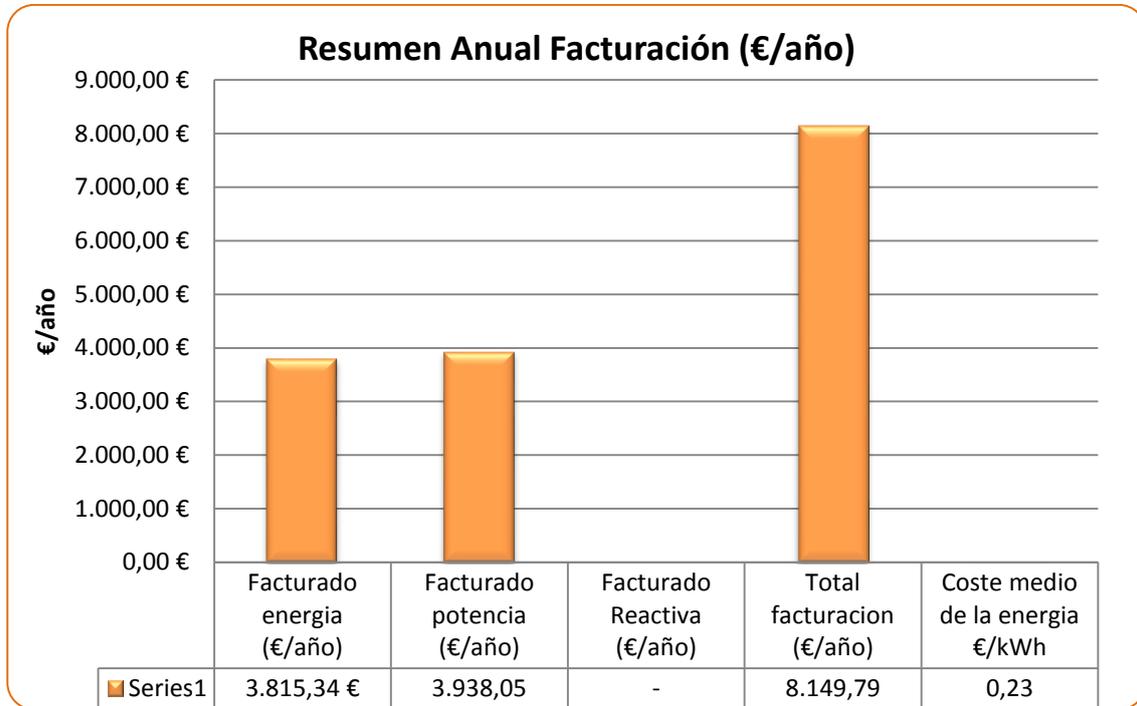


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

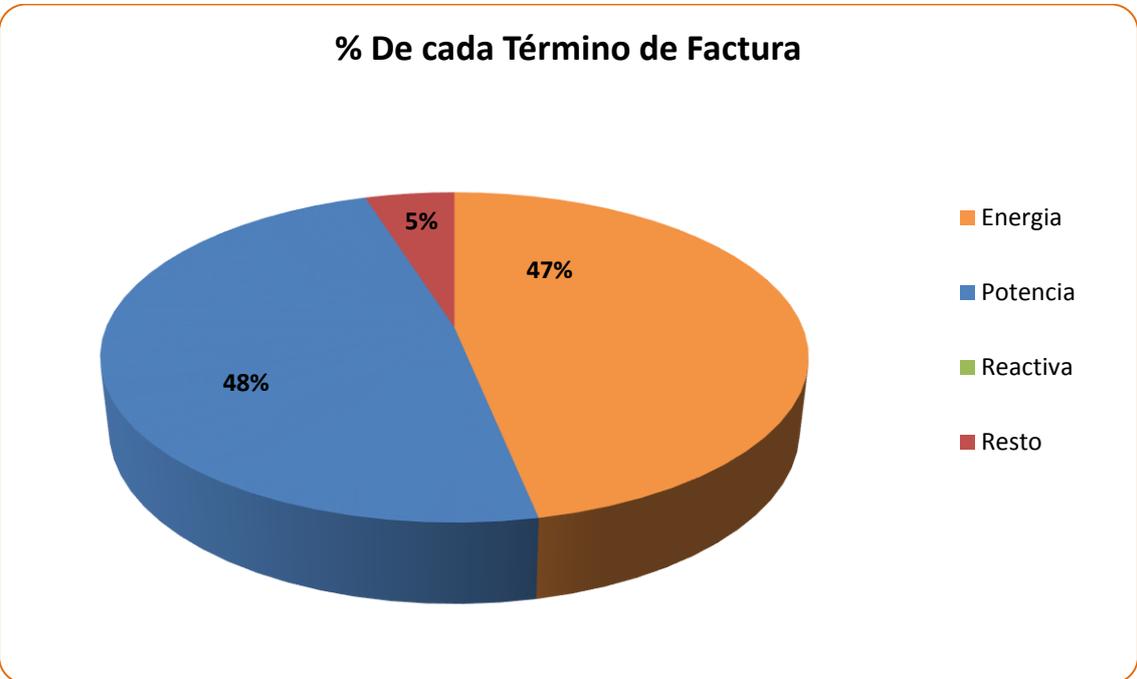


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

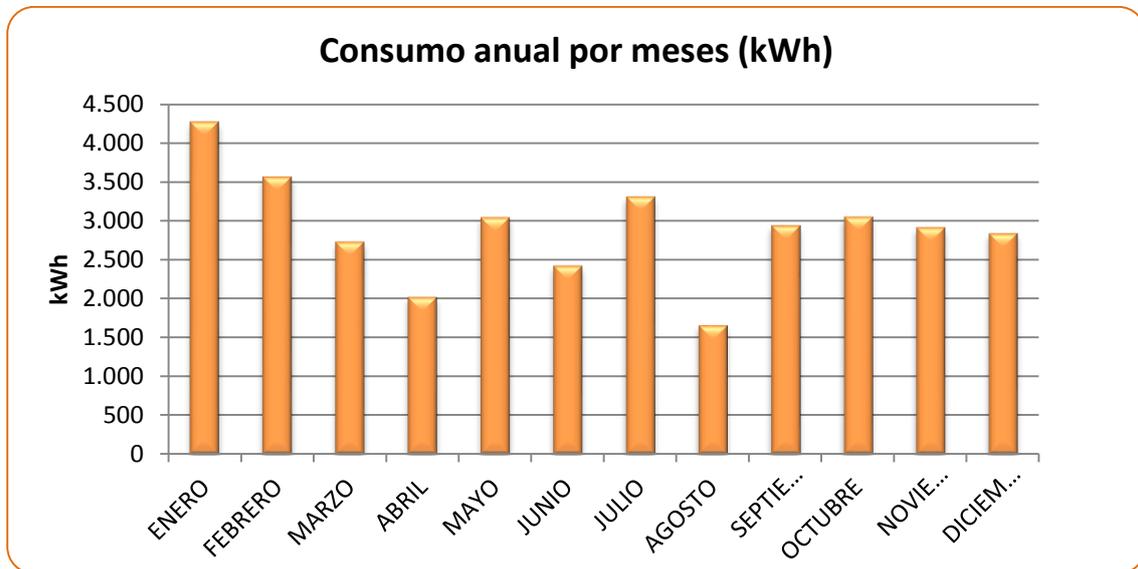


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

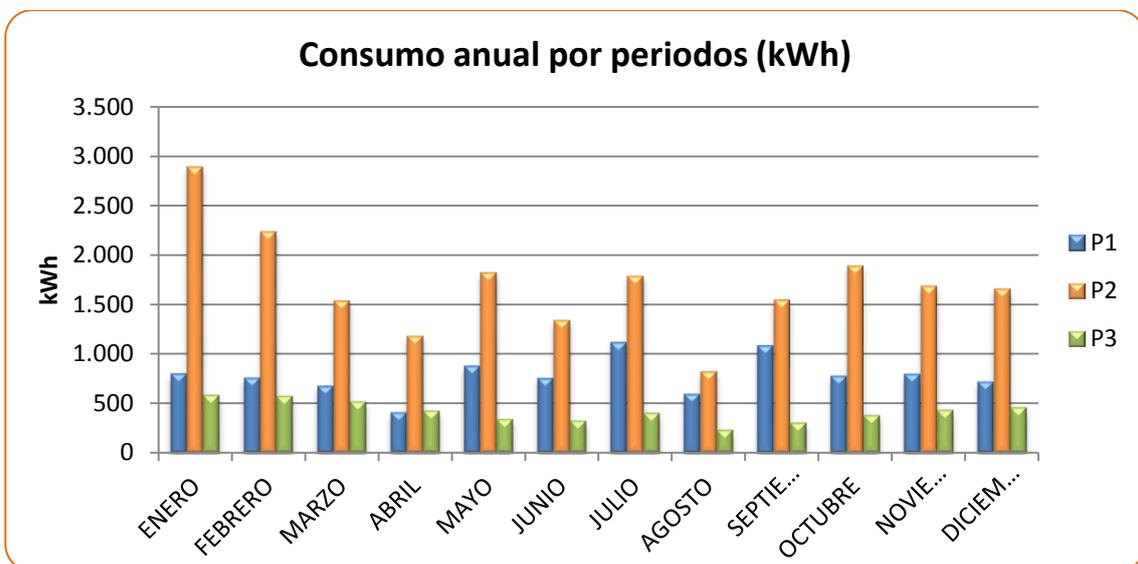


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	34.707
Total Facturación (€)	8.149,79
Media mensual de consumo (kWh/mes)	2.892
Media mensual de coste (€/mes)	679,15
Coste medio energía (€/kWh)	0,235

Tabla 14 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

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)	34.707	-	34.707
Coste (€/año)	8.149,79	-	8.149,79

Tabla 15 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	30
Superficie total (m ²)	784,26
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	11,33
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	32,75
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	44,08
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	30

Tabla 16 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	34.707
€/kWh	0,23
kWh/m ² Total	44,25
€/m ² Total	10,39
kWh/persona uso	1.156,90
€/persona uso	271,66
Ton CO ₂ /año	13,85
Kg CO ₂ /m ²	17,66
Pot. Iluminación en W/m ²	14,44

Tabla 17 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

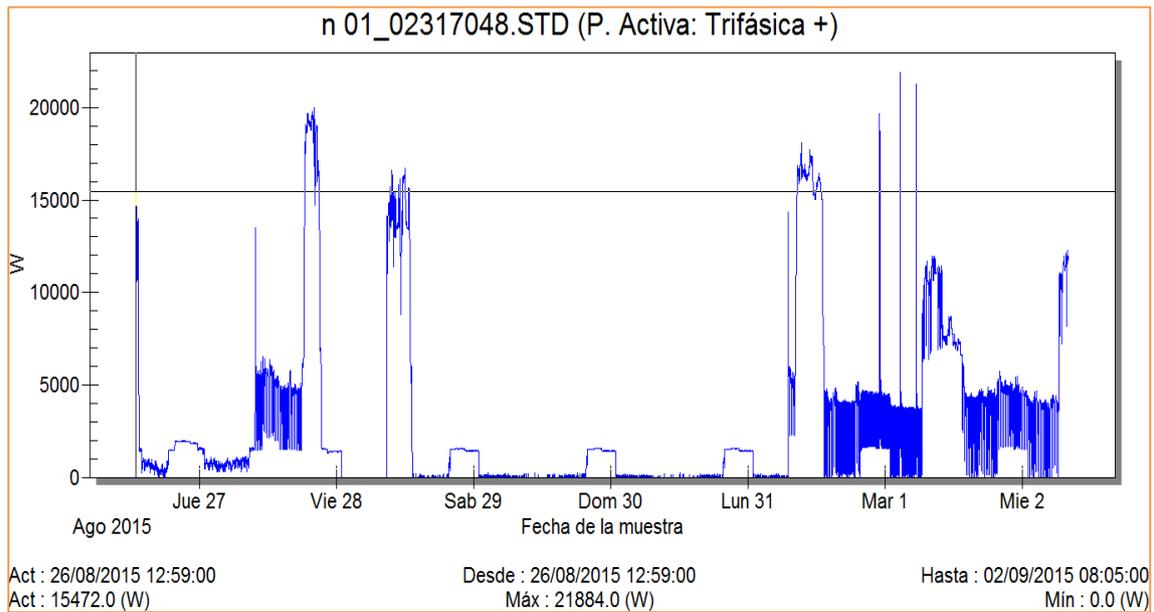


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 27/08/2015 al 2/09/2015

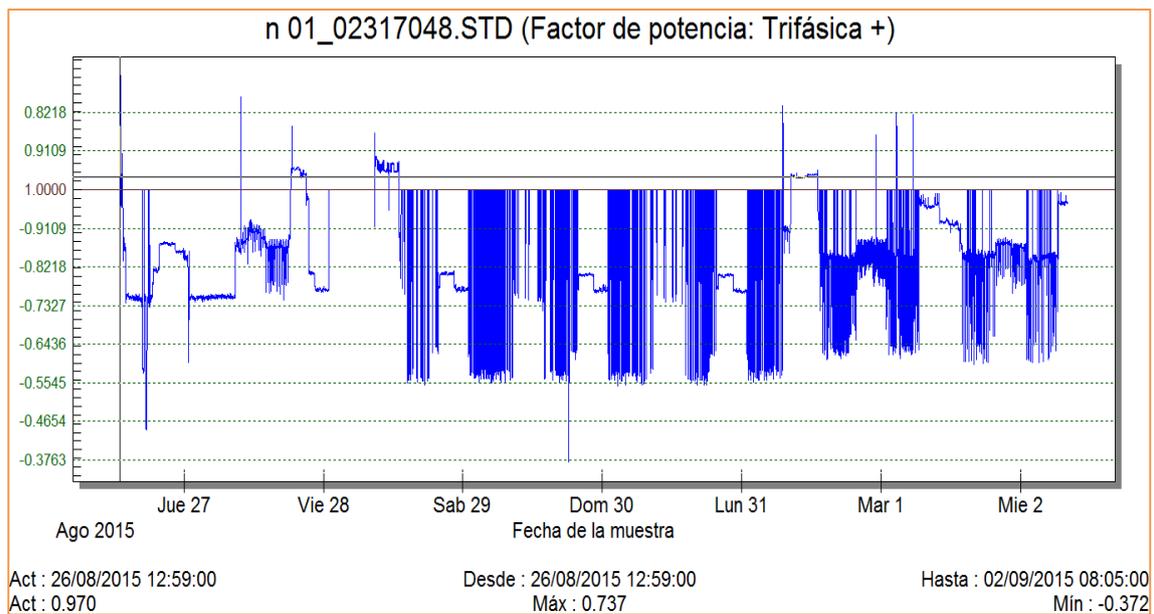


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

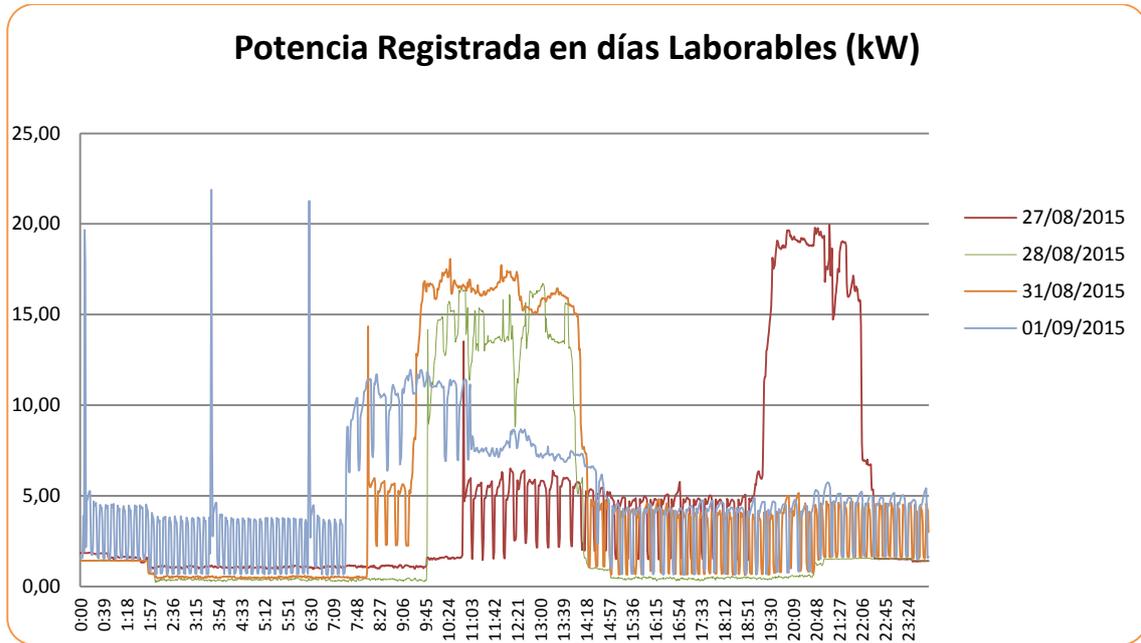


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborables (kW)

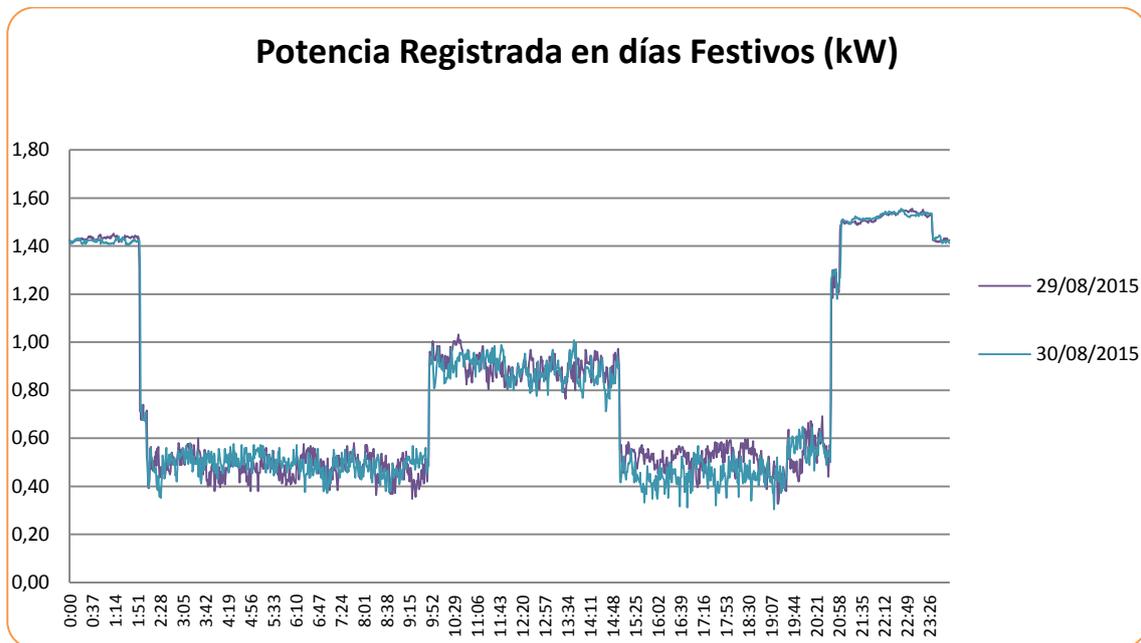


Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 0,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 21,89 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 14:00.

Durante los días laborables también se observa que desde las 20:45 hasta las 02:00 se hace uso de la iluminación del patio exterior.

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

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

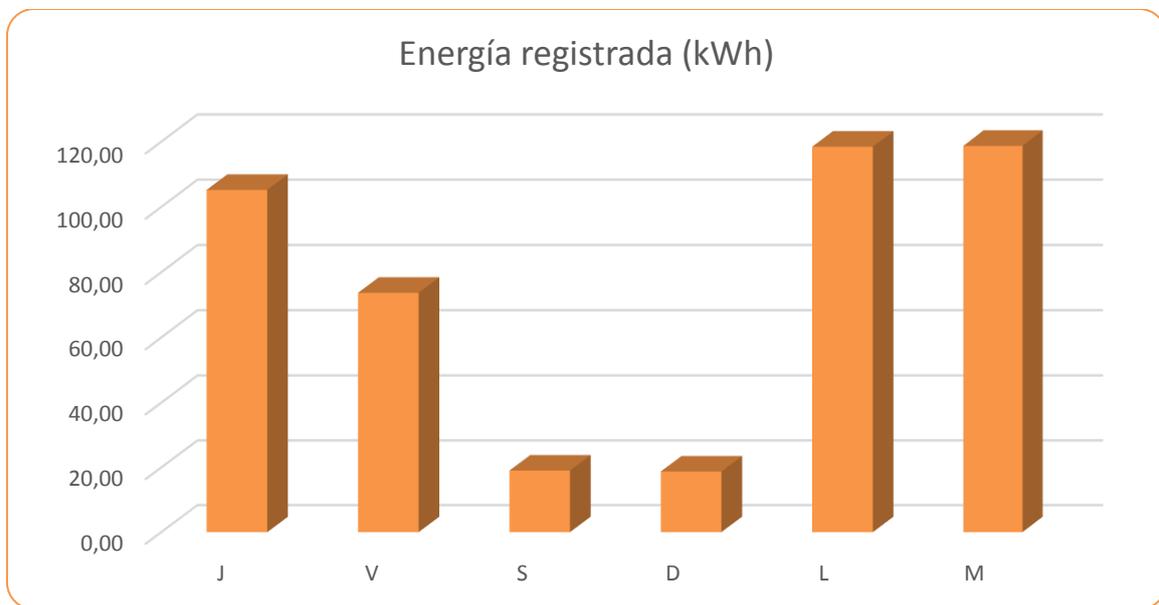


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 2.184,66 kWh y durante los días festivos de 189,03 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.373,70 kWh para el mes de agosto, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en agosto de 2015 de un 9,29% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Pasillo 5 (Planta primera)

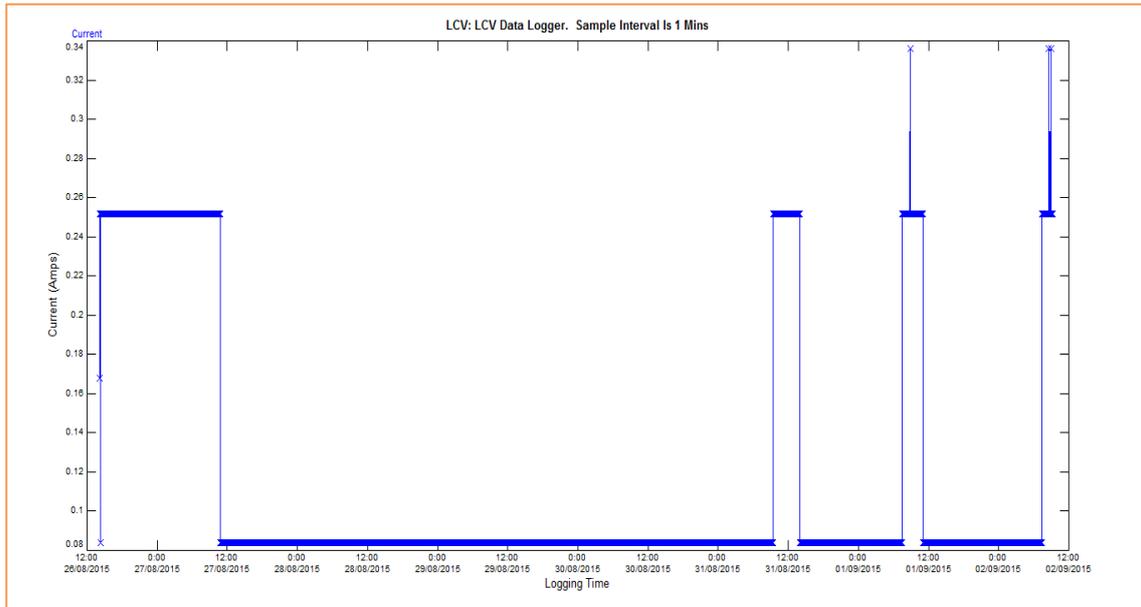


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en el Pasillo 5

- Pasillos 5 y 6 y Distribuidor 4 (Planta primera)

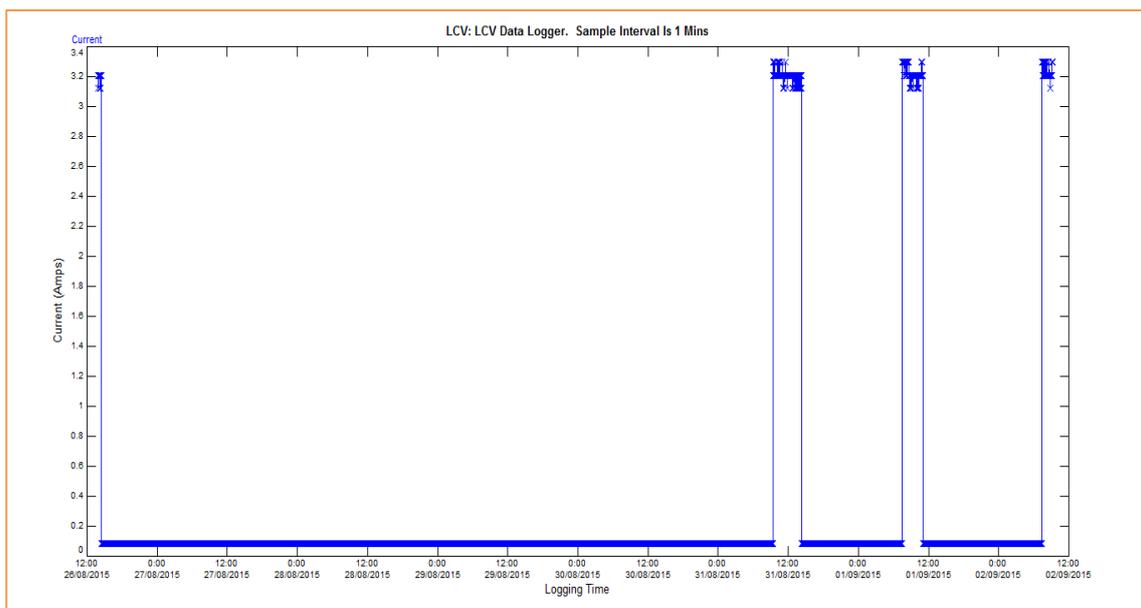


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en pasillos 5 y 6 y distribuidor 4

- **Recepción (Planta baja)**

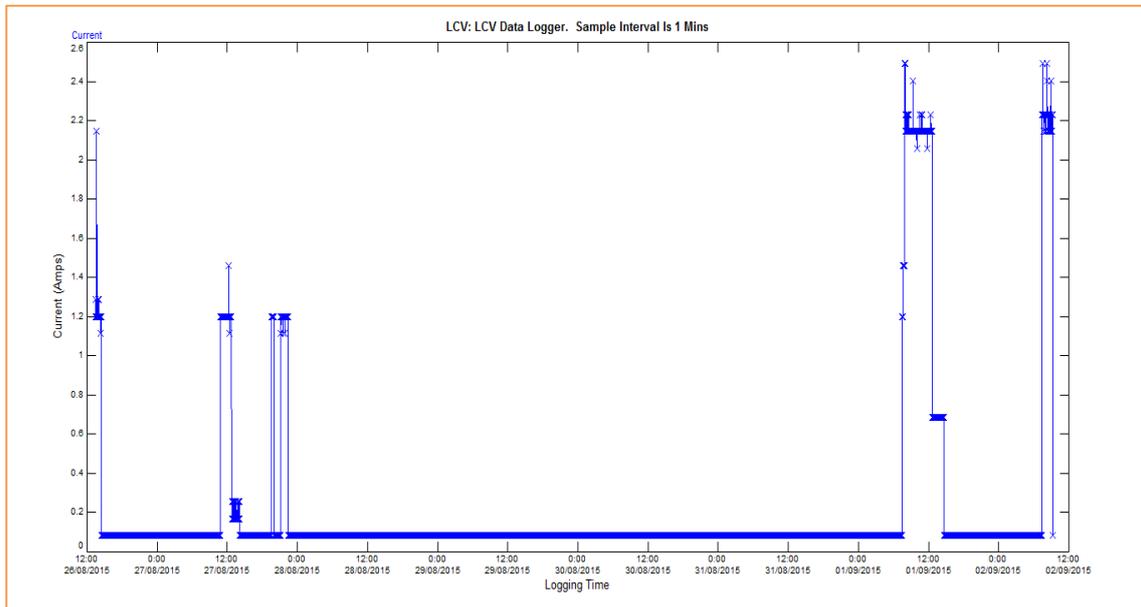


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en recepción

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

- Pasillo 5: 4 h
- Pasillos 5 y 6 y distribuidor planta : 5 h
- Recepción: 5 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
Entrada principal	200	19,60	509	200	2,00
Recepción	150	15,85	370	200	2,56
Aula 1: San Diego Alcalá	224	47,98	690	300	0,68
Aula 2: San Cristóbal	46	27,23	113	300	1,49
Aseo caballeros	150	6,25	510	150	4,71
Lectura-biblioteca	250	46,67	287	500	1,87
Oficina 1	200	22,11	275	300	3,29
Aula 3: San Juan de Dios	250	43,18	310	300	1,87
Oficina 2	150	15,61	172	300	5,59
Pasillo 5	300	33,86	550	200	1,61
Aseos caballeros P1	150	5,37	570	150	4,90
Aula 5: San Agustín	250	46,15	402	300	1,35
Aula 6: San Antonio de Padua	350	29,55	730	300	1,62

Tabla 18 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa en líneas generales que los valores medidos de iluminancia están por encima de los recomendados excepto en el aula 2, oficina 2 y la biblioteca donde se sitúan por debajo del valor de la norma.

Sin embargo el valor de eficiencia energética cumple con el valor del reglamento en casi todos los casos excepto en los aseos de caballeros y la oficina 2 donde sobrepasa el valor máximo.

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 19 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo de una semana, entre los días 01/07/2015 y 08/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Recepción**

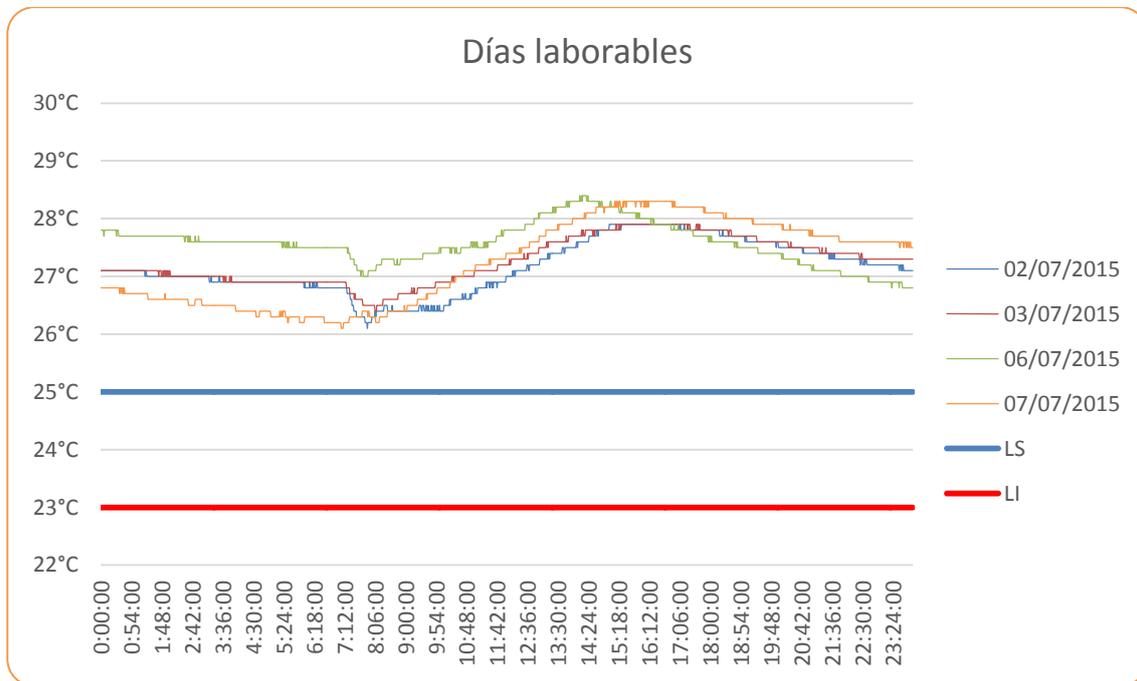


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



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

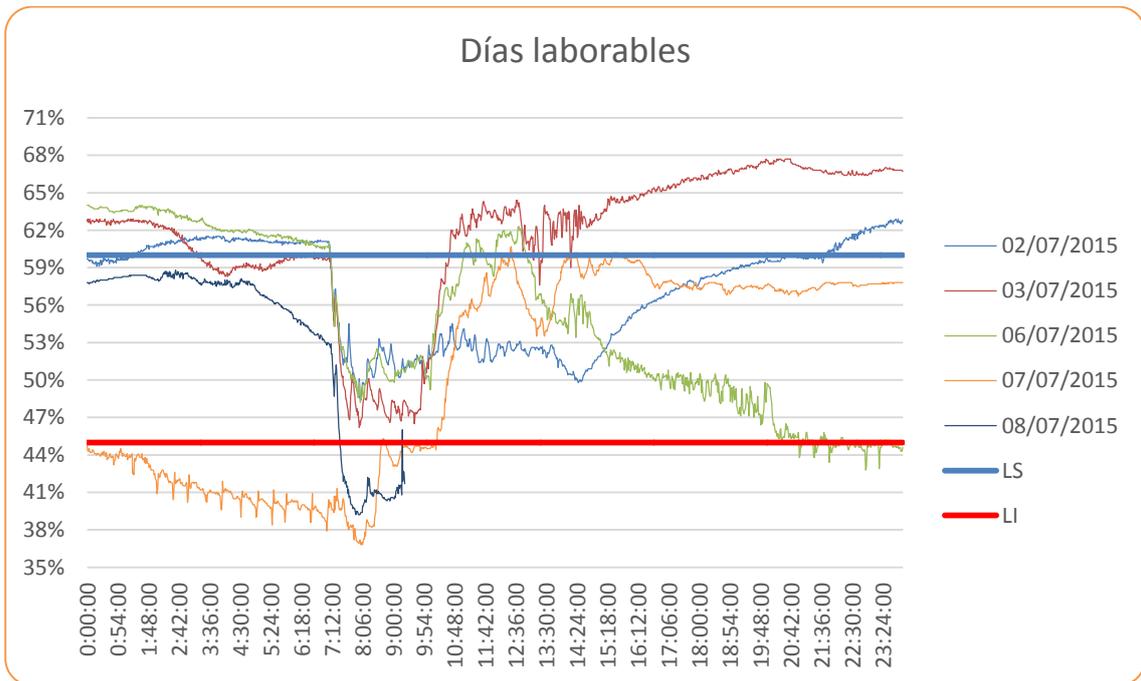


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



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 desciende a las 7:30 de la mañana coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la ventilación natural de la zona. Una vez que se produce este descenso puntual de la temperatura, se mantiene constante en torno a los 26,5 °C hasta las 10:00 de la mañana, momento en que comienza a ascender hasta los 28 °C. Este aumento de temperatura se debe a la ocupación propia de la zona. A partir de las 15:00 comienza a descender la temperatura coincidiendo con el cese de la jornada laboral. Se puede deducir de todo ello, que el sistema de climatización no se ha activado la semana que ha durado el registro ya que las temperaturas han estado en todo momento por encima del valor de confort que marca el reglamento, 25 °C.

El fin de semana sigue la misma pauta de comportamiento, aumentando un grado la temperatura cuando hay actividad laboral en la zona, tampoco se aprecia activación del sistema de climatización.

La humedad en líneas generales se sitúa dentro de los valores establecidos por el reglamento únicamente saliendo de los límites inferior y superior durante momentos puntuales.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 27°C y los 28°C, lo cual indica un aporte escaso de refrigeración, muy por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C).
- En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**

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.

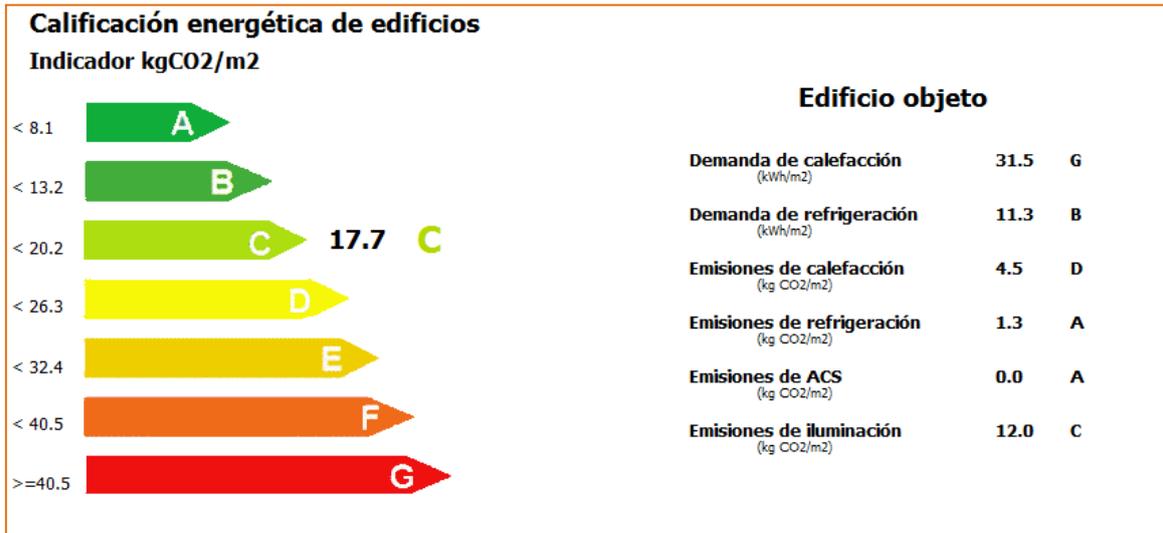


Imagen 7 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del Hospital San Juan de Dios

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:

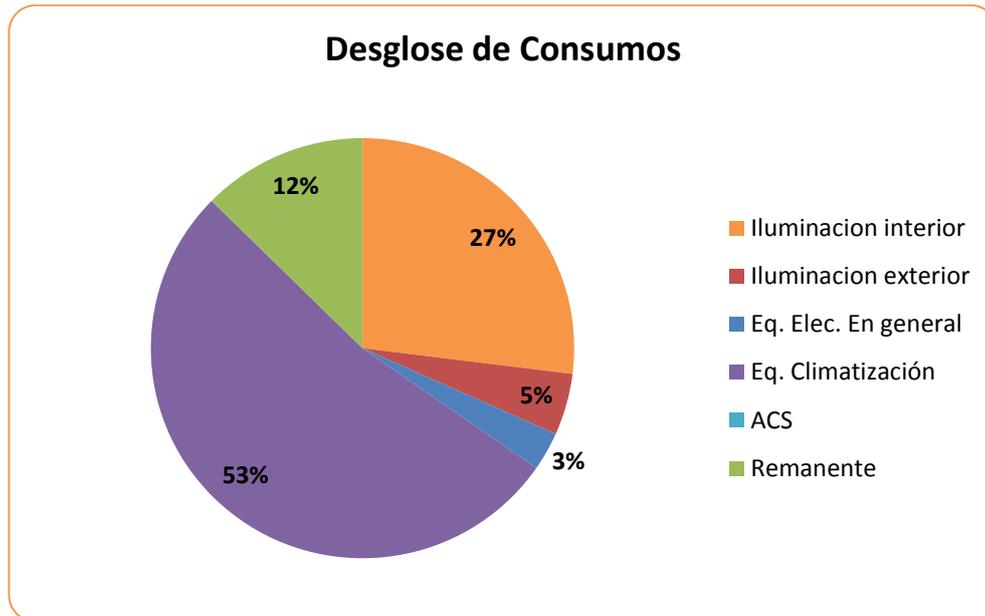


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a equipos de climatización, iluminación interior, equipos eléctricos 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%.

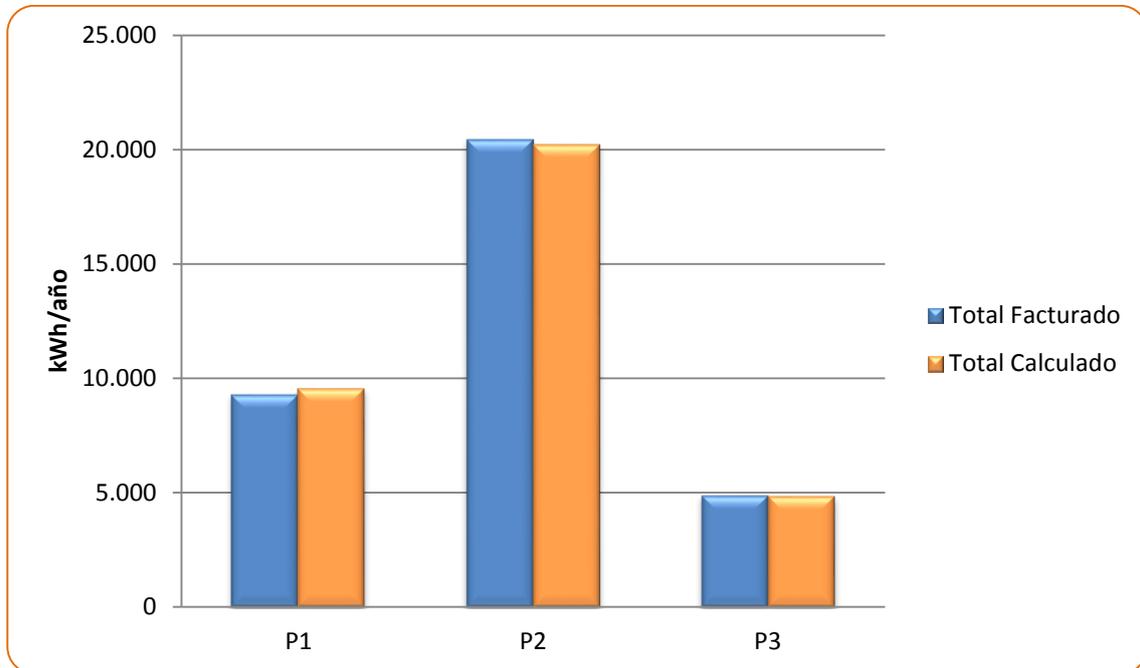


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		Rev.06

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.

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 8 Tubo LED

Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		Rev.06

Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	31,48%	59,20%	9,32%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,23153
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			
7.312	78,26%	21,07%	894,34 €	99,47 €	993,81 €	9.974,54 €	10,04	2,92

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 HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		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 9 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 HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		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.

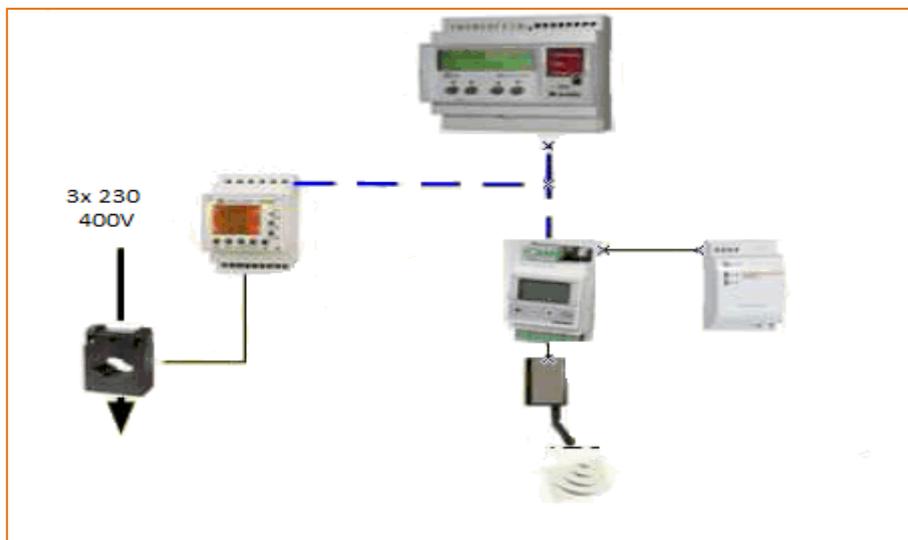


Imagen 10 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		Rev.06

directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.

Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	1306
		05
		Rev.06

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

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

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

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

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología Led	7.312	78,26	993,81	9.974,54	10,04	2,92
TOTAL ELÉCTRICAS	7.312	-	993,81	9.974,54	10,04	2,92

Tabla 20 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA