



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Oficinas Puerto Deportivo)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_55_20160921

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	4
1.1 Datos generales del centro	4
1.2 Planos y distribución	5
1.3 Envolverte y cerramientos.....	7
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de ACS	8
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	13
1.5 Iluminación.....	18
1.5.1 Iluminación interior	19
1.5.2 Iluminación exterior	21
1.5.3 Sistemas de control	21
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	21
1.6 Otros equipos.....	22
1.7 Resumen de potencias instaladas	24
2. CONSUMOS ANUALES.....	25
2.1 Consumos eléctricos	25
2.2 Consumos térmicos.....	25
2.3 Consumos energéticos totales	25
2.4 Índices energéticos.....	25
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	26
3.1 Medidas eléctricas.....	26
3.1.1 Registros trifásicos	26
3.1.2 Registros monofásicos.....	29
3.2 Medida de nivel de iluminación	31
3.3 Medidas térmicas.....	32
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	32
3.4 Análisis termográfico.....	35
3.5 Certificación energética	35
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	36
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	36
4.2 Desglose de consumos térmicos	36
4.3 Contribución de energías renovables	36

5. MEJORAS RECOMENDADAS	37
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	37
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.	
5.2 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	39
5.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	41
5.4 Implantación de un sistema de monitorización y control.....	42
6. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	44
6.1 Energía solar térmica.....	44
6.2 Biomasa	44
6.3 Fotovoltaica - Autoconsumo	44

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Edificio Capitánía
Dirección	Av. Duque de Ahumada, s/n. Puerto Deportivo de Marbella
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Antonio (Administrativo) ó Ramón (Contraamaestre). 952775524
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la **Delegación de Cultura** que se han auditado se encuentran situadas en la **Plaza Altamirano** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general de la Delegación de Cultura



Imagen 2 Vista aérea de la Delegación de Cultura

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie útil. (m ²)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	2	-	28	7:30- 18	1978	2011	Delegación de Medio Ambiente y Playas

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	28	Invierno (7:30 a 18) Verano (7:30 a 20)	Administrativo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta 1	Sup. Total (m2)
Administrativo	79	232	312
Aseos	37	19	55
Deportivo	64	--	64
Usos múltiples	574	225	799
Zonas comunes	17	4	21
Sup. Total (m2)	771	480	1.251

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 las zonas clasificadas como usos múltiples abarca el 64 % de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a la zona administrativa con uso del 25 % del total.

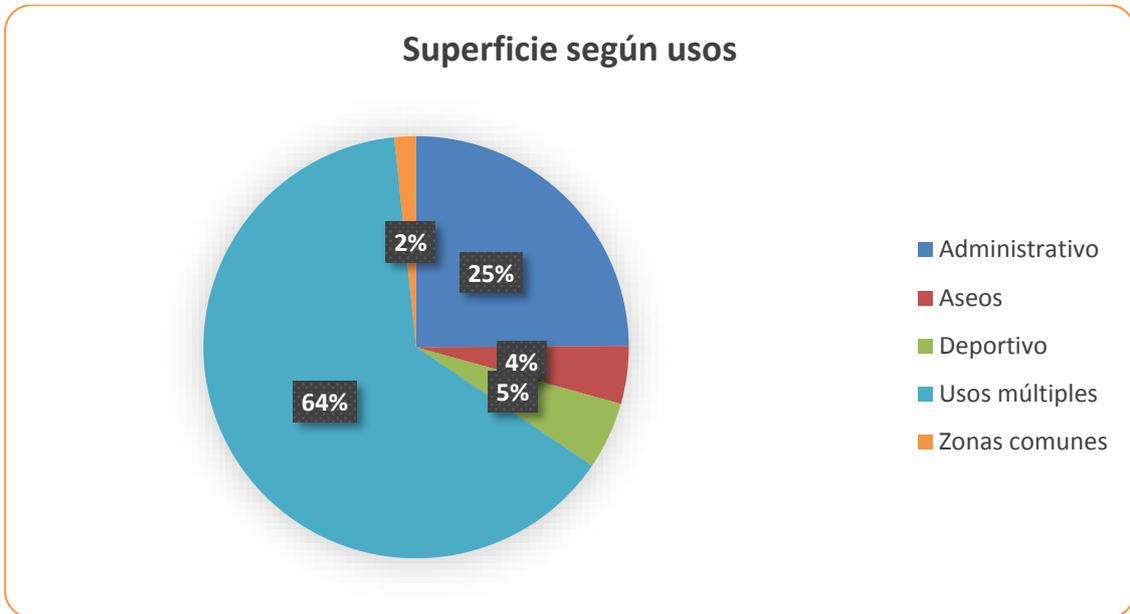
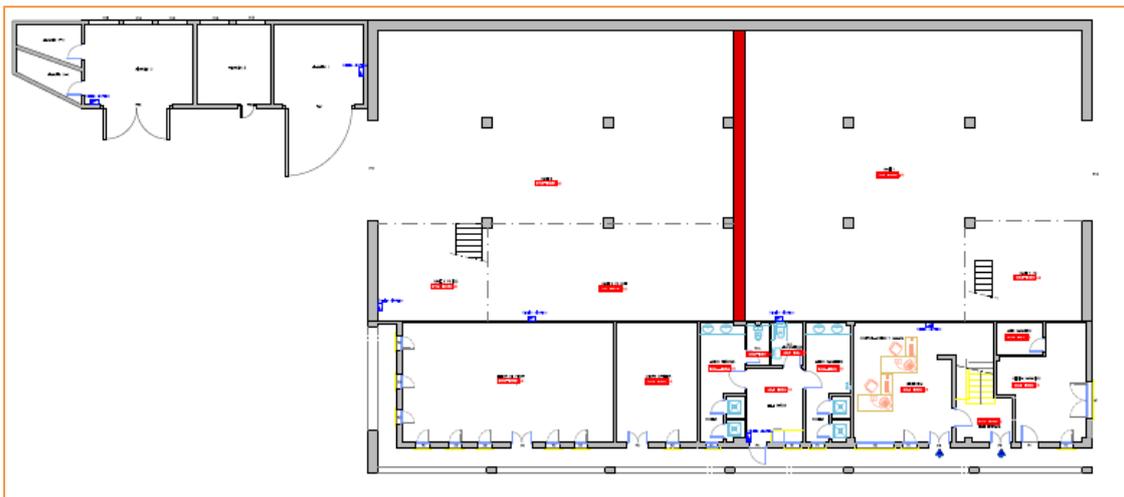
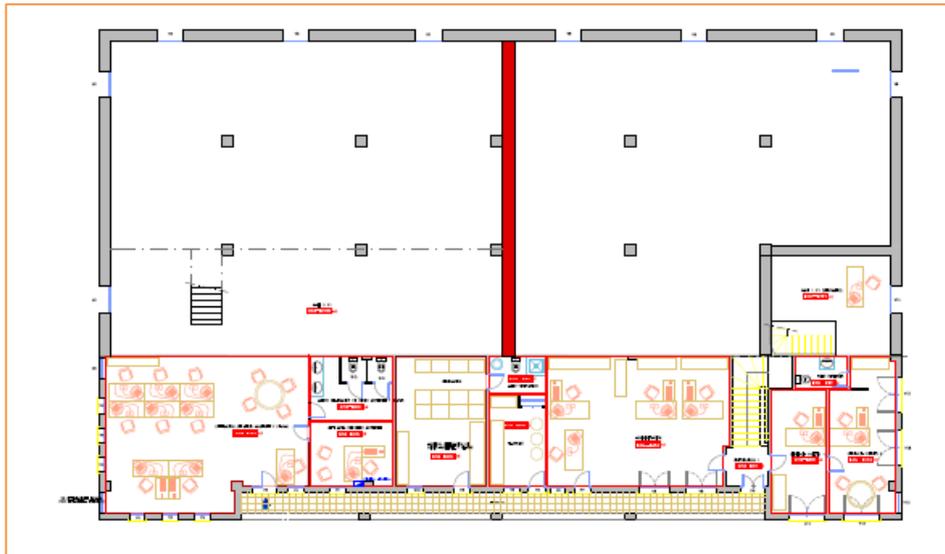


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera

1.3 Envoltente y cerramientos

El edificio de las oficinas del puerto deportivo es gestionado por la autoridad portuaria del Puerto de Marbella, en este edificio se encuentran las oficinas administrativas que gestionan el uso del puerto.

Este edificio fue construido en 1978, aunque de forma puntual y esporádica se han ido realizando alguna serie de mejoras. Los cerramientos exteriores son ventanas con marco de madera o metálico en función de si ya han sido sustituidas o no, principalmente con vidrio simple.

En la cubierta plana se encuentran instaladas las unidades exteriores individuales de los sistemas de climatización.

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 cubierta y unidades interiores.

El centro cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria-

1.4.1 Producción de ACS

Tal y como se comenta anteriormente, el centro cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria en los puntos de demanda de este servicio:

Planta	Zona	Tipo	Potencia Eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
0	Hall baños	TERMO ACUMULADOR ELECTRICO	1,50	200
0	Aseos Archivo	TERMO ACUMULADOR ELECTRICO	1,50	200

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			
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	1	1	1
Ubicación equipo	CUBIERTA	CUBIERTA	CUBIERTA	CUBIERTA
Zona de tratamiento	Recepción	Gerencia puerto 1	Gerencia puerto 2	Administración
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	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	TANGO	TANGO	LG	MITSUBISHI
Modelo	PE09-410-A	PE09-410-A	S12BF	0
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	0	0	0	0
Potencia Frigorífica (kW)	2,64	2,64	3,50	0,00
Potencia Absorbida Frío (kW)	0,80	0,80	1,09	0,00
EER	3,30	3,30	3,21	0,00
ESEER	0,00	0,00	0,00	0,00

Potencia Calorífica (kW)	2,82	2,82	4,01	0,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,78	0,78	1,11	0,00
COP	3,62	3,62	3,61	0,00
ESCOP	0,00	0,00	0,00	0,00
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	0,00
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	0	0	0	0

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad Exterior - Multi-split	Unidad Exterior - Multi-split	Unidad Exterior - Multi-split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	CUBIERTA	CUBIERTA	CUBIERTA	CUBIERTA
Zona de tratamiento	Administración	Delegación de medio ambiente	Delegación de medio ambiente	Delegación de medio ambiente
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	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	GENERAL ELECTRIC AIR	HITECSA	HITECSA	HITECSA
Modelo	109 OUT	CAIM 351	CAIM 351	CAIM 351
Refrigerante	R407c	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	0	0	0	0

Potencia Frigorífica (kW)	2,60	12,30	12,30	12,30
Potencia Absorbida Frío (kW)	0,90	3,75	3,75	3,75
EER	2,89	3,28	3,28	3,28
ESEER	0,00	0,00	0,00	0,00
Potencia Calorífica (kW)	2,90	12,60	12,60	12,60
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,99	3,52	3,52	3,52
COP	2,93	3,58	3,58	3,58
ESCOP	0,00	0,00	0,00	0,00
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	0	0
Observaciones	0	0	PRÁCTICAMENTE SIN USO	PRÁCTICAMENTE SIN USO

Nº generador	9	10	11
Generador	Unidad Exterior - Multi-split	Unidad Exterior - Multi-split	Unidad Exterior - Multi-split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1	1
Ubicación equipo	CUBIERTA	CUBIERTA	CUBIERTA
Zona de tratamiento	Delegación de medio ambiente	Delegación de medio ambiente	Jefe área de medio ambiente
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire

Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	HITECSA	HITECSA	MUNDOCLIMA
Modelo	CAIM 351	CAIM 351	MUPR-09-H4
Refrigerante	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	0	0	0
Potencia Frigorífica (kW)	12,30	12,30	2,64
Potencia Absorbida Frío (kW)	3,75	3,75	0,82
EER	3,28	3,28	3,22
ESEER	0,00	0,00	0,00
Potencia Calorífica (kW)	12,60	12,60	2,78
Potencia Absorbida Calor (kW)	3,52	3,52	0,77
COP	3,58	3,58	3,62
ESCOP	0,00	0,00	0,00
Recuperación de calor (kW)	-	-	-
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	0	0
Observaciones	0	PRÁCTICAMENTE SIN USO	0

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	34,33 kW
Refrigeración	31,52 kW

Tabla 6 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 y conductos) 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.

Característica	1	2	3	4	5
Unidad terminal	Unidad interior - Split				
Tipo	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración				
Edificio	Unidad interior - Split				
Planta	0	1	1	1	1
Zona de tratamiento	Recepción	Gerencia puerto 1	Gerencia puerto 2	Administración	Administración
Marca	TANGO	TANGO	LG	MITSUBISHI ELETRIC	GENERAL ELECTRIC
Modelo	P09-410-A	P09-410-A	S12BF	XV LINE	0
Cantidad	0	0	0	0	0
Alimentación	(F) 2 tubos				
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-407c
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	2,82	2,82	4,01	0,00	2,90
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-407c
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	2,64	2,64	3,50	0,00	2,60
Pot. Abs. (kW)	0,05	0,05	0,04	0,00	0,05
Regulación	0	0	0	0	0
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	0	Usuario
Observaciones	0	0	0	0	0

Característica	6	7	8	9	10
Unidad terminal	Unidad interior - Multisplit				
Tipo	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración				

Edificio	Unidad interior - Multisplit				
Planta	1	1	1	1	1
Zona de tratamiento	Delegación de medio ambiente				
Marca	HITECSA	HITECSA	HITECSA	HITECSA	HITECSA
Modelo	MAIM 121				
Cantidad	0	0	0	0	0
Alimentación	(F) 2 tubos				
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Pot. Abs. (kW)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Regulación	0	0	0	0	0
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	0	0	0	0	0

Característica	11
Unidad terminal	Unidad interior - Multisplit
Tipo	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Multisplit
Planta	1
Zona de tratamiento	Jefe área de medio ambiente
Marca	MUNDOCLIMA
Modelo	MUPR-09-H4
Cantidad	0
Alimentación	(F) 2 tubos
Batería calor	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	2,78
Batería frío	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	2,64
Pot. Abs. (kW)	0,05
Regulación	0
Tipo control	Usuario
Observaciones	0

Tabla 7 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas



*Imagen 5 Tipología de **unidades interiores** instaladas*

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	498,26	34,33	68,90
Total	498,26	34,33	68,90

Tabla 8 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

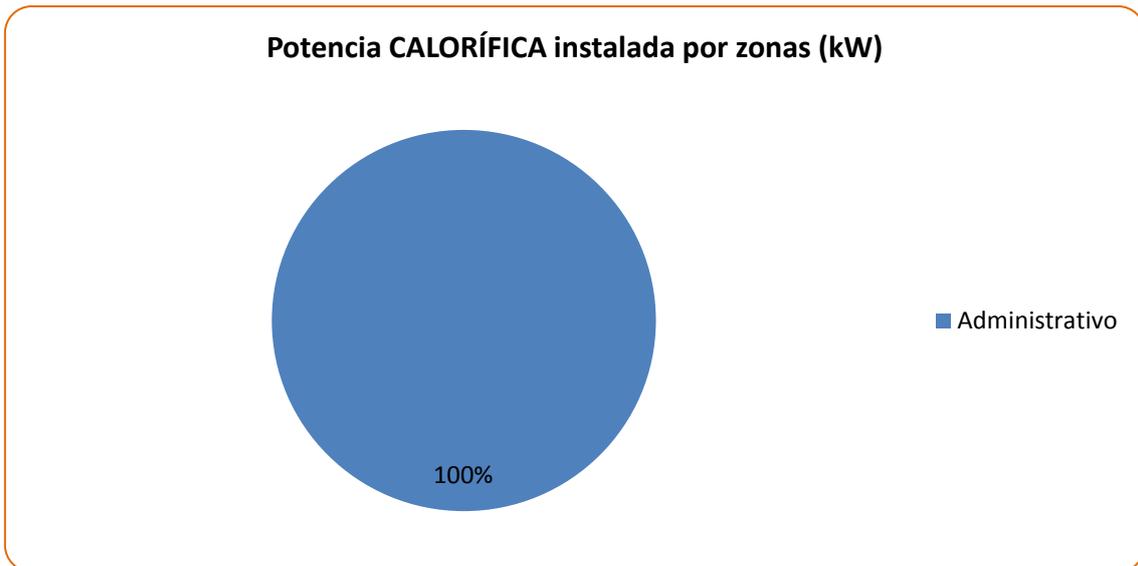


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

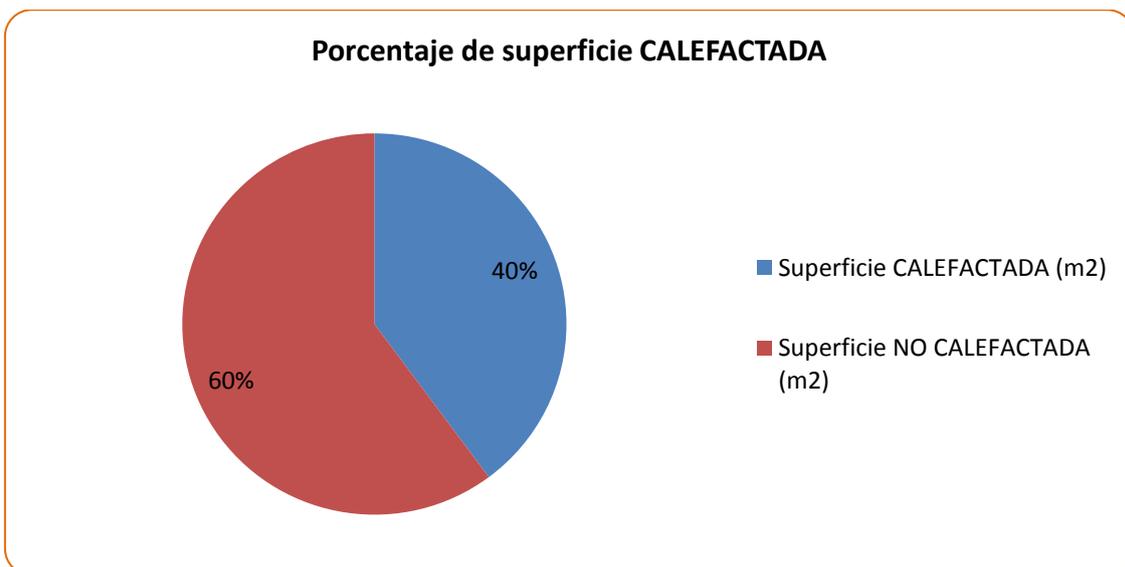


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	498,26	31,52	63,26

Tabla 9 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de superficie refrigerada en el centro:



Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

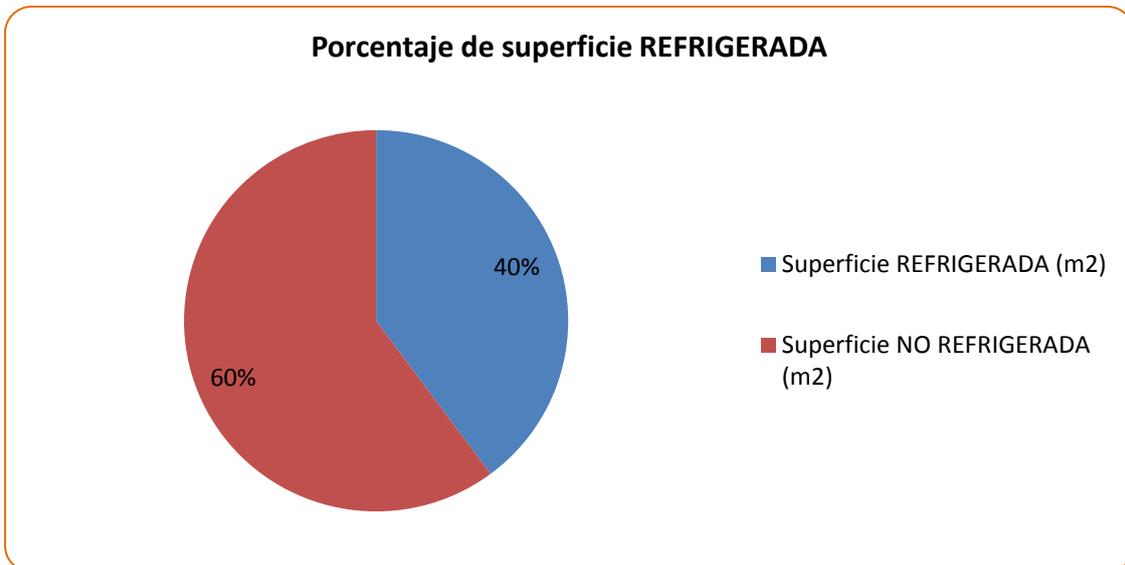


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 10,38 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

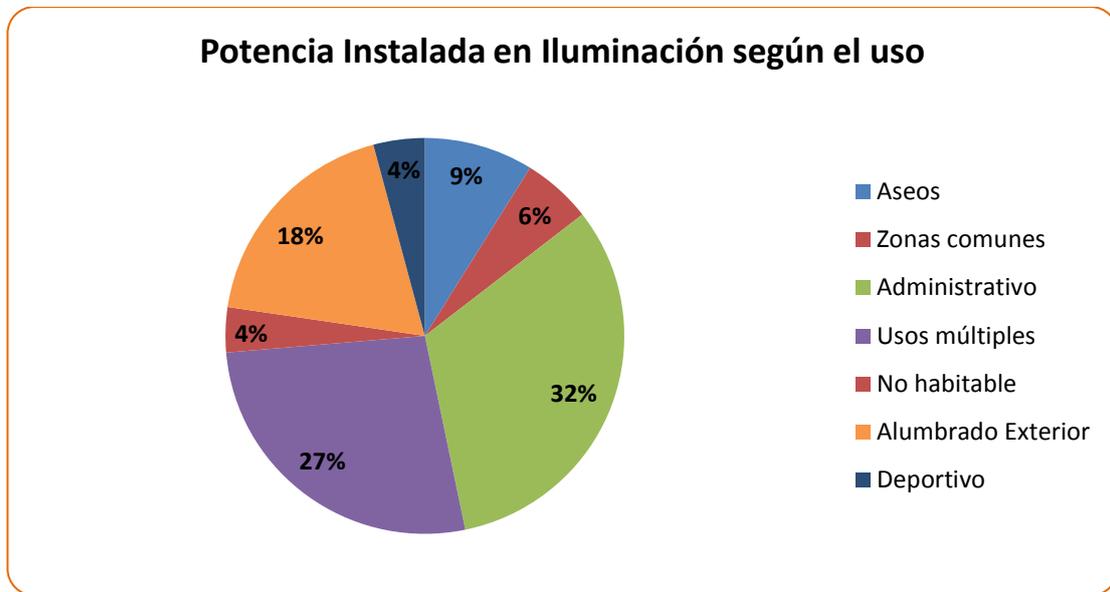


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 administrativo.

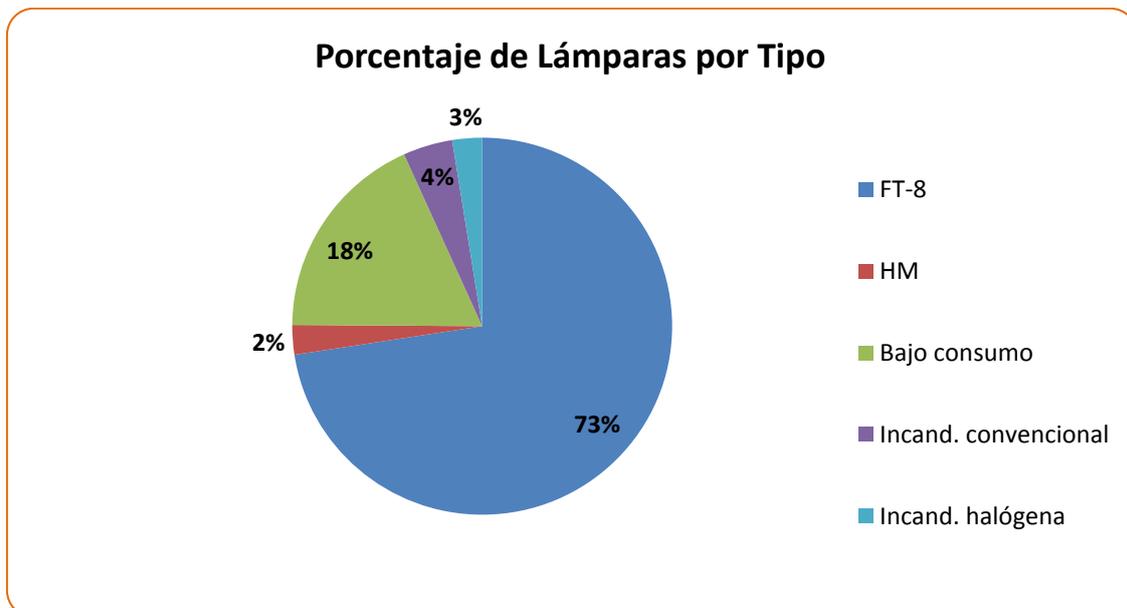


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	75	6,31
FT-8	75	6,31
1	6	0,26
36	6	0,26
4	14	1,38
2	55	4,67
36	53	4,58
18	2	0,09
-	40	2,15
Incand. halógena	4	0,23
1	3	0,12
50	1	0,05
35	2	0,07
3	1	0,11
35	1	0,11
Bajo consumo	24	1,10
1	5	0,11
18	2	0,04
26	3	0,08
2	19	0,99
26	19	0,99
Incand. convencional	10	0,46
1	10	0,46
13	1	0,01
50	9	0,45
HM	2	0,36
1	2	0,36
150	2	0,36
Total general	115	8,46

Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

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



Imagen 6 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
HM	4	1,92
1	4	1,92
400	4	1,92
Total general	4	1,92

Tabla 11 Resumen de iluminación exterior



Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

En las espacios considerados como sanitarios existente detectores de presencia para activar la iluminación de los mismos.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Audiovisual	3	0,475
Television	1	0,2
200	1	0,2
Televisión	1	0,25
250	1	0,25
Cámara seguridad	1	0,025
25	1	0,025
Electrodoméstico	16	10,303
Frigorífico	3	0,563
250	2	0,5
63	1	0,063
Horno	1	2
2000	1	2
Maquina de café	2	2,2
1100	2	2,2
Microondas	4	3,2
800	4	3,2
Ventilador	3	0,17
70	1	0,07
50	2	0,1
Nevera	1	0,25
250	1	0,25
Maquina agua	1	0,12
120	1	0,12
Máquina expendedora de café	1	1,8
1800	1	1,8
Informático	38	14,1839
Impresora	8	5,5439
900	1	0,9
300	1	0,3
285	1	0,285
9,9	1	0,0099
1584	1	1,584
1440	1	1,44
990	1	0,99
35	1	0,035
Ordenador sobremesa	22	6,6
300	22	6,6
Portatil	3	0,45
150	3	0,45
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Fax	1	0,3
300	1	0,3
Ordenadores de sobremesa	3	0,9
300	3	0,9
Otros	17	17,155
Secador de manos	1	1
1000	1	1
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Ventilador	1	0,07
70	1	0,07

Máquina expendedora de comida	1	0,6
600	1	0,6
Deshumidificador	1	0,18
180	1	0,18
Otros	8	12,64
20	2	0,04
300	1	0,3
1500	1	1,5
800	1	0,8
4000	1	4
3000	2	6
Compresor	1	2,2
2200	1	2,2
Extractores	3	0,075
25	3	0,075
Sonido	3	0,29
Altavoz	1	0,06
60	1	0,06
Equipo audio	1	0,15
150	1	0,15
Equipo de música	1	0,08
80	1	0,08
Radiador eléctrico	4	6
Radiador electrico	4	6
1500	4	6
Producción de frío y calor	11	24,34
Unidad exterior - Split	5	3,59
900	1	0,9
800	2	1,6
1090	1	1,09
-	1	0
Unidad Exterior - Multi-split	6	20,75
2000	1	2
3750	5	18,75
ACS	2	3
TERMO ACUMULADOR ELECTRICO	2	3
1500	2	3
Total general	94	75,7469

Tabla 12 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

Potencia instalada en equipos eléctricos

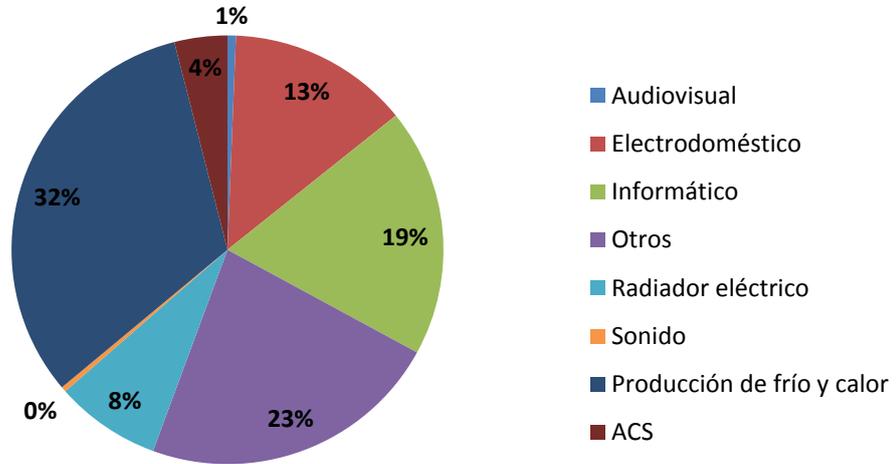


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

Resumen de potencia instalada en el edificio

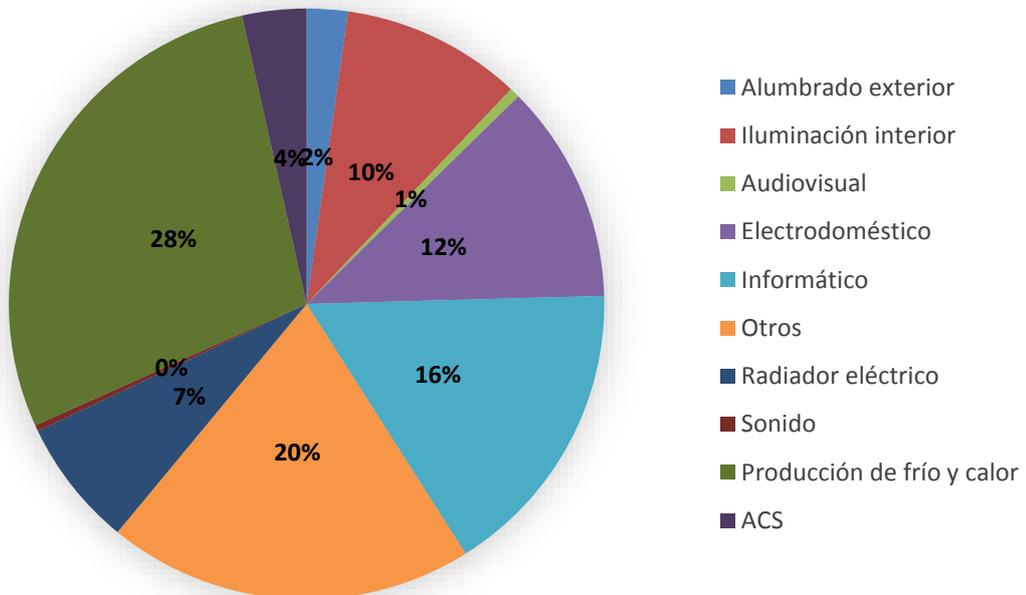


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

No fue posible tener acceso a la facturación eléctrica del edificio, ya que la gestión del edificio es competencia de la autoridad portuaria.

2.2 Consumos térmicos

No existe facturación térmica porque el edificio no tiene ningún tipo de consumo de combustible fósil.

2.3 Consumos energéticos totales

Como se menciona en los apartados anteriores no ha sido posible tener acceso a la facturación eléctrica y no hay ningún consumo térmico en el edificio.

2.4 Índices energéticos

No se pueden presentar los índices energéticos porque no se conocen los consumos eléctricos y no hay consumos térmicos.

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

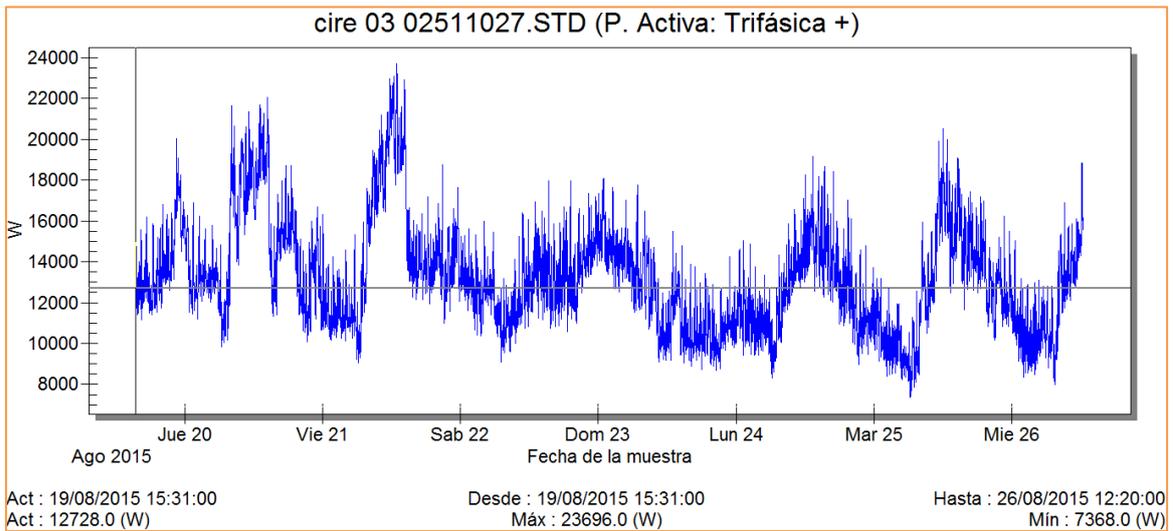


Gráfico 10 Datos de registro de potencia activa desde el 19/08/2015 al 26/08/2015

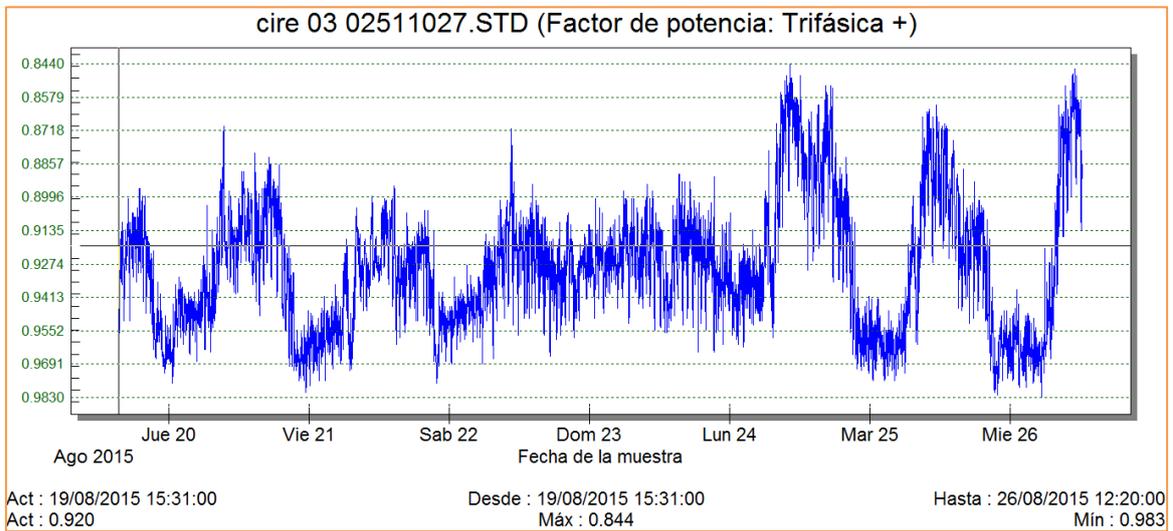


Gráfico 11 Factor de potencia trifásico registrado 19/08/2015 al 26/08/2015

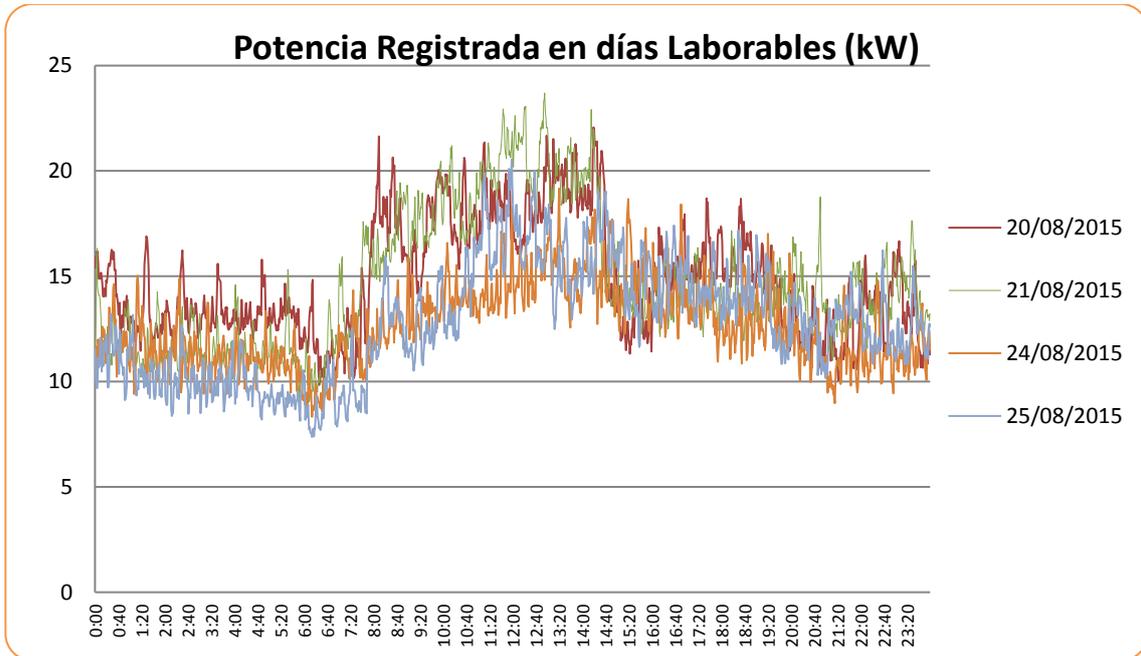


Gráfico 12 Potencia registrada en días laborables (kW)

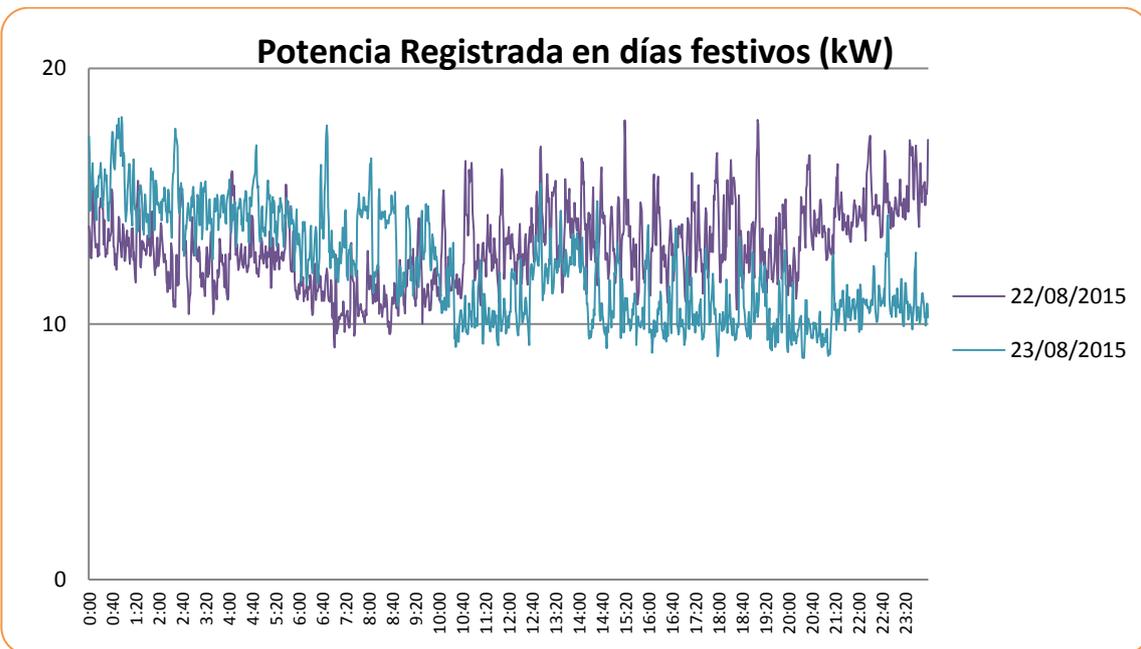


Gráfico 13 Potencia registrada en días no laborables (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana de registro, podemos observar que el edificio reduce su consumo, probablemente al reducir los servicios y el uso del edificio, aunque se observa que tiene un funcionamiento considerado.

En el horario de 7:00 a 15:00 horas se registra el mayor consumo del edificio, ya que es la franja del día en la que el edificio tiene más uso y ocupación.

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

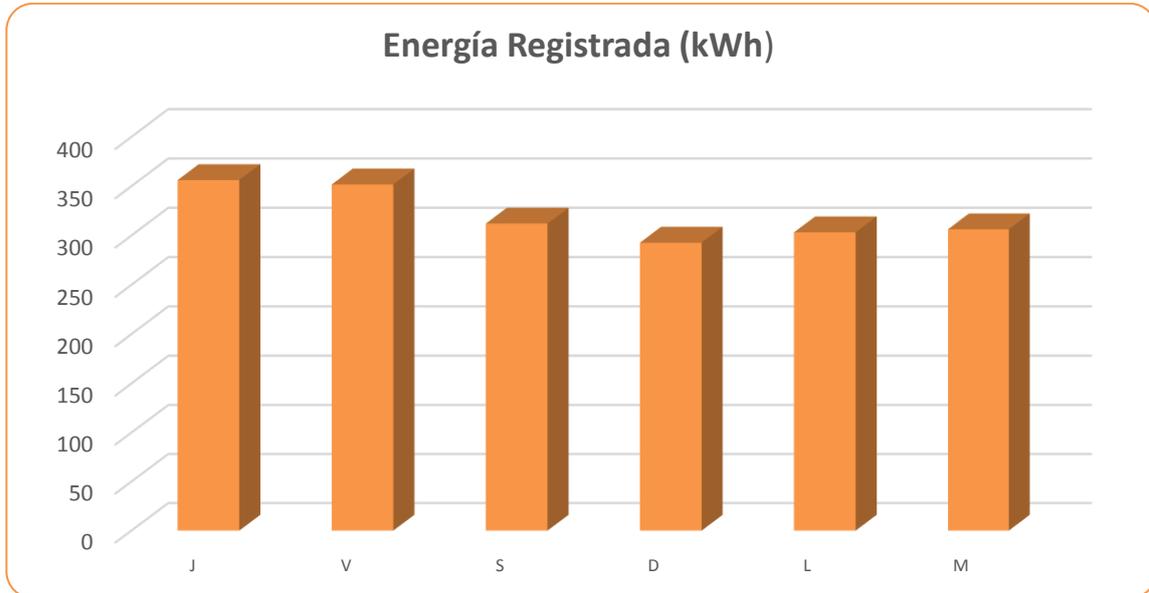


Gráfico 14 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 329,37 kWh y durante los días festivos de 302,38 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 1.429,29 kWh para el mes de Agosto, no ha sido posible evaluar el desvío respecto a la facturación por la falta de esta.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Iluminación despacho de Medio Ambiente.**

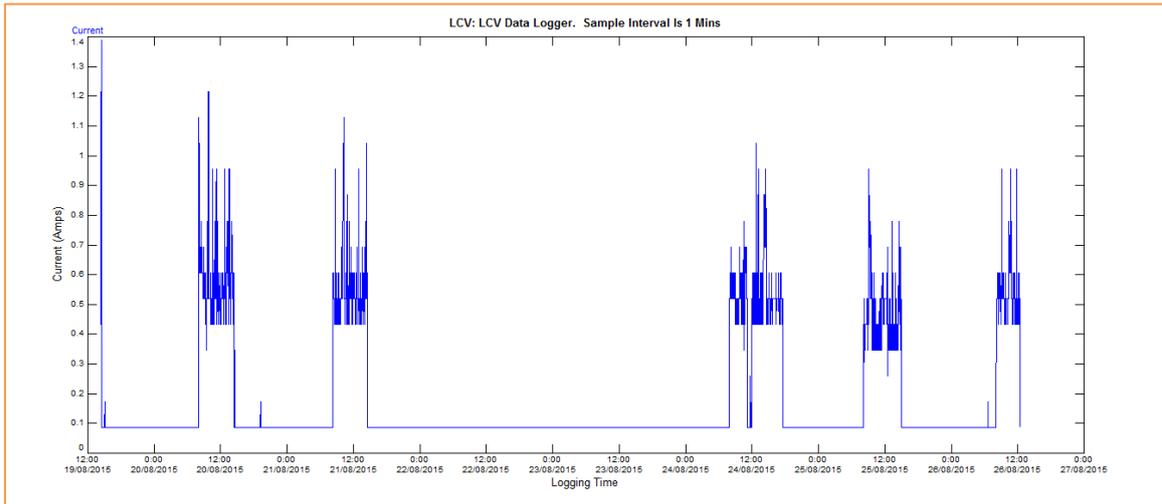


Gráfico 15 Registro de monofásico instalado en Iluminación despacho de Medio Ambiente.

- **Iluminación Sala Medio ambiente.**

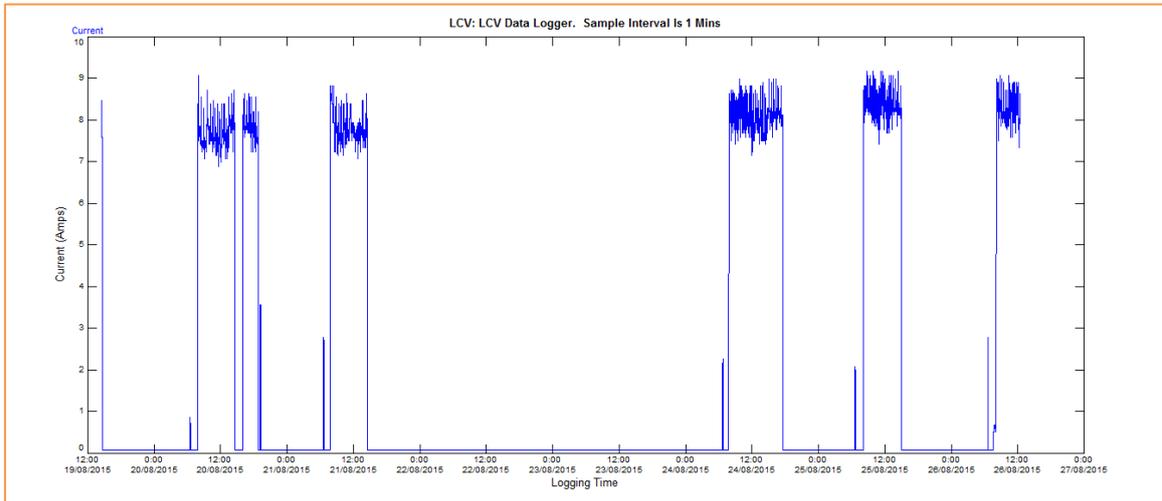


Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en Iluminación Sala Medio ambiente

- **Iluminación oficina y equipos informáticos planta baja**

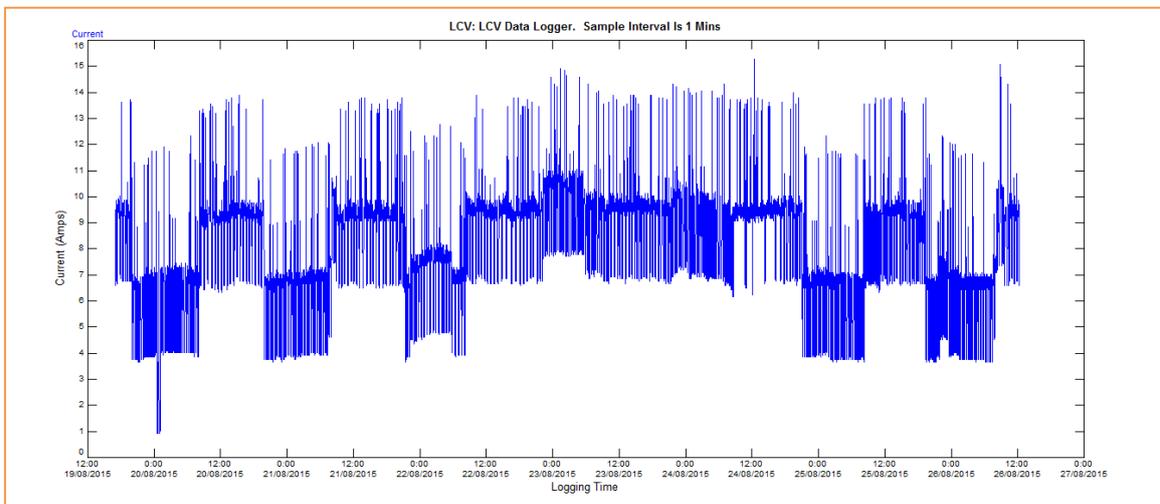


Gráfico 17 Registro de monofásico instalado en Iluminación oficina y equipos informáticos planta baja

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

- Iluminación despacho de Medio Ambiente: 2,3horas.
- Iluminación Sala Medio ambiente: 7,21 horas.
- Iluminación oficina y equipos informáticos planta baja: 12 – 13 horas.

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.

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio principal	1	Distribuidor 1	86,4	3,68	308	100	7,62
Edificio principal	1	Gerencia puerto 1	172,8	14,20	917	400	1,33
Edificio principal	1	Aseo gerencia	26	3,42	150	100	5,07
Edificio principal	1	Administrativo	518,4	47,83	356	400	3,04
Edificio principal	1	Aseos delegación	250	10,99	145	100	15,69
Edificio principal	1	Archivo delegación/vestuarios	345,6	24,90	201	100	6,91
Edificio principal	0	Unidad marítima	172,8	24,68	256	300	2,74
Edificio principal	0	Tienda de pesca	432	64,39	250	300	2,68

Tabla 13 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores de iluminancia media podemos darlos como correctos, aunque en ocasiones no llegan a los valores recomendados, se debe a que existían lámparas fundidas.

*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 14 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 07/10/2015 y 14/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Oficinas planta baja**

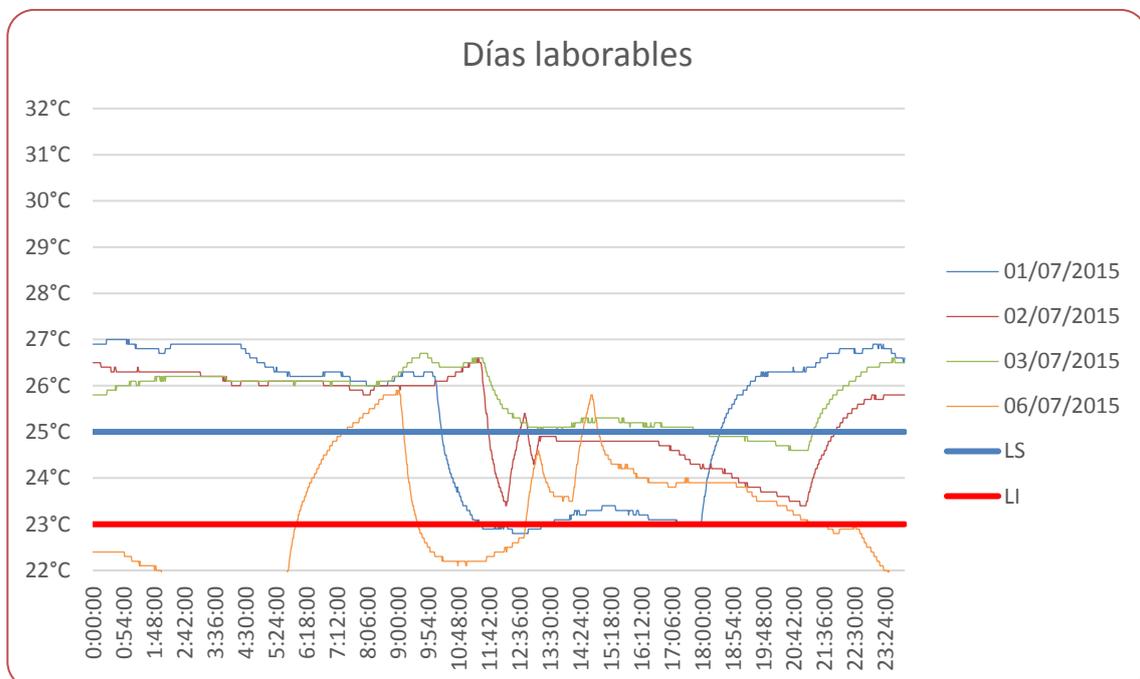


Gráfico 18 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

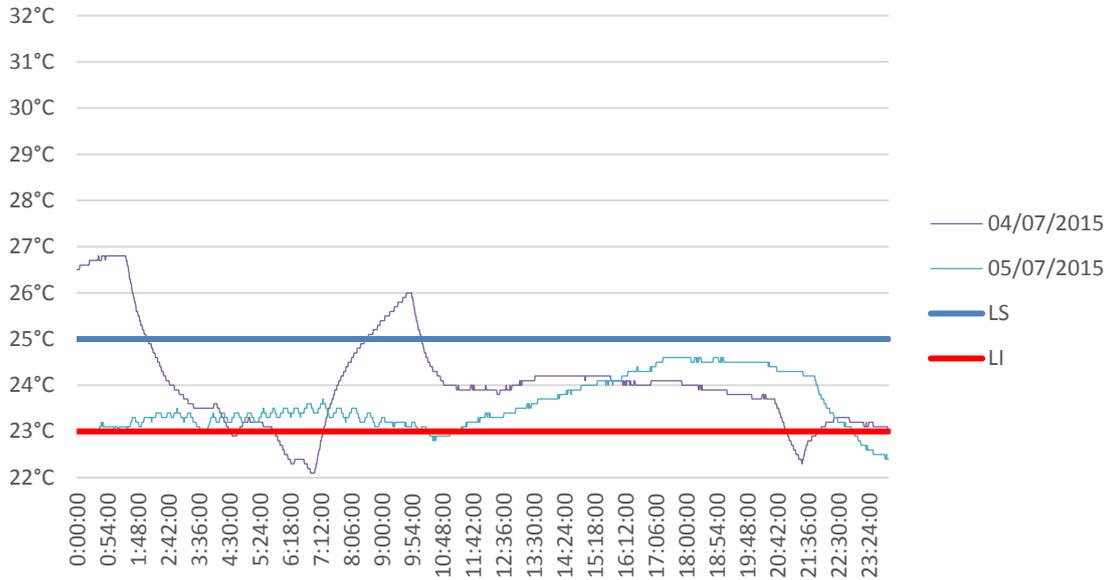


Gráfico 19 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

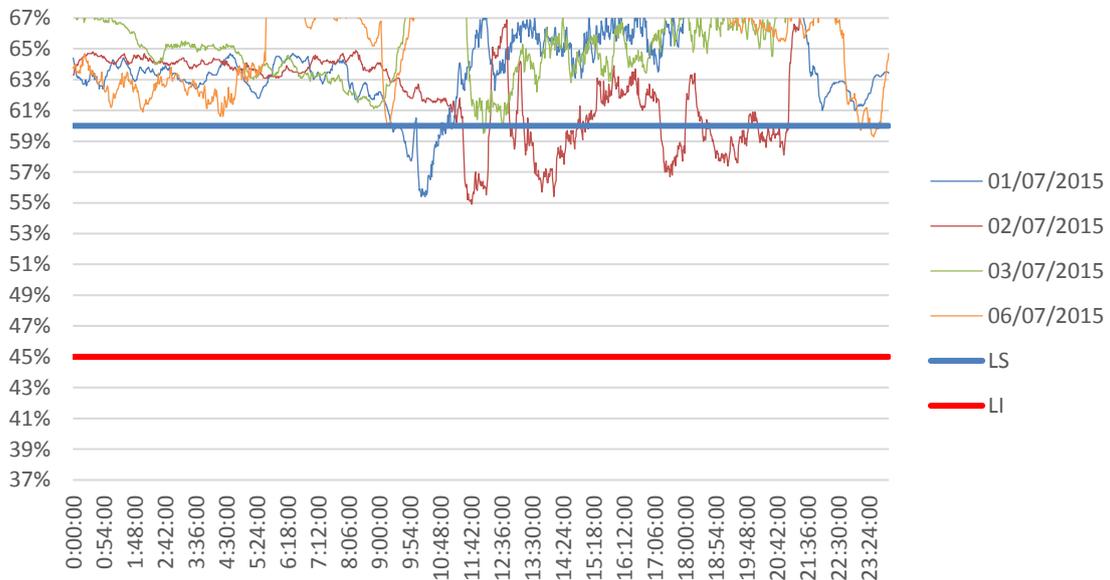


Gráfico 20 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

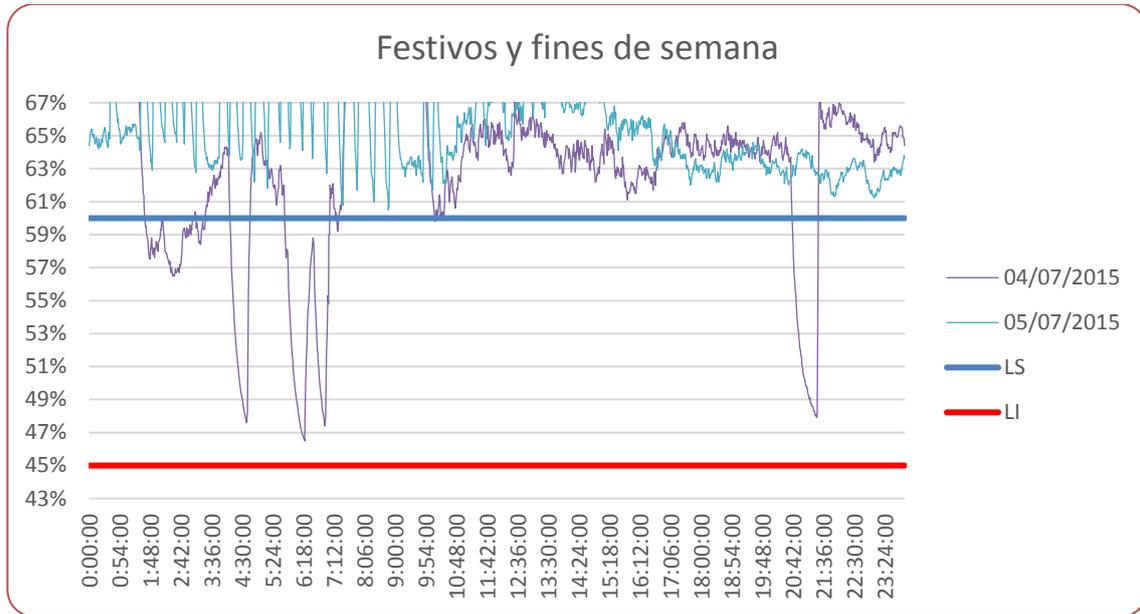


Gráfico 21 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

La zona donde se ha registrado la temperatura y la humedad es la zona de recepción del edificio.

Durante los días laborables se observa que el perfil de la temperatura se mantiene prácticamente constante, siendo directamente proporcional a la actividad del centro, compensando el aumento de temperatura provocado por el aporte calorífico del sistema de iluminación y equipos eléctricos, y el aporte calorífico de los usuarios del edificio. La temperatura se mantiene prácticamente dentro del intervalo requerido por la normativa durante gran parte del periodo de ocupación al tratarse de un espacio climatizado.

Se puede observar que durante los días no laborales que existe actividad alguna en esta zona, ya que el edificio permanece abierto y la temperatura se mantienen constante dentro de los valores recomendados.

Respecto a la humedad relativa registrada se observa que es superior a los valores recomendados, teniendo en cuenta que el edificio se cuenta a escasos metros del mar, es una circunstancia que podemos considerar normal.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25°C en los periodos de ocupación, lo cual indica un aporte de refrigeración podemos considerarlo como suficiente.
- En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, desde las 7:45 hasta las 15:00.

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

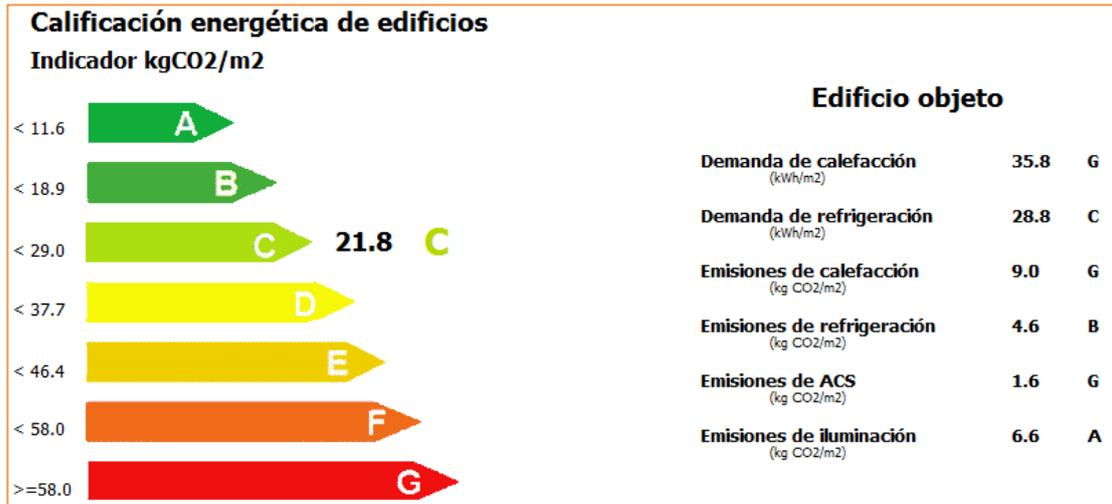


Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética de las oficinas del puerto deportivo.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Como se comenta en apartador anteriores no ha sido posible tener acceso a la facturación eléctrica, por lo que no ha sido posible realizar un desglose de consumo para comparar el consumo facturado real con el consumo calculado en auditoría.

4.2 Desglose de consumos térmicos

El edificio no cuenta con ningún aporte de combustible fósil para climatizar el edificio por lo que no existe datos referentes a consumos térmicos.

4.3 Contribución de energías renovables

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

5. MEJORAS RECOMENDADAS

5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

Descripción actuación: Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.



Imagen 9 Tubo LED

Aplicación de la mejora

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

Precio de la energía

Dada la falta de facturación se desconocen las condiciones económicas de contratación del precio de energía y del término de potencia.

Inversión

Dadas las circunstancias anteriormente mencionadas no se pueden realizar los cálculos completos de la mejoras de la instalación, por lo que se ha calculado el coste de la inversión a realizar para la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

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			
-	-	-	-	-	-	4.870,53 €	-	-

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.

5.2 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 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

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

Aplicación de la mejora

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

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

Ahorro energético

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

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

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

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

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

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

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

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

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

- 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).

5.4 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.

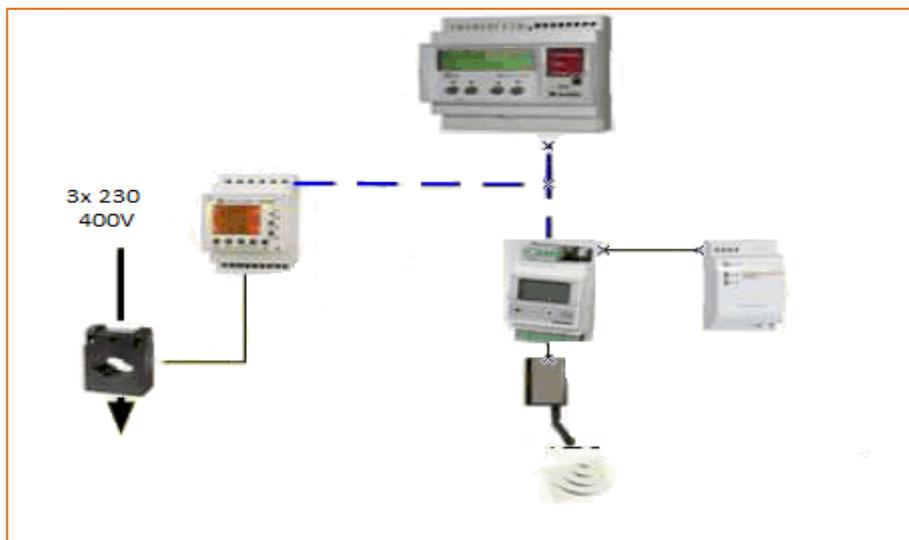


Imagen 11 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

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 OFICINAS PUERTO DEPORTIVO	1306
		55
		Rev.04

6. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

6.1 Energía solar térmica

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

6.2 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.

6.3 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.