



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO SINGULAR, PÚBLICO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Alumno: Jorge Ibáñez Horcas

Tutor: Prof. D. Nabih Khanafer Bassam
Dpto: Ingeniería Mecánica y Minera

Febrero, 2017



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Don NABIH KHANAFER BASSAM , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:
AUDITORÍA ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO SINGULAR,PÚBLICO DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA que presenta JORGE IBAÑEZ HORCAS, autoriza su
presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, FEBRERO de 2013

El alumno:

Los tutores:

JORGE IBAÑEZ HORCAS

NABIH KHANAFER BASSAM

INDICE

1.	Datos generales del centro consumidor de energía.....	6
1.1.	Situación y emplazamiento	6
1.2.	Datos de utilización	6
1.3.	Descripción de las edificaciones.....	7
2.	Análisis de consumos energéticos.....	9
2.1.	Datos de facturación por suministro.....	9
2.1.1.	Electricidad	9
2.1.2.	Combustibles.....	10
2.1.3.	Resumen de consumos energéticos.....	11
2.2.	Balance y ratios energéticos	12
2.2.1.	Balance energético	12
2.2.2.	Ratios energéticos	15
3.	Sistemas energéticos	17
3.1.	Suministros.....	17
3.1.1.	Electricidad	17
3.1.1.1.	Análisis de parámetros eléctricos	17
3.1.2.	Gasóleo/Gas natural.....	18
3.2.	Sistema constructivo	18
3.3.	Iluminación.....	21
3.4.	Instalaciones térmicas.....	24
3.4.1.	Climatización centralizada.....	24
3.4.1.1.	Generación de calor	24
3.4.2.	Distribución y Unidades terminales	27
3.4.2.1.	Distribución	27
3.4.2.2.	Unidades terminales	28
3.5.	Generación de agua caliente sanitaria (ACS)	30
3.6.	Otros consumidores	30

4.	Medidas de ahorro energético	32
4.1.	Optimización tarifaria.....	32
4.1.1.	Medida 1. Optimización del término de potencia	32
4.2.	Medidas en iluminación	33
4.2.1.	Medida 2: Sustitución de lamparas de fluorescencia lineal por tubos LED	33
4.2.2.	Medida 3: Sustitución de lámparas de halogenuros metálicos por tecnología LED 34	
4.2.3.	Medida 4: Sustitución de lámparas de mercurio por tecnología LED	35
4.3.	Medidas en instalaciones térmicas	36
4.3.1.	Medida 5: Sustitución de las calderas y cambio de combustible.....	36
4.4.	Medidas de gestión energética	37
4.4.1.	Medida 6: Monitorización de consumos energéticos.....	37
4.5.	Otras medidas recomendadas	40
4.5.1.	Medida recomendada 1: Instalación de regletas inteligentes para los equipos ofimáticos	40
4.5.2.	Medida recomendada 2: Realización de una campaña de sensibilización sobre el uso de la energía a los usuarios.....	40
5.	Tabla resumen	42
6.	Conclusiones del estudio	43
7.	ANEXOS.....	44
7.1.	ANEXO I: PLAN DE MANTENIMIENTO	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de identificación	6
Tabla 2: Datos de utilización	7
Tabla 3: Costes energéticos.....	9
Tabla 4: Parámetros de contratación tarifaria	10

Tabla 5: Resumen consumo energético	14
Tabla 6: Ítems de referencia.....	15
Tabla 7: Ratios energéticos	15
Tabla 8: Análisis de parámetros eléctricos.....	17
Tabla 9: Carpintería exterior	20
Tabla 10: Iluminación	23
Tabla 11: Calderas características térmicas	24
Tabla 12: Análisis de los gases de combustión.....	24
Tabla 13: Bombeo	27
Tabla 14: Unidades terminales.....	29
Tabla 15: Equipos de generación de ACS	30
Tabla 16: Otros consumidores	31
Tabla 17: Potencia óptima y ahorro económico	32
Tabla 18: Resumen de Medidas de Ahorro Energético.....	42
Tabla 19: Leyenda de códigos del cronograma de mantenimiento.....	46
Tabla 20: Cronograma de las operaciones de mantenimiento.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Emplazamiento del edificio	6
Figura 2: Vistas generales del edificio	7
Figura 3: Parcela catastral	8
Figura 4: Evolución mensual del consumo eléctrico	10
Figura 5 Perfil de consumo y coste energético por tipo de energía	12

Figura 6: Balance energético por sistemas.....	12
Figura 7: indicadores de consumo	16
Figura 8: Indicadores de costes	16
Figura 9: Indicadores de emisiones.....	16
Figura 10: Cuadros electricos	17
Figura 11: Fachada exterior y detalles de cerramientos	19
Figura 12: Detalles iluminación	21
Figura 13: Distribución de la iluminación.....	22
Figura 14: Calderas.....	25
Figura 15: Termografías calderas	26
Figura 16: Instalaciones de impulsión	27
Figura 17: Termografía de bombas	28
Figura 18 Detalle de fancoils	29
Figura 19: Generadores de ACS.....	30
Figura 20: Otros consumidores	31
Figura 21: Optimización de potencia	¡Error! Marcador no definido.
Figura 22: Tubos LED	33
Figura 23: Lámparas LED	¡Error! Marcador no definido.
Figura 24: Lámparas LED	34
Figura 25: Lámparas LED	35
Figura 26: Fotocélula de detección de nivel de luz natural.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 27: Control de la iluminación	¡Error! Marcador no definido.
Figura 28: Detector de presencia	¡Error! Marcador no definido.
Figura 29: Paneles reflectantes	¡Error! Marcador no definido.
Figura 30: Analizador de redes.....	38

1. DATOS GENERALES DEL CENTRO CONSUMIDOR DE ENERGÍA

En la siguiente tabla se aportan los datos generales útiles para identificar el centro:

Tabla 1: Datos de identificación

NOMBRE CENTRO	PABELLÓN LORENZO DE LA TORRE		CÓDIGO CENTRO	ID 20
			Nº EDIFICIOS	1
UBICACIÓN	DIRECCIÓN	Costa Nova de Abaixo, s/n		
	MUNICIPIO	Santiago de Compostela	TELÉFONO	981528732
PERSONA DE CONTACTO	NOMBRE	Ángel Vázquez		
	CARGO	Técnico de mantenimiento		
	CORREO ELECTRÓNICO	avazquezl@santiagodecompostela.org	TÉLEFONO	981528730

1.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El centro consumidor se encuentra ubicado en la calle Costa Nova de Abaixo/s/n, dentro término municipal de Santiago de Compostela. Se trata de un centro de carácter deportivo en donde se realizan actividades deportivas como la práctica del baloncesto, fútbol, etc y está dotada de las instalaciones pertinentes para tal fin.



Figura 1: Emplazamiento del edificio

1.2. DATOS DE UTILIZACIÓN

En la siguiente tabla se aportan datos sobre el uso general del centro, así como superficies y horario general de utilización:

Tabla 2: Datos de utilización

USO PRINCIPAL DEL CENTRO	DEPORTIVO	AÑO CONSTRUCCIÓN	1997
Nº DE OCUPANTES	80	SUP. CONSTRUIDA (m2)	1395
Nº TOTAL PLANTAS SOBRE RASANTE	1	Nº PLANTAS SUBTERRÁNEAS	1
HORARIO DE ACTIVIDAD	L - V	9:00 - 14:00 y 16:00 - 23:00	
	S - D	12 horas de apertura, según actividad, excepto domingos tarde	

A continuación se muestran algunas imágenes del centro auditado:



Pista



Acceso pista



Entrada principal



Vestuario

Figura 2: Vistas generales del edificio

1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

La construcción del centro, según referencias catastrales data del año 1967, además, en base a dichas referencias, el centro cuenta con una superficie edificada de 23.420m², incluyéndose en esta superficie en todos los edificios que constituyen el Centro de estudios Cooperativos

El emplazamiento del edificio, así como la ausencia de elementos próximos de mayor altura en las orientaciones sur, provocan que reciba una gran cantidad de horas de exposición solar

directa a lo largo del año, no obstante no se dispone de ningún sistema que sea capaz de aprovechar dicho aporte energético.

2. ANÁLISIS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

2.1. DATOS DE FACTURACIÓN POR SUMINISTRO

La energía necesaria para el desarrollo de la actividad del edificio se aporta actualmente con:

- Electricidad
- Gasóleo

El consumo energético en electricidad del centro se ha obtenido a partir de los datos de facturación del año 2015. Respecto al consumo de gasóleo, debido a no disponer de las facturas de la empresa comercializadora, se ha realizado una estimación en función de las características del centro y de su superficie construida.

Durante el periodo citado el centro incurrió en un consumo de 20.431kWh eléctricos y 49.172kWh térmicos que conllevaron un gasto asociado de 3.009,37 € y 3.294,55€ respectivamente.

Tabla 3: Costes energéticos

	KWh	€ (sin IVA)	€/kWh
Electricidad	20431	3.009,37 €	0,131277
Combustible	49172	3.294,55 €	0,06700

Los costes de energía eléctrica indicados son datos reales calculados dividiendo el precio total imputado al centro entre el consumo energético contabilizado. De los precios energéticos se han excluido el IVA, y demás impuestos asociados. Dichos precios serán empleados para el cálculo de las medidas de ahorro energético propuestas.

A continuación se detallan por cada uno de los suministros existentes en la instalación los consumos energéticos realizados durante los periodos registrados:

2.1.1. ELECTRICIDAD

Para el suministro eléctrico, el edificio dispone de un contrato con la compañía comercializadora GAS NATURAL FENOSA de las siguientes características:

Tabla 4: Parámetros de contratación tarifaria

Tarifa de acceso	3.0A
Nº de contador	No disponible
Nº de CUPS	ES0022000007712227GS1P
Potencia contratada (KW)	17,32

La tarifa contratada tiene tres periodos de discriminación (P1, P2 y P3), cada uno con un precio diferente. Los consumos que se muestran en la gráfica siguiente representan la suma de los consumos mensuales de los tres periodos.

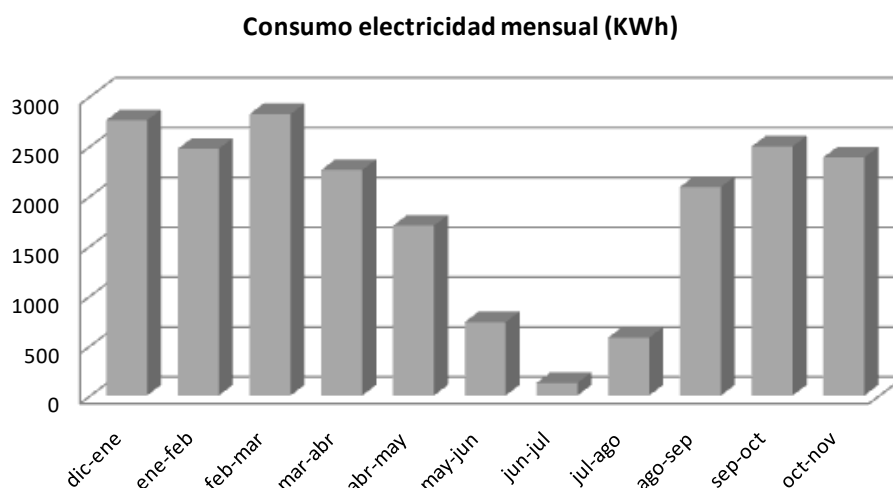


Figura 4: Evolución mensual del consumo eléctrico

La serie empieza en el mes de diciembre de 2014 y termina en el mes de noviembre de 2015. Hay que decir que en la gráfica se refleja el mes de consumo, y no el mes de facturación, siendo éste generalmente el mes siguiente.

Se puede observar cómo el consumo mínimo se produce en el meses de verano, cuando no es necesario la climatización en los vestuarios. Por el contrario, los valores máximos se observan en los meses más fríos.

2.1.2. COMBUSTIBLES

Como se ha comentado, el combustible utilizado en el centro es el gasóleo, del que no se ha podido obtener las facturas para establecer el consumo real. En base a la experiencia de la

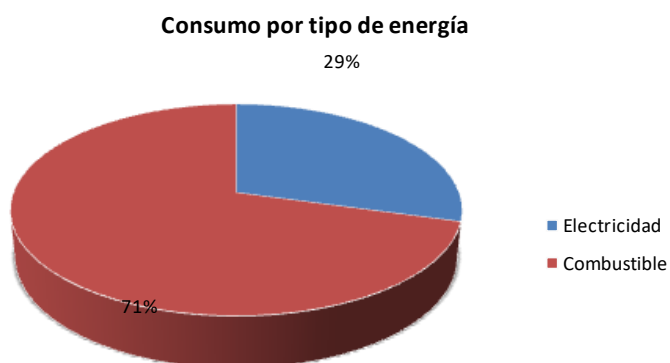
empresa consultora, del uso del centro y de la superficie total construida, se estima un consumo anual de 4.927 litros, que suponen un consumo de 49.171kWh térmicos.

2.1.3. RESUMEN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

Los valores de consumos y costes energéticos anuales de las fuentes energéticas empleadas en el centro se recogen en la siguiente tabla:

ELECTRICIDAD		
Consumo	KWh/año	20.431
Coste	€ año	3.009
Coste unitario	€/kWh	0,131
COMBUSTIBLE		
Consumo	litros/año	4.927
Consumo	KWh/año	49.172
Coste	€ año	3.295
Coste unitario	€/kWh	0,067

Como puede verse en las siguientes gráficas, el uso de combustible supone el 71% de la energía consumida en el centro, correspondiendo el 29% restante a electricidad.



Coste por tipo de energía

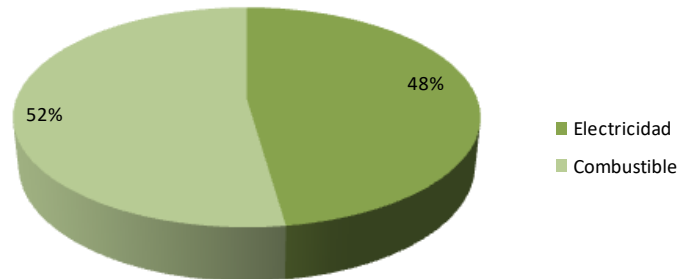


Figura 5 Perfil de consumo y coste energético por tipo de energía

2.2. BALANCE Y RATIOS ENERGÉTICOS

2.2.1. BALANCE ENERGÉTICO

En este apartado se presentan los consumos resultantes del estudio estimativo realizado a partir de los datos de potencia instalada de equipos y horas de funcionamiento, contrastando estos valores con los reales de la facturación y corroborados con las mediciones eléctricas.

Reparto de consumo energético por sistemas

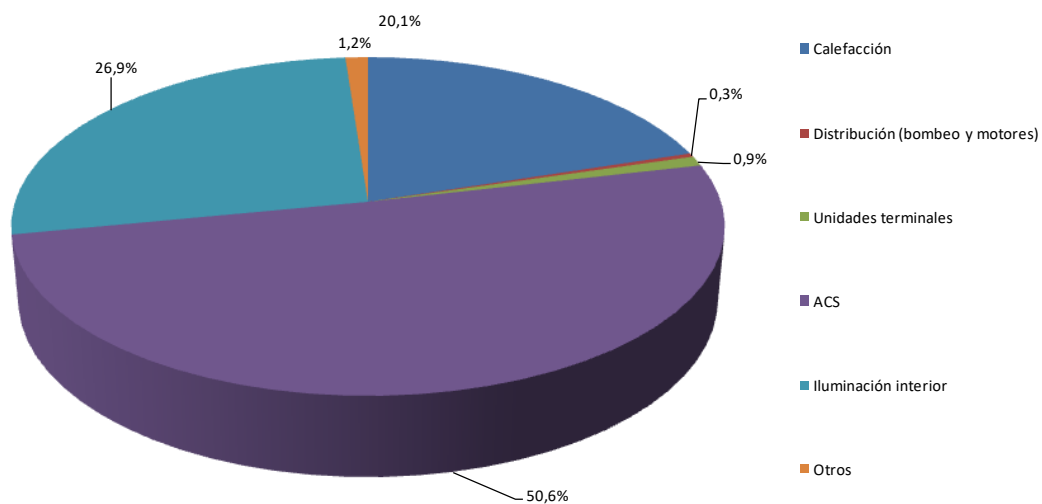


Figura 6: Balance energético por sistemas

En la distribución del consumo de energía total el **agua caliente sanitaria (ACS)** es el sistema que representa un mayor porcentaje de consumo, con un **50,6%** sobre el total. El siguiente consumo de mayor repercusión es la de **iluminación**, que representa un **26,9%**.

El tercer sistema es el apartado de **calefacción**, con el **20,1%**, seguido de **otros** con un **1,2%**, es decir aquellos equipos empleados en la cotidianeidad del centro y que, aunque por sí mismos, no representan un consumo importante, en conjunto si suponen un consumo significativo. Por detrás, seguido de cerca, se encuentra las **unidades terminales**, con un valor del **0,9%**.

Por último se sitúan los consumos distribución y bombeo con un valor del **0,3%**.

Tabla 5: Resumen consumo energético

Sistema		Potencia Calorífica Instalada		Potencia eléctrica instalada		Consumo de combustible		Consumo electricidad		Consumo TOTAL	
		kW	%	kW	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Climatización	Calefacción	58,80	33,6%	-	0,0%	13.972	28,4%	-	0,0%	13.972	20,1%
	Distribución (bombeo y motores)	-	0,0%	0	2,6%	-	0,0%	242	1,2%	242	0,3%
	Unidades terminales	57,50	32,8%	0,68	3,9%	-	0,0%	648	3,2%	648	0,9%
ACS		58,80	33,6%	0	0,0%	35.200,18	71,6%	0	0,0%	35.200	50,6%
Iluminación interior		-	0,0%	13	76,0%	-	0,0%	18.725	91,6%	18.725	26,9%
Otros		-	0,0%	3	17,5%	-	0,0%	817	4,0%	817	1,2%
TOTAL		175	100%	17	100%	49.172	100%	20.432	100%	69.605	100%

2.2.2. RATIOS ENERGÉTICOS

Tabla 6: Ítems de referencia

Ítem	Valor	Unidad
Consumo total	69.603	kWh
Usuario	80	Usuario
Superficie	1.395	m ²
Consumo climatización	13.972	kWh
Consumo iluminación	18.725	kWh
Emisiones consumo eléctrico	7.866	Kg CO ₂ /kWh
Emisiones consumo combustible	12.923	Kg CO ₂ /kWh
Emisiones climatización	3.672	Kg CO ₂ /kWh
Emisiones iluminación	7.209	Kg CO ₂ /kWh

En base a los datos presentados anteriormente, se obtienen los siguientes índices de coste, consumo y emisiones.

Tabla 7: Ratios energéticos

Ítem	Valor	Unidad
Consumo total por usuario (kWh/usuario)	870,0	kWh/usuario
Consumo total por superficie (kWh/m ²)	49,9	kWh/m ²
Consumo climatización por usuario (kWh/usuario)	174,7	kWh/usuario
Consumo climatización por superficie (kWh/m ²)	10,0	kWh/m ²
Consumo iluminación por usuario (kWh/usuario)	234,1	kWh/usuario
Consumo iluminación por superficie (kWh/m ²)	13,4	kWh/m ²
Emisiones totales por usuario (kg de CO ₂ /usuario)	259,9	kg de CO ₂ /usuario
Emisiones totales por superficie (kg de CO ₂ /m ²)	14,9	kg de CO ₂ /m ²
Emisiones climatización por usuario (kg de CO ₂ /usuario)	45,9	kg de CO ₂ /usuario
Emisiones climatización por superficie (kg de CO ₂ /m ²)	2,6	kg de CO ₂ /m ²
Emisiones iluminación por usuario (kg de CO ₂ /usuario)	90,1	kg de CO ₂ /usuario
Emisiones iluminación por superficie (kg de CO ₂ /m ²)	5,2	kg de CO ₂ /m ²
Gasto total por usuario (€/usuario)	78,8	€/usuario
Gasto total por superficie (€/m ²)	4,5	€/m ²
Gasto climatización por usuario (€/usuario)	41,2	€/usuario
Gasto climatización por superficie (€/m ²)	2,4	€/m ²
Gasto iluminación por usuario (€/usuario)	30,7	€/usuario
Gasto iluminación por superficie (€/m ²)	1,8	€/m ²

Consumo energético

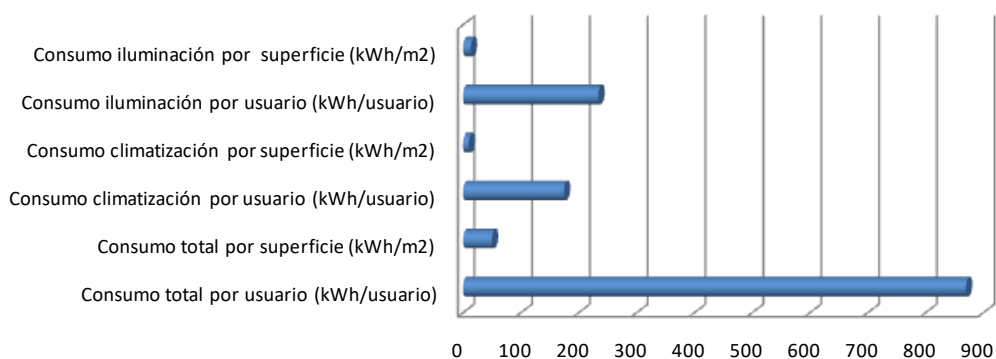


Figura 7: indicadores de consumo

Gasto energético

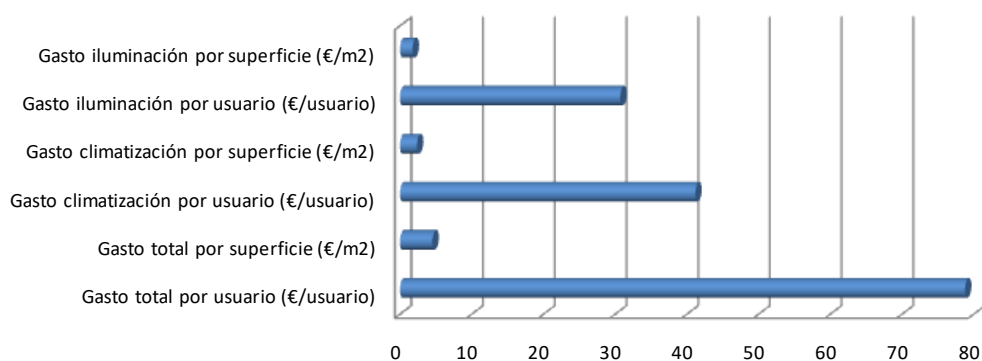


Figura 8: Indicadores de costes

Emisiones

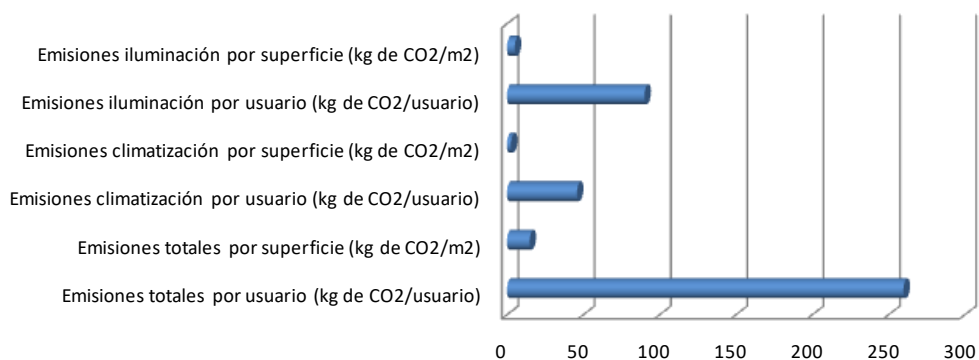


Figura 9: Indicadores de emisiones

3. SISTEMAS ENERGÉTICOS

3.1. SUMINISTROS

3.1.1. ELECTRICIDAD

El suministro de energía eléctrica se realiza en líneas de baja tensión, entrando a través de la acometida de la compañía suministradora a los equipos de medida y, de estos al cuadro general de baja tensión CGBT. Aguasabajo del CGBT se sitúan los cuadros secundarios de planta, cada uno de ellos emplazado en su correspondiente altura.



Figura 10: Cuadro eléctricos

3.1.1.1. ANALISIS DE PARAMETROS ELECTRICOS

Como parte del estudio se ha realizado un análisis de los parámetros eléctricos, situado en el interruptor general con el fin de determinar el carácter consumidor del edificio. A continuación se exponen los resultados obtenidos:

Tabla 8: Análisis de parámetros eléctricos

	LÍNEAS		
	R	S	T
Voltaje (v)	230	231	231
Intensidad (A)	22.32	17.2	13.6
Factor potencia	0.9	0.95	0.94

El dato más interesante de estas tablas es el factor de potencia, que refleja la relación entre la potencia activa y la reactiva, es decir, entre la potencia útil y la aparente. Dicho valor toma valores de 0 a 1, y es conveniente que tome valores superiores a 0,95, ya que a partir de éste límite, las compañías eléctricas suelen aplicar una penalización en la factura.

Como puede verse el centro tiene factores de potencia adecuados.

3.1.2. GASÓLEO

El suministro de gasóleo para la alimentación de las calderas se realiza por carga de los depósitos por parte de la compañía suministradora, desde el cual se alimenta a los equipos generadores de calor.

3.2. SISTEMA CONSTRUCTIVO

A continuación se describe los materiales empleados en los elementos que conforman la envolvente o epidermis del edificio. Estos datos han sido estimados en base a las apreciaciones visuales realizadas por el equipo auditor durante la visita realizada al edificio dado que no se dispone de memoria constructiva del mismo.

- Cubierta: es de tipo inclinada a un agua y metálica.
- Fachada exterior: realizada mediante fábrica de ladrillo revestido mediante mortero de cemento.
- Carpintería exterior: las ventanas de la planta baja son de aluminio sin rotura de puente térmico y doble acristalamiento. Las ventanas de la primera planta son de hierro con vidrio monolítico. Por otra parte, la mayoría de las puertas son de hierro con cristal monolítico y apertura abatible.





Figura 11: Fachada exterior y detalles de cerramientos

A continuación se expone el inventario completo de cerramientos.

Tabla 9: Carpintería exterior

Zona	Ubicación	Unidades	Tipo	Doble	Tipo de apertura	Nº de hojas	Material del marco	Tipo de vidrio	Sombreamiento	Ancho (m)	Alto (m)	Sup. Hueco (m2)	% marco
PI B	Vestuario 1	1	Ventana	No	No practicable	2	Aluminio sin RPT	Vidrio doble	No	3,5	2,4	8,40	15%
PI B	Vestuario 1	1	Ventana	No	Abatible	1	Aluminio sin RPT	-	No	0,2	2,4	0,48	100%
PI B	Vestuario 2	1	Ventana	No	No practicable	2	Aluminio sin RPT	Vidrio doble	No	3,5	2,4	8,40	15%
PI B	Vestuario 2	1	Ventana	No	Abatible	1	Aluminio sin RPT	-	No	0,2	2,4	0,48	100%
PI B	Vestuario 3	1	Ventana	No	No practicable	2	Aluminio sin RPT	Vidrio doble	No	3,5	2,4	8,40	15%
PI B	Vestuario 3	1	Ventana	No	Abatible	1	Aluminio sin RPT	-	No	0,2	2,4	0,48	100%
PI B	Vestuario 4	1	Ventana	No	No practicable	2	Aluminio sin RPT	Vidrio doble	No	3,5	2,4	8,40	15%
PI B	Vestuario 4	1	Ventana	No	Abatible	1	Aluminio sin RPT	-	No	0,2	2,4	0,48	100%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	3	Aluminio sin RPT	Vidrio doble	No	7,47	2,2	16,43	15%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	1	Aluminio sin RPT	Vidrio doble	No	1,92	2,2	4,22	15%
PI B	Almacén	2	Ventana	No	No practicable	1	Aluminio sin RPT	-	No	1,86	0,8	2,98	100%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	1	Aluminio sin RPT	-	No	1,86	0,4	0,74	100%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	1	Rejilla aluminio	-	No	1,86	0,8	1,49	100%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	1	Rejilla aluminio	-	No	1,86	0,4	0,74	100%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	1	Aluminio sin RPT	-	No	0,53	2,35	1,25	100%
PI B	Almacén	1	Ventana	No	No practicable	1	Aluminio sin RPT	-	No	1,39	0,3	0,42	100%
PI B	Almacén	1	Puerta	No	Abatible	1	Rejilla aluminio	-	No	0,86	2,35	2,02	100%
Pista	Tragaluz	5	Ventana	No	No practicable	8	Aluminio sin RPT	Monolítico	No	7,6	3,85	146,30	15%
PI 1	Entrada rampa	1	Puerta	No	Abatible	2	Hierro	Monolítico	Otro	2,4	2	4,80	15%
PI 1	Entrada rampa	1	Ventana	No	No practicable	3	Hierro	Monolítico	Otro	3	3,7	11,10	15%
PI 1	Entrada rampa	2	Ventana	No	No practicable	3	Hierro	Monolítico	Otro	2,4	3,7	17,76	15%
PI 1	Fachada grada	2	Puerta	No	Abatible	2	Hierro	Monolítico	Otro	2,2	2,4	10,56	15%
PI 1	Fachada grada	2	Ventana	No	No practicable	1	Hierro	Monolítico	Otro	2,2	1,3	5,72	15%
PI 1	Fachada grada	1	Ventana	No	No practicable	3	Hierro	Monolítico	Otro	2,2	3,7	8,14	15%
PI 1	Fachada grada	6	Ventana	No	No practicable	3	Hierro	Monolítico	Otro	2,4	3,7	53,28	15%
PI 1	Entrada principal	1	Puerta	No	Abatible	2	Hierro	Monolítico	No	2,2	2,4	5,28	15%
PI 1	Entrada principal	1	Ventana	No	No practicable	1	Hierro	Monolítico	No	2,2	1,3	2,86	15%
PI 1	Entrada principal	2	Ventana	No	No practicable	3	Hierro	Monolítico	No	2,7	3,7	19,98	15%
PI 1	Salida emergencia	1	Puerta	No	Abatible	1	Aluminio sin RPT	Monolítico	No	1,2	2,07	2,48	15%

3.3. ILUMINACIÓN

En las instalaciones del edificio se dispone de las siguientes tipologías de iluminación:

- Fluorescencia compacta: se ubica mayormente en pasillos de vestuarios y acceso a pista, esta compuestas por lámparas de 18 y 26 w.
- Fluorescencia lineal: es la más utilizada en el centro, ubicándose en pasillos, vestuarios, conserjería, sala de calderas, sala de cuadros y aseos. Se encuentran luminarias con 4, 2 y 1 lámparas cada una de 18, 22 o 36 w.
- Halogenuro metálico: constituye la iluminación de la pista, contabilizando 20 luminarias con lámparas de 400 w.
- Led: utilizadas en aseos, vestuarios, enfermería y zona de maquinas, encontrando lámparas de 9,5 w.
- Mercurio: utilizada para la iluminación de la pista, consta de 10 luminarias con una potencia de lámpara de 125 w..



Figura 12: Detalles iluminación

Como se observa en la siguiente gráfica, el 66% de la potencia instalada en iluminación corresponde a halogenuro metálico, siendo ésta tecnología la más utilizada con diferencia del centro.

Reparto de potencia instalada en iluminación

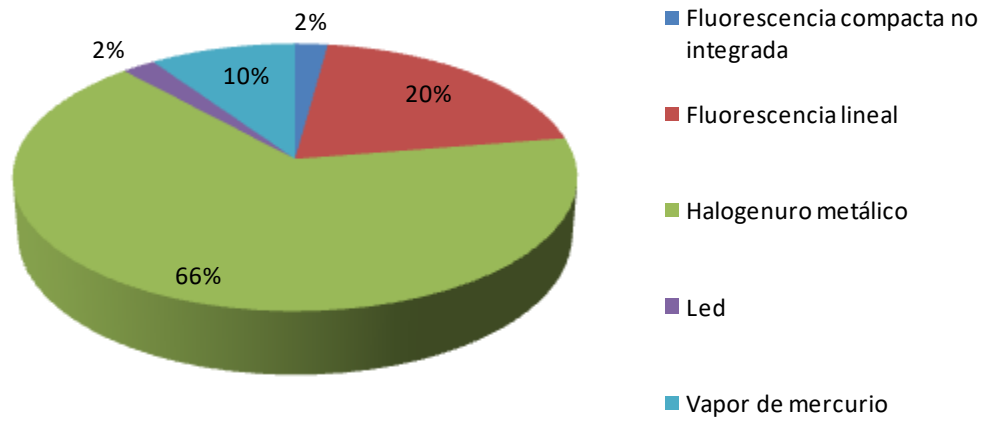


Figura 12: Distribución de la iluminación

A continuación se expone el inventario completo de la iluminación del centro.

Tabla 10: Iluminación

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Nº equipos totales	Pot. equipos (W)	Pot. Total Equipos (W)	Pot Total Lámpara + eq. Aux. (W)	Control
PI B	Sala calderas	Fluorescencia lineal	electromagnético	2	2	4	36	144	4	5	20	164	Manual
PI B	Sala cuadro	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	36	36	1	5	5	41	Manual
PI B	Zona de máquinas	led	nada	1	1	1	9,5	9,5	1	0	0	9,5	Manual
PI B	Aseos hombres	led	nada	5	1	5	9,5	47,5	5	0	0	47,5	Manual
PI B	Aseos mujeres	led	nada	5	1	5	9,5	47,5	5	0	0	47,5	Manual
PI B	Zona de aseos	Fluorescencia lineal	electromagnético	2	1	2	22	44	2	6	12	56	Manual
PI B	Aseo minusv.	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	18	18	1	6	6	24	Manual
PI B	Aseo minusv.	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	22	22	1	6	6	28	Manual
PI B	Pasillo vestuarios	Fluorescencia compacta no integrad	electromagnético	1	1	1	18	18	1	6	6	24	Manual
PI B	Pasillo vestuarios	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	18	18	1	6	6	24	Manual
PI B	Pasillo vestuarios	Fluorescencia lineal	electromagnético	6	1	6	36	216	6	5	30	246	Manual
PI B	Pasillo vestuarios	Fluorescencia compacta no integrad	electrónico	4	2	8	26	208	8	3	24	232	Manual
PI B	Vestuario 1	Fluorescencia lineal	electromagnético	4	2	8	36	288	8	5	40	328	Manual
PI B	Vestuario 1, aseos	led	nada	3	1	3	9,5	28,5	3	0	0	28,5	Manual
PI B	Vestuario 1, duchas	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	2	6	12	48	Manual
PI B	Vestuario 2	Fluorescencia lineal	electromagnético	4	2	8	36	288	8	5	40	328	Manual
PI B	Vestuario 2, aseos	led	nada	3	1	3	9,5	28,5	3	0	0	28,5	Manual
PI B	Vestuario 2, duchas	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	2	6	12	48	Manual
PI B	Vestuario 3	Fluorescencia lineal	electromagnético	4	2	8	36	288	8	5	40	328	Manual
PI B	Vestuario 3, aseos	led	nada	3	1	3	9,5	28,5	3	0	0	28,5	Manual
PI B	Vestuario 3, duchas	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	2	6	12	48	Manual
PI B	Vestuario 4	Fluorescencia lineal	electromagnético	4	2	8	36	288	8	5	40	328	Manual
PI B	Vestuario 4, aseos	led	nada	3	1	3	9,5	28,5	3	0	0	28,5	Manual
PI B	Vestuario 4, duchas	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	2	6	12	48	Manual
PI B	Vestuario árbitros	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	2	6	12	48	Manual
PI B	Vestuario árbitros	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	36	72	2	5	10	82	Manual
PI B	Vestuario árbitros, aseos	led	nada	2	1	2	9,5	19	2	0	0	19	Manual
PI B	Vestuario árbitros, duchas	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	2	6	12	48	Manual
PI B	Enfermería	led	nada	3	1	3	9,5	28,5	3	0	0	28,5	Manual
PI B	Almacén	Fluorescencia lineal	electromagnético	6	1	6	36	216	6	5	30	246	Manual
PI B	Acceso pista	Fluorescencia compacta no integrad	electromagnético	1	1	1	18	18	1	6	6	24	Manual
PI B	Acceso pista	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	36	36	1	5	5	41	Manual
Pista	Pista	mercurio	mercurio	10	1	10	125	1250	10	0	0	1250	Manual
Pista	Pista	halogenuro metálico	halogenuro	20	1	20	400	8000	20	30	600	8600	Manual
PI 1	Conserjería	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	4	4	18	72	4	6	24	96	Manual
PI 1	Aseo minusv.	led	nada	2	1	2	9,5	19	2	0	0	19	Manual

3.4. INSTALACIONES TÉRMICAS**3.4.1. CLIMATIZACIÓN CENTRALIZADA****3.4.1.1. GENERACIÓN DE CALOR**

La producción de calor para climatización se lleva a cabo a través de dos calderas de la marca ROCA GO 50/45GT, la primera para el sistema de calefacción y la segunda para ACS.

Las calderas se encuentran en una sala de calderas en la planta baja.

Tabla 11: Calderas, características técnicas

Marca / modelo	Ubicación	Uds	Tipo	Combustible	Sistema	Potencia térmica (kW)	Rendimiento (%)	Tipo de regulación	Zona de suministro
ROCA GO 50/45GT	Sala calderas	1	Convencional	Gasóleo	Calefacción	58,80	90,9%	Sin regulación	General
ROCA GO 50/45GT	Sala calderas	1	Convencional	Gasóleo	ACS	58,80	88,4%	Sin regulación	General
						117,60			

Los rendimientos resaltados en color rojo de la tabla, dado que no han sido posible su medida, se han estimado a partir de datos de calderas de similares características.

Durante la visita a las instalaciones se realizó un análisis de los gases de combustión de las calderas, a fin de determinar el estado actual de las instalaciones.

Tabla 11: Análisis de los gases de combustión

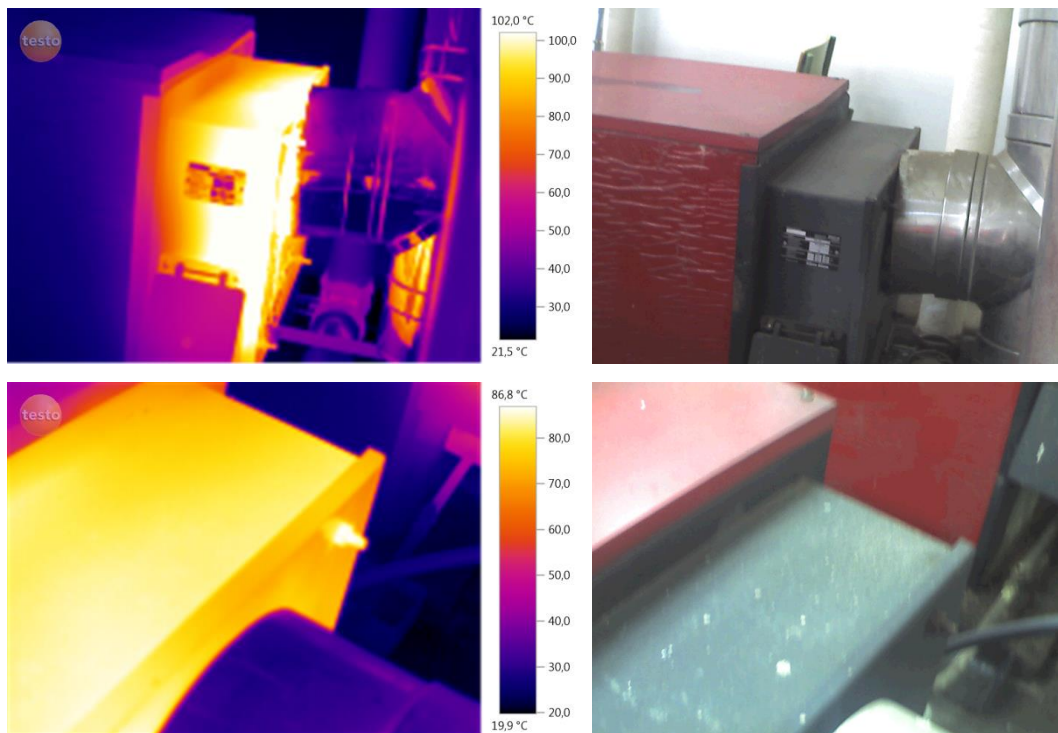
	Calefacción	ACS
°C	194	223,5
% O ₂	6,3	7,8
ppm CO	209	150
λ	1,43	1,59
% CO ₂	10,85	9,74
Rendimiento %	90,9	88,4

Dado que la visita al centro se realizó en época estival, los equipos generadores fueron puestos en marcha para realizar las medidas térmicas, no obstante para no interferir en el confort de los usuarios del centro, los equipos generadores no alcanzaron las condiciones normales de funcionamiento, por lo que las medidas efectuadas pueden contener alguna alteración con respecto a los valores de operación normales.



Figura 13: Calderas

A continuación se muestran algunas de las capturas termográficas realizadas a las calderas, en ellas se observa que dichos equipos no presentan defectos en el estado de su envolvente ni fugas de agua caliente.



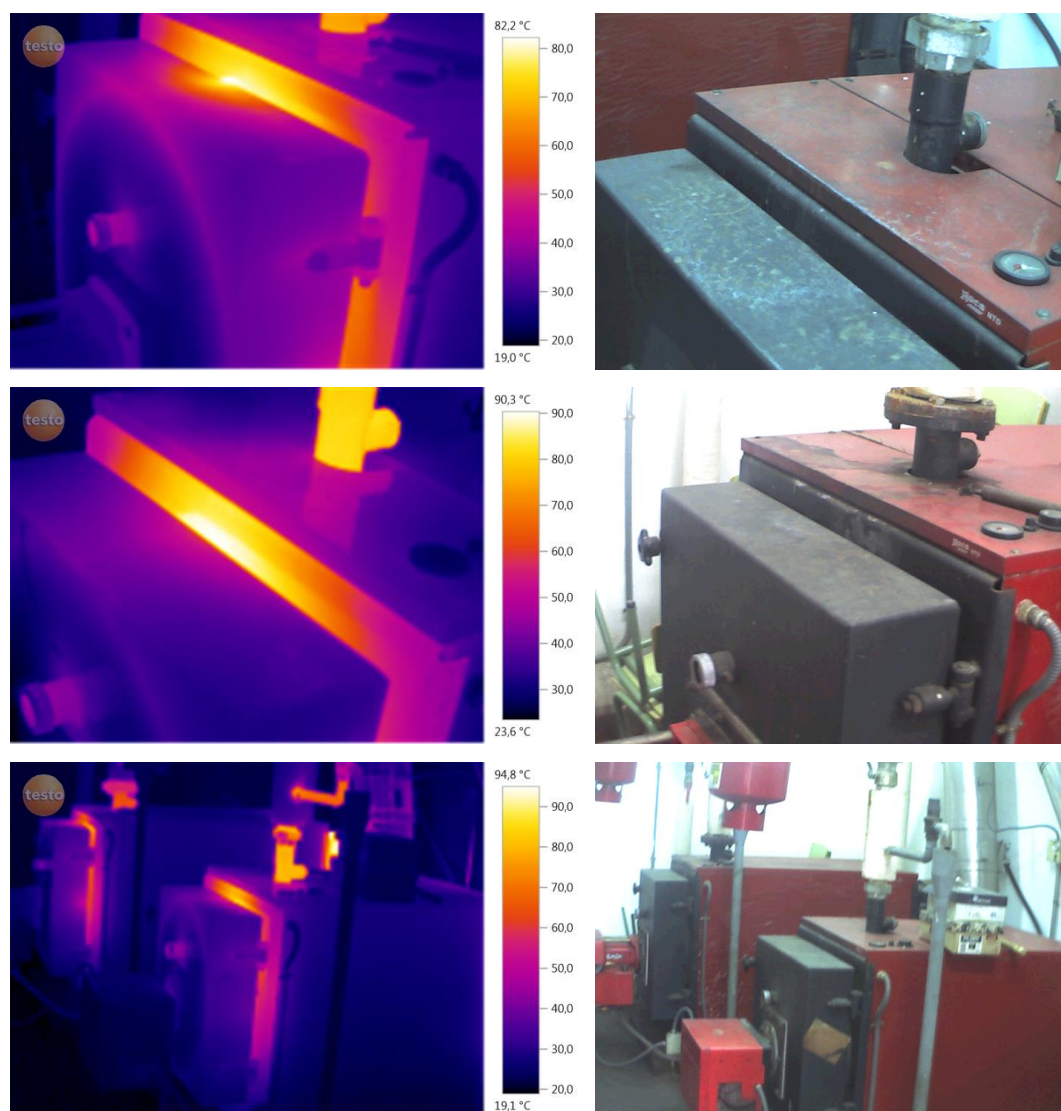


Figura 14: Termografías calderas

3.4.2. DISTRIBUCIÓN Y UNIDADES TERMINALES

3.4.2.1. DISTRIBUCIÓN

La distribución del agua caliente de los sistemas generadores se realiza a través de tuberías hasta los climatizadores instalados.

Para impulsar el agua proveniente de los equipos de generación de calor, se dispone de cinco bombas que impulsan el agua caliente desde el colector de distribución hacia las unidades terminales.

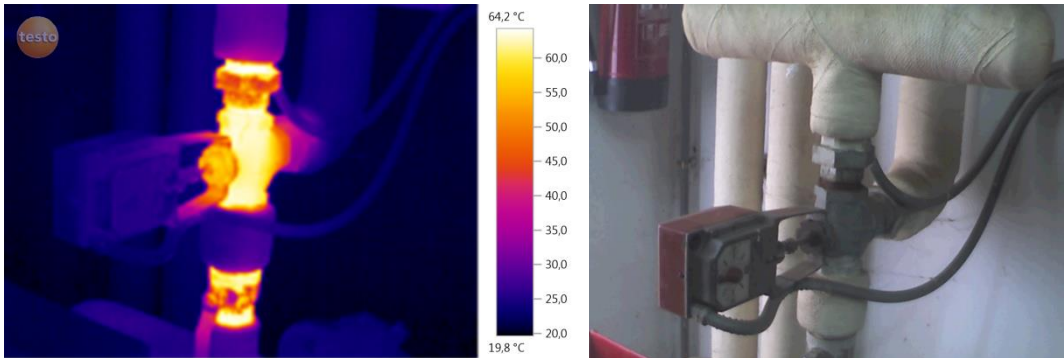
Tabla 12: Bombeo

Marca / modelo	Ubicación	Sistema / circuito	Unidades	Potencia (kW)	Variador	Nº Bombas en reserva
GRUNDFOS UPC 32-60	Sala calderas	ACS	2	0,16	No	1
GRUNDFOS UPC 40-60	Sala calderas	Calefacción	2	0,19	No	1
ROCA SB 50XA	Sala calderas	Acumulador	1	0,10	No	0
				0,44		



Figura 15: Instalaciones de impulsión

A continuación se muestra una captura realizada a los sistemas de impulsión de agua caliente, en la misma no se observan defectos en el aislamiento de la instalación masallá de las pérdidas producidas a través de los equipos de impulsión, no obstante estas pérdidas energéticas no se consideran una ineficiencia dada la dificultad de aislar dichos equipos.



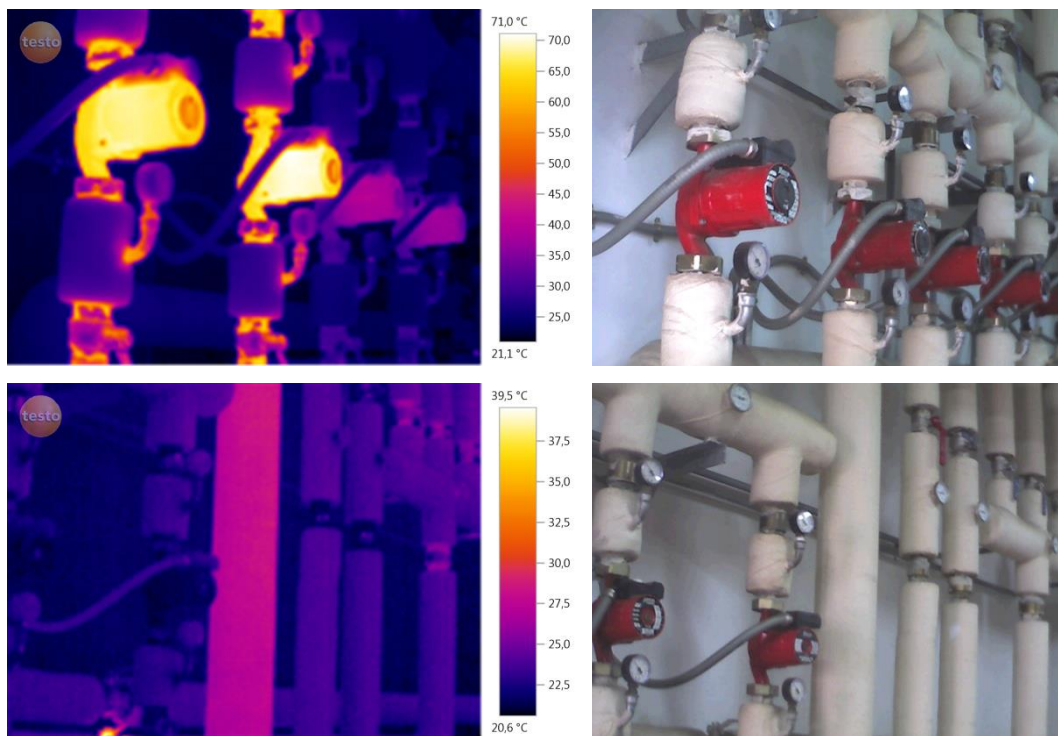


Figura 16: Termografía de bombas

3.4.2.2. UNIDADES TERMINALES

Como unidades terminales del sistema de climatización, el edificio dispone de una serie de fancoils. Estos equipos emiten energía térmica por convección.





Figura 17: Detalle de fancoils

Tabla 13: Unidades terminales

Marca / modelo	Ubicación	Zona de servicio	Tipo	Unidades	Potencia calorífica (kW)	Potencia (kW)	Caudal (m3/h)	Conducciones
Ventil Sabiana VS 92	Vestuario 1	Vestuario 1	Split	1	11,5	0,135	900	2 tubos
Ventil Sabiana VS 92	Vestuario 2	Vestuario 2	Split	1	11,5	0,135	900	2 tubos
Ventil Sabiana VS 92	Vestuario 3	Vestuario 3	Split	1	11,5	0,135	900	2 tubos
Ventil Sabiana VS 92	Vestuario 4	Vestuario 4	Split	1	11,5	0,135	900	2 tubos
Ventil Sabiana VS 92	Vest. Árbitro	Vest. Árbitro	Split	1	11,5	0,135	900	2 tubos

3.5. GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

El agua caliente sanitaria se genera mediante una caldera de la marca ROCA GO 50/45 GT. En la siguiente tabla se exponen las características técnicas de ella.

Tabla 14: Equipos de generación de ACS

Zona	Ubicación	Tipo producción	Marca/modelo	Zona suministro	Unidades	Potencia eléctrica (KW)	Volumen acumulación (l)
PI B	Sala calderas	Caldera	ROCA GO 50/45 GT	General	1	0	1500
TOTAL					1	0	



Figura 18: Generador de ACS

3.6. OTROS CONSUMIDORES

El centro dispone además en sus instalaciones, con otros equipos consumidores que no han sido mencionados en los puntos anteriores. Se trata de equipos empleados en la cotidianeidad del centro y que aunque, por si mismos, no representan un consumo importante, en conjunto si suponen un consumo energético significativo. Se trata de equipos tales como marcador electrónico, equipo de audio, motor canasta, radiadores eléctricos, etc.

Tabla 15: Otros consumidores

Zona	Ubicación	Tipo de consumidor	Unidades	Potencia (W)
Pl B	Almacén	Extractor baño	1	500
Pista	Pista	Motor canasta	2	370
Pista	Pista	Marcador electrónico	1	200
Pl 1	Conserjería	Equipo Audio	3	20
Pl 1	Conserjería	Calefactor/Radiador	1	1500

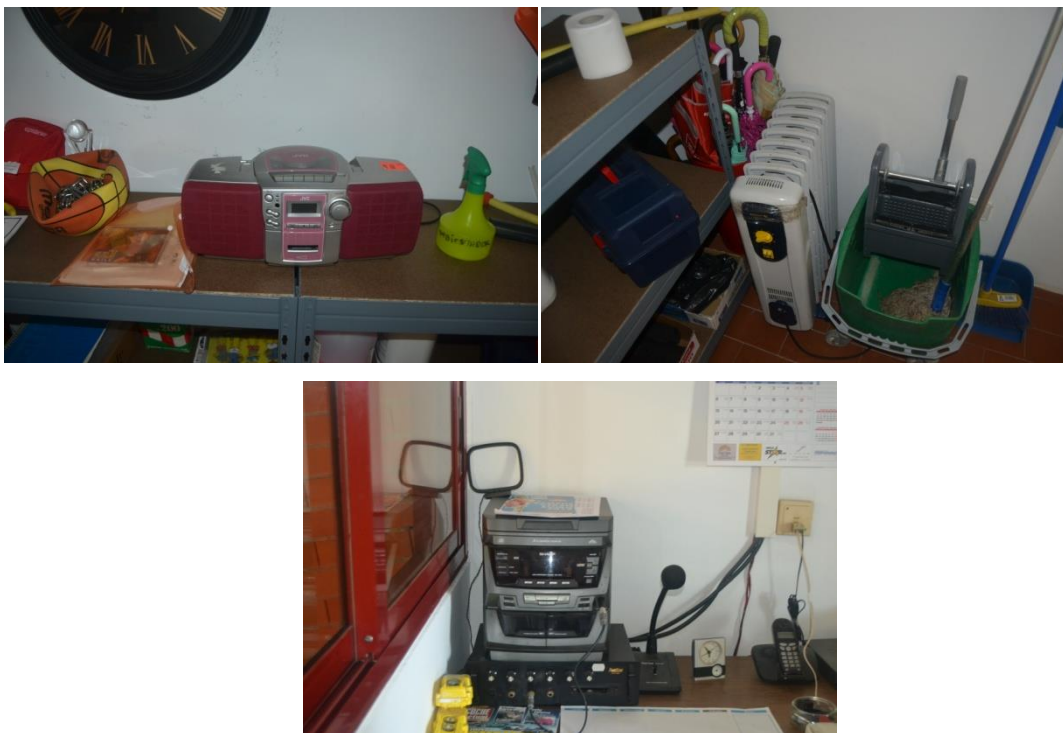


Figura 19: Otros consumidores

4. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

A continuación se exponen brevemente las medidas de ahorro energético propuestas para el centro incluyendo la cuantificación del ahorro energético y económico.

Se ha considerado un criterio de rentabilidad de las medidas a partir de 7 años, se trata de una valoración subjetiva, ya que será la propiedad la que decida la rentabilidad real de la medida.

4.1. OPTIMIZACIÓN TARIFARIA

4.1.1. MEDIDA 1. OPTIMIZACIÓN DEL TÉRMINO DE POTENCIA

La optimización tarifaria consiste en adecuar la potencia contratada con la empresa comercializadora a la potencia real demandada, de forma que se ahorren costes innecesarios, ya sea por penalizaciones sufridas por excesos de potencia demandada, o por un sobredimensionamiento de la potencia contratada.

La facturación de la potencia depende por un lado de la potencia contratada (P_c), y por otro de la potencia demandada por la instalación (P_d). Pueden ocurrir las siguientes situaciones:

- Si $P_d \leq 0,85 \times P_c$ se facturará siempre $0,85 \times P_c$
- Si $0,85 \times P_c \leq P_d \leq 1,05 \times P_c$ se facturará P_d
- Si $P_d > 1,05 \times P_c$ se facturará según la ecuación:
 $P_d + 2 \times (P_d - 1,05 P_c)$

Por otro lado, la potencia contratada en un periodo debe ser igual o mayor que la potencia contratada en el periodo anterior:

$$P_{\text{punta}} \leq P_{\text{lano}} \leq P_{\text{valle}}$$

A continuación se muestra la optimización realizada, en donde se ha estudiado qué potencia se adecúa mejor a las necesidades de demanda del centro, y el ahorro económico que supone.

Tabla 16: Potencia óptima y ahorro económico

POTENCIA CONTRATADA	17,32kW
POTENCIA ÓPTIMA	13kW
AHORRO ECONÓMICO	206,86€

4.2. MEDIDAS EN ILUMINACIÓN

4.2.1. MEDIDA 2: SUSTITUCIÓN DE LAMPARAS DE FLUORESCENCIA LINEAL POR TUBOS LED

Gran parte de la iluminación del centro, se iluminan mediante lámparas de fluorescencia lineal. Si bien este tipo de iluminación presta unas buenas condiciones lumínicas, existen soluciones más eficientes que igualan dichas prestaciones.

Se propone la sustitución de los tubos actuales de tipo T8 por tubos LED. La sustitución de los tubos no es directa, sino que antes requiere la adaptación de la luminaria y la eliminación del equipo de arranque, lo que además aporta un ahorro energético añadido.



Figura 20: Tubos LED

Otra de las ventajas que presenta la instalación de tubos LED es el aumento de la vida útil de la instalación, un tubo LED presenta una duración de 60.000 horas frente a las 20.000 horas como máximo de los tubos convencionales. El aumento de la vida útil proporciona además un ahorro económico añadido debido a sus menores costes por reposición y mantenimiento.

En resumen se propone la sustitución de:

- 52 tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 18 W
- 21 tubos fluorescentes T8 de 18 W por tubos LED de 10 W

Se indica a continuación el análisis de viabilidad de la propuesta, evaluando el ahorro energético, económico-financiero y la mejora ambiental producida.

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	1.694,7
Ahorro Económico (€/año)	222,47

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Inversión (€)	1.542
Período de Retorno (años)	6,93
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	0,65
Evaluación de la propuesta	RENTABLE

4.2.2. MEDIDA 3: SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS POR TECNOLOGIA LED

La tecnología LED es sumamente eficiente y emite una luz blanca con un nivel uniforme de alta calidad, brillo e intensidad, al mismo tiempo que reduce el coste de energía hasta un 80%.

Las lámparas LED presentan además una vida útil muy superior al resto de lámparas, en torno a 50.000 horas según fabricantes, lo que repercute en un menor mantenimiento y coste por reposición. A esto se le une la ausencia de contenido en Mercurio y la baja generación de residuos.



Figura 21: Lámparas LED

En resumen se propone la sustitución de:

- 20 lámparas de halogenuros metálicos de 400 W por lámparas LED de 70 W

Se indica a continuación el análisis de viabilidad de la propuesta, evaluando el ahorro energético, económico-financiero y la mejora ambiental producida.

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	11.016

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Económico (€/año)	1.446,14
Inversión (€)	3.600
Período de Retorno (años)	2,49
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	4,24
Evaluación de la propuesta	RENTABLE

4.2.3. MEDIDA 4: SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE MERCURIO POR TECNOLOGIA LED

Parte del alumbrado interior del centro, la zona de pista, se basa en luminarias que portan lámparas de mercurio.

La tecnología LED es sumamente eficiente y emite una luz blanca con un nivel uniforme de alta calidad, brillo e intensidad, al mismo tiempo que reduce el coste de energía hasta un 80%.

Las lámparas LED presentan además una vida útil muy superior al resto de lámparas, en torno a 50.000 horas según fabricantes, lo que repercute en un menor mantenimiento y coste por reposición. A esto se le une la ausencia de contenido en Mercurio y la baja generación de residuos.



Figura 22: Lámparas LED

En resumen se propone la sustitución de:

- 10 lámparas de mercurio de 125 W por lámparas LED de 70 W

Se indica a continuación el análisis de viabilidad de la propuesta, evaluando el ahorro energético, económico-financiero y la mejora ambiental producida.

EVALUACION DE LA PROPUESTA

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	841,5
Ahorro Económico (€/año)	110,5
Inversión (€)	1.800
Período de Retorno (años)	16,29
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	0,32
Evaluación de la propuesta	NO RENTABLE

4.3. MEDIDAS EN INSTALACIONES TÉRMICAS

4.3.1. MEDIDA 5: SUSTITUCIÓN DE LAS CALDERAS Y CAMBIO DE COMBUSTIBLE

Actualmente el centro dispone de equipos de generación térmica alimentados con gasóleo. Dado el elevado precio de este combustible, así como su bajo rendimiento, se plantea la sustitución de dicho suministro energético por otro.

Se propone la sustitución de las calderas de Calefacción actuales de gasóleo por calderas de condensación de gas natural, que presentan un rendimiento superior.

Esta propuesta queda condicionada a la conexión a la red de gas natural ya que las calderas de condensación precisan trabajar con este combustible.

Las calderas de condensación son calderas de alto rendimiento basado en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de combustión. La tecnología de condensación aumenta significativamente la eficiencia de la caldera cuyo rendimiento llega a ser de hasta el 109%. El vapor de agua contenido en los gases de combustión contienen energía y esta energía, es recuperada y transformada en energía adicional.

Se indica a continuación el análisis de viabilidad de la propuesta, evaluando el ahorro energético, económico-financiero y la mejora ambiental producida.

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	0
Ahorro Económico (€/año)	1.573,51
Inversión (€)	2.655
Período de Retorno (años)	1,69
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	0
Evaluación de la propuesta	RENTABLE

4.4. MEDIDAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA

4.4.1. MEDIDA 6: MONITORIZACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

Actualmente la facturación de los suministros de energía es el único registro de consumo energético que se recoge.

Se propone una gestión básica mediante monitorización del consumo eléctrico del edificio basada en la instalación de un único analizador de redes en el interruptor general del CGBT.

Con estos sistemas de monitorización pueden alcanzarse **ahorros energéticos entre un 5 y un 15%** aproximadamente, ya que permiten ventajas como:

1. Detección de **consumos pasivos** innecesarios en las instalaciones (iluminación, climatización, ventiladores, equipos informáticos, etc.).
2. Establecimiento de **perfiles de consumo** energético para comprobar si se está consumiendo más de lo previsto.
3. Gracias a los datos obtenidos puede plantearse la **reducción de la potencia eléctrica conectada**, reduciendo los importes de la factura eléctrica.

4. Ajustar el consumo a los **períodos del día** en que las tarifas son más económicas (horas fuera de punta).
5. **Descubrir rendimientos** por debajo de lo previsto en equipos consumidores (climatización, ventilación, compresores...), debido a su envejecimiento o por un mal mantenimiento.
6. Se convierte en una herramienta para efectuar **mantenimiento preventivo**, al detectar posibles problemas en equipos consumidores, antes de una avería.
7. Informa de los consumos de **energía reactiva**, pudiendo actuar en la reducción del factor de.
8. Ofrece la **Medición y Verificación** necesaria para la contratación de empresas de Servicios Energéticos.
9. Aumenta la **concienciación** de los trabajadores para el ahorro energético.

Los sistemas de monitorización envían los datos de consumo medido a un servidor web desde el cual, el responsable energético del centro puede observar, en tiempo real el consumo efectuado en el mismo. Para ello estos sistemas se conectan a internet mediante un cable RJ-45 a través del servidor del centro o, mediante una conexión inalámbrica GSM.



Figura 23: Analizador de redes

Se indica a continuación el análisis de viabilidad de la propuesta, evaluando el ahorro energético, económico-financiero y la mejora ambiental producida.

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	1.022
Ahorro Económico (€/año)	134
Inversión (€)	900
Período de Retorno (años)	6,71
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	0,39

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Evaluación de la propuesta	RENTABLE

4.5. OTRAS MEDIDAS RECOMENDADAS

A continuación se expresan otras medidas de ahorro energético evaluadas pero finalmente descartadas dada su inviabilidad técnica o económica.

4.5.1. MEDIDA RECOMENDADA 1: INSTALACIÓN DE REGLETAS INTELIGENTES PARA LOS EQUIPOS OFIMÁTICOS

Actualmente casi cualquier puesto de trabajo, máxime cuando se trata de edificios de oficinas, cuenta con ordenadores personales, impresoras, escáneres, fotocopadoras, máquinas de fax, etc.

Durante las horas en las que no hay actividad por permanecer el edificio cerrado, los equipos permanecen apagados, sin embargo las fuentes de alimentación de los equipos informáticos producen consumos “fantasmas” como consecuencia de que se encuentran conectados a red.

Se propone el uso de regletas inteligentes para los equipos informáticos, de modo que cuando se desconecte el ordenador principal se apaguen también los equipos asociados, como impresoras, faxes, escáneres o incluso otros ordenadores secundarios. De este modo se eliminarán los consumos “fantasma” provocados por la conexión a red de los equipos.

El uso de sistemas de ahorro de energía durante los periodos en los que no se estén utilizando los equipos informáticos reducirá el consumo eléctrico.

Además, se propone la configuración de todos los equipos ofimáticos comunes (tales como impresoras o escáneres) en modo “powersave” o de bajo consumo.

En caso de que se vaya a proceder a la sustitución de algunos equipos ofimáticos, es recomendable adquirir ordenadores y monitores “EnergyStar”.

4.5.2. MEDIDA RECOMENDADA 2: REALIZACIÓN DE UNA CAMPAÑA DE SENSIBILIZACIÓN SOBRE EL USO DE LA ENERGÍA A LOS USUARIOS

Dependiendo de los medios empleados, el impacto de este tipo de campañas puede suponer hasta un 5% de ahorro en agua y energía.

Se propone realizar una campaña de sensibilización a los usuarios de las instalaciones, para concienciar sobre la importancia del buen uso de la energía y el agua. Dentro de la campaña se tratarían los siguientes aspectos:

- Medidas básicas de ahorro de agua.
- Gestión de equipos ofimáticos: apagados, modos de ahorro durante ausencias, programación de equipos comunes, etc.

- Uso de la iluminación, aprovechamiento de la luz natural, etc.

La campaña puede incluir presentaciones audiovisuales y material impreso para su difusión entre el personal del centro.

La campaña podría ir reforzada con mensajes en puntos estratégicos a través de paneles o pegatinas. Por ejemplo, en aseos, junto a las ventanas, etc.

5. TABLA RESUMEN

Tabla 17: Resumen de Medidas de Ahorro Energético

Medida de ahorro energético	Consumo actual (kWh)	Consumo futuro (kWh)	Ahorro eléctrico (kWh)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	P.R.S (años)	Reduccion T de CO2/año	Ahorro Energético Total (%)
Optimización tarifaria	-	-	-	209	-	INMEDIATO	-	0,00%
Sustitución de tubos de fluorescencia lineal por tecnología led	2.992	1.297	1.695	222	1.542	6,93	0,65	2%
Sustitución de halogenuros metálicos por tecnología led	13.158	2.142	11.016	1.446	3.600	2,49	4,24	15,83%
Sustitución de la caldera y cambio de combustible	49.172	49.172	-	1.574	2.655	1,69	-	0,00%
Monitorización y gestión del consumo energético	20.431	19.409	1.022	134	900,00	6,71	0,39	1,47%
			13.732	3.585	8.697	2,43	5,29	19,73%

6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

El estudio realizado al Pabellón Lorenzo de la Torre determina que la implantación de todas las medidas de ahorro energético propuestas puede alcanzar un ahorro energético en torno a:

- **13.732 kW** de electricidad al año, lo que representa aproximadamente un **19,73%** de la energía anual consumida por todo el centro.

Los ahorros que se consiguen con estas medidas ascienden a más de **3.585 €** anuales.

El ahorro de emisiones de CO₂ conseguidas es de alrededor de **5,29 T de CO₂** al año-

El periodo de retorno simple global de las acciones recomendadas es de **2,43** años.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I: PLAN DE MANTENIMIENTO

Es indiscutible la importancia del mantenimiento de las instalaciones para el correcto funcionamiento de un centro. Podemos diferenciar la importancia del mantenimiento desde dos enfoques: punto de vista de la gestión, y de los usuarios.

Desde el punto de vista de la gestión, la importancia del mantenimiento reside en la continua actualización de equipos y prevención de fallos y paradas en sistemas, con la consiguiente repercusión en el correcto uso que hacen los usuarios del centro. Un buen mantenimiento evita costes relacionados con paradas, sustitución de elementos por rotura o costes energéticos excesivos debido a un mal funcionamiento de los sistemas.

Por otro lado, los usuarios del centro precisan de unas instalaciones seguras, confortables, saludables y adecuadas a las actividades que se desarrollan en el edificio. Además debe cumplir con unas condiciones óptimas de ergonomía, niveles de iluminación, etc., de acuerdo con la actual legislación de seguridad y salud. El mantenimiento es la actuación que debe garantizar que estas condiciones se cumplen.

Podemos definir el mantenimiento como *cualquier actividad, como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones necesarias para mantener o reparar una unidad funcional de forma que ésta pueda cumplir sus funciones.*

Por lo tanto, el objetivo de las tareas de mantenimiento no es otro que maximizar el buen estado de funcionamiento de las instalaciones presentes en el edificio a un coste razonable. El mal funcionamiento de instalaciones provocará molestias y costes que repercutirán directamente en el día a día de los usuarios.

El presente documento se centra en determinar para las instalaciones inventariadas durante el proceso de Auditoría Energética una serie de actuaciones para el mantenimiento de las mismas desde el punto de vista de la conservación de las propias instalaciones así como la detección de fallos antes de su aparición (mantenimiento preventivo) y, por supuesto, el punto de vista de la eficiencia energética.

Las actuaciones propuestas engloban diferentes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo: reparar o substituir instalaciones o sistemas averiados o con un funcionamiento deficiente. Se produce como consecuencia de una avería inesperada.
- Mantenimiento preventivo: actúa antes de que se produzca la avería del sistema o instalación. Se realiza mediante inspecciones, verificaciones y revisiones.

- Mantenimiento energético-ambiental: consiste no solo en mantener buenas condiciones de funcionamiento, sino además que el mismo se realice con un consumo mínimo de energía, así como un impacto ambiental también mínimo.

A continuación se presenta un cronograma de las actuaciones de mantenimiento a realizar clasificadas por sistemas y subsistemas, en donde se propone el responsable de llevar a cabo cada actuación. En dicho cronograma se presentan actuaciones con una periodicidad superior al trimestre. Las actuaciones propuestas con una periodicidad menor, ya sean mensuales o permanentes no se incluyen en el gráfico por cuestión de espacio disponible en el mismo. Sin embargo estas actuaciones quedan recogidas en las tablas que se exponen a continuación del cronograma.

En las siguientes tablas se reflejan las gamas de operaciones de mantenimiento clasificadas por cada grupo de instalaciones así como su periodicidad.

Tabla 18 Leyenda de códigos del cronograma de mantenimiento

Codigo Sistemas	
E	Electricidad
EC	Elementos Constructivos
ITC	Instalaciones térmicas calefacción
SD	Sistema de Distribución
SI	Sistema de Iluminación
UD	Unidades terminales

Código Subsistema	
E_CE	Cuadros eléctricos
E_RT	Red de tierra
EC_Carp	Carpintería y elementos de protección (ventanas, puertas, persianas, rejas y barandillas)
ITC_Gral	General
ITC_>1000	Instalaciones de potencia térmica nominal > 1.000 kW
ITC_>70	Instalaciones de potencia térmica nominal > 70 kW
ITC_5<P<70	Instalaciones de potencia térmica nominal 5 < P < 70 kW
SD_dist_GP	Red de distribución y grupos de presión
SI_I	Iluminación
UD_DA	Distribución de aire
UD_E	Emisores

Código Responsable	
Especialista	
Mantenedor autorizado	
Usuarios	
Instalador autorizado	
Empresa suministradora	
Organismo de control	
Técnico competente	

Tabla 19 Cronograma de las operaciones de mantenimiento

			AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5			AÑO 6			AÑO 7			AÑO 8			AÑO 9			AÑO 10		
SISTEMA	SUBSISTEMA	TAREAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
EC	EC_Carp	Las juntas de estanqueidad en la carpintería y entre la carpintería y los vidrios																														
EC	EC_Carp	Los sistemas de evacuación																														
EC	EC_Carp	Junta de sellado entre carpinterías y alfeizares																														
EC	EC_Carp	Estado de los herrajes de colgar y seguridad																														
EC	EC_Carp	La pintura de la carpintería y la cerrajería																														
EC	EC_Carp	Mecanismos de cierre y maniobra																														
EC	EC_Carp	Los elementos de fijación y anclaje de las carpinterías, rejas y barandillas																														
EC	EC_Carp	Ataques de termitas, carcoma, hongos por humedad, etc., en elementos de madera																														
EC	EC_Carp	Estanqueidad																														
EC	EC_Carp	Mecanismos de cierre y maniobra																														
EC	EC_Carp	Cintas, guías y topes de persianas																														
EC	EC_Carp	Estado de los anclajes de precercos o cercos a las paredes																														
E	E_CE	Caja general de protección																														
E	E_CE	Estado, aislamiento y caída de tensión de conductores, línea repartidora, y líneas individuales y de distribución																														
E	E_CE	Estado de precintos																														
E	E_CE	Dispositivos de protección de líneas de fuerza motriz, cuadro general de protección de líneas de alumbrado y cuadro general de distribución.																														
E	E_CE	Inspección reglamentaria																														
E	E_RT	Comprobar la instalación en general y medir la resistencia a tierra.																														
ITC	ITC_5<P<70	Evaporadores y condensadores																														
ITC	ITC_5<P<70	Circuito de hornos de caldera																														
ITC	ITC_5<P<70	Conducto de humos y chimeneas																														
ITC	ITC_5<P<70	Quemador de la caldera																														

			AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5			AÑO 6			AÑO 7			AÑO 8			AÑO 9			AÑO 10		
SISTEMA	SUBSISTEMA	TAREAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
ITC	ITC_5<P<70	Vasos de expansión																														
ITC	ITC_5<P<70	Sistema s de tratamiento de agua																														
ITC	ITC_5<P<70	Estanqueidad de cierre entre quemador y caldera																														
ITC	ITC_5<P<70	Calderas de gas o de gasóleo																														
ITC	ITC_5<P<70	Niveles de agua en circuitos																														
ITC	ITC_5<P<70	Filtros de aire																														
ITC	ITC_5<P<70	Aparatos de recuperación de calor																														
ITC	ITC_5<P<70	Unidades terminales agua-aire																														
ITC	ITC_5<P<70	Unidades terminales de distribución de aire																														
ITC	ITC_5<P<70	Unidades de impulsión y retorno de aire																														
ITC	ITC_5<P<70	Equipos autónomos																														
ITC	ITC_5<P<70	Estado del aislamiento térmico																														
ITC	ITC_5<P<70	Sistema de control automático																														
ITC	ITC_5<P<70	Circuitos de humos de caldera y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa																														
ITC	ITC_5<P<70	Contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido																														
ITC	ITC_5<P<70	Temperatura a presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor																														
ITC	ITC_5<P<70	Temperatura ambiente del local o sala de maquinas																														
ITC	ITC_5<P<70	Temperatura de los gases de combustión																														
ITC	ITC_5<P<70	Contenido de CO y CO2 en los productos de combustión																														
ITC	ITC_5<P<70	Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos																														
ITC	ITC_5<P<70	Tiro de la caja de humos de la caldera																														
ITC	ITC_>70	Temperatura a presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor																														
ITC	ITC_>70	Temperatura ambiente del local o sala de maquinas																														
ITC	ITC_>70	Temperatura de los gases de combustión																														
ITC	ITC_>70	Contenido de CO y CO2 en los productos de combustión																														

			AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5			AÑO 6			AÑO 7			AÑO 8			AÑO 9			AÑO 10		
SISTEMA	SUBSISTEMA	TAREAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
ITC	ITC_>70	Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos																														
ITC	ITC_>70	Tiro de la caja de humos de la caldera																														
ITC	ITC_>70	Evaporadores y condensadores																														
ITC	ITC_>70	Calderas de gas o de gasóleo																														
ITC	ITC_>70	Estanqueidad de circuitos y tuberías																														
ITC	ITC_>70	Baterías de intercambio térmico																														
ITC	ITC_>70	Unidades de impulsión y retorno de aire																														
ITC	ITC_>70	Estado del aislamiento térmico																														
ITC	ITC_>70	Circuito de humos de calderas																														
ITC	ITC_>70	Conductos de humo de chimenea																														
ITC	ITC_>70	Material refractario																														
ITC	ITC_>70	Estanqueidad de válvulas de interceptación																														
ITC	ITC_>70	Filtros de agua																														
ITC	ITC_>70	Aparatos de recuperación de calor																														
ITC	ITC_>70	Sistema de control automático																														
ITC	ITC_>70	Contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido																														
ITC	ITC_>70	Unidades terminales de distribución de aire																														
ITC	ITC_>70	Unidades terminales agua-aire																														
ITC	ITC_>70	Equipos autónomos																														
SD	SD_dist_GP	Funcionamiento de presostato y del regulado del aire																														
SD	SD_dist_GP	Apertura/cierre de válvulas de compuerta de aspiración y salida																														
SD	SD_dist_GP	Funcionamiento de válvula de retención																														
SD	SD_dist_GP	La inexistencia de corrosiones en depósito de presión																														
SD	SD_dist_GP	Altura manométrica de aspiración																														
SD	SD_dist_GP	Estado de anclajes y antiibraciones																														

			AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5			AÑO 6			AÑO 7			AÑO 8			AÑO 9			AÑO 10		
SISTEMA	SUBSISTEMA	TAREAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
SD	SD_dist_GP	Estado del aljibe																														
SD	SD_dist_GP	Funcionamiento del grupo de presión																														
SD	SD_dist_GP	Válvulas de paso, corte y reductores de presión																														
SD	SD_dist_GP	Conducciones																														
SD	SD_dist_GP	Prueba reglamentaria del tanque o deposito del grupo de presión																														
UD	UD_DA	Estado de conservación del interior de conductos previo desmontaje de rejillas y difusores																														
UD	UD_DA	Estado de los filtros																														
UD	UD_DA	Estado de conductos de aire y fijaciones																														
UD	UD_DA	Estado de aberturas, aspiraciones y extracciones																														
UD	UD_DA	Conexiones eléctricas																														
UD	UD_DA	Estado de los sistemas de control y de sus automatismos																														
UD	UD_DA	Estanquidad aparente de conductos																														
UD	UD_DA	Estado de funcionalidad de mecanismos de aspiración y extraccion																														
UD	UD_E	Existencia de aire en radiadores																														
UD	UD_E	Apertura y cierre de grifos y llaves de corte de la instalación																														
UD	UD_E	Anclajes de radiadores																														
UD	UD_E	Estanqueidad y funcionamiento, mediante prueba																														
SI	SI_I	Desmontaje para limpieza interior y exterior de difusores																														
SI	SI_I	Estado de baterías y lámparas de alumbrado de emergencia																														
SI	SI_I	Iluminancia																														
SI	SI_I	Estado, aislamiento y caída de tensión de conductores, línea repartidora y de distribución																														
SI	SI_I	Dispositivos de toma de tierra y de protección en cuadro eléctrico																														
SI	SI_I	Fijaciones																														

Elementos constructivos	
Frecuencia	Inspecciones y comprobaciones
Carpintería y elementos de protección (ventanas, puertas, persianas, rejas y barandillas)	
Permanentemente	Usuarios ➤ Roturas de cristales ➤ Fijaciones y anclajes defectuosos de barandillas ➤ Oxidaciones y corrosiones en elementos metálicos ➤ Ataque de hongos o insectos en los elementos de madera
Anual	Usuarios ➤ Las juntas de estanqueidad en la carpintería y entre la carpintería y los vidrios ➤ Los sistemas de evacuación ➤ Juntas de sellado entre carpinterías y alfeizares ➤ Estado de los herrajes de colgar y seguridad
Trienal	Usuarios ➤ La pintura de la carpintería y la cerrajería ➤ Mecanismos de cierre y maniobra
Quinquenal	Técnico competente ➤ Los elementos de fijación y anclaje de las carpinterías, rejas y barandillas ➤ Ataques de termitas, carcoma, hongos por humedad, etc., en elementos de madera ➤ Estanqueidad ➤ Mecanismos de cierre y maniobra ➤ Cintas, quías y topes de persianas ➤ Estado de los anclajes de precercos o cercos a las paredes

Electricidad	
Frecuencia	Inspecciones y comprobaciones
Cuadros eléctricos	
Permanentemente	Usuarios ➤ Deterioro de aislamientos en cables vistos ➤ Desprendimientos o roturas de tomas de mecanismos eléctricos. ➤ Desprendimientos de aparatos de iluminación. ➤ Saltos reiterados de interruptores automáticos magnetotérmicos (PIA) o diferenciales (IAD) ➤ Si aparecen anomalías, consultar con técnico competente o instalador autorizado
Mensual	Usuarios ➤ Comprobar el funcionamiento del interruptor automático diferencial (IAD), mediante el botón de prueba
Quinquenal	Instalador autorizado ➤ Caja general de protección ➤ Estado, aislamiento y caída de tensión de conductores, línea repartidora, y líneas individuales y de distribución ➤ Estado de precintos ➤ Dispositivos de protección de líneas de fuerza motriz, cuadro general de protección de líneas de alumbrado y cuadro general de distribución.
Decenal	Organismo de control ➤ Inspección reglamentaria
Red de tierra	
Permanentemente	Usuarios ➤ Roturas y deterioros en los dispositivos de toma de tierra en enchufes. - Si aparecen anomalías, consultar con técnico competente/instalador autorizado
Quinquenal	Instalador autorizado ➤ Comprobar la instalación en general y medir la resistencia a tierra.

Instalaciones térmicas Calefacción	
Frecuencia	Inspecciones y comprobaciones
Permanentemente	Usuarios ➤ Aparición de olores o señales que denoten fugas ➤ Roturas, desprendimientos de elementos de la instalación ➤ Desaparición de placas con advertencias, prohibiciones, etc., adheridas a las carcassas de los aparatos ➤ Goteos válvulas de seguridad ➤ Obstrucción o anulación de rejillas de ventilación en chimeneas de evacuación de gases de combustión ➤ Ruidos y vibraciones extraños ➤ Deterioro del aislamiento de los circuitos caloríficos accesibles
Instalaciones de potencia térmica nominal $5 < P < 70$ kW	
Semanal	Mantenedor autorizado ➤ Control visual de la caldera de biomasa ➤ Testeado de almacén de biocombustibles sólidos
Mensual	Mantenedor obligatorio ➤ Residuos de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido ➤ Elementos de seguridad en instalaciones de biomasa
Anual	Mantenedor autorizado ➤ Evaporadores y condensadores ➤ Circuito de hornos de caldera ➤ Conducto de humos y chimeneas ➤ Quemador de la caldera ➤ Vasos de expansión ➤ Sistema s detratamiento de agua ➤ Estanqueidad de cierre entre quemador y caldera ➤ Calderas de gas o de gasóleo ➤ Niveles de agua en circuitos ➤ Filtros de aire ➤ Aparatos de recuperación de calor ➤ Unidades terminales agua-aire ➤ Unidades terminales de distribución de aire ➤ Unidades de impulsión y retorno de aire ➤ Equipos autónomos ➤ Estado del aislamiento térmico ➤ Sistema de control automático

	➤ Circuitos de humos de caldera y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa
Bianual	Mantenedor autorizado ➤ Contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido
Bienal	Instalador autorizado ➤ Temperatura a presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor ➤ Temperatura ambiente del local o sala de maquinas ➤ Temperatura de los gases de combustión ➤ Contenido de CO y CO₂ en los productos de combustión ➤ Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos ➤ Tiro de la caja de humos de la caldera
Instalaciones de potencia térmica nominal > 70 kW	
Semanal	Mantenedor autorizado ➤ Evaporadores y condensadores ➤ Sistema s detratamiento de agua ➤ Niveles de agua en circuitos ➤ Filtros de aire ➤ Unidades terminales agua-aire ➤ Unidades terminales de distribución de aire ➤ Equipos autónomos ➤ Estado del aislamiento térmico ➤ Sistema de control automático
Mensual	Mantenedor autorizado ➤ Quemador de la caldera ➤ Vaso de expansión ➤ Sistema de tratamiento de agua ➤ Estanqueidad de cierre entre quemador y caldera ➤ Niveles de agua en circuitos ➤ Tarado de elementos de seguridad ➤ Filtros de aire ➤ Bombas y ventiladores ➤ Residuos de cenizas en instalaciones de biocombustible solido ➤ Circuitos de humos de calderas y conductos de humos y

	chimeneas en calderas de biomasa ➤ Elementos de seguridad en instalaciones de biomasa
Trimestral	Instalador autorizado ➤ Temperatura a presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor ➤ Temperatura ambiente del local o sala de maquinas ➤ Temperatura de los gases de combustión ➤ Contenido de CO y CO₂ en los productos de combustión ➤ Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos ➤ Tiro de la caja de humos de la caldera
Anual	Mantenedor autorizado ➤ Evaporadores y condensadores ➤ Calderas de gas o de gasóleo ➤ Estanqueidad de circuitos y tuberías ➤ Baterías de intercambio térmico ➤ Unidades de impulsión y retorno de aire ➤ Estado del aislamiento térmico
Bianual	Mantenedor autorizado ➤ Circuito de humos de calderas ➤ Conductos de humo de chimenea ➤ Material refractario ➤ Estanqueidad de válvulas de interceptación ➤ Filtros de agua ➤ Aparatos de recuperación de calor ➤ Sistema de control automático ➤ Contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido ➤ Unidades terminales de distribución de aire ➤ Unidades terminales agua-aire ➤ Equipos autónomos

Red de distribución y grupos de presión	
Frecuencia	Inspecciones y comprobaciones
Permanentemente	Usuario ➤ Corrosiones ➤ Aparición de fugas de agua ➤ Falta de presión en la red
Bianual	Especialista ➤ Funcionamiento de presostato y del regulado del aire ➤ Apertura/cierre de válvulas de compuerta de aspiración y salida ➤ Funcionamiento de válvula de retención
Anual	Especialista ➤ La inexistencia de corrosiones en depósito de presión ➤ Altura manométrica de aspiración ➤ Estado de anclajes y antiibraciones ➤ Estado del aljibe ➤ Funcionamiento del grupo de presión ➤ Válvulas de paso, corte y reductores de presión
Quinquenal	Especialista ➤ Conducciones
Decenal	Instalador autorizado ➤ Prueba reglamentaria del tanque o deposito del grupo de presión

Unidades terminales	
Frecuencia	Inspecciones y comprobaciones
Distribución de aire	
Permanentemente	Usuarios ➤ Deterioros, roturas, desprendimientos de elementos de la instalación ➤ Ruidos extraños en el sistema ➤ Malos olores ➤ Descolgamientos
Bianual	Mantenedor autorizado ➤ Estado de conservación del interior de conductos previo desmontaje de rejillas y difusores ➤ Estado de los filtros
Anual	Mantenedor autorizado ➤ Estado de conductos de aire y fijaciones ➤ Estado de aberturas, aspiraciones y extracciones ➤ Conexiones eléctricas
Bienal	Mantenedor autorizado ➤ Estado de los sistemas de control y de sus automatismos
Quinquenal	Mantenedor autorizado ➤ Estanquidad aparente de conductos ➤ Estado de funcionalidad de mecanismos de aspiración y extracción
Emisores	
Permanentemente	Usuario ➤ Roturas, desprendimientos y deterioros ➤ Aparición de humedades y fugas de agua
Trimestral	Usuario ➤ Existencia de aire en radiadores
Anual	Usuario ➤ Apertura y cierre de grifos y llaves de corte de la instalación
Quinquenal	Mantenedor autorizado ➤ Anclajes de radiadores

	➤ Estanqueidad y funcionamiento, mediante prueba
--	--

Iluminación	
Frecuencia	Inspecciones y comprobaciones
Permanentemente	Usuarios ➤ Desprendimientos o roturas de aparatos de iluminación ➤ Reiterados saltos de interruptores magnetotérmicos o diferenciales ➤ Estado de difusores y lámparas ➤ Desplazamiento, rotura, deterioro y ausencias de aparatos de alumbrado de emergencia
Mensual	Usuario ➤ Correcto funcionamiento del interruptor diferencial
Anual	Mantenedor autorizado ➤ Desmontaje para limpieza interior y exterior de difusores ➤ Estado de baterías y lámparas de alumbrado de emergencia
Quinquenal	Mantenedor autorizado ➤ Iluminancia ➤ Estado, aislamiento y caída de tensión de conductores, línea repartidora y de distribución ➤ Dispositivos de toma de tierra y de protección en cuadro eléctrico ➤ Fijaciones