

ANEXO I



Ayuntamiento
Santa Pola



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Contexto	5
1.2. Alcance	6
1.3. Datos de partida disponibles	6
2. METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.....	7
2.1. Recopilación y análisis de la información inicial.....	7
2.2. Toma de datos y realización de mediciones	7
2.3. Contabilidad energética	7
2.4. Balance de energía	7
2.5. Modelo energético	7
2.6. Índices energéticos.....	8
2.7. Diagnóstico energético y propuestas de mejoras	8
3. DATOS GENERALES.....	9
3.1. Identificación del centro.....	9
3.2. Actividad del Centro	10
3.3. Envolvente	10
3.4. Instalaciones.....	13
3.4.1. Iluminación.....	13
3.4.1. Climatización	20
3.4.1. Equipos ofimáticos y fuerza.....	26
4. CAMPAÑA DE MEDICIONES	28
4.1. Mediciones eléctricas.....	28
4.1.1. Demanda eléctrica general del centro.	29
4.1.2. Demanda eléctrica equipos climatización general de plantas.	34
4.2. Mediciones de niveles de iluminación.	38
4.2.1. El nivel de iluminación de los lugares de trabajo.	38
4.2.2. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación.....	40

4.2.3. Potencia máxima instalada	41
4.3. Condiciones termo-higrométricas.....	41
4.4. Termografías.....	43
5. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL CENTRO	51
5.1. Contratación de suministro eléctrico.....	51
5.2. Distribución de consumos energéticos.....	61
5.3. Modelo energético consumo eléctrico	62
6. INDICADORES ENERGÉTICOS.	63
7. MEDIDAS AHORRO Y EFICIENCIA	64
7.1. Consideraciones.....	64
7.1.1. Coste económico.....	64
7.1.2. Coste ambiental	64
7.2. Puntos ya existentes que favorecen el ahorro energético	65
7.3. Medidas de ahorro y eficiencia energética.....	65
7.3.1. Ajuste de las temperaturas de consignas de climatización.....	65
7.3.2. Eliminación consumos stand-by	67
7.3.3. Aislamiento de térmico de líneas de refrigerante.....	69
7.3.4. Sustitución luminarias a tecnología LED	71
7.4. Propuestas adicionales de medidas de ahorro y eficiencia energética	74
7.4.1. Sustitución de equipos de climatización Hitecsa	74
7.4.2. Sustitución de las carpinterías metálicas y vidrios monolíticos.....	79
7.4.3. Rehabilitación energética de la envolvente.....	82
7.4.4. Uso de energía renovables: instalación de energía solar fotovoltaica.....	84
7.4.5. Sistema de Gestión de la Energía - Medida de mejora transversal	86
7.5. Resumen de MAEs.....	87
8. CONCLUSIONES	89

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto

En octubre del 2012 el Parlamento Europeo aprobó la Directiva Europea 27/2012/UE, creando un marco común para fomentar la eficiencia energética dentro de la Unión y estableciendo acciones concretas que lleven a la práctica algunas de las propuestas incluidas en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética de 2011-2020.

Esta Directiva y su trasposición a los estados miembros, obliga el desarrollo de auditorías energéticas en las organizaciones. Según el artículo 4 del Real Decreto 56/2016 por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE a la legislación española, las auditorías energéticas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberán basarse en datos operativos actualizados, medidos y verificables, de consumo de energía y, en el caso de la electricidad, de perfiles de carga siempre que se disponga de ellos.
- Abarcarán un examen pormenorizado del perfil de consumo de energía de los edificios o grupos de edificios, o de las operaciones o instalaciones industriales, con inclusión del transporte dentro de las instalaciones o, en su caso, flotas de vehículos.
- Se fundamentarán, siempre que sea posible, en el análisis del coste del ciclo de vida antes que, en periodos simples de amortización, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, los valores residuales de las inversiones a largo plazo y las tasas de descuento.
- Deberán ser proporcionadas y suficientemente representativas para que se pueda trazar una imagen fiable del rendimiento energético global, y se puedan determinar de manera fiable las oportunidades de mejora más significativa.

Los trabajos realizados en el presente informe recogen estas exigencias, así como los requisitos de calidad y la metodología descrita en la norma UNE-EN 16247-1:2012, desarrollando la auditoría energética del Ayuntamiento de Santa Pola (Alicante).

1.2. Alcance

En el presente informe se realiza el análisis energético del Ayuntamiento de Santa Pola (Alicante). Este análisis energético se basa en el estudio de los datos de consumos, características de los equipos consumidores de energía facilitados por el cliente, así como por los datos obtenidos por Eurocontrol con las mediciones en campo.

Por lo tanto, en el alcance del proyecto se incluye la toma de datos y mediciones en campo, llevadas a cabo del jueves 19/10/2017 al miércoles 25/10/2017. Durante dicha visita se realizaron las siguientes mediciones:

- Medición eléctrica de la demanda de potencia general del edificio.
- Medición eléctrica de la demanda de potencia de la instalación de climatización centralizada.
- Mediciones luminicas.
- Confort ambiental.
- Termografías.
- Verificación del inventario de equipamiento e instalaciones consumidoras de energía.

1.3. Datos de partida disponibles

Para el desarrollo del presente informe se han facilitado por parte del cliente los siguientes datos:

- Facturas mensuales de consumo eléctrico.
- Planos de distribución en planta del edificio.

2. METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.

A continuación, se detallan los trabajos realizados por Eurocontrol en el proceso de auditoría energética y que cumple con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 16247-1:2012

2.1. Recopilación y análisis de la información inicial

En primer lugar, se ha recopilado y analizado los datos e información proporcionada por el cliente.

2.2. Toma de datos y realización de mediciones

Sobre la base de los datos obtenidos en la fase anterior se ha definido la necesidad de toma de datos y mediciones a realizar en las instalaciones.

Se han estudiado datos disponibles como producción u ocupación, a efectos de poder cruzar consumos con niveles de actividad de la organización. Además de los datos de consumos de energía, se han analizado los equipos o sistemas que explican los principales usos de energía, así como los horarios de operación y modos de uso.

2.3. Contabilidad energética

Se ha estudiado la contabilidad energética a partir de los históricos facilitados por el cliente, para ello se ha tomado como referencia doce meses de agosto 2016 a julio 2017 inclusive.

2.4. Balance de energía

En esta fase, a partir de la información recabada, se ha desarrollado el balance de energía del emplazamiento tanto por fuente de energía, como por uso de energía.

2.5. Modelo energético

En esta fase se obtiene la fórmula matemática que describe el comportamiento energético del centro objeto del estudio (línea base).

2.6. Índices energéticos

En esta fase se obtienen los principales índices energéticos específicos de las instalaciones, con el objetivo de poder comparar el comportamiento energético del centro con otros centros similares y consigo misma en diferentes momentos del tiempo.

2.7. Diagnóstico energético y propuestas de mejoras

Basados en toda la información anterior, se han analizado las oportunidades de ahorro de energía para todos los servicios y operaciones que se realicen en las instalaciones. Para cada MAE (Medida de Ahorro y Eficiencia) se incluye:

- Descripción de la medida.
- Consumo inicial y esperado.
- Cálculo del ahorro energético y ahorro económico.
- Reducción de emisiones de CO₂.
- Inversión necesaria.
- Análisis Económico.

3. DATOS GENERALES

En el presente apartado se describe los datos generales y actividades que caracterizan el Ayuntamiento de Santa Pola, así como una descripción de las instalaciones existentes y un inventario de los equipos que las componen.

3.1. Identificación del centro

El Ayuntamiento de Santa Pola es un edificio público dependiente de la autoridad municipal. Cuenta con diversas dependencias destinadas a la administración local, salón de plenos y oficina de turismo de la localidad.

El edificio se encuentra ubicado en la Plaza de la Constitución N°1 en Santa Pola, Alicante.



Imagen 1. Situación del Ayuntamiento de Santa Pola

El edificio está ubicado en el casco urbano de la población y cuenta con una superficie habitable de 3.050 m², fue construido en el año 1.985. Se trata de un edificio singular con ocupación en planta baja y 3 plantas.

3.2. Actividad del Centro

En el edificio del Ayuntamiento se desarrolla una actividad de tipo administrativo, siendo su equipamiento e instalaciones el habitual de oficinas y despachos.

El régimen de funcionamiento es de lunes a viernes de 07:00 a 15:00. El horario de atención al público es de 09:00 a 14:00. El edificio alberga también una oficina de Tourist Info, con acceso independiente y con un horario de 10:00 a 16:00. Señalar que existe un uso de las instalaciones fuera de este horario para limpieza del centro.

Se presenta una tabla resumen con los diferentes horarios de funcionamiento del centro:

Centros de trabajo	Horario
Ayuntamiento-Atención al público	Lunes-Viernes 09:00-14:00
Ayuntamiento-Administración	Lunes-Viernes 07:00-15:00
Tourist Info	Lunes-Viernes 10:00-16:00

Tabla 1. Regímenes de funcionamiento

3.3. Envolverte

La fachada está revestida por el exterior mediante paneles de hormigón prefabricado, y enlucido interior. La cubierta es plana, transitable y acabada mediante baldosa cerámica. No es posible verificar la existencia o características térmicas del aislamiento colocado en alguno de estos elementos constructivos.

La mayor parte de los huecos en fachada están resueltos mediante carpintería de aluminio sin RPT con vidrio monolítico. Los vidrios sencillos ya no son empleados en la actualidad ya que, son muy poco aislantes con una transmitancia térmica de $5,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Para la protección solar de estos huecos se disponen de persianas levadizas de aluminio con lamas fijas, colocadas por el exterior. Los dispositivos externos son los más eficaces, ya que impiden la radiación directa del sol sobre los vidrios y carpinterías.

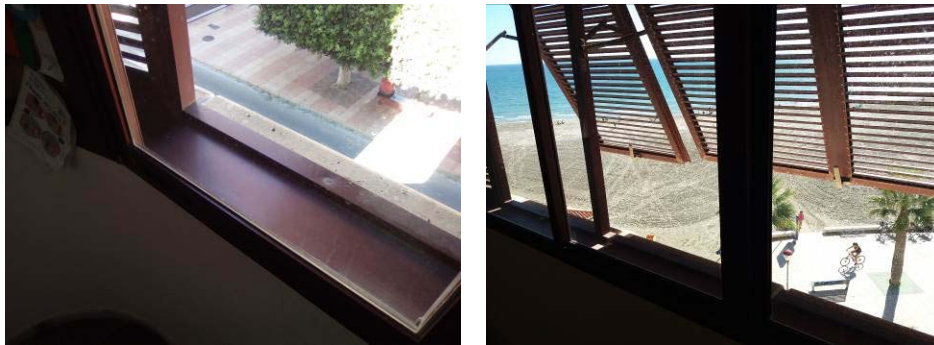


Imagen 2. Carpintería aluminio sin RPT+ vidrio monolítico - Dispositivo externo de control solar

Por otro lado, en la última planta, en una zona resultante de un proyecto de ampliación, los huecos se resuelven mediante carpinterías metálicas sin RPT con vidrios dobles. Estos vidrios dobles aumentan considerablemente el aislamiento (hasta un 40%), con una transmitancia térmica de $3,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, también mejoran considerablemente el aislamiento acústico. Sin embargo, en estos huecos se colocan estores por el interior, siendo estos los protectores solares menos eficaces. Al estar colocados por el interior, a pesar de ofrecer un gran control y limitar la incidencia directa del sol, no evitan la entrada de la radiación solar, pues el vidrio no está protegido.



Imagen 3. Dispositivo interior de protección solar

Así mismo, elementos constructivos del edificio actúan como protectores solares fijos, evitando la radiación directa del sol sobre la propia fachada y huecos, tal y como se puede observar en el caso del voladizo en la siguiente foto:



Imagen 4. Voladizo - protección solar fija

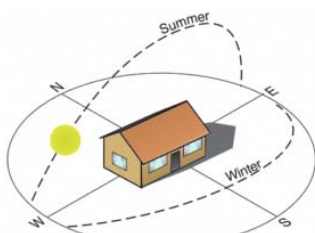
Por último, es importante conocer la orientación del edificio, ya que, de esto dependerá el que ciertas zonas puedan aprovechar al máximo la iluminación natural, y lograr una mayor “ganancia” solar.



Imagen 5. Orientación ayuntamiento Santa Pola

Las zonas del ayuntamiento ubicadas hacia la fachada sur dispondrán de la

incidencia del sol durante todo el día en invierno, primavera y otoño, mientras que en verano sólo lo hará en las horas centrales del día (las más calurosas). Esto beneficiará la entrada de luz natural, y la menor demanda de calefacción durante el invierno, sin embargo en verano la temperatura será más elevada que en otras zonas (mayor demanda de refrigeración). Por este motivo, en la fachada sur las persianas levadizas juegan un papel muy importante, evitando la incidencia solar directa, mejorando así el confort térmico durante las horas centrales del día en verano.



El recorrido del sol en verano (summer) e invierno (winter).

mejorando así el confort térmico durante las horas centrales del día en verano.

Por el otro lado, en la fachada norte el sol solo incide en verano durante las primeras horas de la mañana y las últimas del día. Por este motivo se trata de una zona muy fría, y con menor posibilidad de aprovechamiento de la luz na-

tural en invierno. Esto provoca una mayor demanda de calefacción, así como un mayor número de horas de encendido de las luminarias en las oficinas/estancias orientadas al norte.

La zona oeste, durante todo el año dispondrá de incidencia solar desde el mediodía hasta el ocaso, siendo importante el uso de las persianas durante la época estival. Por último, la zona que tendrá mayores beneficios dada su orientación es la fachada sureste, ya que recibirá la incidencia solar durante todo el día en invierno (menor demanda de calefacción, y aprovechamiento de la luz natural al máximo), mientras que el resto del año solo será hasta medio día, evitando la incidencia durante todas las horas centrales del día (menor demanda de refrigeración).

3.4. Instalaciones

A continuación, se describen las principales instalaciones consumidoras de energía del edificio.

3.4.1. Iluminación

El edificio dispone de una instalación de alumbrado interior para el desarrollo normal de la actividad y un alumbrado exterior en su voladizo de la fachada sureste.

La mayoría de estancias del edificio disponen de aportación de iluminación natural, como es el lucernario en la escalera principal o las numerosas ventanas distribuidas por el perímetro. No obstante, debido a la necesidad de disponer de elementos de protección solar, esta aportación se ve reducida, principalmente en la fachada orientada al norte y la fachada orientada al oeste por su proximidad con otros edificios.

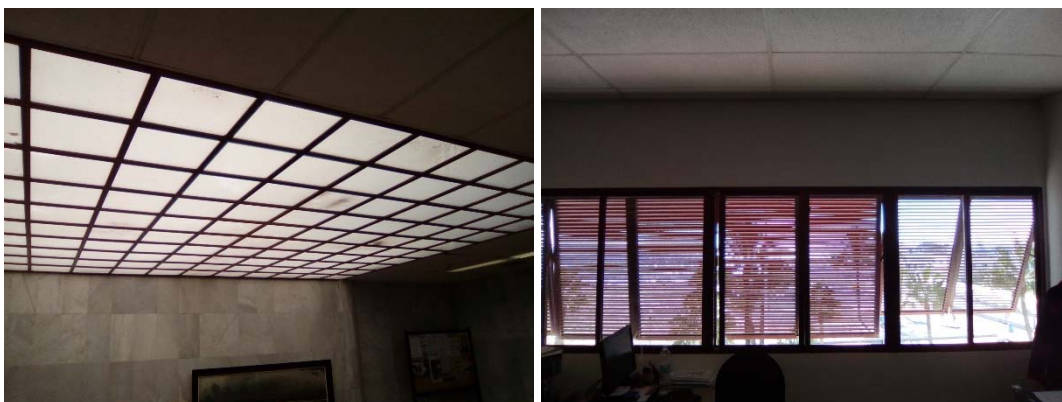


Imagen 6. Iluminación natural

Existen diferentes tipos de luminarias empleadas en la iluminación interior, siendo las mayoritarias pantallas empotradas con tubos fluorescentes T8. A continuación se presenta la tipología de las luminarias existentes en el centro:

Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Número de luminarias	Imagen
Foco empotrable	Halógena	13	-
Foco empotrable	LED	7	-
Apilique	LED	6	
Apilique	Fluorescente Compacto	3	-
Regleta reflectante	LED	21	
Downlight	LED	40	
Downlight	Fluorescente Compacto	16	
Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	285	
Panel	LED	25	
Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	-
Emergencia	Fluorescente Compacto	14	
Emergencia	Fluorescente T5	46	-
Total		477	

Tabla 2. Tipología de luminarias del centro

En la siguiente tabla se resume las características de las luminarias instaladas en cada zona:

Planta	Zona	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Numero luminarias	Número lámparas por luminaria	Potencia lámpara W	Potencia Instalada kW
BAJA	Exterior	Foco empotrable	Halógena	13	1	70	1,04
BAJA	Exterior	Foco empotrable	LED	7	1	12	0,08
BAJA	Acceso	Aplicque	LED	3	1	7	0,02
BAJA	Hall	Aplicque	LED	3	1	7	0,02
BAJA		Regleta reflectante	LED	1	1	22	0,02
BAJA		Regleta reflectante	LED	1	8	22	0,18
BAJA		Regleta reflectante	LED	1	10	22	0,22
BAJA		Regleta reflectante	LED	2	3	22	0,13
BAJA		Regleta reflectante	LED	1	1	8	0,01
BAJA		Atención ciudadano	Regleta reflectante	LED	3	8	22
BAJA	Pasillo zona personal	Downlight	LED	7	1	22	0,16
BAJA	Aseo zona personal	Downlight	LED	2	1	22	0,04
BAJA	Despacho 1	Downlight	LED	3	1	22	0,07
BAJA	Despacho 2	Downlight	LED	3	1	22	0,07
BAJA	Despacho 3	Downlight	LED	3	1	22	0,07
BAJA	Cuarto bombas	Pantalla estancia	Fluorescente T8	1	2	36	0,09
BAJA	Pasillo interior	Downlight	LED	4	1	22	0,09
BAJA	Aseo Hombres	Downlight	LED	2	1	22	0,04
BAJA	Aseo Mujeres	Downlight	LED	2	1	22	0,04
BAJA	Sala reunión turismo	Regleta reflectante	LED	2	2	22	0,09
BAJA	Despacho turismo 1	Regleta reflectante	LED	1	1	22	0,02
BAJA	Despacho turismo 1	Regleta reflectante	LED	3	3	22	0,20
BAJA	Despacho turismo 2	Regleta reflectante	LED	1	2	22	0,04
BAJA	Despacho turismo 3	Regleta reflectante	LED	1	2	22	0,04
BAJA	Torist Info	Regleta reflectante	LED	2	2	22	0,09
BAJA		Regleta reflectante	LED	2	3	22	0,13
BAJA	Despacho Medio Ambiente	Downlight	LED	14	1	22	0,31
-	Escalera principal	Downlight	Fluorescente Compacto	4	2	26	0,25

Tabla 3. Inventario de luminarias de la instalación de iluminación del edificio (1/3)

Planta	Zona	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Numero luminarias	Número lámparas por luminaria	Potencia lámpara W	Potencia Instalada kW
PRIMERA	Pasillo Público	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	14	2	36	1,21
PRIMERA	Tesorería	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	15	2	36	1,30
PRIMERA	Despacho tesorero	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
PRIMERA	Sala espera intervención	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	6	2	36	0,52
PRIMERA	Intervención	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	25	2	36	2,16
PRIMERA	Despacho interventor	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
PRIMERA	Archivo	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	2	36	0,17
PRIMERA	Rentas	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	13	2	36	1,12
PRIMERA	Archivo rentas	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	2	36	0,17
PRIMERA	Contratación	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	2	36	0,26
PRIMERA		Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	2	18	0,09
PRIMERA	Despacho contratación	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	6	2	36	0,52
PRIMERA	Recursos Humanos	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	20	2	36	1,73
PRIMERA	Despacho 1 RRHH	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	36	0,35
PRIMERA	Despacho 2 RRHH	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	36	0,35
PRIMERA	Despacho 3 RRHH	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	36	0,35
PRIMERA	Despacho 1 zona este	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	4	36	0,17
PRIMERA	Despacho 2 zona este	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	4	36	0,17
SEGUNDA	Pasillo Público	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	22	2	36	1,90
SEGUNDA	Salón de plenos	Panel	LED	12	1	40	0,48
SEGUNDA	Aseo Hombres	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	2	36	0,17
SEGUNDA	Aseo Mujeres	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	2	36	0,17
SEGUNDA	Comisión gobierno	Panel	LED	9	1	40	0,36
SEGUNDA	Sala espera secretaria	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
SEGUNDA	Secretaría	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	31	2	36	2,68
SEGUNDA	Aseo Hombres	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	2	36	0,09
SEGUNDA	Aseo Mujeres	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	2	18	0,04
SEGUNDA	Despacho zona norte	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	12	2	36	1,04

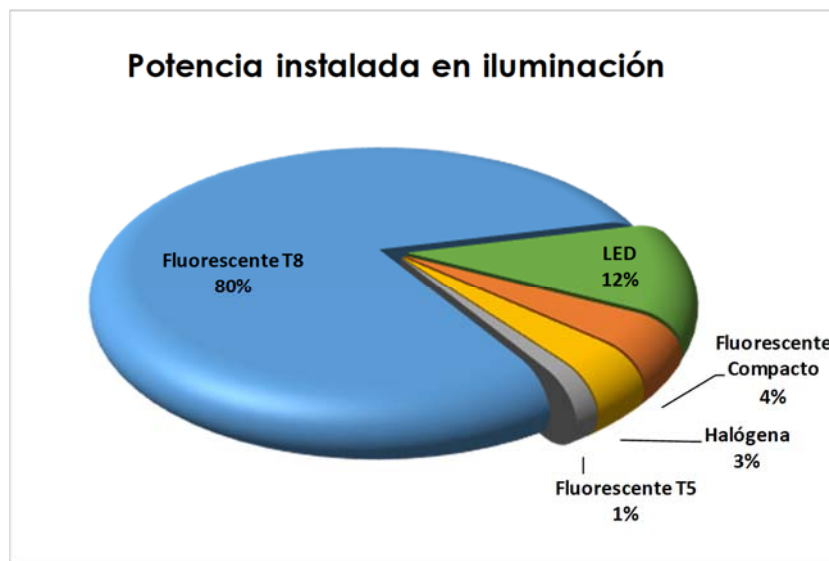
Tabla 4. Inventario de luminarias de la instalación de iluminación del edificio (2/3)

Planta	Zona	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Numero luminarias	Número lámparas por luminaria	Potencia lámpara W	Potencia Instalada kW
TERCERA	Pasillo Público	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	8	2	36	0,69
TERCERA	Secretaria concejales	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	6	2	36	0,52
TERCERA	Despacho grupo politico 1	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Despacho grupo politico 2	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Pasillo interior	Downlight	Fluorescente Compacto	12	2	26	0,75
TERCERA	Despacho 1 zona norte	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Despacho 2 zona norte	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Archivo	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Sala de reuniones zona norte	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	4	18	0,26
TERCERA	Despacho zona este	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	4	18	0,35
TERCERA	Aseo Hombres	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	2	36	0,09
TERCERA	Aseo Mujeres	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	2	36	0,09
TERCERA	Archivo contratación	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Despacho grupo politico 3	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Despacho grupo politico 4	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
TERCERA	Pasillo interior	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	2	36	0,26
TERCERA	Despacho 1 zona sur	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
TERCERA	Despacho 2 zona sur	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
TERCERA	Aseo	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	2	36	0,09
TERCERA	Despacho arquitecto 1	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	2	36	0,26
TERCERA	Despacho arquitecto 2	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	2	36	0,26
TERCERA	Urbanismo	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	16	2	36	1,38
TERCERA	Despacho ingeniero 1	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	2	36	0,26
TERCERA	Despacho ingeniero 2	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
TERCERA	Sala reuniones zona oeste	Panel	LED	4	1	40	0,16
TERCERA	Pasillo interior	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	4	18	0,17
-	Edificio general	Emergencia	Fluorescente Compacto	14	1	11	0,18
-	Edificio general	Emergencia	Fluorescente T5	46	1	8	0,40
-	Escalera salida emergencia	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	2	36	0,35
		Aplicue	Fluorescente Compacto	3	1	26	0,09
TOTAL				477			31,73

Tabla 5. Inventario de luminarias de la instalación de iluminación del edificio (3/3)

Hay que destacar que la potencia instalada (kW) indicada en la tabla anterior incluye la potencia del equipo auxiliar. Las luminarias que disponen de balastos electromagnéticos, según las indicaciones del IDAE, la potencia de estos equipos auxiliares es de un 20%, el equipo auxiliar de las luminarias con lámparas LED es de un 1%, mientras que es del 14% en los balastos electromagnéticos de las lámparas de descarga (Halógenas).

La distribución de la potencia eléctrica instalada de iluminación en el edificio es la indicada en los siguientes gráficos:



Gráfica 1. Distribución de la potencia instalada en iluminación según tipo de lámpara

La mayor parte de las luminarias incorporan lámparas con tubos fluorescentes T8 (80%), en segundo lugar se encuentran las luminarias con lámparas de tecnología LED (12%). De forma minoritaria se emplean lámparas halógenas, fluorescentes compactos y tubos fluorescentes T5, estos dos últimos tipos de lámparas para el alumbrado de emergencia.



Gráfica 2. Distribución de la potencia instalada en iluminación por planta

Como se puede observar, la planta primera es la que mayor potencia instalada de iluminación dispone con un 37% del total del edificio. Las plantas segunda y tercera tienen un reparto similar en torno al 24% y 26%, siendo la planta baja donde menor potencia instalada de iluminación hay con un 13%.



Imagen 7. Luminarias instaladas en el centro

El control del encendido de la iluminación de las zonas comunes de la planta baja se realiza desde el cuadro eléctrico, siendo en el resto del edificio de manera manual mediante interruptores instalados en cada sala o estancia. El alumbrado exterior e iluminación de la escalera principal disponen de un reloj horario en el cuadro eléctrico que regula su encendido.

3.4.1. Climatización

El edificio dispone de varios equipos de expansión directa siendo todos sistemas aire-aire con funcionamiento como bomba de calor y de tipo partido, unidad condensadora y evaporadora.

Las unidades exteriores se encuentran ubicadas en la cubierta y se conectan mediante líneas de refrigerante a las unidades interiores que suministran la potencia térmica las estancias del edificio.

Se pueden distinguir tres sistemas de climatización en función de las zonas que climatizan y los equipos empleados:

1. *Equipos Samsung bomba de calor con sistema inverter, con unidades interiores de conducto de baja silueta y cassette empotrado.*
 - o Equipos con compresor de velocidad variable que se adapta a la demanda térmica. Su antigüedad es menor de 10 años. El refrigerante empleado es R-410A.
 - o Climatizan estancias de planta baja y tercera planta zona acristalada. Unidades interiores de tipo cassette empotrado de cuatro vías en despachos. Unidades de conducto de baja silueta en hall y atención al ciudadano con difusores rotacionales y rejillas lineales en zona junto fachada acristalada.
 - o La regulación se efectúa mediante mando individuales para los cassette, y mediante 6 paneles de control remotos por cable para las unidades interiores de conducto, ubicados en armario del cuadro eléctrico general de baja tensión.



Imagen 8. Unidades exteriores de equipos de climatización de planta baja



Imagen 9. Unidades exteriores de equipos de climatización tercera planta zona acristalada



Imagen 10. Difusores de las unidades de conducto en planta baja



Imagen 11. Paneles de control remoto de las unidades de conducto de planta baja.

2. *Equipos Carrier y otras marcas bomba de calor sin sistema inverter, con unidades interiores de cassette empotrado y split de pared.*

- o Equipos de antigüedad mayor de 10 años y de eficiencia energética media. Clase eficiencia letras E-F.
- o Climatizan los pasillos públicos de plantas primera a tercera (zona escalera principal) y algunos despachos.
- o La regulación se efectúa mediante mando individuales.



Imagen 12. Unidades exteriores de equipos de climatización tercera planta zona acristalada



Imagen 13. Unidades interiores cassette 4 vías Carrier en pasillo público.

3. *Equipos Hitecsa bomba de calor con unidad interior conectada a red de conductos de aire, sistema marca Airzone de zonificación de la climatización y difusores cónicos de lama fija.*
- o Equipos de antigüedad mayor de 25 años y en estado avanzado de deterioro. El refrigerante empleado es R-22.
 - o Climatizan las zonas diáfanas de las plantas primera a tercera, así como la gran mayoría de despachos y salas. Los difusores de aire son cónicos de lamas fijas.
 - o Los conductos de aire son de fibra con aislamiento, con un circuito de impulsión y otro de retorno. No existe aporte de aire exterior.
 - o Existen termostatos reguladores Airzone en cada estancia. El termostato se encarga de analizar en cada momento la temperatura de la zona y ordenar el cierre o apertura de compuerta motorizada para mantener la temperatura en la zona.



Imagen 14. Unidades exteriores Hitecsa



Imagen 15. Unidad interior Hitecs



Imagen 16. Termostatos Airzone instalados en las dependencias



Imagen 17. Difusor de aire cónico de lamas fijas

En las siguientes tablas se muestran las características de los equipos de climatización en base a los datos que se han podido inventariar de sus unidades exteriores:

Marca	Modelo (Ud. Exterior/Ud. Interior)	Nº equipos	Pot. térmica calefacción (kW)	Pot. térmica refrigeración (kW)	Pot. Eléctrica calefacción (kW)	Pot. Eléctrica refrigeración (kW)	COP	EER	Refrigerante
CARRIER	38YY-018G/40KMC-018N	5	5,38	4,92	2,16	2,00	2,49	2,46	R-410A
CARRIER	38YY-024G/40KMC-024N	4	7,02	6,23	2,78	2,56	2,53	2,43	R-410A
CARRIER	38YY-036G/40KMC-036N	3	8,94	8,74	2,96	3,47	3,02	2,52	R-410A
HAIER	HSU-12HA03/split	2	-	-	-	-	-	-	-
KAYSUN	kAE-35 DN4/ kAY-35 DN4	1	3,66	3,22	1,01	1,00	3,62	3,22	R-410A
CARRIER	-	2	-	-	-	-	-	-	-
SAMSUNG	RJ050 F2HXA/cassette	3	5,70	5,00	1,36	1,43	4,19	3,51	R-410A
SAMSUNG	UH052EAV1/EH052EAV1	11	6,00	5,00	1,65	1,55	3,64	3,23	R-410A
SAMSUNG	UH070EAV1/EH070EAV1	2	8,00	7,10	2,15	2,21	3,62	3,21	R-410A
SAMSUNG	UH0140GAV/CH140EAV	5	16,00	14,00	4,65	4,69	3,41	3,01	R-410A

Tabla 6. Inventario de equipos de climatización con refrigerante R-410A

Marca	Modelo	Nº equipos	Pot. térmica calefacción (kW)	Pot. térmica refrigeración (kW)	COP	EER	Refrigerante
HITECSA	AVCB-1001	6	37,1	32,8	3,25	2,48	R-22
HITECSA	AVCB-1402	1	45,47	40,8	3,01	2,34	R-22
HITECSA	CCVB	1	37,1	32,8	3,25	2,48	R-22

Tabla 7. Inventario de equipos de climatización con refrigerante R-22

3.4.1. Equipos ofimáticos y fuerza

Al tratarse de un edificio con una actividad principal administrativa, la mayoría del equipamiento consumidor del suministro eléctrico de fuerza son equipos ofimáticos, disponiendo también de pequeños electrodomésticos de uso común y otros equipos de fuerza de instalaciones generales como el rack de comunicaciones o el ascensor.

El registro de los equipos ofimáticos y fuerza presentes en el edificio sería el siguiente:

Equipos	Unidades
Fotocopiadora	8
Impresora laser	8
Impresora-Plotter	1
Puesto de trabajo (PC-Pantalla-Teléfono-Impresora pequeña)	101
Cortina de aire	1
Microondas	1
Nevera	2
Cafetera	1
Calentador eléctrico portátil	2
Equipo de sonido+micrófonos	1
Ascensor hidráulico	1
SAI	1
Rack datos	1
Centralita contra-intrusión	1
Centralita contra-incendios	1
Extractor	4
Secamanos	1

Tabla 8. Equipos ofimáticos y fuerza



Imagen 18. Puesto de trabajo con equipos ofimáticos

Se han identificado regletas de enchufes con interruptor manual en varios puestos de trabajo del edificio.

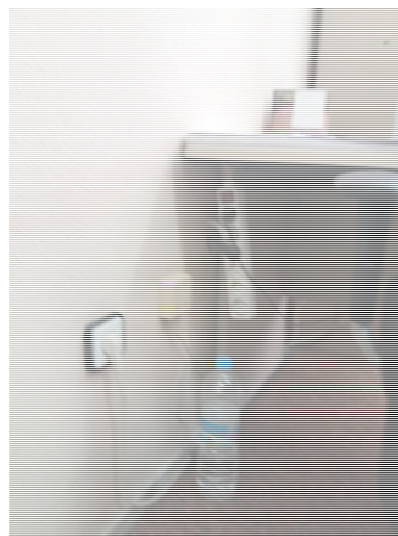


Imagen 19. Regletas de enchufes con interruptor manual en puestos de trabajo

4. CAMPAÑA DE MEDICIONES

A continuación, se indican los resultados obtenidos del análisis de la campaña de mediciones realizada por Eurocontrol.

4.1. Mediciones eléctricas.

Las mediciones eléctricas se han realizado en Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del edificio mediante el uso de analizadores de redes eléctricas.

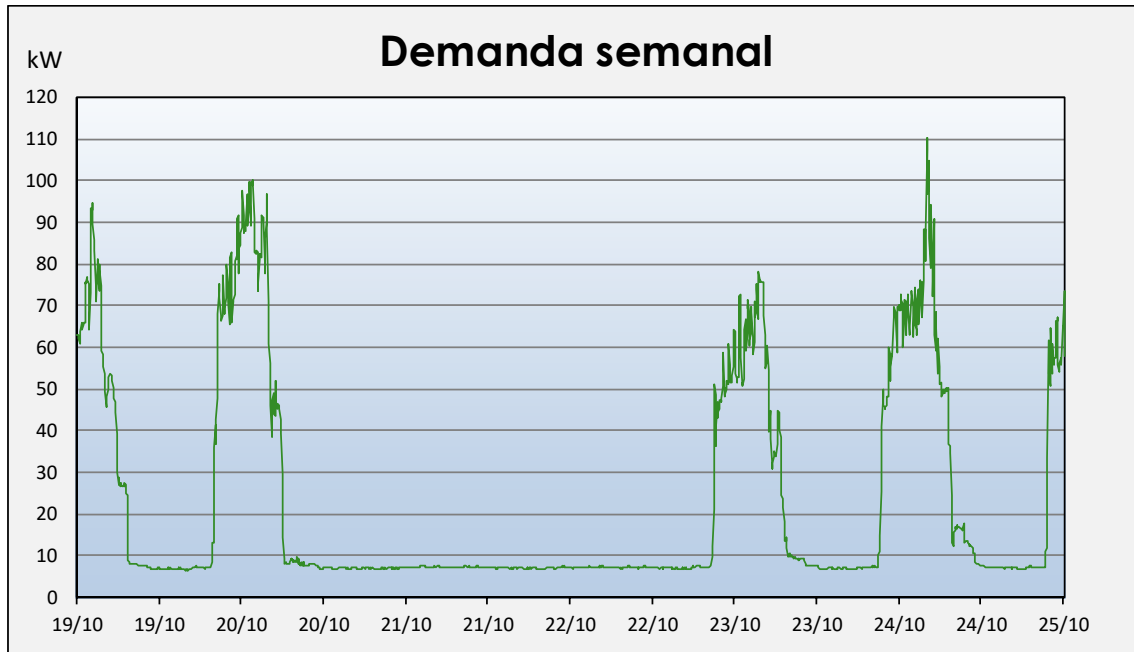


Imagen 20. Cuadro eléctrico general de baja tensión

A continuación, se exponen las principales conclusiones extraídas del análisis de las mediciones de consumo de energía eléctrica.

4.1.1. Demanda eléctrica general del centro.

La curva de demanda de potencia eléctrica (kW) del edificio, para el periodo de medición del jueves 19/10/2017 al miércoles 25/10/2017, se muestra en la siguiente gráfica



Gráfica 3. Curva de demanda de potencia eléctrica registrada en el edificio

Del estudio de la medición de la demanda eléctrica general del centro se pueden señalar las siguientes observaciones:

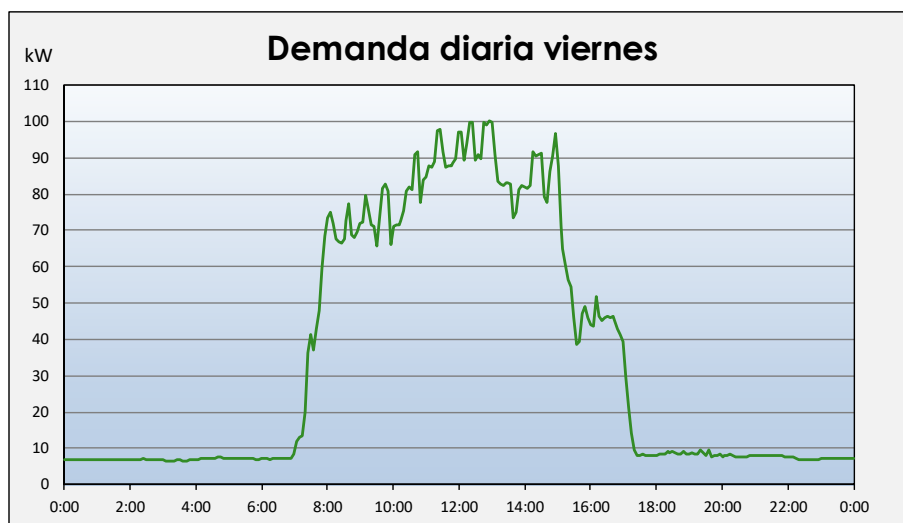
- El perfil de demanda de potencia eléctrica del edificio coincide con los horarios de actividad del edificio, existiendo un consumo remanente de ≈ 7 kW las horas que permanece cerrado y los fines de semana.
- El perfil diario de demanda de potencia eléctrica del edificio es muy variable entre los días laborables, con puntas de 100-110 kW el viernes 20 y martes 24, mientras que el lunes 23 la demanda máxima no superó los 80 kW. Esta variación de la demanda de potencia se produce principalmente por el funcionamiento de los equipos de climatización y en función de las condiciones climatológicas exteriores y niveles de ocupación del edificio.
- Durante el horario de actividad principal del edificio, entre las 07:00 y 15:00 horas, existe una demanda de potencia eléctrica base de 40 kW - 50 kW. Esta demanda base si se repite en todos los días laborables y correspondería con los consumidores de energía constantes como son la instalación de iluminación y los equipos ofimáticos.

- La potencia eléctrica demandada durante los periodos en que el edificio se encuentra cerrado es muy constante y su valor es aproximadamente de 7 kW. Esto representa entre un 10%-13% de la potencia media demandada durante el periodo horario principal de 07:00 a 15:00 horas. Esta demanda correspondería a los equipos de funcionamiento continuo como son el SAI, neveras, rack de datos o centralita de incendios, junto con los consumos en standby de equipos ofimáticos que puedan haberse quedado al finalizar la jornada laboral.
- Los días laborables, entre las 15:00 y 17:30 horas, la potencia media demandada se reduce a casi el 55%-60%. Durante este periodo la actividad del edificio corresponde a la limpieza del centro y el final de la jornada del centro Tourist Info de la planta baja.

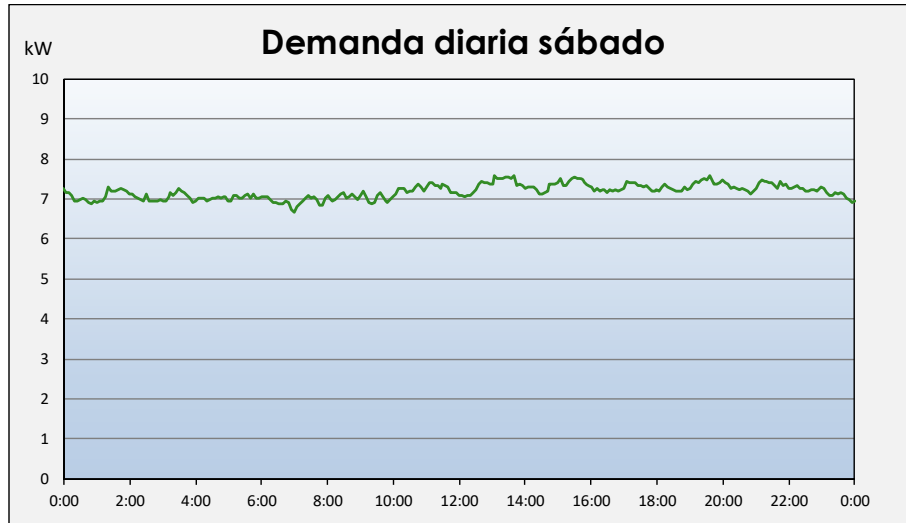
Día		Potencia media diaria (kW)	Pot. Media (kW) 00:00-07:00	Pot. Media (kW) 07:00-15:00	Pot. Media (kW) 15:00-17:30	Pot. Media (kW) 17:30-00:00
Jueves	19-10	36,9	-	73,6	40,9	7,5
Viernes	20-10	34,3	7,0	77,4	45,3	7,9
Sábado	21-10	7,2	7,0	7,2	7,3	7,3
Domingo	22-10	7,2	7,1	7,2	7,3	7,2
Lunes	23-10	27,2	7,1	57,1	33,2	8,2
Martes	24-10	32,3	7,1	65,7	49,6	11,1
Miércoles	25-10	20,8	7,2	54,8	-	-

Tabla 9. Potencias medias diarias registradas y por periodo de actividad del edificio.

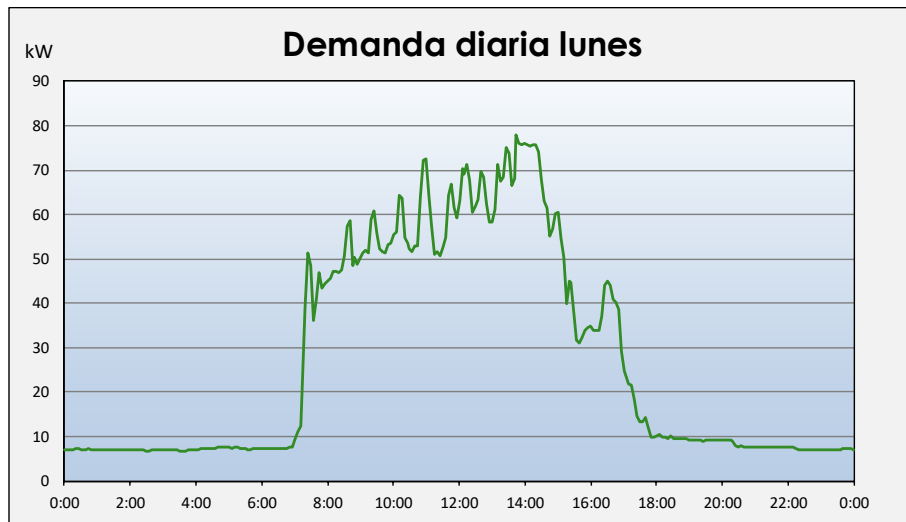
Se muestran a continuación algunas de las curvas diarias de demanda de potencia eléctrica registradas, para visualizar mejor el perfil de demanda de energía eléctrica del edificio:



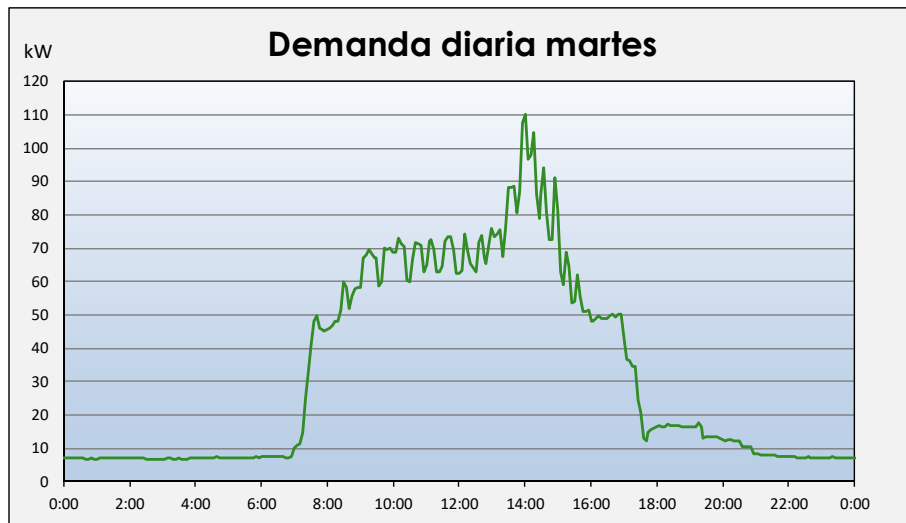
Gráfica 4. Curva de demanda de potencia registrada el viernes 20 de octubre.



Gráfica 5. Curva de demanda de potencia registrada el sábado 21 de octubre.



Gráfica 6. Curva de demanda de potencia registrada el lunes 23 de octubre.

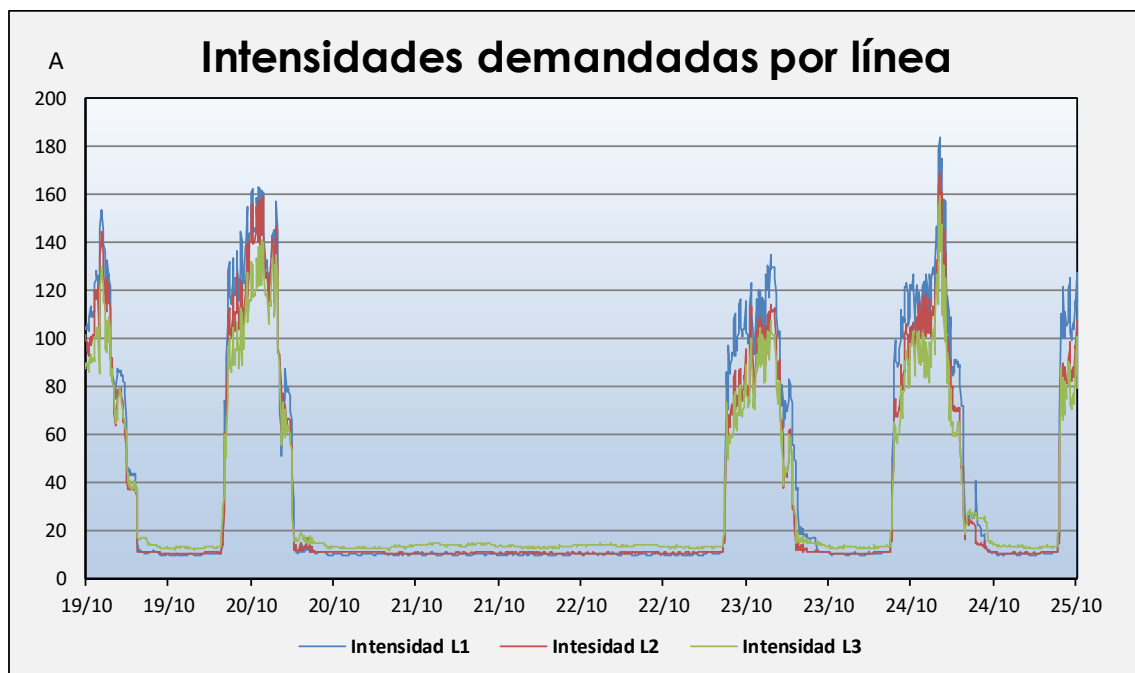


Gráfica 7. Curva de demanda de potencia registrada el martes 24 de octubre.

- Como se ha indicado en la curva semanal de demanda de potencia, se distinguen dos periodos con demanda de potencia mínima o remanente durante los días laborables, de 00:00 a 07:00 horas y de 17:30 a 00:00. En el caso de los días festivos, como el sábado, este consumo remanente aproximado de 7 kW es prácticamente constante durante las 24 horas del día. Esto es un indicativo de existe un control horario o política de apagado de los equipos de climatización que está funcionando, ya que en caso contrario se visualizaría un perfil de demanda más variable.
- Los días laborables tienen un inicio de actividad muy similar, alcanzando la demanda de potencia base de 40 kW – 50kW en pocos minutos. Este perfil es habitual en edificios de oficinas con entrada del personal a la misma hora.
- Las curvas diarias de demanda de potencia de los días laborables se diferencian en las puntas de demandas alcanzadas, dependientes del uso de los equipos de climatización ese día.
- A partir de las 15:00 los perfiles diarios de demanda también son diferentes en cada día laboral, aunque la demanda de potencia nunca desciende de los 30 kW.
- En el periodo de 15:00 a 17:30, la potencia media demandada es cercana del 50% de la potencia media demandada cuando el edificio se encuentra completamente ocupado. La actividad en las estancias de la oficina de Tourist Info y la limpieza del edificio serían los demandantes de este consumo eléctrico. Es una demanda de potencia elevada considerando estas actividades, por lo que sería objeto de estudio comprobar si todos los consumos que se realizan son justificados, pudiendo existir una actividad en ciertos despachos de las plantas que requiere el uso de la climatización de los equipos centralizados Hitecsa, o la iluminación de gran parte del edificio.

Además de las curvas de demanda de potencia eléctrica (kW), es interesante visualizar la demanda de intensidad eléctrica (A) en cada una de las fases o líneas que componen el suministro eléctrico en baja tensión del edificio, para verificar que existe un correcto equilibrio de demanda entre ellas.

En la siguiente gráfica se observan las intensidades por cada una de las fases:



Gráfica 8. Curvas de intensidad demandada por fase

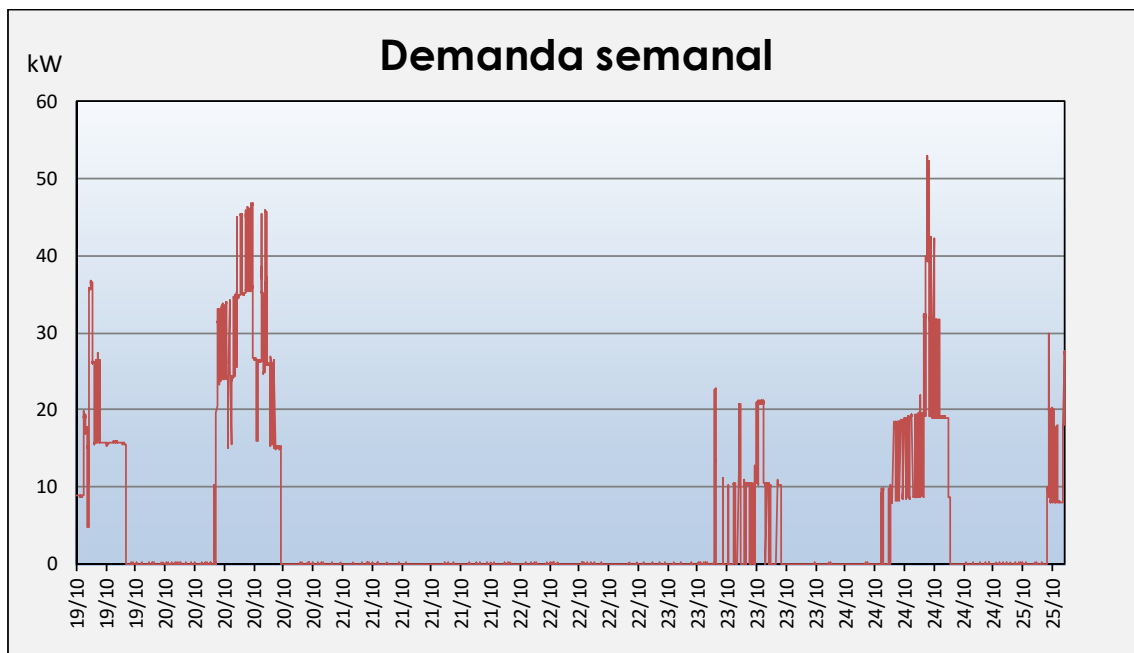
Las medidas realizadas muestran que los circuitos eléctricos del centro se encuentran desequilibrados, siendo fase L1 la que más carga tiene, en torno a 4 A y 9 A más que la fase L2, y 6 A y 10 A que la fase L3. Esto se debe al mayor número de cargas monofásicas que dependen de la fase L1 y no de L2 ni L3.

De esta forma, se recomienda, en caso de realizar alguna ampliación en el Ayuntamiento o instalación de nuevas cargas monofásicas, realizar la conexión de las mismas sobre la fase L3.

4.1.2. Demanda eléctrica equipos climatización general de plantas.

Dado que son los equipos con mayor potencia eléctrica instalada, se ha registrado el consumo eléctrico de los equipos de climatización Hitecsa que climatizan las zonas diáfanas de las plantas primera a tercera, así como la gran mayoría de despachos y salas.

La medición se ha realizado durante el mismo periodo de tiempo que el registro del consumo general del edificio, del jueves 19/10/2017 al miércoles 25/10/2017 y se muestra en la siguiente gráfica:



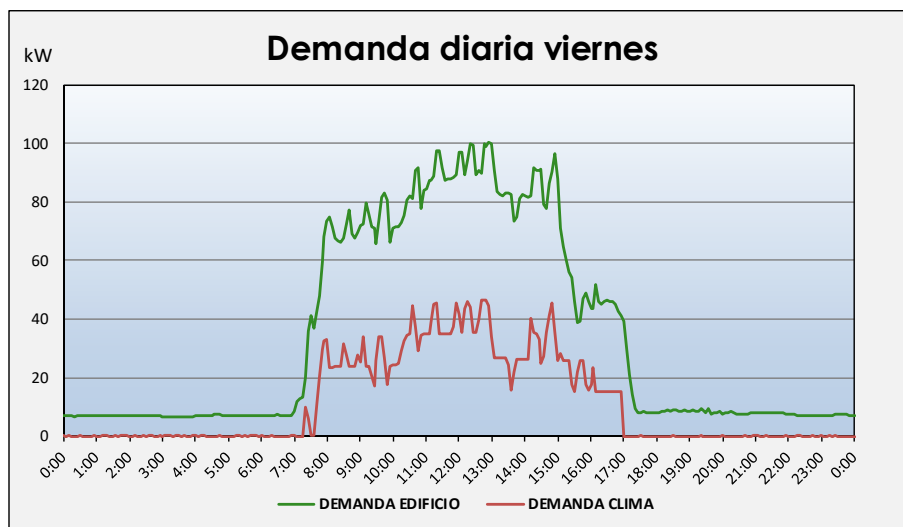
Gráfica 9. Curva de demanda de potencia equipos climatización Hitecsa.

Del estudio de la medición de la demanda eléctrica de los equipos de climatización Hitecsa se pueden señalar las siguientes observaciones:

- Las curvas de demanda de potencia eléctrica son diferente cada día laboral y muy variables durante su tiempo de funcionamiento. Esto es debido al número concreto de equipos que entran en funcionamiento en cada momento. Dado que octubre es un mes de demanda de refrigeración baja en el edificio y en transición hacia la demanda de calefacción, en función de las condiciones climáticas de estos días registrados ha existido una demanda muy variable de la instalación de climatización. En meses de mayor demanda de climatización, las curvas diarias de demanda de potencia serán más similares.

- De la curva de demanda de potencia semanal, resalta el hecho de que existen periodos con demanda prácticamente nula, lo que indica que existe un apagado efectivo de todos los equipos cuando no son utilizados. Esto concuerda con lo observado en las curvas de demanda de potencia general del edificio.
- Se han registrado en la curva numerosos picos seguidos de descensos de demanda de potencia. Esto indica un continuo arranque y paro de los compresores de los equipos, dado que estos equipos carecen de sistemas inverter de regulación que se adaptan mejor a las variaciones de las demandas térmicas del edificio. Este funcionamiento reduce la eficiencia energética de los equipos y aumenta las posibilidades de averías en los equipos.

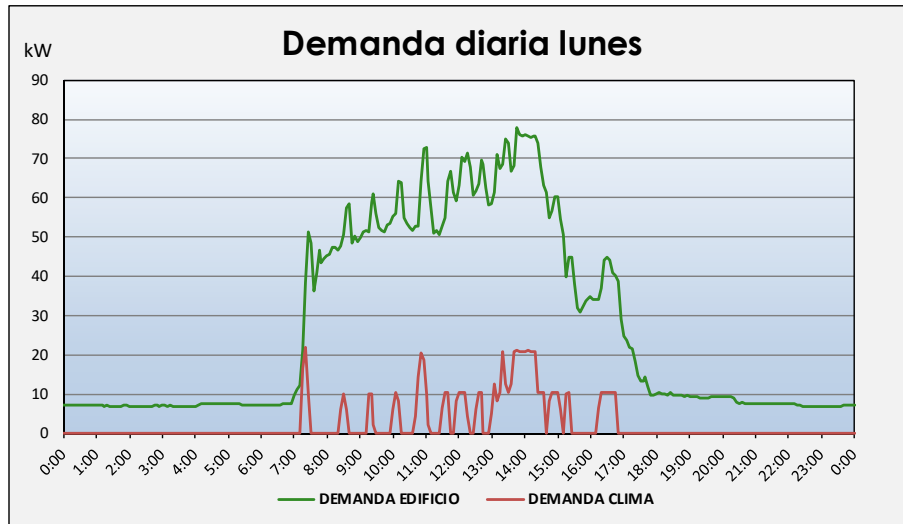
Para comprobar el porcentaje de la demanda de potencia del edificio que representan los equipos de climatización Hitecsa y si horario de funcionamiento corresponde con el de actividad del centro, se muestran a continuación cruzadas las curvas diarias de demanda de potencia general del edificio y las de los equipos de climatización:



Gráfica 10. Curvas de demanda de potencia general y equipos clima el viernes 20 de octubre.

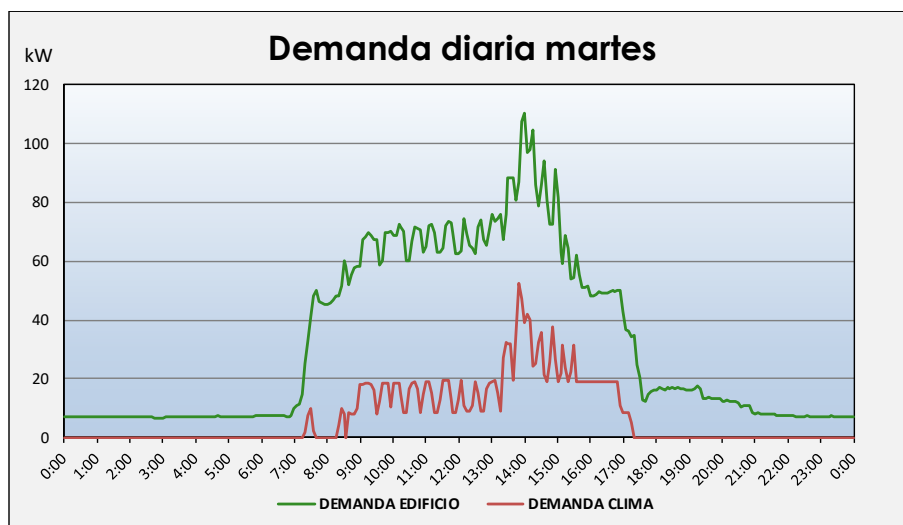
- Se comprueba que los equipos de climatización Hitecsa son los principales consumidores de energía del edificio, representando un 37% de la potencia media demandada durante el periodo de actividad entre las 07:00 y 15:00 horas. Durante la jornada funcionaron entre dos y tres equipos.

- En el periodo de 15:00 a 17:00, con una demanda de potencia entre 25 kW y 15 kW, parece ser que permanece encendidos uno o dos equipos de climatización. Sería preciso determinar si es debido al uso de despachos en las plantas o salón de plenos, o por contrario permanecen encendidos hasta que finaliza la limpieza del edificio.



Gráfica 11. Curvas de demanda de potencia general y equipos clima el lunes 23 de octubre.

- La curva diaria de demanda de los equipos Hitecsa el lunes muestra cómo hubo un funcionamiento discontinuo de uno o dos equipos a lo largo del día, apagándose definitivamente entorno las 17:00.



Gráfica 12. Curvas de demanda de potencia general y equipos clima el martes 24 de octubre.

- La curva diaria de demanda de los equipos Hitecsa el martes es similar a la del viernes, con un funcionamiento más continuado de uno o dos equipos, siendo tres equipos en las horas de mayor demanda térmica. Al igual que el viernes, en el horario de 15:00 a 17:00 existe una demanda de potencia media de 19kW que representa el 35% de la demanda del edificio.

Como resumen del registro de la demanda de energía eléctrica de los equipos de climatización Hitecsa, se muestra a continuación los horarios de funcionamiento diarios, las demandas de potencias medias y el porcentaje de demanda respecto a la del edificio por periodo:

Día		Horas clima (inicio-apagado)	Pot. media (kW)	Porcentaje demanda (%) inicio-15:00	Porcentaje demanda (%) 15:00-apagado
Jueves*	19-10	11:50 a 18:45	17,2	25%	41%
Viernes	20-10	07:20 a 17:00	28,1	37%	39%
Sábado	21-10	OFF	0,1		1%
Domingo	22-10	OFF	0,1		1%
Lunes	23-10	09:20 a 16:50	7,3	12%	11%
Martes	24-10	07:25 a 17:20	16,8	22%	35%
Miércoles*	25-10	07:20 a 09:40	13,7	24%	-

*Días no registrados en su totalidad

Tabla 10. Potencias medias diarias registradas en equipos Hitecsa y porcentaje respecto general del edificio por periodo de actividad del edificio.

Las principales conclusiones que se extraen del registro del consumo eléctrico de los equipos de climatización Hitecsa son:

- Existe un funcionamiento habitual de uno o dos equipos fuera del horario de actividad del edificio. Es necesario verificar que su uso es necesario por razones justificadas o por el contrario, permanecen encendido a la espera que los apague las últimas personas que abandonan el edificio.
- El consumo energético de los equipos ha representado entre el 21% del consumo total del edificio en el periodo registrado, llegado a ser el más 35% durante el horario de mayor actividad del centro de 07:00 a 15:00. Por ello se trata de una instalación clave para poder reducir el consumo energético del edificio, ya sea mejorando su propia eficiencia energética o sustituyéndolos por equipos con una mayor.

4.2. Mediciones de niveles de iluminación.

Mediante el uso de un luxómetro se han medido niveles de iluminancia media sobre el plano de trabajo para determinar:

- El nivel de iluminación de los lugares de trabajo.
- El Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación (VEEI).
- La potencia máxima instalada.

4.2.1. El nivel de iluminación de los lugares de trabajo.

Se consideran los niveles de iluminación mínimos incluidos en la norma UNE EN 12464-1 *Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores* como referencia para evaluar si el nivel lumínico es adecuado.

A continuación se muestra la identificación de las diferentes zonas del centro analizadas según las referencias y los valores de iluminación marcados por la norma:

Zona UNE EN 12464 tabla 5.1 y 5.26	Tipo de interior, tarea y actividad	Iluminación Recomendada (lux)
5.1.1	Áreas de circulación y pasillos	100
5.2.2	Salas de descanso	100
5.2.4	Vestuarios, cuartos de baño,...	200
5.4.1	Almacenes y cuarto almacén	100
5.26.2	Escritura, lectura, tratamiento de datos	500
5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500
5.26.6	Mostrador de recepción	300
5.26.7	Archivos	200

Tabla 11. Iluminancias recomendables según UNE-EN 12464-1.

Los resultados de todas las mediciones realizadas son:

Planta	Zona	Categoría de Zona UNE EN 12464	Iluminancia media (lux)	Iluminancia recomendada (lux)
BAJA	Atención ciudadano - mostrador	Mostrador	734	300
BAJA	Atención ciudadano - puesto trabajo	Tratamiento datos	550	500
BAJA	Aseo zona personal	Cuarto de baño	290	200
BAJA	Despacho turismo 1	Tratamiento datos	638	500
BAJA	Despacho turismo 3	Tratamiento datos	540	500
BAJA	Tourist Info - mostrador	Mostrador	1.450	300
BAJA	Tourist Info - puesto trabajo	Tratamiento datos	380	500
BAJA	Despacho Medio Ambiente	Tratamiento datos	670	500
PRIMERA	Pasillo público	Área circulación	439	100
PRIMERA	Despacho tesorero	Tratamiento datos	520	500
PRIMERA	Recursos Humanos - mostrador	Mostrador	723	300
PRIMERA	Recursos Humanos - puesto trabajo	Tratamiento datos	630	500
SEGUNDA	Pasillo público	Área circulación	576	100
SEGUNDA	Salón de plenos - ponente	Sala conferencias	714	500
SEGUNDA	Aseo Mujeres	Cuarto de baño	320	200
SEGUNDA	Comisión gobierno	Sala conferencias	1.030	500
SEGUNDA	Secretaría - puesto trabajo	Tratamiento datos	505	500
TERCERA	Pasillo público	Área circulación	1.408	100
TERCERA	Sala de reuniones zona norte	Sala conferencias	657	500
TERCERA	Despacho zona este	Tratamiento datos	634	500

Tabla 12. Mediciones del nivel iluminación en el edificio

Se concluye que los niveles de iluminación del edificio se encuentran acorde a la norma, a excepción del puesto de trabajo en la recepción de la oficina Tourist Info que se encuentra por debajo de la iluminancia recomendada, debido a las sombras que se proyectan en él.

Los puestos de trabajo en zonas diáfanas, despachos y salas de reuniones disponen de buenos niveles de iluminación, siendo esta mayor conforme aumentan su proximidad a las ventanas del edificio.

Destaca el elevado nivel de iluminación existente en los pasillos públicos junto a la escalera principal, donde se aprovecha la iluminación natural entrante por el lucernario existente. En estas zonas es posible instalar sensores de iluminación constante que regulen el encendido de las luminarias en función de la aportación de luz natural.

4.2.2. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación

El valor de Eficiencia Energética de la instalación de Iluminación (VEEI) cuya medida es W/m² por cada 100 lux, está diferenciado por el tipo de actividad en el local y se define como:

$$VEEI = \frac{\text{Potencia instalada (W)} * 100}{\text{Superficie (m}^2\text{)} * \text{Iluminancia media (lux)}}$$

Dado que no se disponen de los planos actualizados del edificio, se han seleccionado las estancias que se han confirmado sus dimensiones y son representativas de la actividad del centro.

Mediante los valores registrados de iluminancia, se ha obtenido el valor de VEEI junto con el que sería el recomendado para el espacio según lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) el documento DB-HE-3: *Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación*.

Planta	Zona	Pot. instalada (kW)	Superficie (m ²)	Em (Lux)	Zona de actividad	VEEI límite	VEEI
PRIMERA	Pasillo público	1,21	60	439	zona común	6	4,6
PRIMERA	Despacho tesorero	0,35	15	520	Administrativo	3	4,3
PRIMERA	Recursos Humanos	1,73	29	677	Administrativo	3	8,8
SEGUNDA	Pasillo público	1,90	96	576	zona común	6	3,4
SEGUNDA	Salón de plenos	0,48	163	714	sala conferencias	8	0,4
SEGUNDA	Aseo Mujeres	0,17	6	320	zona común	6	9,7
SEGUNDA	Comisión gobierno	0,36	49	1.030	sala reuniones	8	0,7
SEGUNDA	Secretaría	2,68	156	505	Administrativo	3	3,4

Tabla 13. Valor de eficiencia energética de iluminación en estancias del edificio

El VEEI en los pasillos públicos se encuentra por debajo del límite establecido por el CTE, aunque sin el aporte de luz natural se acercarian a este valor.

Las estancias con luminarias de tecnología LED, como son el salón de plenos y comisión de gobierno, tienen un excelente valor de eficiencia energética de iluminación.

Las estancias con luminarias de tubos fluorescentes y balastos electromagnéticos, como son aseos, despachos y zonas diáfanos con puestos de trabajo, no cumplen con el valor de eficiencia energética de iluminación indicado en el CTE. Estas luminarias implican una gran potencia eléctrica instalada aunque su aporte de iluminancia sea la correcta para las actividades que se desempeñan.

4.2.3. Potencia máxima instalada

El otro indicador de eficiencia energética que establece el documento CTE-DB-HE-3, es la potencia máxima instalada (W/m^2).

Planta	Pot. Instalada (kW)	Superficie (m^2)	Zona de actividad	Pot. Máx Recomendada W/m^2	Pot. Máxima W/m^2
BAJA	2,74	682	Administrativo	12	4
PRIMERA	11,32	682	Administrativo	12	17
SEGUNDA	7,29	854	Administrativo	12	9
TERCERA	8,00	832	Administrativo	12	10

Tabla 14. Potencia en iluminación interior del edificio

Se observa que la potencia máxima instalada en la planta baja y segunda se encuentra muy por debajo de la indicada, debido principalmente a la tecnología LED empleada en la iluminación. La planta tercera se encuentra en cercana al límite, mientras que la planta primera la supera ampliamente al estar generalizado el uso de luminarias con tubos fluorescentes y balastos electromagnéticos.

4.3. Condiciones termo-higrométricas.

Según el RD 1826/2009, de 27 de noviembre, la "I.T. 3.8.2 Valores límite de las temperaturas del aire" perteneciente al RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), se indica que la temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados se limitará a los siguientes valores:

- La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a $21^{\circ}C$.
- La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a $26^{\circ}C$.
- Las condiciones de temperaturas anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

Al realizarse las mediciones de las condiciones termo-higrométricas durante el mes de octubre, gran parte de las estancias tenían apagados sus equipos de climatización. Las mediciones registradas fueron las siguientes:

Planta	Zona	Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa
BAJA	Despacho Medio Ambiente	23,4	46,2%
SEGUNDA	Secretaria	25,8	51,8%
TERCERA	Despacho zona este	26,9	47,0%
TERCERA	Urbanismo	24,6	47,2%

Tabla 15. Medidas temperatura y humedad

Durante las mediciones los equipos de climatización se encontraban en modo refrigeración, mostrando el registro diferencias entre estancias. Mientras en secretaria y el despacho zona este en planta segunda, las temperaturas son las indicadas en el RITE para cumplir con las directrices de eficiencia energética, el despacho de medio ambiente en planta baja y la zona diáfana de urbanismo en planta tercera, las temperaturas eran inferiores a 26°C.



Imagen 21. Termostatos consigna zona urbanismo y zonas planta baja

En general, se ha comprobado en los paneles de control Airzone de los equipos de climatización Hitecsa, así como en los termostatos del resto de los equipos individuales de panel o mandos individuales, que las temperaturas consigna se establecen entre 2°C y 3°C por debajo de lo recomendado por el RITE.

El perfil del control del confort ambiental del edificio sería el de un centro con establecimiento de consignas de forma individual por los usuarios, no existe una política de concienciación implantada y no existen termómetros ambientales de visualización general o comprobaciones periódicas del confort ambiental.

Se recomienda cambiar la política de control del confort ambiental del sistema de climatización y establecerlas según indica el RITE, ya que cada grado de más en las temperaturas ambiente supone un incremento del consumo energético en climatización de un 8%.

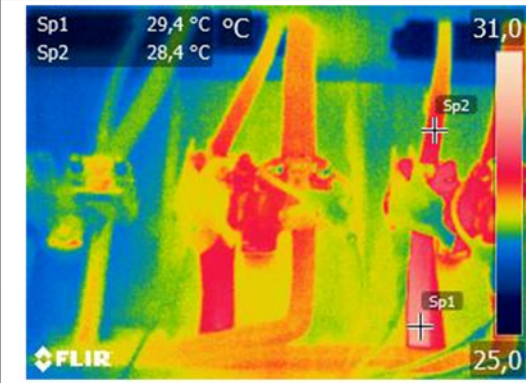

4.4. Termografías

A continuación se presentan las termografías más representativas tomadas durante la auditoría del edificio y un breve análisis cualitativo de los diferentes puntos medidos. Junto a cada termografía se encuentra la fotografía real correspondiente del punto medido.

Conexiones eléctricas en Cuadro General BT

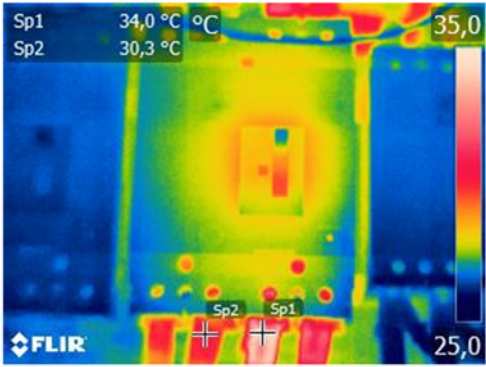

En este caso el análisis se centra en identificar diferencia elevadas entre diferentes elementos o puntos de conexión.

Si la diferencia de temperatura entre componentes similares bajo cargas similares supera los 15°C deben llevarse a cabo reparaciones de forma inmediata. Si no se corrige, el sobrecalentamiento de una conexión eléctrica suelta o con corrosión podría fundir o disparar la protección de todo el centro.

Termografía	CGBT
	
Temperatura ambiente (°C)	23
Punto termografiado	Conductor eléctrico de acometida en CGBT
Temperatura punto 1 (°C)	29,4
Temperatura punto 2 (°C)	28,4
Δ temperatura (°C)	1

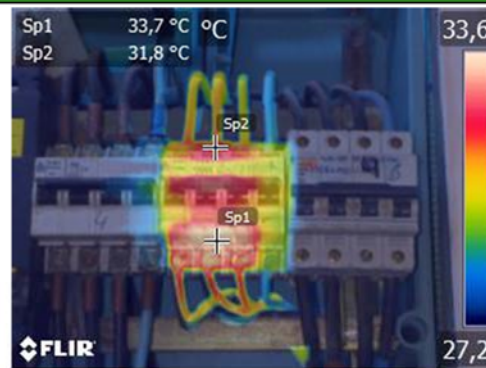
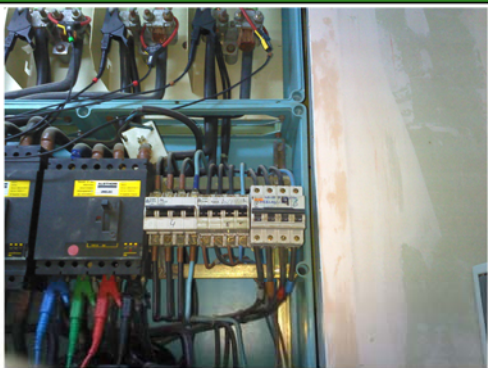
Termografía 1. Conexiones de conductores de acometida de B.T al CGBT

No se observan temperaturas elevadas en las conexiones de los cables eléctricos provenientes de la acometida de baja tensión del transformador y los conductores que conectan con los interruptores magnetotérmicos principales del CGBT. No existen gradientes de temperatura de consideración entre los conductores.

Termografía	CGBT
	
Temperatura ambiente (°C)	23
Punto termografiado	Interruptor magnetotermico en CGBT
Temperatura punto 1 (°C)	34
Temperatura punto 2 (°C)	30,3
Δ temperatura (°C)	3,7

Termografía 2. Conexiones interruptor magnetotérmico en CGBT

Las conexiones de los conductores a los interruptores magnetotérmicos principales del CBGT, y el propio equipo, no presentan temperaturas elevadas o fuera de lo normal. Se observa una mayor temperatura en la fase con mayor carga en ese momento, pero sin ser un gradiente de temperatura importante que indique una mala conexión del conductor de dicha fase.

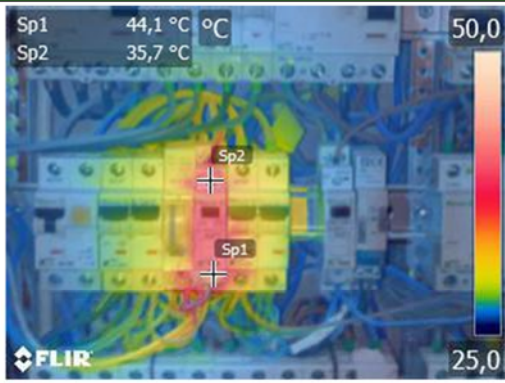
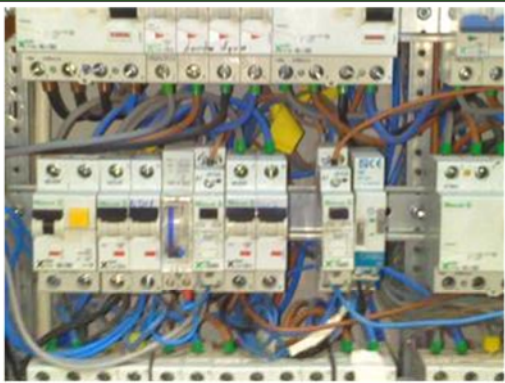
Termografía	CGBT
	
Temperatura ambiente (°C)	23
Punto termografiado	Interruptor magnetotermico ascensor
Temperatura punto 1 (°C)	33,7
Temperatura punto 2 (°C)	31,8
Δ temperatura (°C)	1,9

Termografía 3. Conexiones interruptores magnetotérmicos circuitos secundarios

Las conexiones de los conductores al interruptor magnetotérmico del ascensor del edificio, y el propio equipo, no presentan temperaturas elevadas o fuera de lo normal. Se observa unas temperaturas similares entre las fases, lo que es coherente al ser una única carga trifásica.

En general, no se han detectado puntos con temperaturas peligrosas en el equipamiento eléctrico, ni gradientes que indique conexiones eléctricas defectuosas.

Señalar únicamente un componente en el cuadro secundario de alumbrados junto al CGBT, que debería ser revisado por seguridad aunque no presente defectos graves inmediatos.

Termografía	Cuadro secundario de alumbrados
	
Temperatura ambiente (°C)	23
Punto termografiado	Contactor modular junto circuito AL EXT-2
Temperatura punto 1 (°C)	44,1
Temperatura punto 2 (°C)	35,7
Δ temperatura (°C)	8,4

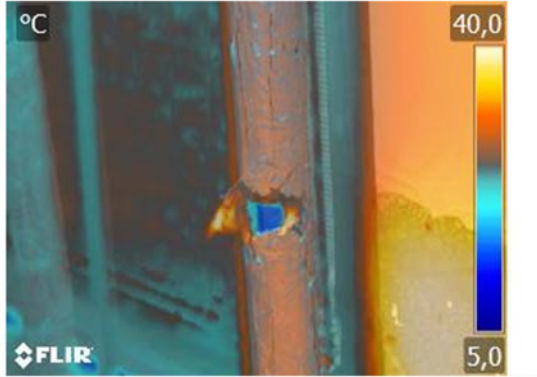

Termografía 4. Contactor modular en cuadro secundario de alumbrados

Se observa una temperatura media del contactor modular de 38°C, habiendo una temperatura de 44°C en su conexión inferior con el conductor eléctrico. Si bien no representa una temperatura excesiva, si existe un gradiente de 8,4°C respecto a la conexión superior con el conductor. Sería conveniente revisar este equipo y su conexión eléctrica inferior.

Equipos de climatización en cubierta

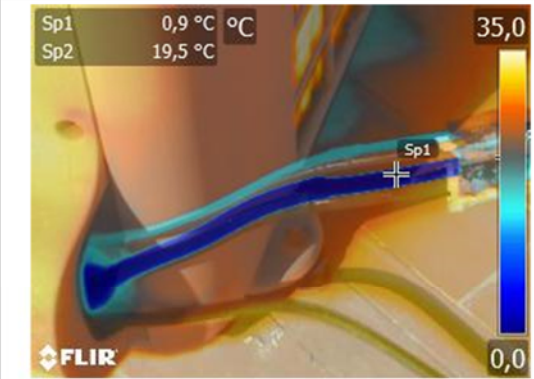

Las líneas de refrigerante que unen las unidades interiores (evaporadores) y las unidades exteriores (condensadores) de los equipos de climatización, deben estar aisladas térmicamente en todo su trazado para evitar pérdidas de energía que reducen la eficiencia de los equipos.

Se ha realizado una inspección mediante imagen termográfica del aislamiento de dichas líneas en su paso por la cubierta, al ser la parte del trazado más accesible y que está sometida a las condiciones exteriores de temperatura.

Termografía	Equipo Hitecsa
	
<p>Temperatura ambiente (°C)</p>	<p>27</p>
<p>Punto termografiado</p>	<p>Rotura de aislamiento</p>


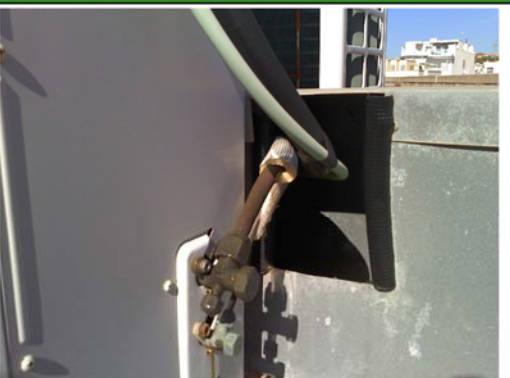
Termografía 5. Línea refrigerante equipo Hitecsa

En general, el aislamiento de las líneas de refrigerante de los Hitecsa se encuentra en buen estado aunque la capa de aluminio reflectante si está degradada. No obstante se han identificado algunos puntos en el que la coquilla aislante se encuentra rota y deja las tuberías en contacto con el ambiente.

Termografía	Equipo Carrier
	
Temperatura ambiente (°C)	27
Punto termografiado	Tramo línea refrigerante sin aislar
Temperatura punto 1 (°C)	0,9
Temperatura punto 2 (°C)	19,5
Δ temperatura (°C)	-18,6

Termografía 6. Línea refrigerante equipo Carrier

Los equipos Carrier y otras marcas bomba de calor sin sistema inverter, tienen en buen estado el aislamiento de las líneas de refrigerante, a excepción de un equipo donde se ha dejado sin aislar un tramo considerable antes de entrar a la unidad exterior. Este punto es un punto de recalentamiento innecesario de la línea de baja presión del circuito.

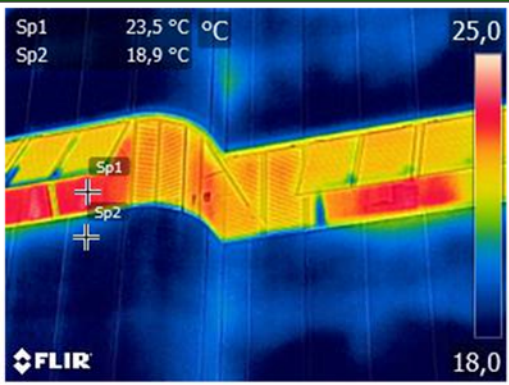

Termografía	Equipo Samsung
	
Temperatura ambiente (°C)	27
Punto termografiado	Tramo línea refrigerante sin aislar

Termografía 7. Línea refrigerante equipo Carrier

Igualmente, los equipos Samsung con sistema inverter, cuentan con un aislamiento en sus líneas de refrigerante en buen estado. Sin embargo, en los equipos que climatizan la planta baja del edificio, se han identificado tramos sin aislar justo antes de entrar a las unidades exteriores. Si bien los tramos no representan una longitud considerable, al estar permanentemente expuestos a la radiación solar, son un punto por donde se desaprovecha parte de la potencia térmica de los equipos.

Envolvente del edificio

Las condiciones climáticas durante la campaña de mediciones, con diferencias de temperaturas entre el exterior y el interior del edificio relativamente bajas, no permite visualizar de manera inmediata los puentes térmicos en los cerramientos e infiltraciones de aire por huecos de fachada.

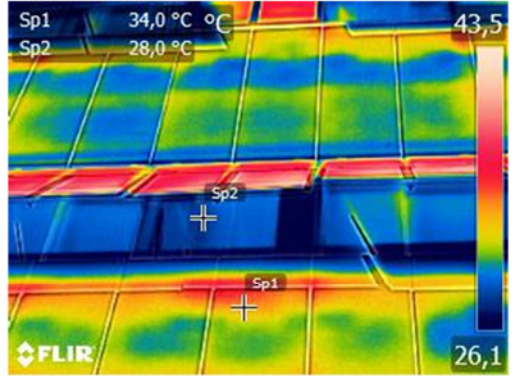

Termografía	Fachada Norte
	
<p>Temperatura ambiente (°C)</p>	<p>23</p>
<p>Punto termografiado</p>	<p>Cerramientos-Ventanas 2ªPlanta</p>
<p>Temperatura punto 1 (°C)</p>	<p>23,5</p>
<p>Temperatura punto 2 (°C)</p>	<p>18,9</p>
<p>Δ temperatura (°C)</p>	<p>4,6</p>

Termografía 8. Fachada Norte – 2ª Planta

En la termografía de la fachada norte se puede ver como los muros del edificio se encuentran a menor temperatura que la ambiental, al no recibir radiación solar y tener una inercia térmica elevada, conservan la temperatura nocturna al ser la imagen tomada por la mañana. Se aprecia una temperatura ligeramente mayor en los encuentros entre forjados y fachada, así como en las esquinas de la fachada.

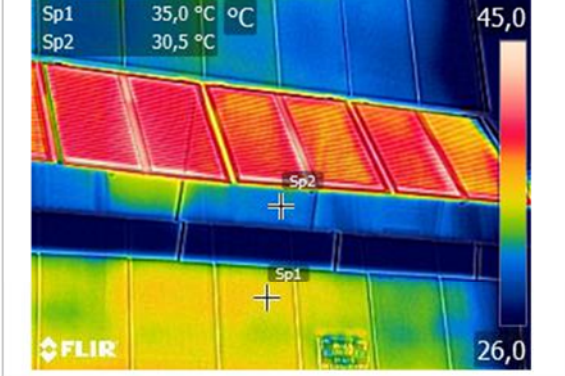

La temperatura de la carpintería y principalmente de los vidrios de las ventanas se encuentra un poco por encima de la temperatura ambiente, siendo el

gradiente con los muros de casi 5°C. Al estar los espacios de esta zona del edificio climatizando en modo calefacción, se puede apreciar como las ventanas son los principales puentes térmicos.

Termografía	Fachada Sureste
	
<p>Temperatura ambiente (°C)</p>	<p>25</p>
<p>Punto termografiado</p>	<p>Cerramientos-Ventanas 2ªPlanta</p>
<p>Temperatura punto 1 (°C)</p>	<p>34,0</p>
<p>Temperatura punto 2 (°C)</p>	<p>28,0</p>
<p>Δ temperatura (°C)</p>	<p>6,0</p>

Termografía 9. Fachada Sureste – 2ª Planta

El caso contrario se produce en la fachada sureste, los muros del edificio se encuentran a mayor temperatura que la ambiental por la radiación recibida. Los elementos de protección solar de lamas son los que mayor temperatura presentan, mientras que los marcos metálicos y los vidrios tienen una temperatura menor al no recibir la radiación solar. De todas formas presentan temperaturas superiores a los 26°C por lo que son puntos por donde se producen ganancias térmicas que los equipos de climatización deben compensar.

Termografía	Fachada Sur
	
<p>Temperatura ambiente (°C)</p>	<p>25</p>
<p>Punto termografiado</p>	<p>Cerramientos-Ventanas 1ªPlanta</p>
<p>Temperatura punto 1 (°C)</p>	<p>35,0</p>
<p>Temperatura punto 2 (°C)</p>	<p>30,5</p>
<p>Δ temperatura (°C)</p>	<p>4,5</p>

Termografía 10. Fachada Sur – 1ª Planta

En la fachada sur se repite la situación de la fachada sureste, los muros del edificio se encuentran a mayor temperatura que la ambiental por la radiación recibida. En la imagen se ve claramente que la parte de muro que no recibe radiación se encuentra un poco por encima de la temperatura ambiental.

Los elementos de protección solar de lamas son los que mayor temperatura presentan, mientras que los marcos metálicos y los vidrios tienen una temperatura menor al no recibir la radiación solar. De todas formas presentan temperaturas superiores a los 26°C por lo que son puntos por donde se producen ganancias térmicas que los equipos de climatización deben compensar.

5. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL CENTRO

El edificio objeto de la auditoría utiliza como única fuente de energía para su funcionamiento energía eléctrica.

	Consumo kWh /año	Consumo tep /año	Coste €/año	Emisiones tCO ₂ /año
Electricidad	481.007	41,4	66.283	159,2

Tabla 16. Resumen consumo energético anual entre agosto 2016 y julio 2017
*impuestos eléctricos incluidos / IVA no incluido

5.1. Contratación de suministro eléctrico

El centro cuenta con un suministro eléctrico conectado a la red de baja tensión con una tarifa 3.1A de acceso a la red eléctrica, con tres periodos tarifarios y las siguientes potencias contratadas:

Titular	AJUNTAMENT DE SANTA POLA	Tarifa de acceso	3.1A
Dirección punto de suministro	C/ SACRAMENTO, 34-1	Potencias Contratadas	
CUPS	ES0021000001441573AE	P1	193
Comercializadora	IBERDROLA CLIENTES	P2	193
Distribuidora	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA S.A	P3	252

Tabla 17. Resumen características contrato eléctrico

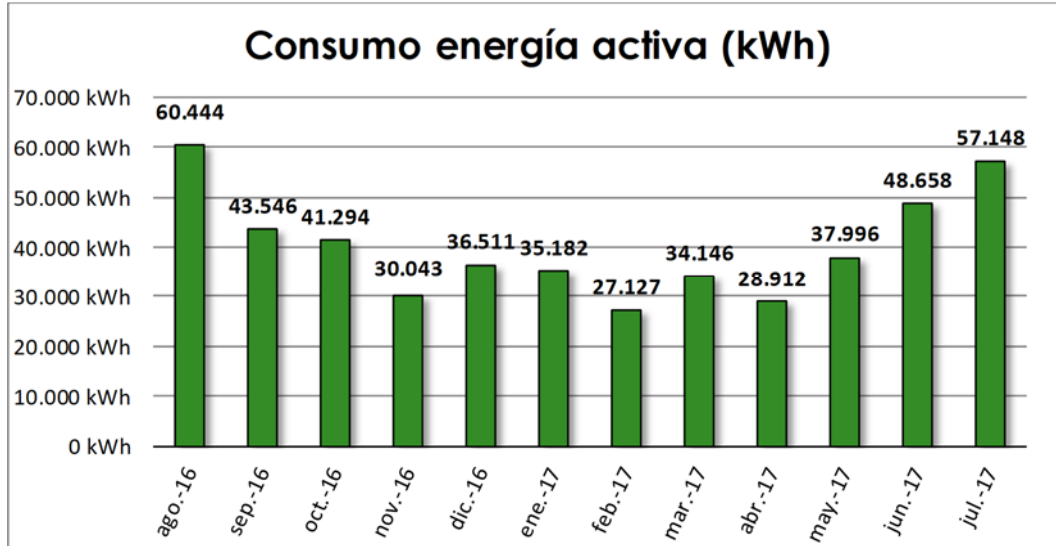
Es importante tener en cuenta que en el estudio de este suministro se ha detectado que este **mismo punto** alimenta tanto las instalaciones del **ayuntamiento**, el **acuario municipal** y el **alumbrado público** de los alrededores del mismo acuario.

En función de las mediciones eléctricas realizadas en cada uno de estos edificios y en el alumbrado público, se ha estimado una distribución del consumo eléctrico de este punto de suministro entre los centros. El Ayuntamiento sería el principal consumidor con un 61% del consumo eléctrico anual del suministro, seguido del Acuario municipal con un 37% y el 2% restante correspondería al alumbrado público.



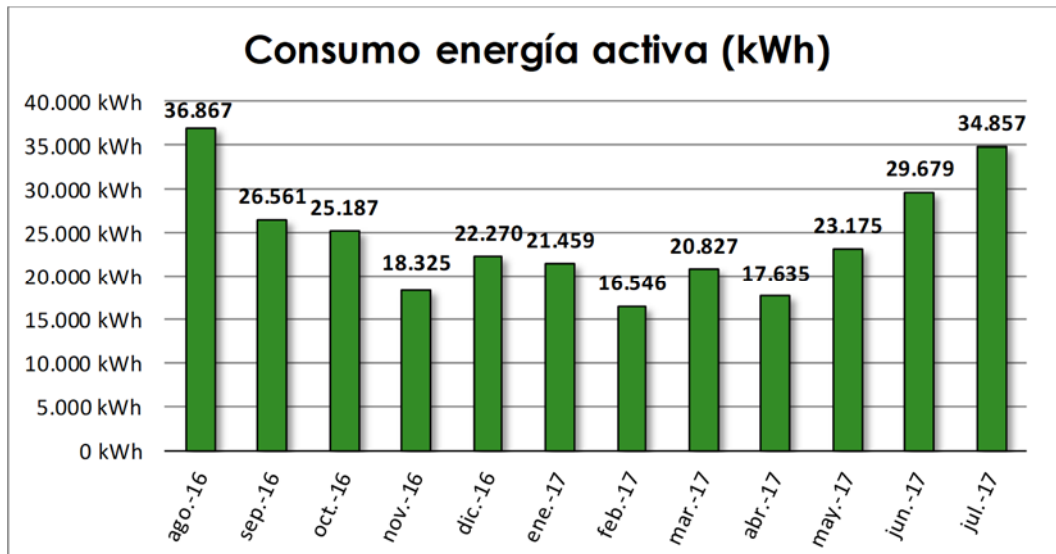
Gráfica 13. Distribución de consumo eléctrico del punto de suministro

En la siguiente gráfica se muestra la evolución del consumo de energía activa (kWh) del suministro a lo largo del periodo de referencia, siendo el consumo medio mensual de 40.084 kWh/mes.



Gráfica 14. Consumo eléctrico mensual de los 12 meses auditados – punto de suministro

No obstante, eliminado de estos valores mensuales el consumo del Acuario municipal y del alumbrado público, se obtiene la siguiente gráfica de la evolución del consumo de energía activa (kWh) del Ayuntamiento a lo largo del periodo de referencia. Con un consumo medio mensual de 24.449 kWh/mes y anual de 293.387 kWh/año.



Gráfica 15. Consumo eléctrico mensual de los 12 meses auditados – Ayuntamiento

Los meses con una mayor severidad climática de calor son los de mayor consumo eléctrico en el edificio, destacando los meses de julio y agosto por encima de los demás. Este perfil de consumo eléctrico anual del centro es comprensible dado que la instalación de climatización representa un 60% del consumo energético del centro, como se muestra en el apartado 6.2. El hecho de estar la mayor parte del edificio orientado hacia el sur-sureste, hace la que la demanda de calefacción sea mucho menor, teniendo también en cuenta los inviernos suaves del clima del municipio de Santa Pola.

Los horarios de facturación de los periodos de la tarifa de acceso contratada 3.1A son:

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	Fin de Semana y Festivos
0:00 a 1:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
1:00 a 2:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
2:00 a 3:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
3:00 a 4:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
4:00 a 5:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
5:00 a 6:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
6:00 a 7:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
7:00 a 8:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
8:00 a 9:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P3
9:00 a 10:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P3
10:00 a 11:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P3
11:00 a 12:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P3
12:00 a 13:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P3
13:00 a 14:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P3
14:00 a 15:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P3
15:00 a 16:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P3
16:00 a 17:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P3
17:00 a 18:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P3
18:00 a 19:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P2
19:00 a 20:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P2
20:00 a 21:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P2
21:00 a 22:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P2
22:00 a 23:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P2
23:00 a 24:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2

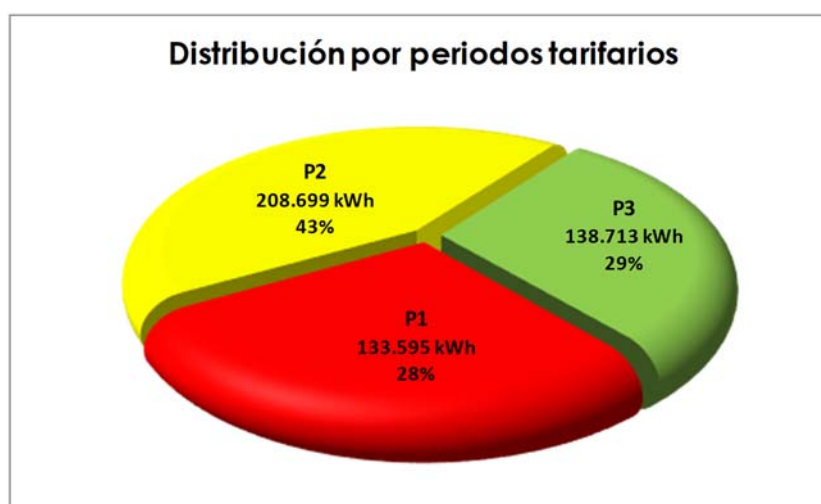
Imagen 22. Gráfico de la distribución horaria de los periodos tarifarios de la tarifa 3.1A

Analizando la facturación eléctrica del suministro, los consumos de energía activa (kWh) mensuales registrados durante el periodo de referencia, fueron los siguientes:

Mes	Consumo energía activa (kWh)			
	P1	P2	P3	Total
ago.-16	19.692	23.665	17.087	60.444
sep.-16	17.072	15.034	11.440	43.546
oct.-16	14.714	14.722	11.858	41.294
nov.-16	4.521	15.987	9.535	30.043
dic.-16	4.539	20.701	11.271	36.511
ene.-17	4.322	20.903	9.957	35.182
feb.-17	3.530	16.106	7.491	27.127
mar.-17	5.796	18.081	10.269	34.146
abr.-17	9.065	10.410	9.437	28.912
may.-17	12.756	13.063	12.177	37.996
jun.-17	17.310	17.878	13.470	48.658
jul.-17	20.278	22.149	14.721	57.148
Total	133.595	208.699	138.713	481.007

Tabla 18. Consumos de energía activa (kWh) desglosados por mes y periodo de facturación.

La distribución del consumo de energía activa (kWh) anual por periodo tarifario quedaría de la siguiente forma:



Gráfica 16. Distribución del consumo eléctrico anual por periodos tarifarios.

Como se puede apreciar, se realiza el mayor consumo eléctrico en el periodo tarifario P2 debido a que este periodo es el que mayor número de horas tiene en el horario de apertura del centro.

Dado que el horario en P3 corresponde casi en la totalidad con las horas de cierre del Ayuntamiento y el Acuario municipal centro, 127.262 kWh/año son un valor aproximado del consumo mínimo que se va a producir en estos edificios (habiéndole restado el consumo del alumbrado público), debido principalmente a la enfriadora de agua en el Acuario municipal, y en el caso del Ayuntamiento a los equipos de funcionamiento continuo como son el SAI, neveras, rack de datos o centralita de incendios, junto con los consumos en standby de equipos ofimáticos que puedan haberse quedado al finalizar la jornada laboral.

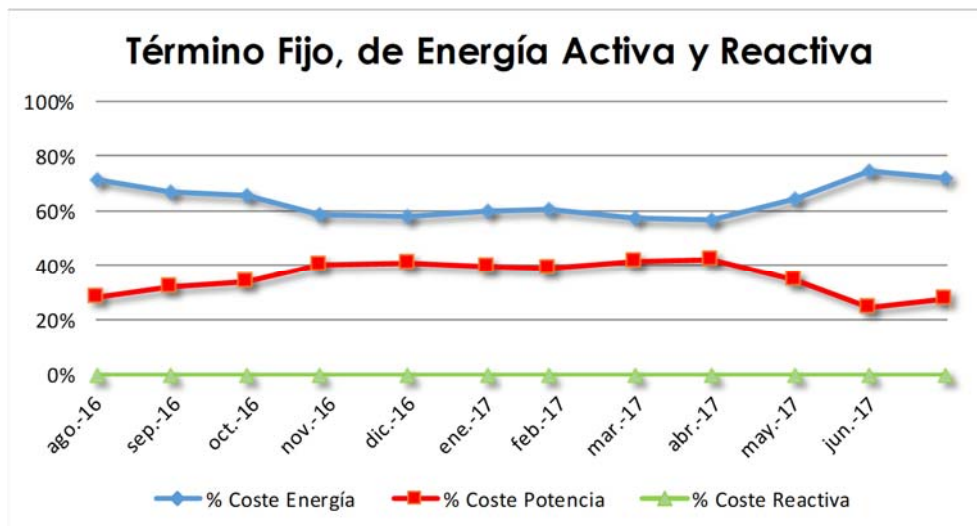
Conocer la distribución del consumo eléctrico anual es importante para negociar el precio con las comercializadoras de energía, pues permite identificar los mejores precios para cada periodo tarifario.

Los costes eléctricos (*con impuesto eléctrico y sin I.V.A*) asociados al periodo de referencia fueron:

Término de Facturación	Coste anual €/año	Coste anual %
Término de Energía Activa	43.009,53	65%
Término de Potencia	22.925,19	35%
Término de Reactiva	0,00	0%
Alquiler Equipo medida	348,47	1%
Total Anual	66.283,19	100%

Tabla 19. Coste de los diferentes términos de la facturación eléctrica en el periodo auditado

En las siguientes gráficas se pueden observar estos costes desglosados por mes y su representación en la facturación eléctrica del centro.



Gráfica 17. Porcentaje mensual del coste de energía y potencia de la facturación eléctrica.

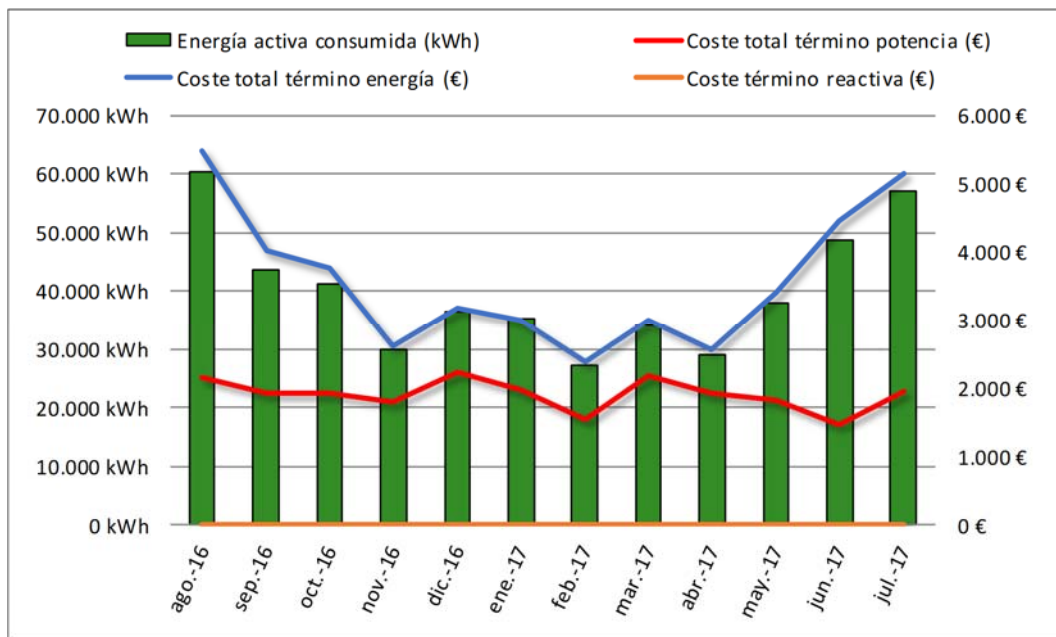
Como resumen del coste del término de energía mensual para el periodo de referencia se tiene:

Mes	Consumo energía activa kWh	Coste Energía €	Precio medio energía c€/kWh
ago.-16	60.444	5.477,78	9,06
sep.-16	43.546	4.015,83	9,22
oct.-16	41.294	3.752,76	9,09
nov.-16	30.043	2.615,15	8,70
dic.-16	36.511	3.176,46	8,70
ene.-17	35.182	2.995,68	8,51
feb.-17	27.127	2.396,03	8,83
mar.-17	34.146	3.004,61	8,80
abr.-17	28.912	2.573,86	8,90
may.-17	37.996	3.402,23	8,95
jun.-17	48.658	4.444,27	9,13
jul.-17	57.148	5.154,87	9,02
Total	481.007	43.010	8,94

Tabla 20. Resumen mensual del consumo y coste eléctrico del periodo auditado

El precio medio del término de energía en el periodo de referencia auditado ha sido de 0,0894 €/kWh.

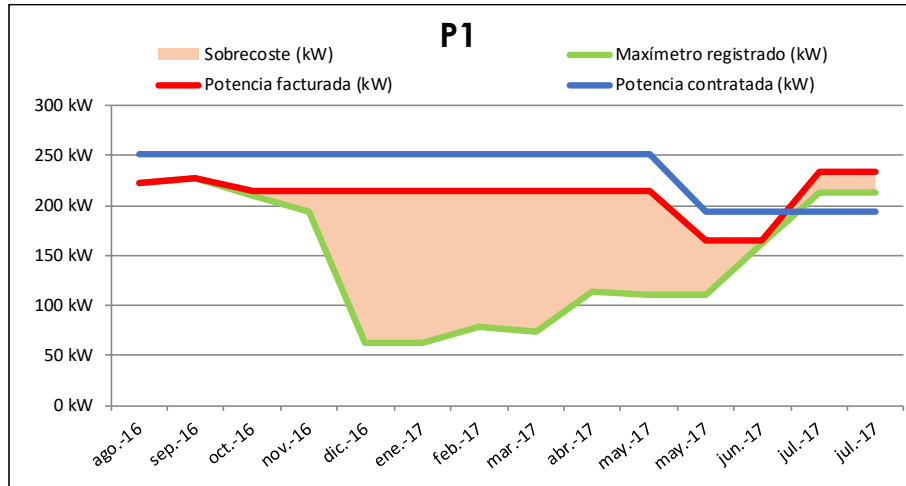
EL término de potencia, que representa una media del 35% del coste anual, tiene un precio por periodo fijo regulado por la administración, y su cuantía varía en función de los días facturados en cada factura mensual.



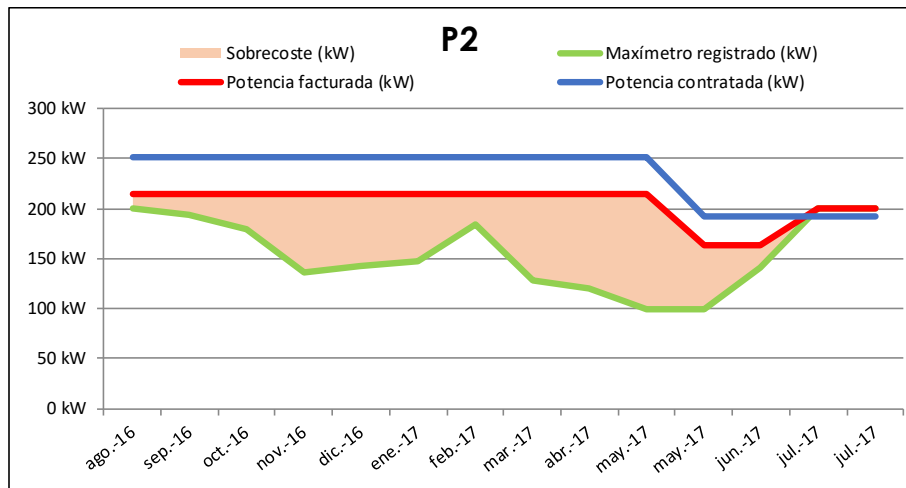
Gráfica 18. Consumo energía vs costes en la facturación eléctrica.

Es importante realizar el seguimiento continuo de los parámetros de contratación del suministro eléctrico, optimizando los parámetros como la potencia contratada, con el objetivo de minimizar los costes fijos de la contratación del suministro eléctrico.

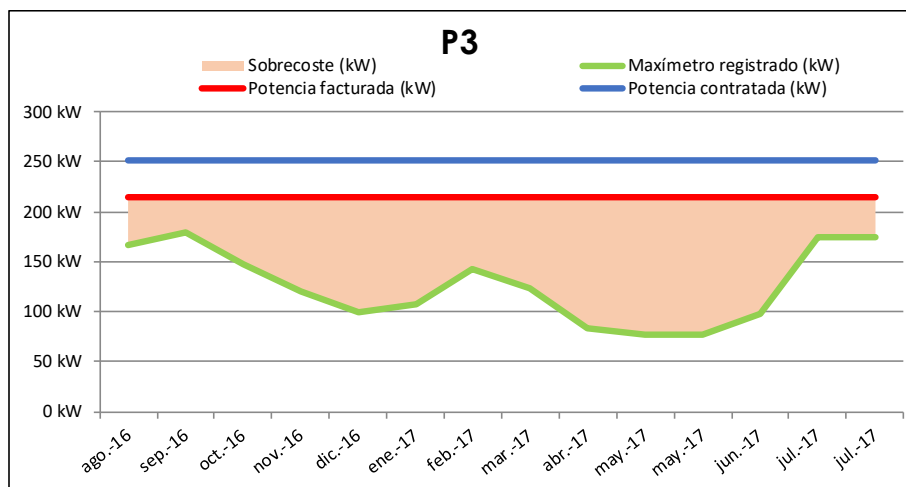
Las tarifas de acceso 3.1A facturan el término de potencia en función de las potencias máximas registradas, por lo que, dado que se dispone de las potencias máximas registradas mensualmente durante el periodo auditado, en la siguiente gráfica se muestra la diferencia entre las potencias máximas registradas, y las potencias contratadas, en el periodo de referencia.



Gráfica 19. Sobrecostes de potencia registrados en el periodo P1



Gráfica 20. Sobrecostes de potencia registrados en el periodo P2



Gráfica 21. Sobrecostes de potencia registrados en el periodo P3

En el análisis se observa que la potencia contratada ha sido modificada en el mes de mayo de 2017.

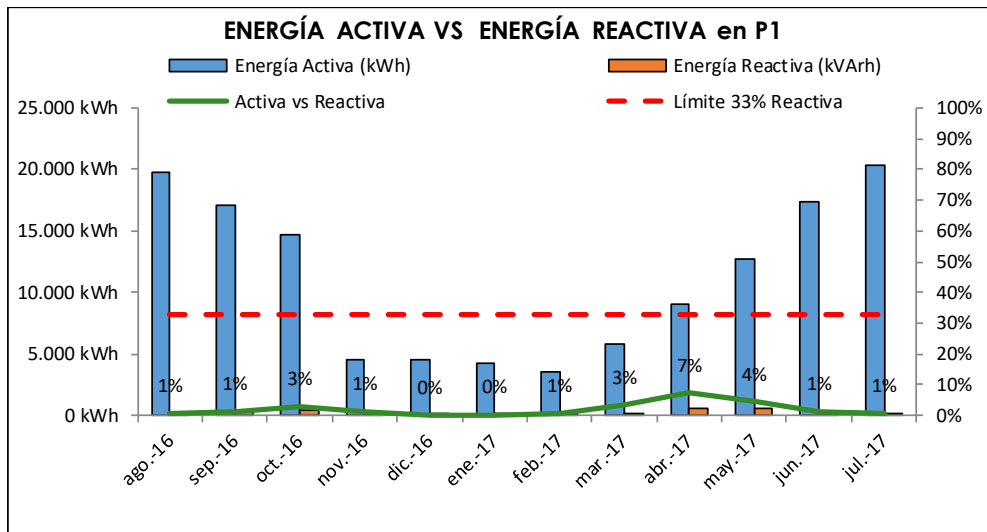
Es conveniente revisar anualmente las potencias de contrato, principalmente si se producen bajas o altas de equipos de potencia eléctrica considerable.

Por último, en el análisis del consumo de energía eléctrica, no se ha identificado ningún exceso de energía reactiva (kVArh), lo que representa que no hay ninguna penalización reflejada en la facturación. Es un indicativo de que la batería automática de condensadores que dispone el edificio funciona correctamente. Hay que destacar que, el periodo P3 no penaliza por excesos de energía reactiva.

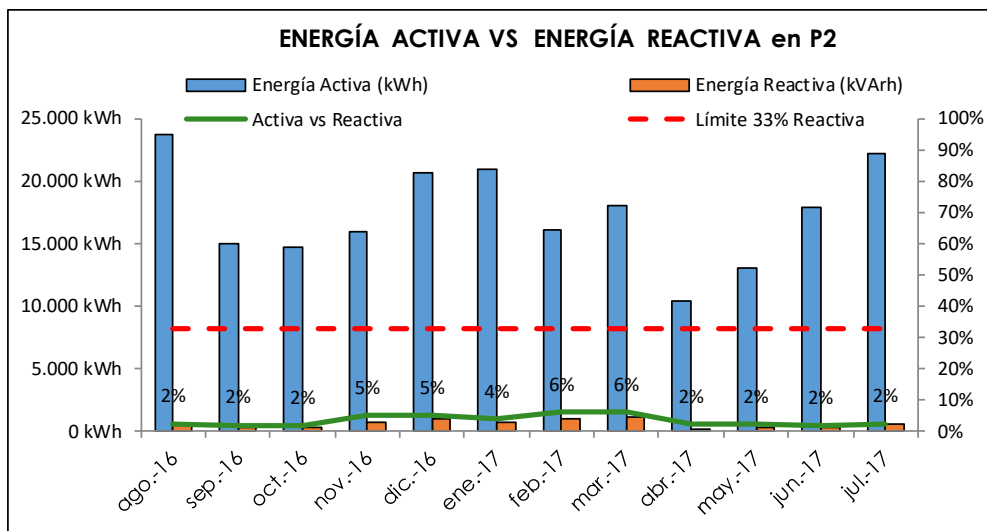


Imagen 23. Batería de condensadores automática en CGBT del edificio

En las siguientes gráficas se puede observar este límite marcado en rojo.



Gráfica 22. Consumo de energía reactiva (kVarh) vs energía activa (kWh)



Gráfica 23. Consumo de energía reactiva (kVarh) vs energía activa (kWh)

5.2. Distribución de consumos energéticos.

A partir de los datos recopilados en el desarrollo de la auditoría energética y del análisis de los consumos, se obtiene la siguiente distribución del consumo energético del centro:

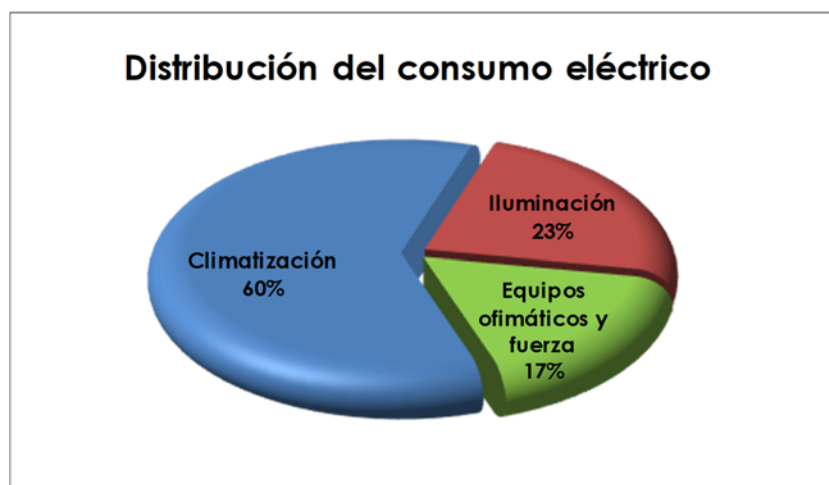
Instalación	Consumo kWh/año	Consumo %
Climatización	177.038	60%
Iluminación	66.781	23%
Equipos ofimáticos y fuerza	49.568	17%
TOTAL	293.387	100%

Tabla 21. Consumos energéticos totales del Ayuntamiento por tipo instalación

Como se puede apreciar, la mayor parte del consumo energético del centro se destina a **la climatización, representando un 60%** del consumo global. Si bien el edificio cuenta con varios equipos de poca antigüedad y con sistema de funcionamiento inverter, **la mayor potencia térmica instalada corresponde a los equipos Hitecsa, cuya eficiencia energética y estado de conservación hacen que su consumo energético sea elevado.**

La instalación de iluminación son el segundo mayor consumidor de energía con **un 23%** del consumo global. Una parte de la potencia instalada en iluminación interior corresponde a luminarias de tecnología LED, muy eficiente energéticamente y que reduce el impacto en el consumo anual del edificio.

Los equipos ofimáticos y de fuerza representan **un 17%** del consumo global. El gran número de puestos de trabajo existentes y los equipos de funcionamiento 24 horas serían los principales consumidores de este grupo.



Gráfica 24. Distribución del consumo energético anual

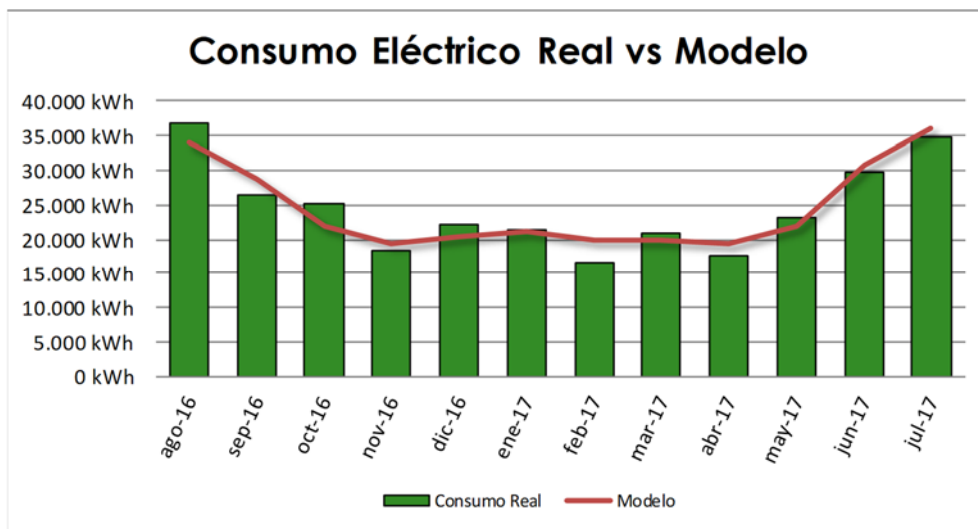
5.3. Modelo energético consumo eléctrico

Para la obtención del modelo energético del consumo de energía eléctrica del edificio, se tiene en cuenta la variación de las condiciones climáticas en la ubicación del edificio. Para introducir la variable climática en el modelo, se usa el concepto de grados día de refrigeración "Cooling Degree Days" (CDD) y grados día de calefacción "Heating Degree Days" (HDD).

Así pues, realizando el análisis del modelo energético, se obtiene relación directa entre el consumo eléctrico mensual y los HDD y CDD obtenidos para la ubicación del centro:

$$\text{kWh eléctricos mes} = 139,68 \cdot \text{CDD (mensuales)} + 11,42 \cdot \text{HDD (mensuales)} + 15847$$

Como se puede apreciar en el siguiente gráfico, el consumo obtenido mediante el modelo y consumo eléctrico real para el periodo de referencia tiene un error inferior al 20% en la mayoría de los meses analizados.



Gráfica 25. Comparativo consumo eléctrico real - modelo

Este modelo energético puede ser mejorado y ajustarse mejor al consumo real con la inclusión de otras variables como son la afluencia de personas al edificio, el número de horas mensuales en que se trabaja en el edificio fuera del horario habitual, o realizando una medición diaria del consumo eléctrico y las temperaturas exteriores e interiores del edificio.

6. INDICADORES ENERGÉTICOS.

Los indicadores energéticos son una herramienta muy útil a la hora de analizar evoluciones de consumos energéticos, comparar centros de igual actividad o eficiencia energética de instalaciones. También son útiles para establecer objetivos energéticos y analizar la evolución energética del edificio.

El indicador energético más utilizado para comparar áreas es el consumo específico por superficie.

	Consumo anual kWh/año	Superficie útil m ²	Consumo por superficie útil kWh/m ²
Electricidad	293.387	3.050	96

Tabla 22. Consumo eléctrico específico por superficie del edificio.

Analizando en detalle según la distribución de consumos, se obtienen los siguientes indicadores para la iluminación y para la climatización del centro:

	Consumo anual kWh/año	Superficie útil m ²	Consumo por superficie útil kWh/m ²
Iluminación	66.781	3.050	22
Climatización	177.038		58

Tabla 23. Consumo específico de las instalaciones por superficie del edificio.

7. MEDIDAS AHORRO Y EFICIENCIA

En función de los datos y resultados obtenidos del análisis del estado y funcionamiento energético del centro, a continuación, se desarrollan las Medidas de Ahorro y Eficiencia (MAEs).

7.1. Consideraciones

Para el análisis y evaluación del ahorro económico debido a las mejoras de eficiencia energética que se propondrán y el cálculo de la reducción del impacto ambiental, se realizan las siguientes hipótesis, que serán utilizadas a lo largo del resto del apartado.

7.1.1. Coste económico

A partir de las facturas del periodo de referencia y de los análisis del suministro eléctrico se obtiene el siguiente precio:

- Energía Eléctrica: Precio medio término Energía 0,0894€/kWh (impuesto eléctrico incluido)

En el periodo de retorno de las inversiones se ha tenido en cuenta el ciclo de vida de la instalación, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, los costes de mantenimiento y las tasas de descuento. Se ha considerado una inflación media del 7%, un aumento del IPC del 1,5% y un tipo de interés del 4%.

7.1.2. Coste ambiental

Para el análisis de emisiones, se considerará como indicador, la cantidad de CO₂ equivalente emitida a la atmósfera debida a la producción de energía. Dicho valor se puede obtener de diversas fuentes, para este informe se consideran los datos facilitados por IDAE.

- Energía Eléctrica: 0,331 kgCO₂/kWh.

7.2. Puntos ya existentes que favorecen el ahorro energético

Antes de proponer las medidas de mejora detectadas, se debe destacar que durante la visita se pudo constatar que en el centro se emplean recursos para promover la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO₂ asociadas a su actividad.

Se detectaron las siguientes medidas que favorecen al ahorro energético:

- Instalación de iluminación con tecnología LED.
- Instalación de climatización eficiente mediante equipos con sistema inverter.
- Control iluminación exterior mediante reloj horario.

7.3. Medidas de ahorro y eficiencia energética

7.3.1. Ajuste de las temperaturas de consignas de climatización

7.3.1.1. Situación actual

Durante la realización de la auditoría se ha comprobado que la temperatura ambiente en varias estancias estaba por debajo de la temperatura recomendada (26°C para el verano, según el RD 1826/2009, época durante la cual se realizaron la visita al edificio).

En general, se ha comprobado en los paneles de control Airzone de los equipos de climatización Hitecsa, así como en los termostatos del resto de los equipos individuales de panel o mandos individuales, que las temperaturas consigna se establecen entre 2°C y 3°C por debajo de lo recomendado por el RITE.

El perfil del control del confort ambiental del edificio sería el de un centro con establecimiento de consignas de forma individual por los usuarios, no existe una política de concienciación implantada y no existen termómetros ambientales de visualización general o comprobaciones periódicas del confort ambiental.

7.3.1.2. Mejora a implementar

Los sistemas de climatización del edificio se controlan mediante termostato individual, por lo que es necesario establecer una política de control y sensibilización a los usuarios para que la temperatura ambiente de los espacios corresponda con los valores recomendados por el RITE.

Esta política puede abordarse de múltiples formas: programación de los termostatos, mediciones periódicas de las temperaturas ambiente o colocación de termómetros en las zonas diáfanas mayores, pero sin duda la más importante es la sensibilización de los usuarios mediante carteles o campañas informativas, recogiendo siempre las impresiones si existen problemas de confort ambiental en sus zonas.

Debe tenerse en cuenta en cuenta que por cada grado de temperatura que modifiquemos la consigna aproximándola a la temperatura exterior se obtiene un ahorro en torno a un 8% en el consumo destinado a climatización.

7.3.1.3. Ahorro energético y económico

Esta medida de mejora supone una inversión mínima en políticas de sensibilización y control, por lo que se recomienda su actuación de manera inmediata, teniendo en cuenta las siguientes temperaturas de consigna recomendadas por el RITE.

- Meses de verano: 26°C
- Meses de invierno: 21°C

Se realiza un planteamiento conservador, estimando un ahorro del 5% por el ajuste de 2°C la temperatura de ambiente durante los meses de verano e invierno.

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Ajuste de temperaturas consignas	8.852	2,9	791	300	0,4	0,1

Tabla 24. Resumen MAE Ajuste de temperaturas consignas

7.3.2. Eliminación consumos stand-by

7.3.2.1. Situación actual

Como se ha visto en el capítulo 5.1.1, existe una demanda de potencia cuando el centro se encuentra sin actividad cercana al 13% de su demanda en funcionamiento.

Parte del consumo remante de fuerza está asociado a equipos de funcionamiento continuo como neveras, el rack de telecomunicaciones o las centralitas de seguridad e incendios. Sin embargo, tras las observaciones durante la visita al centro y visto el elevado consumo energético en horas con el centro cerrado, es más que probable que varios equipos ofimáticos se queden en modo stand-by tras la jornada de trabajo del centro.

Existen varios puestos de trabajo que cuentan con regleta de enchufes con interruptor de apagado, pero no es generalizado en todas las plantas y despachos.

Muchos equipos siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red cuando no se estén usando.

7.3.2.2. Mejora a implementar

Para evitar estos consumos de energía innecesarios durante los periodos de inactividad, nocturnos y festivos, es necesario desconectar los equipos por completo de la red. El consumo en modo de espera puede llegar al 15% del consumo en condiciones normales de funcionamiento.

Se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una regleta múltiple con interruptor, de forma que se puedan apagar todos a la vez al finalizar la jornada laboral.

Dado que ya existen puestos de trabajo con estas regletas múltiples e interruptor, se recomienda una campaña de sensibilización a los usuarios para hacer uso de ella mediante carteles informativos.

Una mejor alternativa para evitar olvidos debido a la necesidad de un apagado manual de las regletas consiste en el uso de enchufes programables que permiten el apagado y encendido automático de todos los equipos conectados a ellos según un horario preestablecido por el usuario.



Imagen 24. Regleta múltiple con interruptor y toma de corriente con control horario

Por otro lado, se recomienda configurar adecuadamente el modo de ahorro de energía de los ordenadores, impresoras, fotocopiadoras y resto de equipos ofimáticos, con lo que se puede ahorrar hasta un 50% del consumo de energía del equipo.

7.3.2.3. Ahorro energético y económico

Se estima que mediante la eliminación de los consumos de stand-by de los equipos ofimáticos y de fuerza del centro, se puede reducir un 16% el consumo remanente actual del edificio, lo que representaría un 2% del consumo eléctrico anual de los equipos ofimáticos y de fuerza. La inversión se ha estimado con un precio medio de mercado de 12€ para enchufes programables y regletas con interruptor.

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Eliminación consumos stand-by	4.833	1,6	432	1.200	2,8	2,7

Tabla 25. Resumen MAE Eliminación de consumos stand-by

7.3.3. Aislamiento de térmico de líneas de refrigerante

7.3.3.1. Situación actual

En el estudio termográfico mostrado en el apartado 5.4 de la campaña de mediciones, se han identificado en varios tramos en las líneas de refrigerante de las unidades exteriores de la instalación de climatización que se encuentran sin aislamiento.

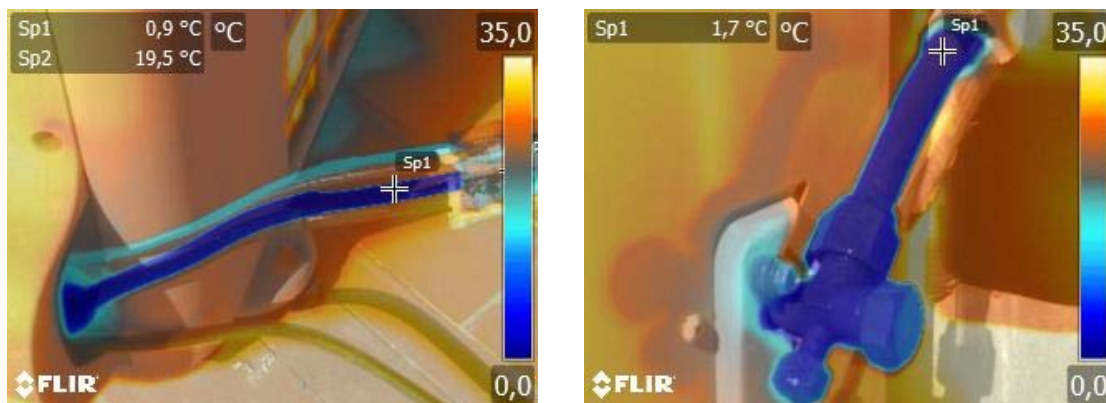


Imagen 25. Tramos de líneas de refrigerante sin aislamiento térmico

Estos tramos son puntos donde se producen pérdidas energéticas que reducen el rendimiento energético de los equipos.

7.3.3.2. Mejora a implementar

Un correcto aislamiento térmico de tuberías reduce las pérdidas en la distribución y mejora el rendimiento de las instalaciones debido a que los equipos trabajan con fluidos a temperaturas próximas a las de diseño.

Se recomienda aislar con coquillas elastoméricas los tramos de tubería de refrigerante que discurren por el exterior del edificio para limitar las pérdidas en el transporte del fluido. La reducción de pérdidas energéticas frente a una tubería sin aislar supera al 70%.



Imagen 26. Esquema del aislamiento térmico con coquilla elástica de una tubería.

7.3.3.3. Ahorro energético y económico

Se estima que el consumo energético debido a las pérdidas de calor en las líneas de refrigerante de los equipos identificados, pueden representar el 2% del consumo eléctrico anual de estos equipos de climatización.

Retirando las existentes e instalando coquillas elásticas nuevas, se podrían reducir estas pérdidas energéticas en un 70%.

El resumen de ahorros energéticos y económicos alcanzables se resumen a continuación:

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Aislamiento de líneas de refrigerante	382	0,1	34	85	2,5	2,5

Tabla 26. Resumen MAE Aislamiento térmico de líneas de refrigerante

Se ha considerado una inversión en materiales de coquillas elásticas y adhesivos de 85€, sin costes de mano de obra al estimar que lo puede realizar personal interno de mantenimiento del edificio.

7.3.4. Sustitución luminarias a tecnología LED

7.3.4.1. Situación actual

Actualmente, según la información analizada en el presente informe, se obtienen los siguientes puntos clave de la instalación de alumbrado:

- En el centro las lámparas más empleadas son tubos fluorescentes T8 con balasto electromagnético, representando un 80% de la potencia eléctrica de iluminación instalada del edificio. Estas lámparas tienen un ratio de 70-90 lm/W y una vida útil 12.000 horas.
- En la iluminación exterior cohabitan focos de tecnología LED con focos de bombillas Halógenas, por lo que sería conveniente terminar de sustituir las 13 luminarias halógenas por su equivalente LED que reducirían su consumo energético en más de un 60%.
- Respecto al análisis de mediciones lumínicas, los niveles de iluminación de prácticamente todas las estancias se encuentran por encima de los valores recomendados, existiendo un buen aporte de iluminación natural en las zonas de la escalera principal y puestos de trabajo junto a las ventanas de las fachadas sur y sureste.
- Existe la posibilidad de mejorar el control del encendido de la instalación de iluminación mediante detectores de presencia en aseos y pasillos, pero dado el perfil de actividad del centro, 8 horas y alto tránsito de personas, los ahorros energéticos tras la sustitución por lámparas de tecnología LED no justificarían la inversión.
- De igual forma, existe la posibilidad de instalar control de iluminación en varias estancias manteniendo un nivel de iluminación constante en función de la luz natural mediante sensores de luminosidad. Este tipo de control se puede realizar de forma individual en cada luminaria o por circuito eléctrico si se encuentra adecuadamente dividido. No obstante, la inversión necesaria no se justifica con los ahorros energéticos alcanzables tras la sustitución de las lámparas fluorescentes y el perfil de actividad del centro.

7.3.4.2. Mejora a implementar

Se propone realizar la sustitución por lámparas y luminarias por nuevas de tecnología LED que permiten un ahorro de hasta el 60% en el consumo y tienen una vida media de 50.000 h.

Las lámparas y luminarias de la siguiente imagen podrían sustituir las actualmente instaladas:

SUSTITUCIÓN	
TUBO LED	
BOMBILLA LED	
DOWNLIGHT	
FOCO LED	

Imagen 27. Ejemplos de luminarias y lámparas de sustitución

En el caso de los tubos fluorescentes T8, no sería necesario el reemplazo de las luminarias actuales, siendo suficiente sustituir los balastos electromagnéticos por driver. Las luminarias downlight y focos se sustituirían por sus equivalentes para tecnología LED.

Este cambio permitirá reducir el consumo eléctrico de la instalación de iluminación, manteniendo o mejorando las condiciones lumínicas. Además, se produciría una reducción de la potencia eléctrica instalada, y por tanto una reducción de las potencias máximas demandadas en la facturación eléctrica.

Comparados con las fuentes de luz convencionales la tecnología LED presenta numerosas ventajas entre las que se pueden destacar:

- Alta resistencia a vibraciones e impactos, ofreciendo mayor fiabilidad que las lámparas convencionales por no haber fallos en los filamentos.
- Larga vida útil, entre 50.000 y 80.000 horas respetando las condiciones recomendadas de funcionamiento.
- Gran capacidad de producción lumínica por cada vatio consumido 90-113 lm/W
- Bajo consumo energético por la poca potencia instalada.
- Alta eficiencia en colores, los LED son fuentes de luz prácticamente monocromáticas que permiten obtener una amplia gama de colores.
- No generan radiación ultravioleta ni infrarroja por lo que no se deterioran los materiales expuestos a la luz LED.

7.3.4.3. Ahorro energético y económico

En la propuesta de sustitución de los tubos fluorescentes T8 y downlight, se consideran aquellas lámparas con un mayor número de horas de funcionamiento diario. En el periodo de retorno de la inversión se tiene en cuenta el ciclo de vida de la instalación, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, las reposiciones de luminarias según la vida útil y las tasas de descuento. Con el uso que tienen actualmente las luminarias y su duración de vida media de 12.000 horas, a continuación se detallan los ahorros que se obtendrían:

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Sustitución Luminarias a LED	36.962	12,2	3.304	10.814	3,3	3,1

Tabla 27. Resumen MAE sustitución luminarias a LED

7.4. Propuestas adicionales de medidas de ahorro y eficiencia energética

De manera adicional a las mejoras y actuaciones descritas anteriormente, en el desarrollo de la presente auditoría energética se han detectado otras medidas, encaminadas a reducir el consumo de energía y/o aumentar la eficiencia energética de las instalaciones.

Estas medidas de mejora no se incluyen en los apartados anteriores, en primer lugar, por tratarse de medidas de ahorro transversales cuya implantación se recomienda realizar a nivel del conjunto de los edificios municipales o, en segundo lugar, por quedar descartadas a corto plazo, ya que, presentan un periodo de retorno de la inversión fuera de los criterios mínimos de rentabilidad, y/o para obtener una estimación de los ahorros potenciales, así como de las inversiones necesarias, precisan de estudios en detalle.

Pese a ello, estas medidas adicionales quedan recogidas a continuación, de forma que se puedan tener en cuenta tanto para la obtención de la información adicional necesaria para auditorías energéticas futuras, como para la futura implantación en un marco temporal largo plazo.

7.4.1. Sustitución de equipos de climatización Hitecsa

7.4.1.1. Situación actual

La instalación de climatización del edificio formada por los equipos partidos Hitecsa tiene más de 25 años. El estado de conservación de las unidades exteriores es de deterioro avanzado, con la aparición de corrosión en carcاسas, defectos en las aletas de los disipadores de calor y componentes eléctricos expuestos a la intemperie.



Imagen 28. Estado de conservación unidades exteriores equipos de climatización Hitecsa

Actualmente la instalación se encuentra en normal funcionamiento y todos los equipos se encuentran operativos, pero dada su antigüedad e importancia para la actividad del edificio, la convierten en una instalación crítica que requiere de su renovación siendo las principales razones:

- Funcionan un gran número de horas al año, tanto en régimen de refrigeración como de calefacción, incluso en épocas intermedias, representando la instalación principal de consumo energético del edificio.
- Los equipos han vencido su vida útil por lo que cada vez les será más difícil el mantenimiento de las condiciones térmicas de diseño debido a la natural pérdida de rendimiento de los equipos.
- Al tratarse de equipos ya descatalogados y con tecnologías antiguas, es más difícil encontrar los repuestos originales para su mantenimiento, provocando que cualquier avería pueda convertirse en una situación crítica.
- El refrigerante que utilizan es R-22, esta situación puede resultar mucho más grave, puesto que desde 2015 está prohibida su comercialización, solo es posible la utilización de gas reciclado para su mantenimiento. La no disposición de gas R-22 para la reparación de las averías o fugas que pudieran surgir en las unidades indicadas obligaría a la sustitución de las mismas.

7.4.1.2. Mejora a implementar

Se propone la sustitución de los actuales equipos bombas de calor Hitecsa por equipos nuevos que mantengan la potencia la instalada y la flexibilidad de funcionamiento en modo frío-calor en diferentes zonas.

En los últimos años, los equipos de climatización aire-aire que mejores rendimientos energéticos y adaptación a las condiciones de demanda de edificios de oficinas, son los sistemas VRV (Volumen de Refrigerante Variable). A diferencia de los sistemas convencionales, que actúan parando y arrancando los compresores que mueven un volumen constante de refrigerante, los sistemas VRV mediante un variador de frecuencia ajustan su velocidad de 10% al 100%, adaptándose a la demanda térmica real en cada momento.



Imagen 29. Unidades exteriores de bombas de calor con sistema VRV

Las ventajas principales de un sistema VRV frente los sistemas convencionales son:

- Se alcanza mucho más rápido la temperatura de consigna que en un sistema convencional. Mantiene la temperatura deseada con menor gasto y mínimos excesos de frío o calor.
- Alta fiabilidad, mantenimiento mínimo, reducidos costes de explotación.
- Eficiencia energética y ahorro de energía. Elevados rendimientos y tecnología VRV (compresor + válvulas electrónicas = ajuste de la capacidad a la demanda).
- Reducido espacio de instalación de las unidades exteriores (unidades exteriores compactas).
- Bajos niveles sonoros.
- Fácil adaptación a cambios, menores espacios de paso de tuberías y múltiples tipos de unidades interiores.
- Funcionamiento en modo calor a bajas temperaturas (Text =-20°C).
- Factor de sobrecarga (posibilidad de instalar unidades exteriores de menor potencia que la suma de potencia de unidades interiores. Los sistemas actuales permiten normalmente entre un 130% y un 135% de la capacidad de las unidades exteriores en sistemas bomba de calor).

El incremento del rendimiento energético con la introducción de los equipos nuevos VRV, se traducirá en un menor consumo eléctrico para una misma demanda térmica del edificio. De forma general, el aumento del ERR y COP de los sistemas VRV actuales frente a los sistemas partidos aire-aire con más de 10 años de antigüedad y uso de refrigerante R-22 es un 60%.

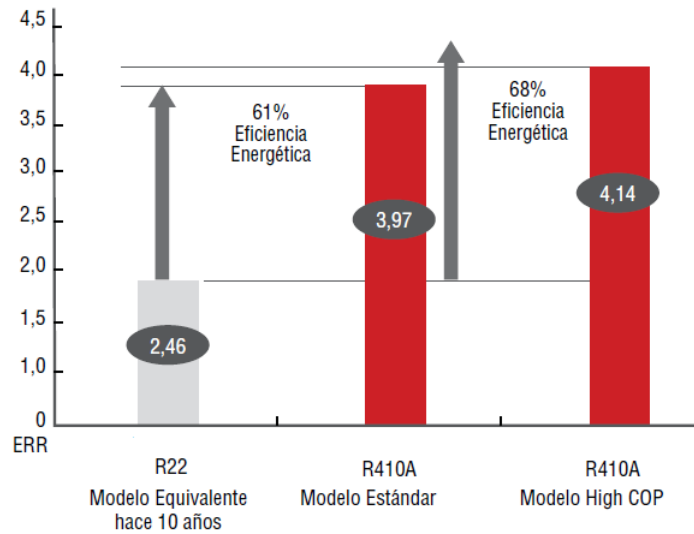


Imagen 30. Mejora del rendimiento energético de las bomba de calor actuales con sistema VRV

Por último, las bombas de calor VRV pueden incorporar un sistema de recuperación de calor para producir simultáneamente frío y calor. La evaporación del fluido refrigerante para enfriar un local implica la condensación del mismo y la cesión de calor al ambiente exterior. Este calor de condensación se suele desperdiciar hacia el exterior en sistemas aire-aire convencionales. Los sistemas con recuperación de calor permiten aprovechar ese calor hacia otro local donde se precise calefacción incrementando hasta un 15% el ahorro energético de la instalación.

Resulta de especial interés para el edificio del Ayuntamiento debido a la alta exposición de su envolvente. Es por esto que **pueden existir zonas** del ayuntamiento **con demanda térmica de frío** (despachos y áreas cercanas a la fachadas sur y este del edificio) mientras que en otras **zonas** del ayuntamiento puede existir una **demandas térmica de calor** (zona norte).

7.4.1.3. Ahorro energético y económico

Dependiendo del fabricante y modelo de bomba de calor, se puede conseguir rendimientos (COP o EER) superiores a 4. Comparando un sistema convencional de bomba de calor antiguo con un sistema VRV actual el ahorro de energía eléctrica puede estar entre el 30%-60% al año.

En el caso de los equipos Hitecsa, dado su antigüedad y estado de conservación, se estima un ahorro energético anual del 56% en las condiciones de demanda térmica actual.

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Sustitución equipos climatización Hitecsa	77.007	25,5	6.884	106.600	15,5	12,3

Tabla 28. Resumen MAE sustitución equipos de climatización Hitecsa

Si bien sería necesario un estudio en detalle del sistema de climatización VRV que mejor se adapte a las características del centro, para el cálculo de la inversión necesaria de los nuevos equipos se ha considerado la instalación de un número de unidades exteriores necesarias para que se mantengan la potencia térmica instalada actual, y la instalación de 8 unidades interiores de conducto horizontal de media presión que se inserten en la actual red de conductos de aire.

Los precios de equipos, materiales y mano de obra necesaria se han obtenido de la base de precios Acae-Presto facilitados por los fabricantes. La inversión necesaria se situaría entre 72.800€ y 106.600€, dando como resultado un periodo de retorno simple entre 10,6 años y 15,5 años, habiendo considerado este último por ser el más conservador.

Esta medida presenta una inversión con un largo plazo de amortización considerando los ahorros económicos derivados de la reducción de consumo eléctrico, pero como se ha visto en la descripción de la situación actual de los equipos Hitecsa, está justificada su pronta renovación por lo que se recomienda la instalación de las bombas de calor con sistema VRV.

7.4.2. Sustitución de las carpinterías metálicas y vidrios monolíticos

7.4.2.1. Situación actual

El edificio del Ayuntamiento de Santa Pola dispone de carpinterías y vidrios con bajas prestaciones energéticas resueltas mediante perfil de aluminio sin rotura de puente térmico y vidrios monolíticos.



Imagen 31. Carpintería de aluminio sin RPT con vidrio monolítico

El sector terciario en general, y los edificios de oficinas en particular, presenta habitualmente una tipología de fachada con grandes superficies acristaladas, bien por diseño arquitectónico, bien por las necesidades de aporte de luz natural. Los huecos acristalados juegan un papel fundamental en el comportamiento energético de estos edificios, más aún si consideramos que por sus características térmicas pueden ser considerados como uno de los puntos débiles de la envolvente del edificio desde el punto de vista del aislamiento térmico. Los consumos energéticos de calefacción y refrigeración pueden reducirse sensiblemente con la elección adecuada de un acristalamiento que aporte un adecuado control solar y un aislamiento térmico acorde con las exigencias climáticas del entorno en el cual se ubica el edificio.

7.4.2.2. Mejora a implementar

Desde el punto de vista térmico, las carpinterías metálicas instaladas presentan un comportamiento poco aislante debido a la propia conductividad del material (no disponen de rotura de puente térmico), sumado a la elevada conductividad térmica del vidrio monolítico ($U=5,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Por otra parte, la alta conductividad del marco y vidrio monolítico favorece las condensaciones superficiales en la cara anterior, con las consecuentes patologías asociadas a humedades en metales y enlucidos interiores.

Por estos motivos se consideran un elemento sensible a la intervención y con grandes posibilidades de mejora. Algunas de las ventajas que se pueden obtener tras la sustitución de las carpinterías son las siguientes:

- Reducción de la demanda de calefacción y refrigeración (ahorro energético).
- Mejora del confort térmico.
- Ayuda a la reducción de emisiones de CO₂ contribuyendo a la reducción del efecto invernadero y a la conservación del medio ambiente.
- Reducción de las filtraciones de aire no deseadas, mejorando la permeabilidad de las ventanas.
- Reducción o eliminación de puentes térmicos en contornos de huecos.
- Reducción de condensaciones superficiales interiores.
- Mejora del comportamiento acústico.

Se propone la sustitución de los actuales huecos acristalados, por ventanas con carpintería metálica con Rotura del Puente Térmico (RPT) con un valor de transmitancia térmica $U=1.2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y dotadas con un doble acristalamiento con un vidrio bajo emisivo con un valor de transmitancia térmica $U=1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ correspondientes a una tipología de alta gama.

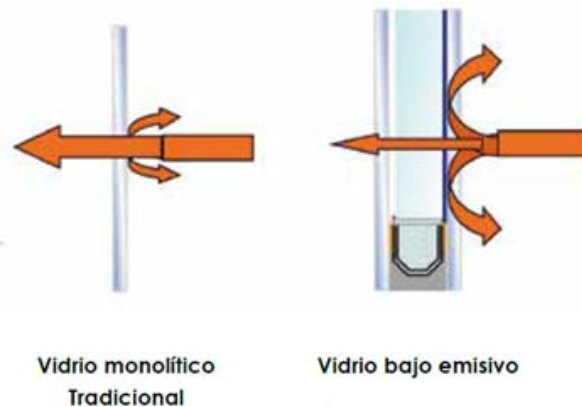


Imagen 32. Pérdidas a través de un vidrio sencillo y a través de un vidrio bajo emisivo

7.4.2.3. Ahorros e inversión

Para conocer el ahorro energético en la instalación de climatización, que es principal consumidor del edificio, que se obtendría con la instalación de las ventanas con vidrios bajo emisivos y marcos metálicos con RPT propuestos, se realiza una simulación energética a través del programa oficial de calificación energética CE3X, que facilita el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para la certificación energética de edificios existentes.

El resultado obtenido muestra un ahorro energético en modo calefacción del 38,1% y un ahorro del 15,4% en modo refrigeración del consumo de climatización del edificio, sustituyendo todos los huecos acristalados del inmueble.

A continuación se muestra un resumen de los ahorros obtenidos:

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Sustitución de carpintería metálica y vidrios monolíticos	44.302	14,7	3.961	64.699	16,3	13,1

Tabla 29. Resumen MAE sustitución carpintería metálica y vidrios monolíticos

La inversión ha sido calculada en base a los precios del generador de precios de CYPE (disponible online), con precio de 55€/m² por acristalamiento y 149€/m² por marco de carpintería metálica. Se ha considerado un 10% de costes de ejecución sobre el precio material.

A pesar de la elevada inversión y el periodo de amortización hay que señalar:

- Esta medida puede realizarse gradualmente con intervenciones sucesivas sobre los distintos huecos, por lo que el coste puede ser fraccionado (ej.: agrupar las intervenciones de ventanas por fachada o planta comenzando por la fachada norte).
- La Administración Pública es cada vez más consciente de las ventajas de esta medida, por lo que en casi todas las CC.AA reeditan los Planes Renové con el fin de ayudar económicamente a los interesados.

En el caso de la Comunidad Valenciana en la última convocatoria (fecha fin del plan 30 de junio 2017) la aportación era como máximo de 90€/m² para renovaciones completas de las ventanas y/o puertas.

7.4.3. Rehabilitación energética de la envolvente

Como se ha comentado con anterioridad, se desconoce la existencia o características térmicas del aislamiento térmico en la envolvente del edificio. La gran mayoría de los edificios existentes, están contruidos según normativas antiguas, muy básicas, que no establecían obligaciones respecto a limitaciones de consumo o aislamientos.

Dado que la envolvente térmica tiene una incidencia fundamental sobre la demanda energética en los edificios, realizar algún tipo de actuación sobre la misma conduce a importantes ahorros en términos energéticos y económicos. Algunas de las medidas más efectivas para mejorar la envolvente térmica del edificio son:

- Mejorar el aislamiento térmico
- Aislamiento de los puentes térmicos (encuentro de fachada, cajas de persianas, etc.).

Según la “Guía práctica de la Energía para la rehabilitación de edificios” del IDAE, los ahorros de energía alcanzados con actuaciones de rehabilitación energética sobre la envolvente térmica del edificio energético pueden superar más del 40%.

Esta medida no se incluye dentro de las medidas prioritarias, ya que, para poder determinar qué actuaciones emprender para mejorar la envolvente es necesario realizar los siguientes estudios:

- Estudio termográfico de la envolvente que comprenda la identificación de los puntos donde mayores pérdidas energéticas se producen.
- Modelado energético del edificio mediante un software de simulación. Mediante esta simulación energética se conocen los datos de partida, que será usado para el estudio de viabilidad de las diferentes medidas de ahorro energético.

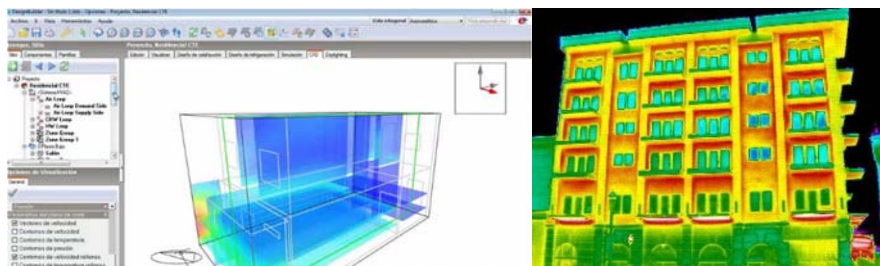


Imagen 33. Estudio de la envolvente térmica de un edificio

Además, estas actuaciones son altamente intrusivas, afectando la normal actividad de los edificios, así como elevados periodos de retorno, recomendándose acometer en procesos de rehabilitación:

- Reparación de goteras y humedades en cubierta, aprovechando esta reforma para realizar la rehabilitación térmica de la cubierta y su aislamiento.
- Aprovechar cualquier obra de modificación de revestimientos interiores (techos, paredes, suelos) para realizarlo desde un enfoque energético (instalación de aislamiento térmico), además de decorativo.

Es importante señalar que es posible que exista un programa de ayudas económicas en la Comunidad Autónoma para proyectos de ahorro de energía. Estos programas de ayudas se convocan con periodos de vigencia muy cortos, por ello es importante estar puntualmente informados.

7.4.4. Uso de energía renovables: instalación de energía solar fotovoltaica

Actualmente la demanda de energía se abastece mediante el suministro de energía procedente de la red de distribución eléctrica. Este suministro tiene una potencia contratada máxima de 252 kW. El consumo eléctrico total durante el periodo de referencia ha sido de 481.007 kWh.

Se propone la implantación de una instalación solar fotovoltaica en la cubierta, en la que la energía producida será consumida por la propia instalación. Es una instalación que es recomendable plantear en este tipo de edificios por los siguientes motivos:

- Prácticamente la totalidad de la energía será autoconsumida, lo cual hará la instalación más rentable económicamente y una vez amortizada, reduciría el coste de la energía.
- El edificio se encuentra en una ubicación apropiada para este tipo de instalaciones debido al gran número de horas de sol en Santa Pola.
- Se da un momento en el que los costes de la fotovoltaica se han reducido considerablemente.
- El marco legislativo actual permite dicho tipo de instalaciones, a pesar de que aún se encuentra un marco inestable.

El planteamiento expuesto es un cálculo preliminar para poder conocer los órdenes de magnitud de la instalación posible y los ahorros que se pueden llegar a obtener, pero existen una serie de aspectos que deberán desarrollarse en detalle, en caso de considerar la medida y que no se contemplan en la presente propuesta (cálculo de estructuras, tipo de conexión a la red, legalización, etc.).

En la siguiente estimación se ha considerado una instalación solar fotovoltaica de silicio poli-cristalino de 14 kWp, con la inclinación óptima para la ubicación (35°), que ocupará una superficie aproximada de 245 m², dicha superficie dependerá de la orientación e inclinación de la cubierta, así como de la separación entre filas de paneles solares.

La potencia pico (kWp) se ha seleccionado en base a la superficie disponible (se ha estimado una superficie útil libre en la cubierta de 250 m²), la energía consumida y la potencia contratada en el centro, de forma que la instalación fotovoltaica esté siempre por debajo y se consuma toda la energía producida.

La inversión de esta instalación ronda los 15.510€ considerando los módulos fotovoltaicos, los inversores necesarios, la estructura de soporte, el cableado, la mano de obra y los proyectos y seguimiento de trámites administrativos. No se han considerado el pago de cargos o tasas asociados a los costes del sistema (fijo y energía autoconsumida), dada la situación de incertidumbre actual.

Esta propuesta de mejora presenta un periodo de retorno que se eleva a 7-9 años teniendo en cuenta el precio medio anual del término de energía y que el ahorro medio anual de la instalación se estima en 22.278 kWh considerando 1.580 HSP (Horas Solares Pico, fuente: PVGIS).

El resumen de la medida propuesta de ejecución de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo eléctrico se muestra en la siguiente tabla:

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO ₂ /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Instalación solar fotovoltaica	22.278	7,4	1.992	15.510	7,8	7,4

Tabla 30. Resumen MAE instalación solar fotovoltaica

7.4.5. Sistema de Gestión de la Energía - Medida de mejora transversal

Como resultado de los trabajos de auditoría energética en los edificios municipales de Santa Pola, se ha detectado la Implantación de un Sistema de Gestión Energética (SGE) como medida de ahorro y eficiencia energética cuya implantación se recomienda realizar en los principales edificios consumidores de energía del municipio. Por lo que esta medida se define como transversal y queda reflejada en el informe de Análisis Energético de los Edificios Municipales.

El SGE permitirá mejorar el desempeño energético del edificio, considerando los siguientes factores:

- **Cultura energética:** nivel de información existente en el centro, la formación interna y la política energética.
 - Por ejemplo concienciando en establecer las consignas de temperatura de los equipos controlados individualmente y centralizados en 21°C (máximo en invierno) y 26°C (mínimo en verano). Se debe tener en cuenta que cada grado de más supone un incremento de los costes energéticos de un 8%.
- **Innovación Tecnológica:** grado de actualización de los medios técnicos aplicados en las instalaciones.
 - La organización considera las oportunidades de mejora del desempeño energético en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, de sistemas y de procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño energético.
 - Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en el uso significativo de la energía, el Ayuntamiento informará a los proveedores que las compras serán en parte evaluadas sobre la base del desempeño energético.
- **Mantenimiento:** nivel de sensibilidad existente en el centro en el mantenimiento con objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- **Control energético:** nivel de gestión del gasto energético (sistemas de medición y monitorización, etc.).

7.5. Resumen de MAEs

A continuación se resume cada una de las MAEs desarrolladas, así como su peso específico.

Medidas de Ahorro y Mejora de la Eficiencia Energética	Ahorro anual			Inversión	PRS	PR VAN=0
	Eléctrico	Emisiones	Económico			
	kWh/año	tCO ₂ /año	€/año	€	años	años
Periodo de retorno ≤ 3 años						
Ajuste de temperaturas consignas	8.852	2,9	791	300	0,4	0,1
Aislamiento de líneas de refrigerante	382	0,1	34	85	2,5	2,5
Eliminación consumos stand-by	4.833	1,6	432	1.200	2,8	2,7
Subtotal	14.066,8	4,7	1.258	1.585	1,3	1,3
Periodo de retorno > 3 años						
Sustitución Luminarias a LED	36.962	12,2	3.304	10.814	3,3	3,1
Subtotal	36.962	12,2	3.304	10.814	3,3	3,1
Total	51.028	16,9	4.562	12.399	2,7	2,6

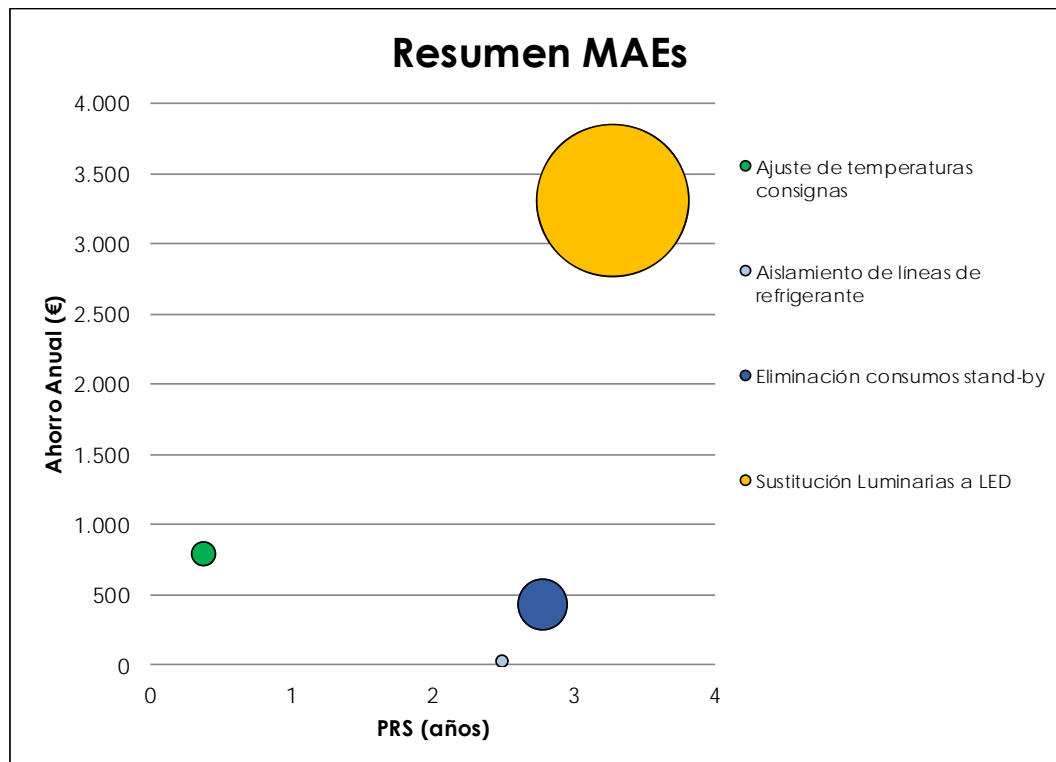
Tabla 31. Resumen MAEs

Estas mejoras supondrían un ahorro de energía eléctrica del 17% respecto al periodo de referencia auditado.

Consumo energético (kWh/año)	293.387
Ahorro Energético (kWh/año)	51.028
Ahorro Energético (%)	17%

Tabla 32. Resumen de ahorros energéticos previstos con las mejoras

En la siguiente gráfica se muestran las medidas de mejora propuestas distribuidas en un gráfico de bolas donde se aprecia con mayor claridad el periodo de retorno simple, el ahorro económico actual y el coste de la inversión representado mediante el tamaño de bola.



Gráfica 26. Resumen Medidas de Ahorro y Eficiencia.

La mejora de la sustitución de las luminarias por tecnología LED del edificio es la de mayor inversión, pero es la que genera mayor ahorro. El ajuste de las temperaturas consignas de los equipos de climatización del edificio, es la que mayores ahorros generaría con una menor inversión.

En el Análisis Energético de los Edificios Municipales, se elabora el **Plan de Ahorro y Eficiencia Energética específico para el conjunto de los edificios**, obtenido en función de:

- Los modelos energéticos obtenidos para los edificios.
- El análisis de las mediciones.
- Las MAEs detectadas y descritas anteriormente, así como la Implantación de un Sistema de Gestión Energética definida como transversal.

8. CONCLUSIONES

La **auditoría energética del Edificio del Ayuntamiento** ubicado en la Plaça de la Constitució N°1 en Santa Pola desarrollada por Eurocontrol, **se ha desarrollado conforme a las exigencias establecidas en el Real Decreto 56/2016**.

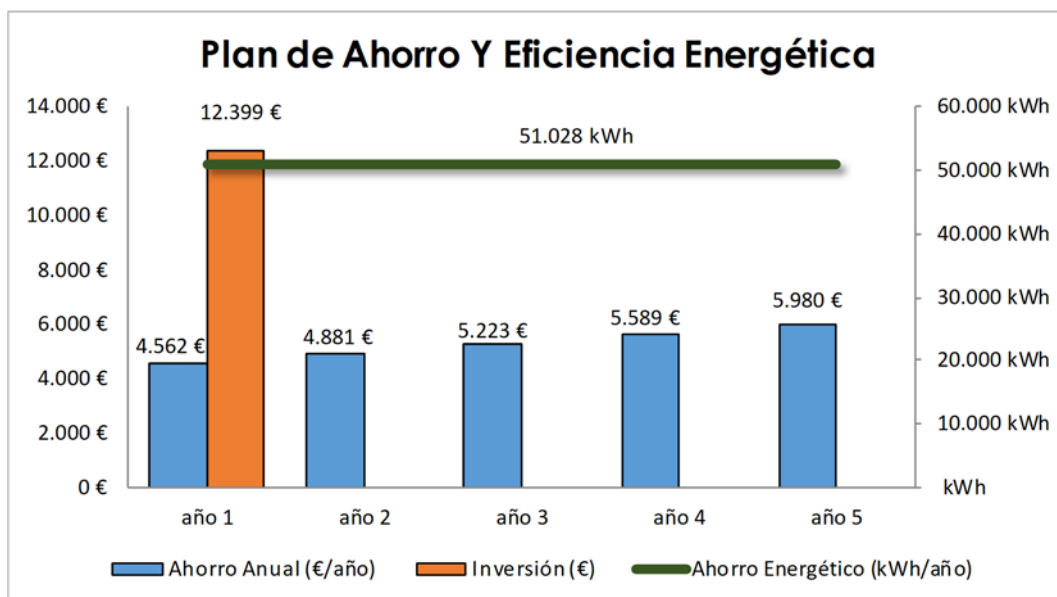
Para ello se incluye entre otros el análisis del estado energético del edificio, la definición de indicadores y modelo energético, y el desarrollo de las Medidas de Ahorro y Eficiencia aplicables.

El análisis del estado energético del edificio se basa en la información facilitada por el cliente y en la recopilada en las visitas a campo, tomando como periodo de referencia doce meses de agosto 2016 a julio 2017.

Como resultado del análisis de todos los datos recogidos en la auditoría energética del centro, se han desarrollado **4 Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética prioritarias**. Estas actuaciones establecen el marco sobre el que avanzar en el uso eficiente de la energía, y en la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones, permitiendo:

- Disminuir el consumo de energía eléctrica en un 17%.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la actividad del centro en un 17%.
- Reducir los costes energéticos del suministro en 7% (4.562€).

Para la implantación de estas medidas de mejora es necesario realizar una **inversión de 12.399€**, que quedaría retornada en un periodo en torno a 3 años.



Gráfica 27. Plan de ahorro y eficiencia energética

Además de las Medidas de Ahorro y Eficiencia energética desarrolladas en el presente informe, se proponen **5 Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética Futuras** encaminadas a reducir el consumo de energía y/o aumentar la eficiencia energética del edificio, entre las que se destacan:

- Sustitución de equipos de climatización Hitecsa con un 26% de ahorro energético del consumo eléctrico del edificio.
- Sustitución de las carpinterías metálicas y vidrios monolíticos con un 15% de ahorro energético del consumo eléctrico del edificio.
- Instalación de energía solar fotovoltaica con un 8% de ahorro energético del consumo eléctrico del suministro.

No se han cuantificado los ahorros energéticos potenciales de las otras 2 Medidas de Ahorro y Eficiencia Energéticas Futuras por ser necesarios estudios en más detalle y una definición de su alcance para realizar una evaluación económica.

Por otra parte, se propone la Implantación de un Sistema de Gestión Energética (SGE) como medida transversal, de aplicación a los principales edificios municipales.

Se debe destacar que, para conseguir una mejora energética continua, se recomienda primordialmente la implantación de un sistema de gestión y monitorización energética. Esta infraestructura permitirá además valorar y validar los resultados conseguidos en la implantación de **las Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética, en las que será de prioritario verificar los ahorros conseguidos mediante Planes de Medida y Verificación.**