



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2016/17

Auditoría energética de un edificio docente

Máster en Ingeniería Industrial

ALUMNO

José María Ferreiro del Río

TUTORES

Manuel Ángel Graña López
Javier López Montero

FECHA

FEBRERO 2017

TÍTULO Y RESUMEN

Auditoría energética de un edificio docente

Se realiza un informe de auditoría energética del edificio Campus Puerta de Toledo perteneciente a la Universidad Carlos III de Madrid. Primero se presenta una descripción del centro, seguido del análisis de sus consumos energéticos, en el cual se estudian las facturas de electricidad, agua y gas, además de hacer un balance energético. Posteriormente, se describen todas las instalaciones de consumo energético existentes en el centro. En función de dichas instalaciones, se comienzan a proponer las medidas de ahorro energético, en las que se describe el comportamiento de la mejora respecto al sistema actual, y los beneficios económicos y energéticos. Por otro lado, se presentan unas medidas de ahorro recomendadas, que se diferencian de las anteriores en que su beneficio no es tan importante. Estas medidas tratan de la sustitución de la iluminación, la optimización de facturas o el control de consumo eléctrico, entre otros. Finalmente, se establece una tabla con el resumen de las medidas más importantes, la conclusión del presente informe y se agregan los inventarios y catálogos, usados para el cálculo de las mejoras, como anexos.

Auditoría enerxética dun edificio docente

Realízase un informe de auditoría enerxética do edificio Campus Puerta de Toledo pertencente á Universidade Carlos III de Madrid. Primeiro preséntase unha descrición do centro, seguido da análise dos seus consumos enerxéticos, no cal estúdanse as facturas de electricidade, auga e gas, ademais de facer un balance enerxético. Posteriormente, descríbense todas as instalacións de consumo enerxético existentes no centro. En función de ditas instalacións, comézanse a propoñer as medidas de aforro enerxético, nas que se describe o comportamento da mellora respecto ó sistema actual, e os beneficios económicos e enerxéticos. Por outro lado, preséntanse unhas medidas de aforro recomendadas, que se diferencian das anteriores en que o seu beneficio non é tan importante. Estas medidas tratan da substitución da iluminación, a optimización de facturas ou o control do consumo eléctrico, entre outros. Finalmente, establécese unha táboa co resumen das medidas máis importantes, a conclusión do presente informe e agréganse os inventarios e catálogos, usados para o cálculo das melloras, como anexos.

Energetic audit of an educational building

An energetic audit report is made of the Campus Puerta de Toledo building belonging to the Carlos III University of Madrid. First, there is a description of the centre, followed by the analysis of its energy consumption, in which electricity, water and gas bills are studied, as well as an energy balance is done. Subsequently, all the systems of energy consumption existent in the centre are described. Based on these systems, energy saving measures are proposed, which describe the performance of the improvement over the current system, and the economic and energy benefits. On the other hand, recommended savings measures are presented, which differ from the previous ones in that their benefit is not so important. These measures deal with the replacement of lighting, the optimization of bills or the control of electricity consumption, among others. Finally, a table with the summary of the most

important measures is established, the conclusion of the present report and the inventories and catalogues, used for the calculation of the improvements, as annexes.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Auditoría energética de un edificio docente

Máster en Ingeniería Industrial

Documento

ÍNDICE GENERAL

Índice

1. MEMORIA

- 1.1. Normas y referencias
- 1.2. Datos generales del centro consumidor de energía
 - 1.2.1. Situación y emplazamiento
 - 1.2.2. Datos de utilización
 - 1.2.3. Descripción de las edificaciones
- 1.3. Análisis de consumos
 - 1.3.1. Datos de facturación por suministro
 - 1.3.1.1. Electricidad
 - 1.3.1.2. Gas natural
 - 1.3.1.3. Agua
 - 1.3.1.4. Resumen de consumos energéticos
 - 1.3.2. Balance y ratios energéticos
 - 1.3.2.1. Balance energético
 - 1.3.2.2. Ratios energéticos
- 1.4. Sistemas energéticos
 - 1.4.1. Suministros
 - 1.4.1.1. Electricidad
 - 1.4.1.2. Gas natural
 - 1.4.2. Sistema constructivo
 - 1.4.3. Iluminación
 - 1.4.4. Instalaciones térmicas
 - 1.4.4.1. Climatización
 - 1.4.4.1.1. Generación de calor
 - 1.4.4.1.2. Generación de frío
 - 1.4.4.1.3. VRV
 - 1.4.4.1.4. Bomba de calor
 - 1.4.4.1.5. Recuperación de calor
 - 1.4.4.2. Distribución y unidades terminales
 - 1.4.4.2.1. Distribución
 - 1.4.4.2.2. Unidades terminales
 - 1.4.5. Ofimática

1.4.6. Transporte vertical

1.4.7. Otros consumidores

1.5. Medidas de ahorro energético

1.5.1. Optimización tarifaria

1.5.1.1. Medida 1. Optimización del término de potencia

1.5.1.2. Medida 2. Reducción de penalizaciones por energía reactiva

1.5.2. Medidas en iluminación

1.5.2.1. Medida 3. Sustitución de lámparas de fluorescencia lineal por tubos LED

1.5.2.2. Medida 4. Sustitución de lámparas halógenas por lámparas LED

1.5.3. Medidas de ahorro en el consumo de agua

1.5.3.1. Medida 5. Sustitución de grifos tradicionales por perlizadores

1.5.3.2. Medida 6. Sustitución de los fluxores tradicionales por fluxores con tecnología de media descarga

1.5.4. Medidas de gestión energética

1.5.4.1. Medida 7. Monitorización de consumos energéticos

1.5.5. Otras medidas recomendadas

1.5.5.1. Medida recomendada 1. Instalación de regletas inteligentes para los equipos ofimáticos

1.5.5.2. Medida recomendada 2. Realización de una campaña de sensibilización sobre el uso de la energía a los usuarios

1.5.5.3. Medida recomendada 3. Sustitución de luminarias fluorescentes compactas por lámparas LED

1.5.5.4. Medida recomendada 4. Sustitución de lámparas incandescentes por tecnología LED

1.5.5.5. Medida recomendada 5. Sustitución de cerramientos acristalados por otros de mayor aislamiento

1.5.5.6. Medida recomendada 6. Sustitución de equipo con refrigerante R.22

1.5.5.7. Medida recomendada 7. Sustitución de la torre de refrigeración de enfriamiento seco por la tecnología de enfriamiento evaporativo

1.5.5.8. Medida recomendada 8. Sustitución de los ascensores actuales por otros de mayor eficiencia y seguridad

1.6. Tabla resumen

1.7. Conclusiones del estudio

2. Anexos

2.1. Anexo 1: Inventario de iluminación

2.2. Anexo 2: Inventario de unidades terminales

2.3. Anexo 3: Inventario de ofimática

2.4. Anexo 4: Inventario de otros consumidores

2.5. Anexo 5: Plan de mantenimiento

2.5.1. Elementos constructivos

2.5.2. Electricidad

2.5.3. Suministro de gas

2.5.4. Instalaciones térmicas de calefacción

2.5.5. Instalaciones térmicas de refrigeración

2.5.6. Red de distribución y grupos de presión

2.5.7. Unidades terminales

2.5.8. Iluminación

2.6. Anexo 6: Catálogos usados



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Auditoría energética de un edificio docente

Máster en Ingeniería Industrial

Documento

MEMORIA

Índice de contenido

1.1.	Normas y referencias	14
1.2.	Datos generales del centro consumidor de energía	15
1.2.1.	Situación y emplazamiento	15
1.2.2.	Datos de utilización	16
1.2.3.	Descripción de las edificaciones	17
1.3.	Análisis de consumos	19
1.3.1.	Datos de facturación por suministro	19
1.3.1.1.	Electricidad	19
1.3.1.2.	Gas natural	21
1.3.1.3.	Agua	22
1.3.1.4.	Resumen de consumos energéticos	22
1.3.2.	Balance y ratios energéticos	23
1.3.2.1.	Balance energético	24
1.3.2.2.	Ratios energéticos	26
1.4.	Sistemas energéticos	28
1.4.1.	Suministros	28
1.4.1.1.	Electricidad	28
1.4.1.2.	Gas natural	28
1.4.2.	Sistema constructivo	29
1.4.3.	Iluminación	30
1.4.4.	Instalaciones térmicas	32
1.4.4.1.	Climatización	32
1.4.4.1.1.	Generación de calor	32
1.4.4.1.2.	Generación de frío	33
1.4.4.1.3.	VRV	34
1.4.4.1.4.	Bomba de calor	34
1.4.4.1.5.	Recuperación de calor	34
1.4.4.2.	Distribución y Unidades terminales	36
1.4.4.2.1.	Distribución	36
1.4.4.2.2.	Unidades terminales	37
1.4.5.	Ofimática	38
1.4.6.	Transporte vertical	39

1.4.7.	Otros consumidores	39
1.5.	Medidas de ahorro energético	40
1.5.1.	Optimización tarifaria	40
1.5.1.1.	Medida 1. Optimización del término de potencia	40
1.5.1.2.	Medida 2: Reducción de penalizaciones por energía reactiva	41
1.5.2.	Medidas en iluminación	42
1.5.2.1.	Medida 3: Sustitución de lámparas de fluorescencia lineal por tubos LED	42
1.5.2.2.	Medida 4: Sustitución de lámparas halógenas por lámparas LED	44
1.5.3.	Medidas de ahorro en el consumo de agua	45
1.5.3.1.	Medida 5: Sustitución de grifos tradicionales por perlizadores	45
1.5.3.2.	Medida 6: Sustitución de los fluxores tradicionales por fluxores con tecnología de media descarga	45
1.5.4.	Medidas de gestión energética	46
1.5.4.1.	Medida 7: Monitorización de consumos energéticos	46
1.5.5.	Otras medidas recomendadas	48
1.5.5.1.	Medida recomendada 1: Instalación de regletas inteligentes para los equipos ofimáticos	48
1.5.5.2.	Medida recomendada 2: Realización de una campaña de sensibilización sobre el uso de la energía a los usuarios	48
1.5.5.3.	Medida recomendada 3: Sustitución de luminarias fluorescentes compactas por lámparas LED	49
1.5.5.4.	Medida recomendada 4: Sustitución de lámparas incandescentes por tecnología LED	50
1.5.5.5.	Medida recomendada 5: Sustitución de cerramientos acristalados por otros de mayor aislamiento	50
1.5.5.6.	Medida recomendada 6: Sustitución de equipos con refrigerante R.2251	
1.5.5.7.	Medida recomendada 7: Sustitución de la torre de refrigeración de enfriamiento seco por la tecnología de enfriamiento evaporativo	52
1.5.5.8.	Medida recomendada 8: Sustitución de los ascensores actuales por otros de mayor eficiencia y seguridad	52
1.6.	Tabla resumen	53
1.7.	Conclusiones del estudio	54

Índice de tablas

Tabla 1: Datos de identificación	15
Tabla 2: Datos de utilización	16
Tabla 3: Costes energéticos	19
Tabla 4: Parámetros de contratación tarifaria de electricidad. Contrato finalizado	19
Tabla 5: Parámetros de contratación tarifaria de electricidad. Contratos en vigor	20
Tabla 6: Parámetros de contratación tarifaria de gas	21
Tabla 7: Parámetros de contratación de agua	22
Tabla 8: Tabla resumen de consumos energéticos	23
Tabla 9: Resumen consumo energético	25
Tabla 10: Ítems de referencia	26
Tabla 11: Ratios energéticos	26
Tabla 12: Calderas, características técnicas	32
Tabla 13: Enfriadoras, características técnicas	33
Tabla 14: Torre de refrigeración, características técnicas	33
Tabla 15: VRV, características técnicas	34
Tabla 16: Bomba de calor, características técnicas	34
Tabla 17: Recuperadores de calor, características técnicas	35
Tabla 18: Bombeo	36
Tabla 19: Transporte vertical	39
Tabla 20: Potencia óptima y ahorro económico	41
Tabla 21: Resumen de Medidas de Ahorro Energético	53

Índice de figuras

Figura 1: Situación del edificio	15
Figura 2: Emplazamiento del edificio	16
Figura 3: Vistas generales del edificio	17
Figura 4: Parcela catastral	17
Figura 5: Evolución mensual del consumo eléctrico	20
Figura 6: Evolución mensual del consumo de gas natural	21
Figura 7: Evolución mensual del consumo de agua	22
Figura 8: Perfil de consumo y coste energético por tipo de energía	23
Figura 9: Balance energético por sistemas	24
Figura 10: indicadores de consumo	27
Figura 11: Indicadores de costes	27
Figura 12: Indicadores de emisiones	27
Figura 13: Cuadros secundarios de planta	28
Figura 14: Cubierta, fachada exterior y cerramientos	29
Figura 15: Fluorescencia lineal y pantallas LED	30
Figura 16: Halógeno	30
Figura 17: Distribución de la iluminación	31
Figura 18: Sala técnica y caldera	32
Figura 19: Enfriadora y torre de refrigeración	33
Figura 20: VRV	34
Figura 21: Recuperador de calor	35
Figura 22: Instalaciones de impulsión y retorno	36
Figura 23. Fancoils	37
Figura 24: Equipamiento ofimático	38
Figura 25. Ascensores	39
Figura 26: Otros consumidores	39
Figura 27: Optimización de potencia	41
Figura 28: Batería de condensadores	42
Figura 29: Tubos LED	42
Figura 30: Lámparas LED	44
Figura 30: Analizador de redes	47
Figura 31: Lámpara compacta LED	49
Figura 32: Lámparas LED	50
Figura 33: Carpintería de PVC	51

Memoria

José María Ferreiro del Río

1.1. Normas y referencias

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Real Decreto 1027/2007, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Documentos Básicos DB HE: Ahorro de energía, del Código Técnico de la Edificación (CTE).

1.2. Datos generales del centro consumidor de energía

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

NOMBRE CENTRO	UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID - CAMPUS DE MADRID - PUERTA DE TOLEDO		
UBICACIÓN	DIRECCIÓN	RONDA DE TOLEDO, Nº1	
	MUNICIPIO	MADRID	TELÉFONO 916249500
PERSONA DE CONTACTO	NOMBRE	PEDRO CASTAÑEDA TALADRÍZ	
	CARGO	ARQUITECTO DIRECTOR DE LA OFICINA DE ENERGÍA, DESARROLLO Y ENTORNO, UC3M	
	CORREO ELECTRÓNICO	pedro.castaneda@uc3m.es	

Tabla 1: Datos de identificación

1.2.1. Situación y emplazamiento

El centro consumidor se encuentra ubicado en Ronda de Toledo Nº1, en la zona conocida como Embajadores, dentro del término municipal de Madrid. Se trata de un centro de carácter educativo en donde se imparte educación universitaria, y está dotado de las instalaciones pertinentes para tal fin.



Figura 1: Situación del edificio



Figura 2: Emplazamiento del edificio

1.2.2. Datos de utilización

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

USO PRINCIPAL DEL CENTRO	EDUCATIVO	AÑO CONSTRUCCIÓN	1931
Nº DE OCUPANTES	800	SUP. CONSTRUIDA (m ²)	24.023
Nº TOTAL PLANTAS SOBRE RASANTE	3	Nº PLANTAS SUBTERRÁNEAS	2
HORARIO DE ACTIVIDAD GENERAL	LUNES - VIERNES	9:00 - 21:00	
	SÁBADO	9:00 - 14:30	
CIERRE DEL CENTRO	15 DÍAS EN AGOSTO Y 15 DÍAS EN NAVIDAD		

Tabla 2: Datos de utilización

A continuación, se muestran algunas imágenes del centro auditado:



Entrada planta baja



Biblioteca



Aula



Aula de informática

Figura 3: Vistas generales del edificio

1.2.3. Descripción de las edificaciones

La construcción del centro data del año 1931, destinando su uso a un mercado de pescado. Alrededor del año 1989 concluyen una serie de reformas reconvirtiendo al edificio en un centro comercial. Actualmente, se están llevando a cabo más reformas para convertir el edificio por completo en un centro educativo universitario, aunque de momento las dos plantas subterráneas están sin uso. Además, en base a las referencias catastrales, el centro cuenta con una superficie edificada de 24.023 m². La parcela en la que están construidos los diferentes edificios tiene una superficie de 7.301 m².

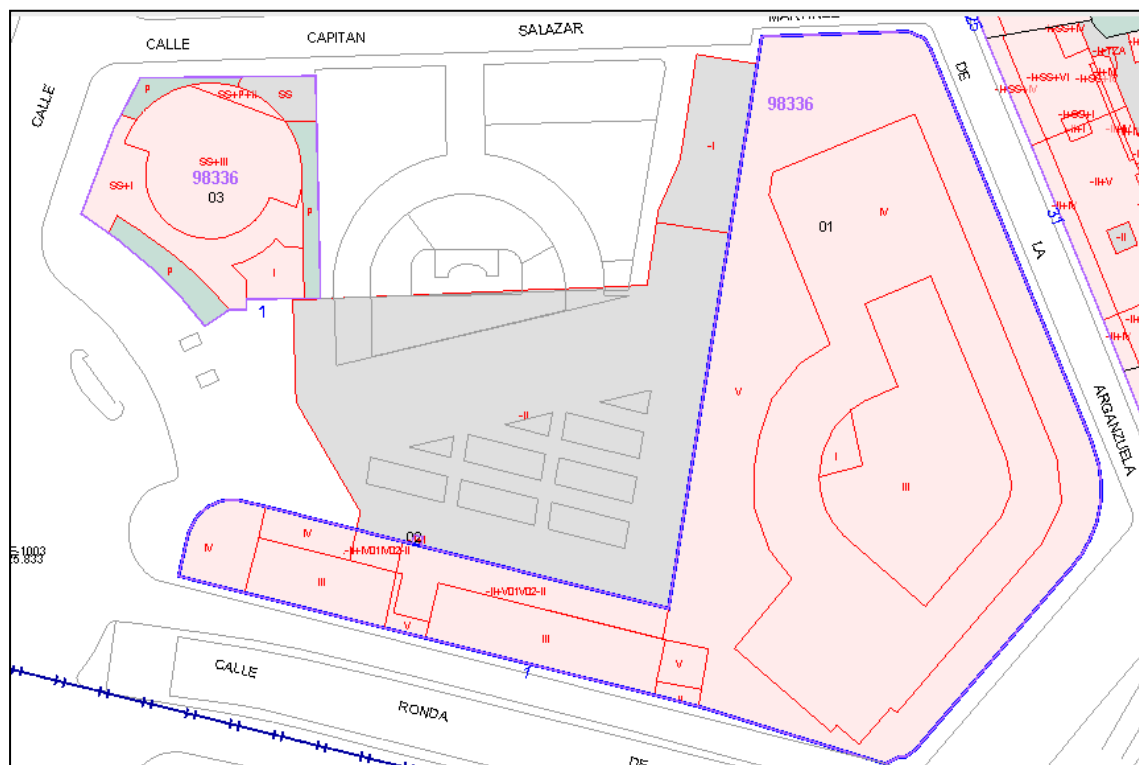


Figura 4: Parcela catastral

El centro cuenta con un único edificio, el cual tiene cinco plantas (Planta -2, -1, baja, primera y segunda), con la siguiente distribución:

- Planta -2: Actualmente tiene poco uso y está pendiente de una reforma.
- Planta -1: Al igual, tiene poco uso y está pendiente de una reforma.
- Planta baja: Aulas, aula de informática, salas, oficina de información de posgrado, oficinas de estudiantes, bibliotecas, salón de grados y comedor.
- Planta primera: Aulas, aulas de informática, salas, oficinas de estudiantes, oficina de la Fundación Universidad Carlos III, reprografía y cafetería.
- Planta segunda: Aulas y salas.

La fachada principal del edificio está orientada en dirección oeste, el resto de fachadas se orientan en las direcciones perpendiculares a la primera.

El emplazamiento del edificio, así como la ausencia de elementos próximos de mayor altura en las orientaciones sur, provocan que reciba una gran cantidad de horas de exposición solar directa a lo largo del año, no obstante, no se dispone de ningún sistema que sea capaz de aprovechar dicho aporte energético.

1.3. Análisis de consumos

1.3.1. Datos de facturación por suministro

Los suministros para cubrir las necesidades de la actividad del edificio se aportan actualmente con:

- Electricidad
- Gas natural
- Agua

Estos consumos del centro se han obtenido a partir de los datos de facturación entre noviembre de 2015 y octubre de 2016.

Durante el periodo citado el centro incurrió en un consumo de 608.080 kWh eléctricos, 488.719 kWh térmicos y 6.631 m³ de agua, que conllevaron un gasto asociado de 110.992,52 €, 20.617,4 € y 10.230,07 €, respectivamente.

	m ³	KWh	€ (sin IVA)	€/m ³	€/kWh
Electricidad	-	608080	110.992,52 €	-	0,087426
Gas natural	46048	488719	20.617,00 €	-	0,03646
Agua	6631	-	10.230,07 €	1,54276	-

Tabla 3: Costes energéticos

Los costes de energía eléctrica indicados son datos reales extraídos de las facturas. De los precios energéticos se han excluido el IVA y dichos precios serán empleados para el cálculo de las medidas de ahorro energético propuestas.

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

1.3.1.1. Electricidad

Para el suministro eléctrico, el edificio dispone de cuatro contratos. Uno de ellos, el realizado con IBERDROLA, finalizó en enero de 2016 y fue reemplazado por la compañía ENDESA, la cual también se encarga de facturar los otros 3 contratos. Todos ellos se detallan a continuación:

Compañía	Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.
Tarifa de acceso	6.1A
Nº de CUPS	ES0021000005037694AR
Potencia contratada (KW)	460

Tabla 4: Parámetros de contratación tarifaria de electricidad. Contrato finalizado

Compañía	Endesa Energía S.A.U.
Tarifa de acceso	6.1A
Nº de CUPS	ES0021000005037694AR1F
Potencia contratada (KW)	460
Compañía	Endesa Energía S.A.U.
Tarifa de acceso	2.0A
Nº de CUPS	ES0021000005037681WB1F
Potencia contratada (KW)	9,2
Compañía	Endesa Energía S.A.U.
Tarifa de acceso	2.0A
Nº de CUPS	ES0021000005037683WJ1F
Potencia contratada (KW)	9,2
Compañía	Endesa Energía S.A.U.
Tarifa de acceso	2.0A
Nº de CUPS	ES0021000005037655RP1F
Potencia contratada (KW)	9,2

Tabla 5: Parámetros de contratación tarifaria de electricidad. Contratos en vigor

Las tarifas de acceso 2.0A contratadas tienen un único periodo de discriminación (P1) y surgen por la antigüedad del edificio, ya que había zonas alimentadas independientemente de otras.

La tarifa de acceso 6.1A tiene seis periodos de discriminación (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) y en función del mes del año y del momento del día en el que se encuentre, el precio de la electricidad variará. Además, se ha de tener en cuenta que este precio es diferente de un periodo a otro de tal manera que el P1 es el más caro y el P6 el más barato.

En la gráfica siguiente se representan el consumo total del centro en los periodos facturados por la compañía eléctrica, que en este caso se realiza de forma mensual.

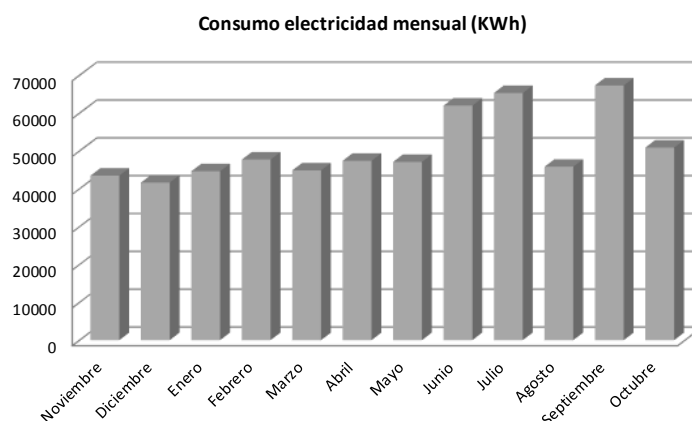


Figura 5: Evolución mensual del consumo eléctrico

La serie empieza en el mes de noviembre de 2015 y termina en el mes de octubre de 2016. Hay que decir que en la gráfica se refleja el mes de consumo, y no el mes de facturación, siendo éste generalmente el mes siguiente.

Se puede observar cómo el consumo mínimo se produce en el mes de diciembre, cuando el centro permanece cerrado por vacaciones. Por el contrario, los valores máximos se observan en los meses más cálidos, excluyendo agosto por cierre vacacional. Si bien, se ha de tener en cuenta que durante el mes de agosto el centro permanece cerrado dos semanas, por lo que el consumo diario durante ese mes, es el más elevado de la serie analizada. Esta circunstancia viene dada por el aumento de uso de los aparatos de climatización en esa época del año.

1.3.1.2. Gas natural

Como se ha comentado, el combustible utilizado en el centro es el gas natural, del que se ha podido obtener las facturas para establecer el consumo real. De esta manera, se ha podido conocer que el consumo anual se trata de 46.048 m³, lo que suponen 488.719 kWh térmicos.

Por otro lado, el contrato de gas natural es el que se detalla a continuación:

Compañía	Galp energía España S.A.U.
Tarifa de acceso	3.4
Nº de CUPS	ES0237020000221377GX

Tabla 6: Parámetros de contratación tarifaria de gas

En la gráfica siguiente se representan el consumo total del centro en los periodos facturados por la compañía eléctrica, que en este caso se realiza de forma mensual.

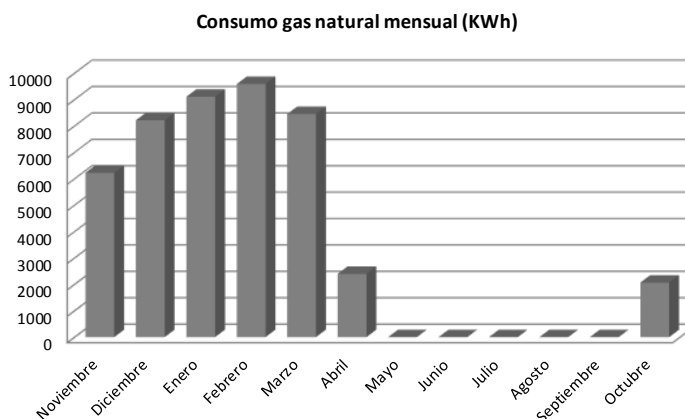


Figura 6: Evolución mensual del consumo de gas natural

Como se puede apreciar en el gráfico, en los meses estivales no existe consumo alguno, lo cual es obvio, ya que, por la situación geográfica, la climatología propia del lugar hace innecesario su uso. Sin embargo, los meses invernales destacan por una gran utilización de la caldera y, por consiguiente, del gas natural, destacando febrero como el mes más frío.

1.3.1.3. Agua

Para el suministro de agua, el centro tiene un contrato con la empresa Canal de Isabel II, como se muestra en la tabla, y a cuyos datos se han podido acceder a través del análisis de las facturas:

Compañía	Canal de Isabel II Gestión
Nº de contador	99713619
Tipo de suministros	Acometida única

Tabla 7: Parámetros de contratación de agua

En este centro el agua es usada únicamente en los distintos cuartos de baño, en los inodoros y los lavabos.

De la misma manera, se presenta a continuación una gráfica con el consumo del agua a lo largo del año, siendo en este caso una facturación bimensual.

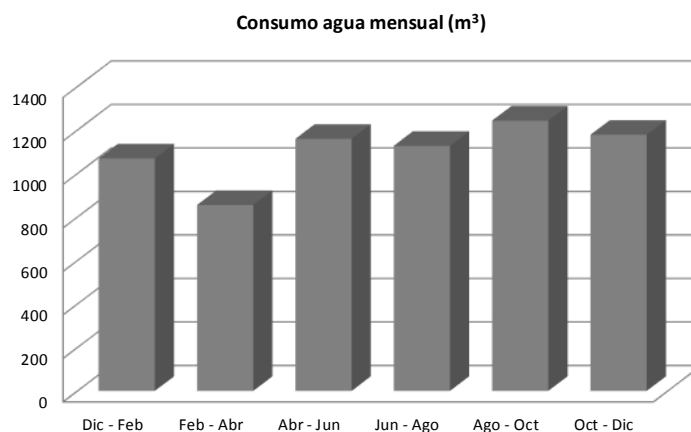


Figura 7: Evolución mensual del consumo de agua

Se puede ver que el consumo se mantiene prácticamente constante a lo largo del año, aunque con una ligera subida en verano. Esta subida ha de tenerse un poco más en cuenta en las facturas que comprenden el mes de agosto, puesto que, como se dijo anteriormente, el centro cierra dos semanas.

1.3.1.4. Resumen de consumos energéticos

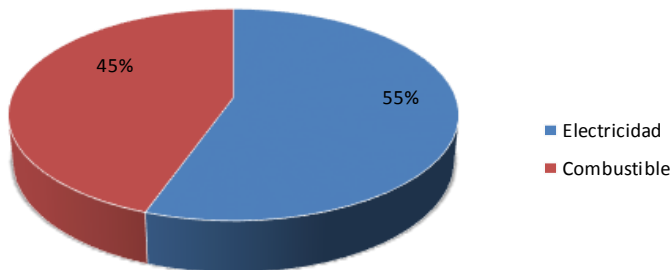
Los valores de consumos y costes energéticos anuales de las fuentes energéticas empleadas en el centro se recogen en la siguiente tabla:

ELECTRICIDAD		
Consumo	KWh/año	608.080
Coste	€/año	53.162
Coste unitario	€/kWh	0,087
GAS NATURAL		
Consumo	litros/año	46.048
Consumo	KWh/año	488.719
Coste	€/año	17.819
Coste unitario	€/kWh	0,036

Tabla 8: Tabla resumen de consumos energéticos

Como puede verse en las siguientes gráficas, el uso de gas natural supone el 45% de la energía consumida en el centro, correspondiendo el 55% restante a electricidad. Sin embargo, si representamos los costes asociados a cada tipo de energía se ve que las proporciones se diferencian más aún.

Consumo por tipo de energía



Coste por tipo de energía

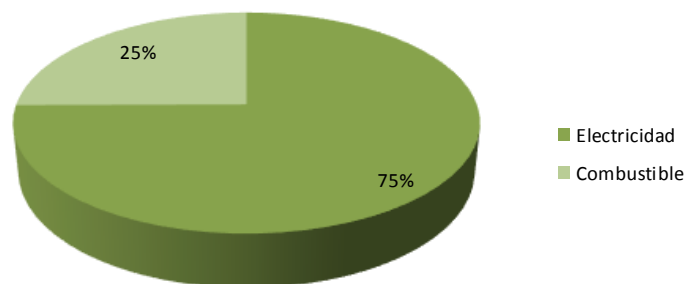


Figura 8: Perfil de consumo y coste energético por tipo de energía

1.3.2. Balance y ratios energéticos

1.3.2.1. Balance energético

En este apartado se presentan los consumos resultantes del estudio estimativo realizado a partir de los datos de potencia instalada de equipos y horas de funcionamiento, contrastando estos valores con los reales de la facturación. Aunque en este caso, los valores no han sido igualados al 100% en el caso del gasto eléctrico debido a la ausencia de datos de algunas máquinas de climatización y que están en uso actualmente.

Reparto de consumo energético por sistemas

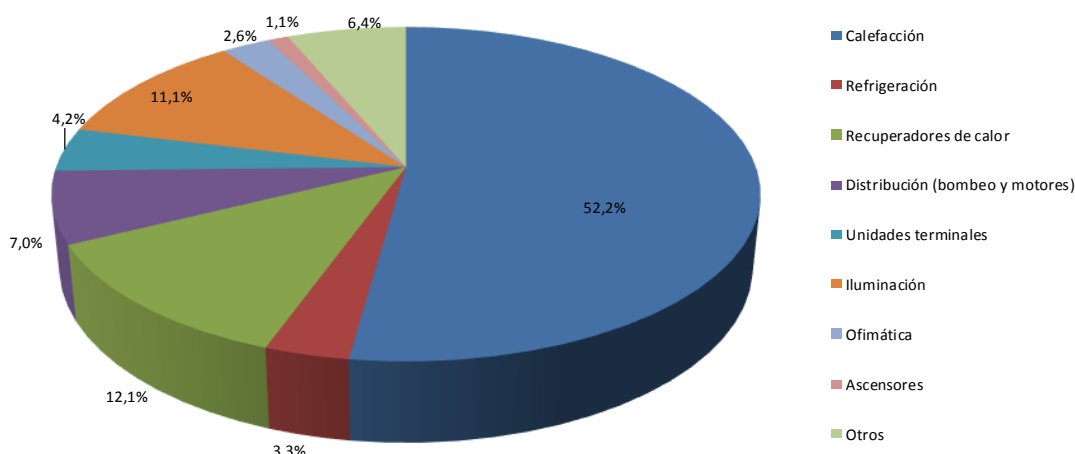


Figura 9: Balance energético por sistemas

En la distribución del consumo de energía total la **calefacción** es el sistema que representa un mayor porcentaje de consumo, con un **52,2%** sobre el total. El siguiente consumo de mayor repercusión es el de los **recuperadores de calor**, que representa un **12,1%**. El tercer sistema es el de la **iluminación**, con el **11,1%**.

Tras, los que se pueden considerar los como los tres sistemas más importantes desde el punto de vista del consumo energético, se encuentran otros como **Distribución (bombeo y motores)** con un **7,0%**, **otros (6,4%)**, es decir, aquellos equipos empleados en la cotidianeidad del centro y que, aunque por sí mismos, no representan un consumo importante, en conjunto si suponen un consumo significativo, las **unidades terminales (4,2%)** y la **refrigeración (3,3%)**.

Por último, se sitúan los consumos de **ofimática** y **ascensores**.

Como se ha dicho anteriormente, el balance no es exacto por la ausencia de algunos datos, pero estas variaciones consistirían en el aumento de uso de la calefacción, refrigeración y unidades terminales, y por tanto, un menor porcentaje de uso del resto de sistemas.

Sistema		Potencia Calorífica Instalada		Potencia Frigorífica Instalada		Potencia eléctrica en calefacción		Potencia eléctrica en refrigeración		Potencia eléctrica instalada		Consumo de gas natural		Consumo electricidad		Consumo TOTAL	
		kW	%	kW	%	kW	%	kW	%	kW	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Climatización	Calefacción	917	100,0%	-	0%	32,70	100%	-	0%	-	0,0%	488.719	100,0%	23.080	4,7%	511.799	52,2%
	Refrigeración	-	0,0%	126,00	100%	-	0%	44,80	100%	-	0,0%	-	0,0%	32.610	6,6%	32.610	3,3%
	Recuperadores de calor	-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	119	30,4%	-	0,0%	119.075	24,2%	119.075	12,1%
	Distribución (bombeo y motores)	-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	43	10,9%	-	0,0%	68.461	13,9%	68.461	7,0%
	Unidades terminales	-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	29	7,4%	-	0,0%	41.249	8,4%	41.249	4,2%
Iluminación		-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	102	26,2%	-	0,0%	108.739	22,1%	108.739	11,1%
Ofimática		-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	25	6,5%	-	0,0%	25.562	5,2%	25.562	2,6%
Ascensores		-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	32	8,2%	-	0,0%	10.641	2,2%	10.641	1,1%
Otros		-	0,0%	-	0%	-	0%	-	0%	41	10,4%	-	0,0%	62.363	12,7%	62.363	6,4%
TOTAL		917	100%	126	100%	33	100%	45	100%	391	100%	488.719	100%	491.779	100%	980.498	100%

Tabla 9: Resumen consumo energético

1.3.2.2. Ratios energéticos

Ítem	Valor	Unidad
Consumo total	1.096.799	kWh
Usuario	800	Usuario
Superficie	24.023	m ²
Consumo climatización	773.193	kWh
Consumo iluminación	108.739	kWh
Emisiones consumo eléctrico	234.111	Kg CO ₂ /kWh
Emisiones consumo gas natural	98.526	Kg CO ₂ /kWh
Emisiones climatización	203.195	Kg CO ₂ /kWh
Emisiones iluminación	41.865	Kg CO ₂ /kWh

Tabla 10: Ítems de referencia

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

Ítem	Valor	Unidad
Consumo total por usuario (kWh/usuario)	1.371,0	kWh/usuario
Consumo total por superficie (kWh/m ²)	45,7	kWh/m ²
Consumo climatización por usuario (kWh/usuario)	966,5	kWh/usuario
Consumo climatización por superficie (kWh/m ²)	32,2	kWh/m ²
Consumo iluminación por usuario (kWh/usuario)	135,9	kWh/usuario
Consumo iluminación por superficie (kWh/m ²)	4,5	kWh/m ²
Emisiones totales por usuario (kg de CO ₂ /usuario)	415,8	kg de CO ₂ /usuario
Emisiones totales por superficie (kg de CO ₂ /m ²)	13,8	kg de CO ₂ /m ²
Emisiones climatización por usuario (kg de CO ₂ /usuario)	254,0	kg de CO ₂ /usuario
Emisiones climatización por superficie (kg de CO ₂ /m ²)	8,5	kg de CO ₂ /m ²
Emisiones iluminación por usuario (kg de CO ₂ /usuario)	52,3	kg de CO ₂ /usuario
Emisiones iluminación por superficie (kg de CO ₂ /m ²)	1,7	kg de CO ₂ /m ²
Gasto total por usuario (€/usuario)	88,7	€/usuario
Gasto total por superficie (€/m ²)	3,0	€/m ²
Gasto climatización por usuario (€/usuario)	22,3	€/usuario
Gasto climatización por superficie (€/m ²)	0,7	€/m ²
Gasto iluminación por usuario (€/usuario)	11,9	€/usuario
Gasto iluminación por superficie (€/m ²)	0,4	€/m ²

Tabla 11: Ratios energéticos

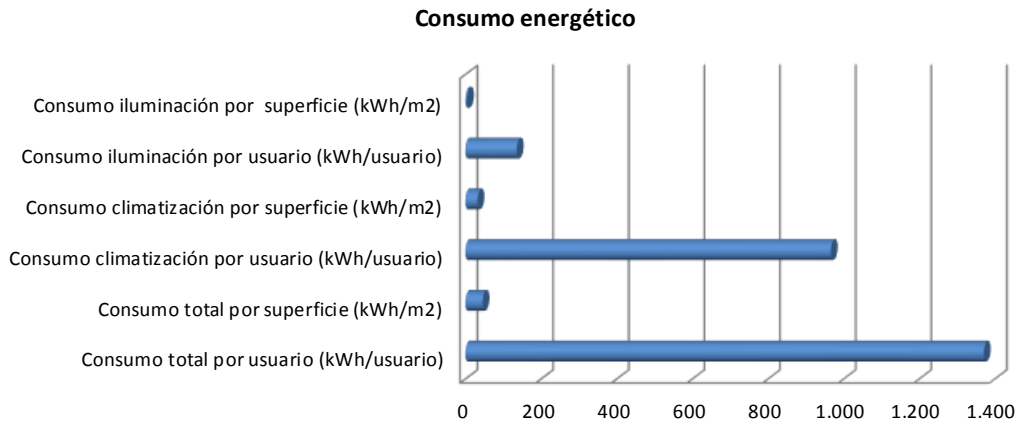


Figura 10: indicadores de consumo

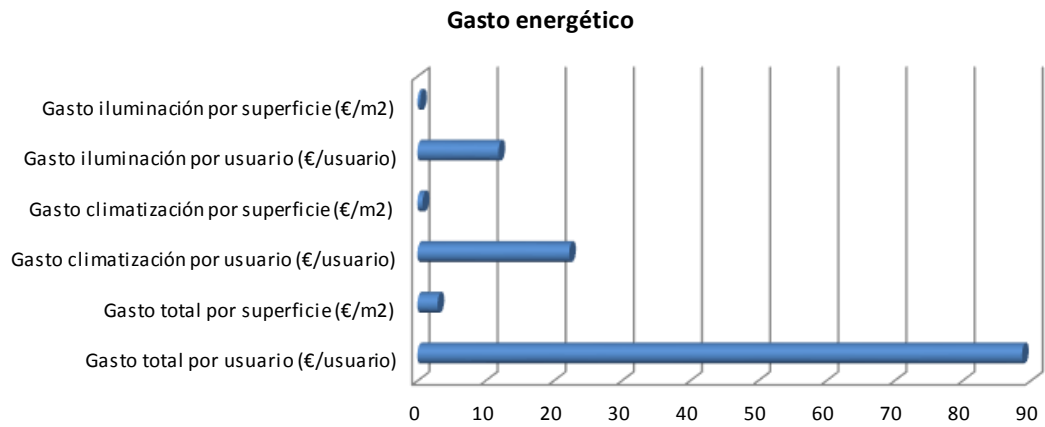


Figura 11: Indicadores de costes

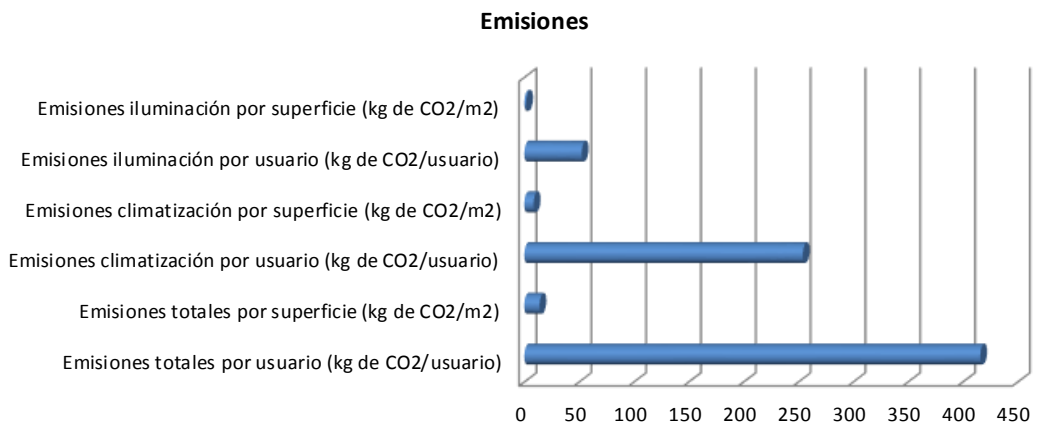


Figura 12: Indicadores de emisiones

1.4. Sistemas energéticos

1.4.1. Suministros

1.4.1.1. Electricidad

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



Figura 13: Cuadros secundarios de planta

Se recomienda realizar un análisis de los parámetros eléctricos, situado en el interruptor general con el fin de determinar el carácter consumidor del edificio, ya que, como se ha podido observar en las facturas de la tarifa de acceso 6.1A, el centro tiene un consumo importante de energía reactiva, lo que afecta al factor de potencia. El factor de potencia refleja la relación entre la potencia activa y la reactiva, es decir, entre la potencia útil y la aparente. Éste, ha de tomar valores de 0 a 1, y es conveniente que sean superiores a 0,95, ya que, a partir de éste límite, las compañías eléctricas suelen aplicar una penalización en la factura. El valor de este factor puede hacer necesario la inclusión de una batería de condensadores.

1.4.1.2. Gas natural

El suministro de gas natural para la alimentación de las calderas se distribuye desde la acometida de la compañía suministradora de gas al equipo de medida y de ahí, a los equipos generadores de calor.

1.4.2. Sistema constructivo

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

- Cubierta plana transitable de uso restringido y no ventilada.
- Fachada exterior: realizada mediante fábrica de ladrillo revestido mediante mortero de cemento monocapa y con zócalo de granito.
- Carpintería exterior: la gran mayoría de ventanas del edificio, son de aluminio sin rotura de puente térmico, acristalamiento simple, sin apertura, de grandes dimensiones y sin ningún elemento de sombreadamiento, aunque en algunas zonas del edificio sí que cuentan con algún elemento de sombreadamiento. En la planta baja el acristalamiento es de seguridad. Por otra parte, las puertas son de vidrio de seguridad.



Figura 14: Cubierta, fachada exterior y cerramientos

1.4.3. Iluminación

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

- LED: es la mayoritaria en el edificio sin lugar a dudas. Se pueden encontrar tiras de LED (5W/m), pantallas (38W, 45W) y lámparas (9W,11W, 12W, 13W, 19W).
- Fluorescencia lineal: se puede encontrar en pasillos y zonas comunes y se tratan de tubos fluorescentes de 18W, 36W o 58W.
- Halógeno: también se encuentran en pasillos y zonas comunes. Son de 50W. En la zona cerrada al público también se pueden encontrar dentro de los habitáculos.
- Fluorescencia compacta: solo se ha encontrado una de 23W en todo el centro.
- Fluorescencia compacta no integrada: únicamente están presentes en la zona cerrada y se tratan de lámparas de 26W.



Figura 15: Fluorescencia lineal y pantallas LED



Figura 16: Halógeno

Como se observa en la siguiente gráfica, el 84% de la potencia instalada en iluminación corresponde a lámparas LED, siendo ésta tecnología la más utilizada con diferencia del centro.

Reparto de potencia instalada en iluminación

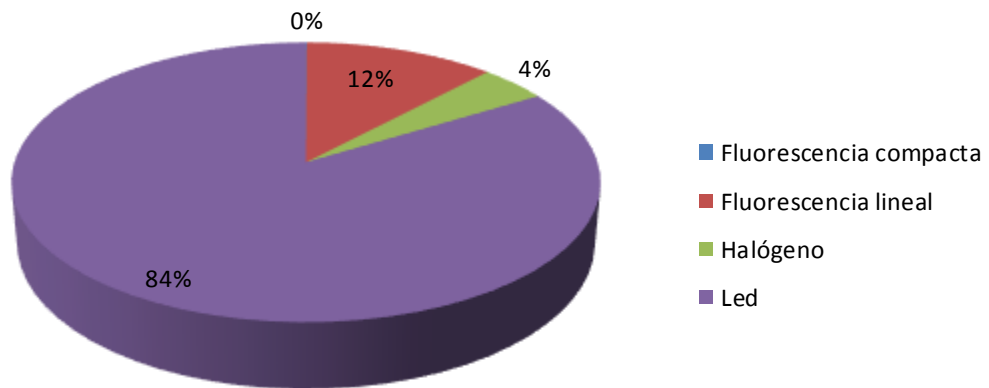


Figura 17: Distribución de la iluminación

En el anexo 1 se expone el inventario completo de la iluminación del centro.

1.4.4. Instalaciones térmicas

1.4.4.1. Climatización

1.4.4.1.1. Generación de calor

La producción de calor para climatización se lleva a cabo a través de dos calderas de la marca Wolf, aunque una de ellas aún no está en funcionamiento, simplemente ha sido instalada porque se contempla la ampliación de zonas climatizadas y será necesario su uso.

Las calderas se encuentran en una sala técnica en la cubierta del edificio.

Marca / modelo	Ubicación	Uds	Tipo	Combustible	Sistema	Potencia térmica (kW)	Rendimiento (%)	Tipo de regulación	Zona de suministro
Wolf MGK-2-390	Cubierta	2	Condensación	Gas natural	Calefacción	392,00	105,6%	Modulante	Clases y despachos
						784,00			

Tabla 12: Calderas, características técnicas

Las calderas han sido instaladas hace poco tiempo y, por ello, se entiende que con un buen mantenimiento de las mismas, éstas han de cubrir las necesidades del centro durante un largo periodo de tiempo.

Por otro lado, debería realizarse un análisis de los gases de combustión de la caldera para comprobar que el funcionamiento real se corresponde con las características técnicas anteriormente expuestas en la tabla.



Figura 18: Sala técnica y caldera

1.4.4.1.2. Generación de frío

El centro cuenta con dos enfriadoras, una de ellas es también recuperadora de calor, y su respectiva torre de refrigeración para la producción de frío, de las marcas Daikin e Indumec, respectivamente. Sin embargo, solo se dispone de la información técnica de la torre, siendo prácticamente ilegible las placas de características de las enfriadoras y teniendo en cuenta el hecho de que son muy antiguas y, por ello, están descatalogadas, no se pueden hacer valoraciones técnicas precisas. Cabe decir, que este sistema está en funcionamiento actualmente, aunque con refrigerante R22, el cual está prohibido y deberían de cambiarlo para continuar con su funcionamiento.

La información de la que se dispone se detalla a continuación:

Marca / modelo	Ubicación	Uds.	Tipo	Tipo de compresor	Potencia frigorífica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	EER	Refrigerante	Zona de suministro
Daikin Europe NV EUW120EDSDY1	Sala de máquinas	1	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	R22	Aulas y despachos
Daikin Europe NV EUWR120EDSDY2	Sala de máquinas	1	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	R22	Aulas y despachos

Tabla 13: Enfriadoras, características técnicas

Marca / modelo	Unidades	Equipo asociado	Potencia térmica (kW)	Potencia eléctrica (kW)
Indumec Centor 23	1	Daikin Europe NV EUW120EDSDY1	7,5	11
			7,5	11

Tabla 14: Torre de refrigeración, características técnicas

Tanto las enfriadoras como la torre de refrigeración se encuentran en la sala de máquinas en la planta 2:



Figura 19: Enfriadora y torre de refrigeración

1.4.4.1.3. VRV

El centro dispone del sistema de aire acondicionado basado en el Volumen de Refrigerante Variable (VRV) de la marca Mitsubishi. Estas máquinas se encargan de producir calor o frío a través del calentamiento o enfriamiento del propio refrigerante mediante una unidad de condensación exterior simple y, posteriormente, dirigiéndolo dentro del propio edificio a las unidades fancoil.

Las características técnicas de estos equipos son:

Marca / modelo	Ubicación	Unidades	Potencia calorífica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	COP	Potencia frigorífica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	EER	Refrigerante	Zona de suministro
Mitsubishi electric PUHY-P300YKB A1	Cubierta	1	37,5	9,07	4,13	33,5	8,56	3,91	R 410A	Aulas y despachos
Mitsubishi electric PUHY-P350YKB A1	Cubierta	1	45	11,13	4,04	40	11,69	3,42	R 410A	Aulas y despachos
Mitsubishi electric PUHY-P400YKB A2	Cubierta	3	50	12,5	4,00	45	13,55	3,32	R 410A	Aulas y despachos
			132,5	32,7		118,5	33,8			

Tabla 15: VRV, características técnicas

Estos aparatos se encuentran en la cubierta del edificio, apenas tienen 5 años de antigüedad y sus valores técnicos razonablemente buenos.



Figura 20: VRV

1.4.4.1.4. Bomba de calor

Otro equipo que está presente en el edificio es una bomba de calor reversible, es decir, que no sólo aporta calor, sino que también puede aportar frío. Al igual que en el caso de las enfriadoras, esta máquina es de la marca Daikin y también se desconocen la mayoría de sus características técnicas y está descatalogada.

Marca / modelo	Ubicación	Unidades	Potencia calorífica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	COP	Potencia frigorífica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	EER	Refrigerante	Zona de suministro
Daikin UWY120J	Sala de máquinas	1	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	R22	Zonas comunes y aulas

Tabla 16: Bomba de calor, características técnicas

Este equipo se encuentra en la sala de máquinas de la planta 2 y actualmente está en funcionamiento, aunque usando el refrigerante R22, factor que debería cambiar ya que su uso no está permitido.

1.4.4.1.5. Recuperación de calor

En el centro se disponen de unos equipos recuperadores de calor que tienen como objetivo recuperar la energía usada para climatizar un local, transfiriendo el calor

del aire extraído de un local climatizado al aire impulsado desde el exterior. En el edificio se disponen de varios recuperadores de calor de la marca Airlan, cuyas características técnicas son las siguientes:

Marca / modelo	Ubicación	Uds.	Material	Tipo de intercambiador	Caudal (m ³ /h)	Potencia de recuperación (kW)	Rendimiento (%)	Zona de suministro
Airlan FMA 060	Cubierta	1	Aluminio	Contraflujo	4200	28,1	67,5	Zonas comunes
Airlan FMA 036	Cubierta	2	Aluminio	Contraflujo	2430	27,4	66	Zonas comunes
Airlan FMA 078	Cubierta	1	Aluminio	Contraflujo	5850	40,45	69,8	Zonas comunes
Airlan FMA 047	Cubierta	5	Aluminio	Contraflujo	3330	22,96	69,6	Zonas comunes
						118,91		

Tabla 17: Recuperadores de calor, características técnicas

Estos equipos se encuentran en la cubierta del centro y están todos ellos en funcionamiento.



Figura 21: Recuperador de calor

1.4.4.2. Distribución y Unidades terminales

1.4.4.2.1. Distribución

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

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

Marca / modelo	Ubicación	Sistema / circuito	Unidades	Potencia (kW)	Variador	Nº Bombas en reserva
Ebara ENR100250ACH	Sala de máquinas	Primario	1	5,50	No	0
GUINARD NE 8X 25	Sala de máquinas	Primario	2	5,00	No	0
GUINARD NE 8X 20	Sala de máquinas	Primario	1	4,50	No	0
GUINARD NE 3X25	Sala de máquinas	Primario	1	3,00	No	0
Ebara ENR080200ACH	Sala de máquinas	Primario	1	3,00	No	0
GUINARD NE 4X20	Sala de bombas	Secundario	1	3,5	No	0
GUINARD NE 8X25	Sala de bombas	Secundario	1	5	No	0
GUINARD NE 10X25	Sala de bombas	Secundario	1	5,5	No	0
GUINARD NE 3X25	Sala de bombas	Secundario	1	3	No	0
GUINARD NE 8X20	Sala de bombas	Secundario	2	4,5	No	0
				42,50		

Tabla 18: Bombeo



Figura 22: Instalaciones de impulsión y retorno

Sería recomendable que se realizase una captura con una cámara termográfica a estos sistemas, para poder comprobar si existen defectos en el aislamiento de la instalación más allá de las posibles pérdidas producidas a través de los equipos de impulsión. No obstante estas pérdidas energéticas no se consideran una ineficiencia dada la dificultad de aislar dichos equipos.

1.4.4.2.2. Unidades terminales

Como unidades terminales del sistema de climatización, el edificio dispone de una serie de fancoils de diferentes tamaños y de unidades de tratamiento de aire (UTA). Estos equipos emiten energía térmica en los locales acondicionados para ello.

En el anexo 2 se puede ver el inventario de las unidades terminales.



Figura 23. Fancoils

1.4.5. Ofimática

En el centro existe una fuerte presencia de equipos ofimáticos, estos están dispuestos en las aulas, boxes, aulas de informática y biblioteca. Los equipos son de tipo PC de pantalla plana e impresoras.

Los equipos ofimáticos se conectan a corriente mediante regletas integradas o regletas convencionales sin que se produzca una desconexión de los equipos cuando estos se apagan. De esta manera, aunque los equipos ofimáticos se apaguen, siguen teniendo un leve consumo energético.

En el anexo 3 se muestra el inventario de equipos ofimáticos.

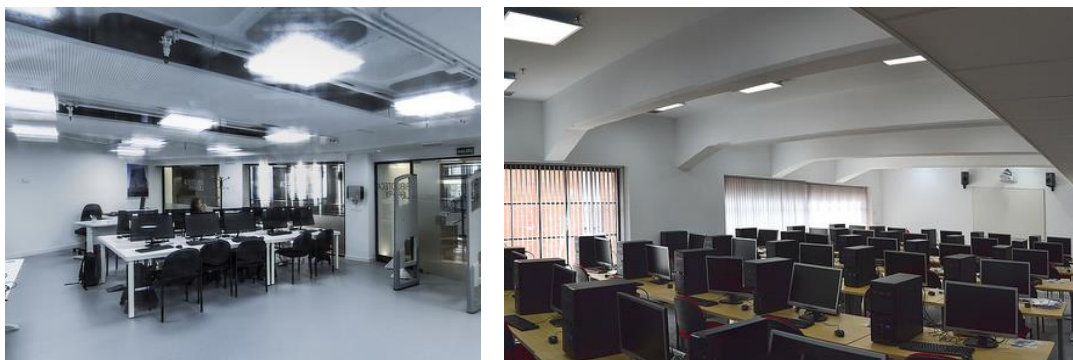


Figura 24: Equipamiento ofimático

1.4.6. Transporte vertical

El edificio dispone de cinco ascensores electromecánicos para el desplazamiento de los usuarios por las diferentes plantas del edificio, dada las características del centro este equipo no presenta un alto grado de uso. Son unos ascensores muy antiguos, con un sistema que ya no se fabrica dada la menor seguridad que ofrece a día de hoy respecto a los sistemas que ofrece el mercado actualmente.

Ubicación	Marca / modelo	Unidades	Tipo de ascensor	Potencia (kW)
Sala de ascensores interior	OTIS 11-VTR LANCOR	2	Electromecánico sin reductora	3,3
Sala de ascensores en cubierta	OTIS 13-VTR REIVAJ	3	Electromecánico sin reductora	8,5
				32,10

Tabla 19: Transporte vertical



Figura 25. Ascensores

1.4.7. Otros consumidores

El centro dispone además en sus instalaciones, de otros equipos consumidores que no han sido mencionados en los puntos anteriores. Se trata de equipos empleados en la cotidianidad del centro y que aunque, por si mismos, no representan un consumo importante, en conjunto si suponen un consumo energético significativo. Se trata de equipos tales como proyectores, equipos de audio o televisión empleados en aulas, secamanos o máquinas de bebidas, de café o de vending.

En el anexo 4 se muestra un inventario de estos equipos.



Figura 26: Otros consumidores

1.5. Medidas de ahorro energético

A continuación, se exponen brevemente las medidas de ahorro energético propuestas para el centro incluyendo la cuantificación del ahorro energético y económico. Se incluye una explicación en detalle de todas las medidas de ahorro energético aplicables.

Se ha considerado un criterio de rentabilidad de las medidas a partir de 10 años, se trata de una valoración subjetiva.

1.5.1. Optimización tarifaria

1.5.1.1. Medida 1. Optimización del término de potencia

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

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

- Si $P_d \leq 0,85P_c$
.....
se facturará siempre $0,85P_c$
- Si $0,85P_c \leq P_d \leq 1,05P_c$
.....
se facturará P_d
- Si $P_d > 1,05P_c$
.....
se facturará según la ecuación:
 $P_d + 2x(P_d - 1.05P_c)$

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

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

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

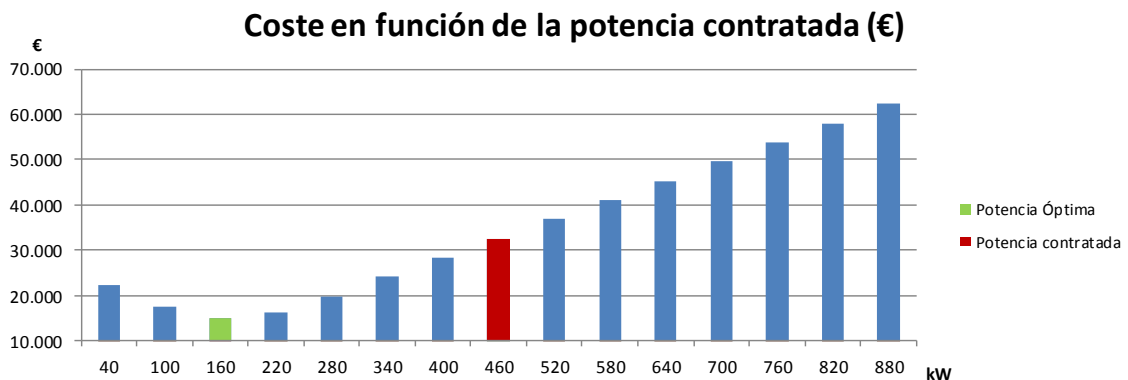


Figura 27: Optimización de potencia

POTENCIA CONTRATADA	460 kW
POTENCIA ÓPTIMA	160 kW
AHORRO ECONÓMICO	17.572 €

Tabla 20: Potencia óptima y ahorro económico

La potencia contratada tan sumamente superior a la óptima viene dada porque la tarifa de acceso es una 6.1A, y la potencia mínima es de 460 kW. Sin embargo, si se tuviese contratada una tarifa de acceso 3.1A, la potencia óptima sería 160 kW y, ahorrándose una gran cantidad económica en base a la potencia contratada.

Cabe decir que esta mejora no tiene en cuenta los precios de la energía, solo la potencia contratada. Es por eso, que el ahorro real en la factura, si se tuviese en cuenta también el precio de la energía, sería menor, ya que la tarifa de acceso 6.1A aporta unos periodos de facturación más manejables y baratos.

1.5.1.2. Medida 2: Reducción de penalizaciones por energía reactiva

Del estudio de la facturación eléctrica se ha determinado que el centro incurre en un gasto por el exceso de energía reactiva, las compañías suministradoras aplican penalizaciones por este exceso, incrementando así el gasto energético.

Se propone la instalación de una batería de condensadores a fin de evitar las penalizaciones. Estos equipos, dado su carácter capacitivo permiten reducir considerablemente la demanda de potencia reactiva de la red.



Figura 28: Bateria de condensadores

Básicamente consisten en la colocación de condensadores que aportan la energía reactiva que precisa la instalación de este modo se consigue compensar la energía reactiva demandada de la red de alimentación y por tanto, mejorar el factor de potencia de la instalación.

Sería necesaria la instalación de una batería con una capacidad de 66 kVar.

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Económico (€/año)	1.737
Inversión (€)	2.279
Período de Retorno (años)	1,31
Evaluación de la propuesta	RENTABLE
TIR (%)	76

1.5.2. Medidas en iluminación

1.5.2.1. Medida 3: Sustitución de lámparas de fluorescencia lineal por tubos LED

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

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



Figura 29: Tubos LED

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

En resumen, se propone la sustitución de:

- 98 tubos fluorescentes T8 de 58 W por tubos LED de 20 W
- 30 tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 16 W
- 3 tubos fluorescentes T8 de 18 W por tubos LED de 8 W

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

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	5.713
Ahorro Económico (€/año)	499
Inversión (€)	2900
Período de Retorno (años)	5,81
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	2,20
Evaluación de la propuesta	RENTABLE
TIR (%)	11

1.5.2.2. Medida 4: Sustitución de lámparas halógenas por lámparas LED

En el centro se dispone de lámparas halógenas. Estas lámparas tienen un mal comportamiento energético, y aunque aumenta sensiblemente su vida útil con respecto a la incandescencia, sigue siendo bastante inferior a otras tecnologías.

Se propone la sustitución de dichas lámparas halógenas por tecnología LED. Esta sustitución es directa sin necesidad de cambio o sustitución de la luminaria.

Existe una zona cerrada en el centro en la cual también se utiliza la tecnología halógena. Por tanto, en caso de proceder a la reapertura de dicha zona, se recomienda a que se proceda previamente al cambio de esa iluminación por la tecnología LED.



Figura 30: Lámparas LED

En resumen, se propone la sustitución de:

- 45 lámparas halógenas de 50 W por lámparas LED de 5,5 W

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

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	2.835
Ahorro Económico (€/año)	248
Inversión (€)	315
Período de Retorno (años)	1,27
Reducción CO ₂ (T CO ₂ /año)	1,09
Evaluación de la propuesta	RENTABLE
TIR (%)	78

1.5.3. Medidas de ahorro en el consumo de agua

1.5.3.1. Medida 5: Sustitución de grifos tradicionales por perlizadores

Los perlizadores son accesorios de fácil instalación en sustitución de los aireadores tradicionales que consiguen una reducción del caudal sin pérdida del confort. De esta manera se evita que el agua salga en las condiciones de presión que suministra la compañía.

Las ventajas de las que se pueden disfrutar con los perlizadores son las siguientes:

- Elevado ahorro en consumos de agua (40-75%) dependiendo del modelo y la presión de trabajo.
- Ahorro energético en el consumo de agua caliente sanitaria.
- Caudal de agua suficiente y de aspecto abundante.
- Mayor eficacia con los jabones por el tipo de chorro.
- Anti-calcáreos y anti-bloqueos.
- Adaptable a instalaciones existentes con aireadores.
- Fácil instalación.
- Reducida inversión.

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

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro en consumo (m ³ /año)	379
Ahorro Económico (€/año)	583
Inversión (€)	268
Período de Retorno (años)	0,46
Evaluación de la propuesta	RENTABLE
TIR (%)	218

1.5.3.2. Medida 6: Sustitución de los fluxores tradicionales por fluxores con tecnología de media descarga

Los fluxores con tecnología de media descarga son accesorios de fácil instalación en sustitución de los fluxores tradicionales de descarga completa que consiguen una reducción del caudal a la mitad (de 6 a 3 litros). De esta manera se evita un gran desperdicio de agua.

Las ventajas de las que se pueden disfrutar con este tipo de fluxor son las siguientes:

- Elevado ahorro en consumos de agua.
- Caudal de agua suficiente y de aspecto abundante.
- Adaptable a instalaciones existentes.
- Fácil instalación.

- Reducida inversión.

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

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro en consumo (m ³ /año)	1.137
Ahorro Económico (€/año)	1.749
Inversión (€)	780
Período de Retorno (años)	0,45
Evaluación de la propuesta	RENTABLE
TIR (%)	224

1.5.4. Medidas de gestión energética

1.5.4.1. Medida 7: Monitorización de consumos energéticos

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

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

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

1. Detección de **consumos pasivos** innecesarios en las instalaciones (iluminación, climatización, ventiladores, equipos informáticos, etc.).
2. Establecimiento de **perfiles de consumo** energético para comprobar si se está consumiendo más de lo previsto.
3. Gracias a los datos obtenidos puede plantearse la **reducción de la potencia eléctrica conectada**, reduciendo los importes de la factura eléctrica.
4. Ajustar el consumo a los **períodos del día** en que las tarifas son más económicas (horas fuera de punta).
5. **Descubrir rendimientos** por debajo de lo previsto en equipos consumidores (climatización, ventilación, compresores...), debido a su envejecimiento o por un mal mantenimiento.
6. Se convierte en una herramienta para efectuar **mantenimiento preventivo**, al detectar posibles problemas en equipos consumidores, antes de una avería.
7. Informa de los consumos de **energía reactiva**, pudiendo actuar en la reducción del factor de.
8. Ofrece la **Medición y Verificación** necesaria para la contratación de empresas de Servicios Energéticos.

9. Aumenta la **concienciación** de los trabajadores para el ahorro energético.

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



Figura 31: Analizador de redes

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

EVALUACION DE LA PROPUESTA	
Ahorro Energético (kWh/año)	30.404
Ahorro Económico (€/año)	2.658
Inversión (€)	300
Período de Retorno (años)	0,11
Reducción CO ₂ (kg CO ₂ /año)	11,71
Evaluación de la propuesta	RENTABLE
TIR (%)	886

1.5.5. Otras medidas recomendadas

A continuación, se expresan otras medidas de ahorro energético evaluadas pero que no producen un ahorro considerable. Aun así, son medidas a tener en cuenta ya que pueden producir un efecto satisfactorio al centro.

1.5.5.1. Medida recomendada 1: Instalación de regletas inteligentes para los equipos ofimáticos

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

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

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

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

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

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

1.5.5.2. Medida recomendada 2: Realización de una campaña de sensibilización sobre el uso de la energía a los usuarios

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

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

Medidas básicas de ahorro de agua.

Gestión de equipos ofimáticos: apagados, modos de ahorro durante ausencias, programación de equipos comunes, etc.

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

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

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

1.5.5.3. Medida recomendada 3: Sustitución de luminarias fluorescentes compactas por lámparas LED

Se propone la sustitución de las luminarias fluorescentes compactas por otras luminarias con tecnología LED que necesitan un menor consumo para su funcionamiento. Existe una zona cerrada en el centro, que usa esta tecnología, por lo que, en el caso de que se reabra al público, se recomienda el cambio de estas luminarias para poder disfrutar de un ahorro energético y, por consiguiente, económico.



Figura 32: Lámpara compacta LED

El uso de la tecnología LED en la iluminación permite múltiples ventajas con respecto a las lámparas fluorescentes:

- Reducción de la potencia actual, ya que con la tecnología LED es posible conseguir niveles de iluminaciones similares e incluso mejores, con una demanda de potencia mucho menor.
- Aumento de la vida útil de las luminarias.
- Aumento del nivel de luminosidad aportado.
- Reducción de la emisión de calor en los equipos de iluminación.
- Buen índice de producción cromática.
- Su composición no incorpora mercurio, el cual es altamente venenoso al exponerse en el medio ambiente.

La vida útil de una lámpara de fluorescencia compacta similar a las instaladas en centro se encuentra entre 15.000 y 20.000 horas, frente a las luminarias LED de última generación cuya vida media es de 60.000 horas.

1.5.5.4. Medida recomendada 4: Sustitución de lámparas incandescentes por tecnología LED

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

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



Figura 33: Lámparas LED

Al igual que en el caso anterior, se propone esta sustitución para la zona cerrada del centro, en caso de que se vaya a llevar a cabo la reapertura.

1.5.5.5. Medida recomendada 5: Sustitución de cerramientos acristalados por otros de mayor aislamiento

La carpintería del edificio está construida por medio de perfiles metálicos, sin rotura de puente térmico (RPT) y dotada de acristalamiento simple.

Si bien la carpintería cumple correctamente su función, la existencia de puentes térmicos en los marcos, facilita la producción de ligeras pérdidas energéticas por conducción de calor a través del material de los mismos.

Por ello, se propone la sustitución de las ventanas actuales por unas nuevas carpinterías de PVC con rotura de puente térmico dotadas de doble acristalamiento aislante.

Se propone la instalación de carpinterías de PVC debido a que, por su propia construcción, conllevan la rotura de los puentes térmicos



Figura 34: Carpintería de PVC

Con la aplicación de esta recomendación, se conseguirá reducir las pérdidas térmicas por la envolvente de los edificios, logrando así aumentar el rendimiento global del sistema de climatización y reduciendo el consumo energético de la instalación.

Además, con la aplicación de esta medida se debería de bajar la temperatura de consigna, produciendo esto ahorro energético en el sistema de climatización.

1.5.5.6. Medida recomendada 6: Sustitución de equipos con refrigerante R.22

El refrigerante R-22 es un compuesto hidroc fluorocarbonado (CHClF_2) que está considerado como compuesto causante del Efecto Invernadero.

- El reglamento (CE) Nº 2037/2000 regula la utilización del R-22. Actualmente está prohibida su instalación en nuevos equipos.
- A partir de 2008 quedó prohibida la carga con R-22 nuevo en equipos existentes.
- A partir de 2010 quedó prohibida la recarga, en equipos existentes, con R-22, tanto nuevo como recuperado.

Por lo tanto, las máquinas con R-22 deberán ser sustituidas o recargadas con un gas refrigerante sustitutivo.

La medida consistiría en la sustitución de estos equipos por otros con mayor eficiencia y menor consumo, proporcionando las mismas características frigoríficas. Los nuevos equipos emplean R-407c como gas refrigerante.

Las ventajas de estos nuevos equipos frente a los actuales son las siguientes:

Construcción más compacta, sencilla y robusta.

- Menor consumo para la misma producción térmica.
- Mayor vida útil.
- Periodos de mantenimiento más prolongados.
- Control más preciso.
- Funcionamiento más silencioso.
- Uso de refrigerante menos agresivo.

1.5.5.7. Medida recomendada 7: Sustitución de la torre de refrigeración de enfriamiento seco por la tecnología de enfriamiento evaporativo

Las torres de refrigeración con enfriamiento evaporativo cuentan con una tecnología segura, conocida, económica, natural y de futuro. Este tipo de enfriamiento funciona de esta manera:

Si la temperatura del agua es mayor que la temperatura de rocío del aire, la presión del vapor de agua es mayor que la presión parcial del vapor de agua en el aire. Teniendo en cuenta la tendencia a igualar las presiones, se producirá una transferencia de masa por el calor latente.

El enfriamiento evaporativo tiene las siguientes ventajas:

- Aproximación térmica de $\pm 2^{\circ}\text{C}$, respecto a los $\pm 5^{\circ}\text{C}$ del otro sistema.
- Menor consumo eléctrico. La tecnología de enfriamiento en seco consume alrededor de un 40% más de electricidad.
- Necesidad de un menor caudal de aire y, por lo tanto, menor nivel sonoro.

1.5.5.8. Medida recomendada 8: Sustitución de los ascensores actuales por otros de mayor eficiencia y seguridad

Los ascensores de los que dispone el centro se tratan de modelos electromecánicos sin reductora, pero muy antiguos. Actualmente no son eficientes y además suponen un riesgo para la seguridad. Estos modelos son máquinas tradicionales de cables que no se fabrican ni instalan. A día de hoy, esta tecnología está siendo reemplazados por cintas planas de acero recubiertas de poliuretano, muy flexibles, consiguiendo reducir el tamaño del motor y, también, una máquina mucho más eficiente.

Además, la potencia eléctrica presente en los ascensores actuales es muy elevada para el bajo número de personas que son capaces de transportar.

Por otro lado, un ascensor nuevo aportaría mayor eficiencia por todo lo dicho y también porque:

- Tienen sistemas que evitan que la luz de la cabina se mantenga encendida permanentemente.
- Desconecta los equipos consumidores de energía cuando no se está usando.
- Tienen un mejor manejo del tráfico.
- Contienen mecanismos de maniobra selectiva para reducir los viajes de los ascensores en vacío.
- Usa un sistema de control con regulación de velocidad.

1.6. Tabla resumen

Medida de ahorro energético	Consumo actual (kWh)	Consumo actual (m ³)	Consumo futuro (kWh)	Consumo futuro (m ³)	Ahorro eléctrico (kWh)	Ahorro en consumo (m ³)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	P.R.S (años)	Reduccion T de CO2/año	Ahorro Energético Total (%)
Optimización del término de potencia	-	-	-	-	-	-	17.572	-	Inmediato	-	0,000
Reducción de penalizaciones por energía		-		-		-	1.737	2.279	1,31	-	0,000
Sustitución de lámparas de fluorescencia lineal por tubos LED	8.550	-	2.838	-	5.713	-	499	2.900	5,81	2,20	0,005
Sustitución de lámparas halógenas por lámparas LED	3.121	-	286	-	2.835	-	248	315	1,27	1,09	0,003
Sustitución de los grifos tradicionales por perlizadores	-	947	-	568		379	583	268	0,46	-	-
Sustitución de los fluxores tradicionales por fluxores con tecnología de media descarga	-	5.684	-	4.547		1.137	1.749	780	0,45	-	-
Monitorización y gestión del consumo	608.080	-	577.676	-	30.404	-	2.658	300,00	0,11	11,71	0,028
					38.952	1.516	25.047	6.842	0,27	15,00	0,04

Tabla 21: Resumen de Medidas de Ahorro Energético

1.7. Conclusiones del estudio

El estudio realizado al Campus Puerta de Toledo, perteneciente a la Universidad Carlos III de Madrid, determina que la implantación de todas las medidas de ahorro energético propuestas puede alcanzar un ahorro energético en torno a:

- **38.952 kW** de electricidad al año, lo que representa aproximadamente un **0,04%** de la energía anual consumida por todo el centro.
- **1.516 m³** de agua al año, lo que representa aproximadamente un **23%** del agua anual consumida por todo el centro.

Los ahorros que se consiguen con estas medidas ascienden a más de **25.047 €** anuales.

El ahorro de emisiones de CO₂ conseguidas es de alrededor de **15 T de CO₂** al año-

El periodo de retorno simple global de las acciones recomendadas es de **0,27** años.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Auditoría energética de un edificio docente

Máster en Ingeniería Industrial

Documento

ANEXOS

Índice

2.1. Anexo 1: Inventario de iluminación	57
2.2. Anexo 2: Inventario de unidades terminales	65
2.3. Anexo 3: Inventario de ofimática	69
2.4. Anexo 4: Inventario de otros consumidores	72
2.5. Anexo 5: Plan de mantenimiento	75
2.5.1 Elementos constructivos	75
2.5.2 Electricidad	76
2.5.3 Suministro de gas	77
2.5.4 Instalaciones térmicas de calefacción	77
2.5.5 Instalaciones térmicas de refrigeración	78
2.5.6 Red de distribución y grupos de presión	80
2.5.7 Unidades terminales	80
2.5.8 Iluminación	81
2.6. Anexo 6: Catálogos usados	82

2.1.

2.1. Anexo 1: Inventario de iluminación

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpara + eq. Aux. (W)	Control
Planta 2	Instalaciones 1	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	Despacho 3	Tira led	nada	1	1	1	25	25	25	Manual
	Despacho 3	Tira led	nada	1	1	1	30	30	30	Manual
	Box 4	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Box 5	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Box 6	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Aula 1	Tira led	nada	3	1	3	75	225	225	Manual
	Aula 1	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	Aula 1	led	nada	3	2	6	12	72	72	Manual
	Baño 1	led	nada	5	1	5	13	65	65	Manual
	Baño 1	led	nada	4	1	4	19	76	76	Detector presencia
	Aula 2	Tira led	nada	3	1	3	50	150	150	Manual
	Aula 2	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Aula 2	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	Aula 4	Tira led	nada	3	1	3	50	150	150	Manual
	Aula 4	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Aula 4	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	Aula 3	Tira led	nada	6	1	6	25	150	150	Manual
	Aula 3	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Aula 3	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	Aula 3	led	nada	3	2	6	12	72	72	Manual
	Aula 5	Tira led	nada	6	1	6	25	150	150	Manual
	Aula 5	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	Aula 5	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	Aula 6	Tira led	nada	6	1	6	25	150	150	Manual
	Aula 6	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	Aula 6	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	Baño 2	led	nada	6	1	6	13	78	78	Manual
	Baño 2	led	nada	4	1	4	19	76	76	Detector presencia
	Sala de estar	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	Sala de estar	led	nada	10	1	10	19	190	190	Manual
	Despacho 1	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	Despacho 2	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	Instalaciones 2	led	nada	3	1	3	19	57	57	Manual
	Box 1	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Box 2	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Box 3	Tira led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	Despacho 4	Tira led	nada	1	1	1	25	25	25	Manual
	Despacho 4	Tira led	nada	1	1	1	30	30	30	Manual
	Pasillo	led	nada	58	1	58	26	1508	1508	Manual

Anexos

José María Ferreiro del Río

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpra + eq. Aux. (W)	Control
Planta 1	1.A.16	led	nada	12	1	12	45	540	540	Manual
	1.A.16	led	nada	9	2	18	12	216	216	Manual
	1.A.15	led	nada	15	1	15	45	675	675	Manual
	1.A.15	led	nada	14	1	14	13	182	182	Manual
	1.B.22	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.22	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.B.23	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.23	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.B.24	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.24	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.B.25	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.25	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.A.09	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	1.A.09	led	nada	2	2	4	12	48	48	Manual
	1.A.09	led	nada	4	1	4	13	52	52	Manual
	1.B.16	led	nada	5	1	5	13	65	65	Manual
	1.B.16	led	nada	6	1	6	38	228	228	Manual
	1.B.15	led	nada	2	1	2	38	76	76	Manual
	1.B.15	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.B.14	led	nada	2	1	2	38	76	76	Manual
	1.B.14	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.B.17	led	nada	8	1	8	13	104	104	Manual
	1.A.14	led	nada	25	1	25	13	325	325	Manual
	1.A.11	led	nada	18	1	18	45	810	810	Manual
	1.A.11	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.A.11	led	nada	7	1	7	13	91	91	Manual
	1.I.03	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.I.02	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.B.13	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.12	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.09	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.08	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	1.B.10	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual
	1.B.11	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual
	1.A.10	led	nada	18	1	18	45	810	810	Manual
	1.A.10	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.A.10	led	nada	6	1	6	15	90	90	Manual
	1.A.10	led	nada	7	1	7	13	91	91	Manual
	1.B.07	led	nada	2	1	2	38	76	76	Manual
	1.B.07	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
1.B.06	led	nada	2	1	2	38	76	76	Manual	
1.B.06	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual	
1.B.05 & 1.B.04	led	nada	4	1	4	38	152	152	Manual	
1.B.05 & 1.B.04	led	nada	4	1	4	13	52	52	Manual	
1.I.01	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual	

Anexos

José María Ferreiro del Río

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpra + eq. Aux. (W)	Control
Planta 1	1.A.06	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	1.A.06	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.A.06	led	nada	5	1	5	13	65	65	Manual
	1.A.05	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	1.A.05	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.A.05	led	nada	5	1	5	13	65	65	Manual
	1.A.04	led	nada	24	1	24	45	1080	1080	Manual
	1.A.04	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.A.03	led	nada	18	1	18	45	810	810	Manual
	1.A.03	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.A.02	led	nada	18	1	18	45	810	810	Manual
	1.A.02	led	nada	4	2	8	12	96	96	Manual
	1.B.03	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	1.B.02	led	nada	2	1	2	45	90	90	Detector presencia
	1.B.01	led	nada	3	1	3	38	114	114	Manual
	1.B.01	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	1.A.01	led	nada	17	1	17	45	765	765	Manual
	1.A.01	led	nada	6	2	12	12	144	144	Manual
	1.A.01	led	nada	6	1	6	13	78	78	Manual
	Baño 1	led	nada	10	1	10	19	190	190	Detector presencia
	Baño 1	led	nada	6	1	6	13	78	78	Detector presencia
	Baño 1	led	nada	6	1	6	13	78	78	Manual
	Cafetería	led	nada	17	2	34	9	306	306	Manual
	Cafetería	led	nada	8	1	8	13	104	104	Manual
	1.A.07	led	nada	18	1	18	45	810	810	Manual
	1.A.07	led	nada	12	1	12	13	156	156	Manual
	1.A.08	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	1.A.08	led	nada	8	1	8	13	104	104	Manual
	Baño 2	led	nada	10	1	10	19	190	190	Detector presencia
	Baño 2	led	nada	6	1	6	13	78	78	Detector presencia
	Baño 2	led	nada	7	1	7	13	91	91	Manual
	1.B.21	led	nada	11	1	11	15	165	165	Manual
	1.B.21	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	1.B.20	led	nada	8	1	8	13	104	104	Manual
	1.B.20	led	nada	3	1	3	38	114	114	Manual
	1.B.19	led	nada	2	1	2	38	76	76	Manual
	1.B.19	led	nada	4	1	4	13	52	52	Manual
	1.B.18	led	nada	10	1	10	13	130	130	Manual
	1.B.18	led	nada	1	1	1	45	45	45	Manual
	1.B.18	led	nada	2	1	2	38	76	76	Manual
	1.A.13	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	1.A.13	led	nada	3	1	3	13	39	39	Manual
1.A.12	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual	
1.A.12	led	nada	3	1	3	13	39	39	Manual	
Pasillo y zonas comunes	led	nada	50	1	50	26	1300	1300	Detector crepuscular	
Pasillo y zonas comunes	led	nada	70	1	70	13	910	910	Detector crepuscular	
Pasillo y zonas comunes	led	nada	2	1	2	19	38	38	Detector crepuscular	
Pasillo y zonas comunes	Fluorescencia lineal	electromagnético	32	1	32	58	1856	2048	Detector crepuscular	
Pasillo y zonas comunes	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	18	18	24	Detector crepuscular	
Pasillo y zonas comunes	Tira led	nada	26	1	26	25	650	650	Detector crepuscular	

Anexos

José María Ferreiro del Río

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpra + eq. Aux. (W)	Control
Planta baja	0.B.17	Tira led	nada	1	1	1	10	10	10	Manual
	0.B.17	led	nada	15	1	15	19	285	285	Manual
	Comedor profesores	led	nada	7	1	7	45	315	315	Manual
	Comedor profesores	led	nada	3	1	3	15	45	45	Manual
	Instalaciones 4	led	nada	1	1	1	45	45	45	Manual
	Instalaciones 2	led	nada	2	1	2	19	38	38	Manual
	Despacho 1	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Despacho 1	led	nada	2	1	2	19	38	38	Manual
	Despacho 2	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Despacho 2	led	nada	2	1	2	19	38	38	Manual
	Despacho 3	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Despacho 3	led	nada	2	1	2	19	38	38	Manual
	Despacho 4	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Despacho 4	led	nada	2	1	2	19	38	38	Manual
	Instalaciones 1	led	nada	2	1	2	19	38	38	Manual
	Aula informática	led	nada	21	1	21	45	945	945	Manual
	Aula informática	led	nada	9	1	9	15	135	135	Manual
	Aula informática	led	nada	4	2	8	75	600	600	Manual
	Instalaciones 3	led	nada	1	1	1	19	19	19	Manual
	Comedor alumnos	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	Comedor alumnos	led	nada	9	1	9	15	135	135	Manual
	Aula 1	led	nada	21	1	21	45	945	945	Manual
	0.A.06	led	nada	15	1	15	45	675	675	Manual
	0.A.06	led	nada	7	1	7	15	105	105	Manual
	0.A.06	led	nada	5	2	10	75	750	750	Manual
	0.A.05	led	nada	15	1	15	45	675	675	Manual
	0.A.05	led	nada	6	1	6	15	90	90	Manual
	0.A.05	led	nada	5	2	10	75	750	750	Manual
	0.B.10	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	0.B.10	led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	0.B.11	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	0.B.11	led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
	0.B.12	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	0.B.12	led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual
0.B.13	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual	
0.B.13	led	nada	2	1	2	15	30	30	Manual	
0.B.08	led	nada	7	1	7	45	315	315	Manual	
0.B.08	led	nada	5	1	5	15	75	75	Manual	
0.B.03	led	nada	5	1	5	45	225	225	Manual	
0.B.03	led	nada	4	1	4	15	60	60	Manual	
0.B.04	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual	
0.B.04	led	nada	6	1	6	15	90	90	Manual	
0.B.05	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual	
0.B.06	led	nada	20	1	20	45	900	900	Manual	
0.B.06	led	nada	10	2	20	75	1500	1500	Manual	

Anexos

José María Ferreiro del Río

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpra + eq. Aux. (W)	Control
Planta baja	0.B.06	led	nada	7	1	7	13	91	91	Manual
	0.B.06	led	nada	20	1	20	15	300	300	Manual
	0.A.04	led	nada	16	1	16	45	720	720	Manual
	0.A.04	led	nada	2	2	4	75	300	300	Manual
	0.A.03	led	nada	15	1	15	45	675	675	Manual
	0.A.03	led	nada	5	2	10	75	750	750	Manual
	0.A.03	led	nada	7	1	7	15	105	105	Manual
	0.A.02	led	nada	12	1	12	45	540	540	Manual
	0.A.02	led	nada	5	2	10	75	750	750	Manual
	0.A.02	led	nada	7	1	7	15	105	105	Manual
	0.A.01	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	0.A.01	led	nada	4	2	8	75	600	600	Manual
	0.A.01	led	nada	3	1	3	15	45	45	Manual
	Biblioteca	led	nada	37	1	37	45	1665	1665	Manual
	Biblioteca	led	nada	1	1	1	38	38	38	Manual
	Biblioteca	led	nada	13	1	13	15	195	195	Manual
	Baños 1	led	nada	10	1	10	19	190	190	Detector presencia
	Baños 1	led	nada	6	1	6	13	78	78	Detector presencia
	Baños 1	led	nada	6	1	6	13	78	78	Manual
	0.I.02	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	0.I.03	led	nada	2	1	2	13	26	26	Manual
	Box 1	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual
	Box 1	led	nada	3	1	3	13	39	39	Manual
	Box 2	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual
	Box 2	led	nada	3	1	3	13	39	39	Manual
	Box 3	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual
	Box 3	led	nada	3	1	3	13	39	39	Manual
	Box 4	led	nada	3	1	3	45	135	135	Manual
	Box 4	led	nada	3	1	3	13	39	39	Manual
	0.B.16	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	0.B.16	led	nada	5	1	5	15	75	75	Manual
	0.B.15	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	0.B.15	led	nada	3	1	3	15	45	45	Manual
	0.B.14	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	0.B.14	led	nada	3	1	3	15	45	45	Manual
	Baños 2	led	nada	10	1	10	19	190	190	Detector presencia
	Baños 2	led	nada	6	1	6	13	78	78	Detector presencia
	Baños 2	led	nada	7	1	7	13	91	91	Manual
	Pasillo y zonas comunes	halógeno	halógena	22	1	22	50	1100	1320	Manual
	Pasillo y zonas comunes	led	nada	12	1	12	19	228	228	Manual
Pasillo y zonas comunes	led	nada	54	1	54	15	810	810	Manual	
Pasillo y zonas comunes	led	nada	17	1	17	45	765	765	Manual	
Pasillo y zonas comunes	led	nada	19	1	19	13	247	247	Manual	
Pasillo y zonas comunes	Fluorescencia lineal	electromagnético	20	1	20	36	720	820	Manual	
Pasillo y zonas comunes	Fluorescencia lineal	electromagnético	2	2	4	36	144	164	Manual	
Pasillo y zonas comunes	fluorescencia compacta	electrónico	1	1	1	23	23	26	Manual	
Pasillo y zonas comunes	Tira led	nada	80	1	80	25	2000	2000	Manual	

Anexos

José María Ferreiro del Río

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpra + eq. Aux. (W)	Control
Planta -1 (Zona abierta)	Aula 0	led	nada	16	1	16	26	416	416	Manual
	Almacén	halógeno	halógena	14	1	14	50	700	840	Manual
	Local reformado 1	led	nada	6	1	6	45	270	270	Manual
	Local reformado 2	led	nada	2	1	2	45	90	90	Manual
	Local reformado 3	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	Local reformado 4	led	nada	9	1	9	45	405	405	Manual
	Local reformado 5	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Local reformado 6	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Local reformado 7	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Local reformado 8	led	nada	4	1	4	45	180	180	Manual
	Pasillo principal	Fluorescencia lineal	electromagnético	20	1	20	58	1160	1280	Manual
	Pasillo principal	Fluorescencia lineal	electromagnético	23	2	46	58	2668	2944	Manual
	Pasillo principal	Fluorescencia lineal	electromagnético	2	1	2	36	72	82	Manual
	Pasillo principal	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	48	Manual
	Pasillo principal	halógeno	halógena	6	1	6	50	300	360	Manual
	Pasillo principal	led	nada	9	1	9	19	171	171	Manual
Baños	Fluorescencia lineal	electromagnético	4	1	4	36	144	164	Manual	
Baños	halógeno	halógena	3	1	3	50	150	180	Manual	
Planta -1 (Zona cerrada)	Pasillo secundario	Fluorescencia lineal	electromagnético	24	1	24	58	1392	1536	Manual
	Pasillo secundario	Fluorescencia lineal	electromagnético	40	2	80	58	4640	5120	Manual
	Pasillo secundario	Fluorescencia lineal	electromagnético	44	1	44	36	1584	1804	Manual
	Pasillo secundario	halógeno	halógena	36	1	36	50	1800	2160	Manual
	Pasillo secundario	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	4	1	4	26	104	128	Manual
	Local 1	halógeno	halógena	11	1	11	50	550	660	Manual
	Local 2	halógeno	halógena	4	1	4	50	200	240	Manual
	Local 3	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	12	1	12	26	312	384	Manual
	Local 4	halógeno	halógena	55	1	55	50	2750	3300	Manual
	Local 5	halógeno	halógena	6	1	6	50	300	360	Manual
	Local 5	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	4	1	4	26	104	128	Manual
	Local 6	Fluorescencia lineal	electromagnético	2	2	4	36	144	164	Manual
	Local 6	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	30	1	30	26	780	960	Manual
	Local 7	halógeno	halógena	25	1	25	50	1250	1500	Manual
	Local 7	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	5	1	5	26	130	160	Manual
	Local 7	Fluorescencia lineal	electromagnético	10	2	20	18	360	480	Manual
	Local 8	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	10	1	10	26	260	320	Manual
	Local 9	halógeno	halógena	35	1	35	50	1750	2100	Manual
	Local 10	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	10	1	10	26	260	320	Manual
	Local 11	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	5	1	5	26	130	160	Manual
Local 11	halógeno	halógena	10	1	10	50	500	600	Manual	
Local 12	halógeno	halógena	10	1	10	50	500	600	Manual	
Local 13	halógeno	halógena	13	1	13	50	650	780	Manual	
Local 14	halógeno	halógena	44	1	44	50	2200	2640	Manual	
Local 14	Fluorescencia lineal	electromagnético	6	4	24	18	432	576	Manual	
Local 15	halógeno	halógena	8	1	8	50	400	480	Manual	
Local 16	halógeno	halógena	6	1	6	50	300	360	Manual	

Anexos

José María Ferreiro del Río

Zona	Ubicación	Tipo lámpara	Equipo de arranque	Luminarias	Nº Lámparas x luminaria	Nº de lámparas totales	Pot. Lámpara (W)	Pot.Total Lámparas (W)	Pot Total Lámpara + eq. Aux. (W)	Control
Planta -2	Sala de bombas	Fluorescencia lineal	electromagnético	6	2	12	36	432	492	Manual
	Sala de bombas	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	2	2	18	36	48	Manual
	Sala de bombas	Fluorescencia lineal	electromagnético	3	1	3	36	108	123	Manual
	Local 1	incandescente	nada	1	1	1	60	60	60	Manual
	Local 2	halógeno	halógena	8	1	8	50	400	480	Manual
	Local 3	halógeno	halógena	36	1	36	50	1800	2160	Manual
	Local 4	halógeno	halógena	4	1	4	50	200	240	Manual
	Local 4	Fluorescencia lineal	electromagnético	10	2	20	58	1160	1280	Manual
	Local 5	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	21	2	42	18	756	1008	Manual
	Local 5	Fluorescencia lineal	electromagnético	4	3	12	36	432	492	Manual
	Local 5	Fluorescencia lineal	electromagnético	2	2	4	36	144	164	Manual
	Almacén	Fluorescencia lineal	electromagnético	1	1	1	36	36	41	Manual
	Local 6	fluorescencia compacta no integrada	electromagnético	9	2	18	18	324	432	Manual
	Local 6	Fluorescencia lineal	electromagnético	3	2	6	36	216	246	Manual
	Local 6	halógeno	halógena	3	1	3	50	150	180	Manual
Zonas comunes	halógeno	halógena	10	1	10	150	1500	1620	Manual	
Zonas comunes	halógeno	halógena	38	1	38	50	1900	2280	Manual	

2.2. Anexo 2: Inventario de unidades terminales

FANCOILS										
Marca / modelo	Zona	Ubicación	Zona de servicio	Tipo	Unidades	Potencia calorífica (kW)	Potencia frigorífica (kW)	Potencia (kW)	Caudal (m3/h)	Conducciones
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Despacho 3	Despacho 3	Suelo	2	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Box 4	Box 4	Suelo	1	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Box 5	Box 5	Suelo	1	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Box 6	Box 6	Suelo	1	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Box 1	Box 1	Suelo	1	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Box 2	Box 2	Suelo	1	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Box 3	Box 3	Suelo	1	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Despacho 4	Despacho 4	Suelo	2	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P63VLRMM-E	Planta 2	Aula 01	Aula 01	Suelo	4	8	7,1	0,07	928,8	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Aula 02	Aula 02	Suelo	4	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P40VKM-E2	Planta 2	Aula 04	Aula 04	Suelo	4	5	4,5	0,028	642	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P50VMA-E2	Planta 2	Aula 03	Aula 03	Conductos	4	6,3	5,6	0,11	1020	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P50VLRMM-E	Planta 2	Aula 05	Aula 05	Suelo	4	6,3	5,6	0,05	840	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P50VLRMM-E	Planta 2	Aula 06	Aula 06	Suelo	4	6,3	5,6	0,05	840	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P32VKM-E	Planta 2	Sala de estar	Sala de estar	Suelo	6	4	3,6	0,025	547,2	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P32VKM-E	Planta 2	Despacho 1	Despacho 1	Suelo	2	4	3,6	0,025	547,2	2 tubos
Mitsubishi electric PFFY-P32VKM-E	Planta 2	Despacho 2	Despacho 2	Suelo	2	4	3,6	0,025	547,2	2 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.A.16	1.A.16	Techo	3	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.15	1.A.15	Techo	3	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX50 ASBV	Planta 1	1.B.22	1.B.22	Suelo	1	8,62	4,19	0,067	720	3 tubos
Aermec FCX50 ASBV	Planta 1	1.B.23	1.B.23	Suelo	1	8,62	4,19	0,067	720	3 tubos
Aermec FCX50 ASBV	Planta 1	1.B.24	1.B.24	Suelo	1	8,62	4,19	0,067	720	3 tubos
Aermec FCX50 ASBV	Planta 1	1.B.25	1.B.25	Suelo	1	8,62	4,19	0,067	720	3 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.A.09	1.A.09	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.16	1.B.16	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.15	1.B.15	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.14	1.B.14	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Termoven - FL650-SE-4T	Planta 1	1.B.17	1.B.17	Suelo	2	5,212	-	No disponible	1000	4 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.14	1.A.14	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.11	1.A.11	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.B.13	1.B.13	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.B.12	1.B.12	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.B.09	1.B.09	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.B.08	1.B.08	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.B.10	1.B.10	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCL44	Planta 1	1.B.11	1.B.11	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.10	1.A.10	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.07	1.B.07	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.06	1.B.06	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.05&1.B.04	1.B.05&1.B.05	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.06	1.A.06	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.05	1.A.05	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.04	1.A.04	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos

FANCOILS										
Marca / modelo	Zona	Ubicación	Zona de servicio	Tipo	Unidades	Potencia calorífica (kW)	Potencia frigorífica (kW)	Potencia (kW)	Caudal (m3/h)	Conducciones
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.03	1.A.03	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.02	1.A.02	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.03	1.B.03	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.01	1.B.01	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.01	1.A.01	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.07	1.A.07	Techo	5	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.08	1.A.08	Techo	3	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.21	1.B.21	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.20	1.B.20	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.B.19	1.B.19	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Termoven - FL650-SE-4T	Planta 1	1.B.18	1.B.18	Suelo	2	5,212	-	No disponible	1000	4 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.12	1.A.12	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta 1	1.A.13	1.A.13	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.17	0.B.17	Techo	3	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Ciat MJLINE 504X	Planta baja	Comedor profesores	Comedor profesores	Techo	3	4,84	4,56	0,072	760	4 tubos
Ciat MJLINE 504X	Planta baja	Despacho 1	Despacho 1	Techo	1	4,84	4,56	0,072	760	4 tubos
Ciat MJLINE 604X	Planta baja	Despacho 2	Despacho 2	Techo	1	5,96	5,65	0,088	935	4 tubos
Ciat MJLINE 604X	Planta baja	Despacho 3	Despacho 3	Techo	1	5,96	5,65	0,088	935	4 tubos
Ciat MJLINE 504X	Planta baja	Despacho 4	Despacho 4	Techo	1	4,84	4,56	0,072	760	4 tubos
Ciat MJLINE 604X	Planta baja	Aula informática	Aula informática	Techo	5	5,96	5,65	0,088	935	4 tubos
Ciat MJLINE 604X	Planta baja	Comedor alumnos	Comedor alumnos	Techo	3	5,96	5,65	0,088	935	4 tubos
Ciat MJLINE 604X	Planta baja	Aula 1	Aula 1	Techo	5	5,96	5,65	0,088	935	4 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.A.06	0.A.06	Techo	3	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.A.05	0.A.05	Techo	3	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.10	0.B.10	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.11	0.B.11	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.12	0.B.12	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.13	0.B.13	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.08	0.B.08	Techo	3	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.03	0.B.03	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.04	0.B.04	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCL44	Planta baja	0.B.05	0.B.05	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Termoven FL-1100	Planta baja	0.B.06	0.B.06	Techo	6	7,165	-	No disponible	1400	4 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.A.04	0.A.04	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.A.03	0.A.03	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.A.02	0.A.02	Techo	4	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.A.01	0.A.01	Techo	2	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	Biblioteca	Biblioteca	Techo	6	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Ciat MJLINE 604X	Planta baja	Biblioteca	Biblioteca	Techo	3	5,96	5,65	0,088	935	4 tubos
Ciat MJLINE 404X	Planta baja	Box 1	Box 1	Techo	1	4,04	3,88	0,072	655	4 tubos
Ciat MJLINE 404X	Planta baja	Box 2	Box 2	Techo	1	4,04	3,88	0,072	655	4 tubos
Ciat MJLINE 404X	Planta baja	Box 3	Box 3	Techo	1	4,04	3,88	0,072	655	4 tubos
Ciat MJLINE 404X	Planta baja	Box 4	Box 4	Techo	1	4,04	3,88	0,072	655	4 tubos
Aermec FCL44	Planta baja	0.B.16	0.B.16	Techo	1	3,07	3,65	0,075	700	4 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.15	0.B.15	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
Aermec FCX82	Planta baja	0.B.14	0.B.14	Techo	1	15,14	7,42	0,106	1140	3 tubos
						873,99	507,70	7,14		

Anexos

José María Ferreiro del Río

Climatizadoras												
Marca / modelo	Ubicación	Zona de servicio	Unidades	Potencia calorífica (kW)	Potencia frigorífica (kW)	Potencia motor impulsión (kW)	Potencia motor retorno (kW)	Caudal (m ³ /h)	Free-cooling	Humidificación	Variador	Conducciones
Shako KS-50	Cubierta	Aulas y Despachos	1	112	83	4,00	-	9000	Si	Si	No	4 tubos
Airotec CHA-23400	Cubierta	Aulas y Despachos	2	153	147	10,00	-	23400	No	No	No	4 tubos
Airotec CHA-10000	Cubierta	Aulas y Despachos	2	120	90	5,00	-	10000	No	No	No	4 tubos
Airotec CHA-2000	Cubierta	Aulas y Despachos	1	30	25	3,00	-	2000	No	No	No	4 tubos
Airotec (SIN PLACA)	Cubierta	Aulas y Despachos	5	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
				688,00	582,00	22,00	-					
							22,00					

2.3. Anexo 3: Inventario de ofimática

Edificio	Zona	Ubicación	Equipo	Unidades	Pot. ON (W)	Pot. OFF (W)	Pot. Standby (W)
	Planta 2	Aula 1	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		Aula 2	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		Aula 4	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		Aula 3	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		Aula 5	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		Aula 6	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
	Planta 1	1.A.09	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.B.16	PC + Pantalla	4	111	1,7	4
		1.B.16	Impresora	1	300	0,6	2,3
		1.A.14	PC + Pantalla	2	111	1,7	4
		1.A.11	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.A.10	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.B.05&1.B.04	PC + Pantalla	4	111	1,7	4
		1.B.05&1.B.04	Impresora	1	300	0,6	2,3
		1.A.06	PC + Pantalla	21	111	1,7	4
		1.A.05	PC + Pantalla	21	111	1,7	4
		1.A.04	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.A.03	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.A.02	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.A.07	PC + Pantalla	41	111	1,7	4
		1.A.08	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.B.19	PC + Pantalla	5	111	1,7	4
		1.B.19	Impresora	1	300	0,6	2,3
		1.B.20	PC + Pantalla	2	111	1,7	4
		1.B.20	Impresora	4	300	0,6	2,3
		1.B.18	PC + Pantalla	5	111	1,7	4
		1.B.18	Impresora	1	300	0,6	2,3
		1.A.13	PC + Pantalla	1	111	1,7	4
		1.A.12	PC + Pantalla	1	111	1,7	4

Edificio	Zona	Ubicación	Equipo	Unidades	Pot. ON (W)	Pot. OFF (W)	Pot. Standby (W)	
	Planta baja	Aula informática	PC + Pantalla	37	111	1,7	4	
		O.A.06	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.A.05	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.B.08	PC + Pantalla	6	111	1,7	4	
		O.B.08	Impresora	2	300	0,6	2,3	
		O.B.03	PC + Pantalla	3	111	1,7	4	
		O.B.03	Impresora	1	300	0,6	2,3	
		O.B.04	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.B.04	Impresora	1	300	0,6	2,3	
		O.B.05	PC + Pantalla	2	111	1,7	4	
		O.B.05	Impresora	1	300	0,6	2,3	
		O.B.06	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.A.04	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.A.03	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.A.02	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		O.A.01	PC + Pantalla	1	111	1,7	4	
		Biblioteca	PC + Pantalla	14	111	1,7	4	
		Biblioteca	Impresora	1	300	0,6	2,3	
POTENCIA TOTAL (KW)					25,29	0,0689	0,171	

2.4. Anexo 4: Inventario de otros consumidores

Zona	Ubicación	Tipo de consumidor	Marca / modelo	Unidades	Potencia (W)
Planta 2	Box 4	TV	Sony Bravia	1	60
	Box 5	TV	Sony Bravia	1	60
	Box 6	TV	Sony Bravia	1	60
	Aula 1	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	Baño 1	Secamanos	No disponible	1	1000
	Aula 2	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
	Aula 4	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	Aula 3	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	Aula 5	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	Aula 6	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	Baño 2	Secamanos	No disponible	2	1000
	Box 1	TV	Sony Bravia	1	60
	Box 2	TV	Sony Bravia	1	60
	Box 3	TV	Sony Bravia	1	60
Planta 1	1.B.22	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.23	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.24	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.25	TV	Sony Bravia	1	60
	1.A.09	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
	1.B.17	TV	Sony Bravia	1	60
	1.A.14	TV	Sony Bravia	1	60
	1.A.14	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	1.A.14	Equipo Audio	No disponible	1	20
	1.A.11	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	1.B.13	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.12	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.09	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.08	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.10	TV	Sony Bravia	1	60
	1.B.11	TV	Sony Bravia	1	60
	1.A.10	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	1.A.06	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
	1.A.05	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
	1.A.04	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	1.A.03	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	1.A.02	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
1.B.03	Proyector	Epson EB G7000W	1	500	

Zona	Ubicación	Tipo de consumidor	Marca / modelo	Unidades	Potencia (W)
Planta 1	1.B.01	TV	Sony Bravia	1	60
	1.A.01	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	1.A.01	TV	Sony Bravia	1	60
	Baño 1	Secamanos	No disponible	2	1000
	Cafeteria	Maquina bebidas	No disponible	1	650
	Cafeteria	Máquina café	No disponible	1	1700
	Cafeteria	Maquina Vending	No disponible	1	200
	1.A.07	TV	Sony Bravia	2	60
	1.A.07	Pizarra digital	No disponible	1	230
	1.A.08	Pizarra digital	No disponible	1	230
	Baño 2	Secamanos	No disponible	1	1000
	1.A.13	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
1.A.12	Proyector	Epson EB G7000W	1	500	
Planta baja	Aula informática	TV	Sony Bravia	4	60
	Comedor alumnos	Maquina bebidas	No disponible	1	650
	Comedor alumnos	Máquina café	No disponible	1	1700
	Comedor alumnos	Maquina Vending	No disponible	1	200
	Comedor alumnos	Microondas	No disponible	2	1200
	O.A.06	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	O.A.05	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	O.B.10	TV	Sony Bravia	1	60
	O.B.11	TV	Sony Bravia	1	60
	O.B.12	TV	Sony Bravia	1	60
	O.B.13	TV	Sony Bravia	1	60
	O.B.06	TV	Sony Bravia	1	60
	O.B.06	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	O.A.04	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	O.A.03	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	O.A.02	Proyector	Epson EB G7000W	2	500
	O.A.01	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
	Baños 1	Secamanos	No disponible	2	1000
	Box 1	TV	Sony Bravia	1	60
	Box 2	TV	Sony Bravia	1	60
Box 3	TV	Sony Bravia	1	60	
Box 4	TV	Sony Bravia	1	60	
O.B.16	TV	Sony Bravia	1	60	
O.B.17	TV	Sony Bravia	1	60	
O.B.18	TV	Sony Bravia	1	60	
Planta -1	Aula 0	Proyector	Epson EB G7000W	1	500
TOTAL (KW)					40,76

2.5. Anexo 5: Plan de mantenimiento

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

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

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

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

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

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

Las actuaciones propuestas engloban diferentes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo: reparar o substituir instalaciones o sistemas averiados o con un funcionamiento deficiente. Se produce como consecuencia de una avería inesperada.
- Mantenimiento preventivo: actúa antes de que se produzca la avería del sistema o instalación. Se realiza mediante inspecciones, verificaciones y revisiones.
- Mantenimiento energético-ambiental: consiste no solo en mantener buenas condiciones de funcionamiento, sino además que el mismo se realice con un consumo mínimo de energía, así como un impacto ambiental también mínimo.

A continuación, se presentan una serie de actuaciones de mantenimiento a realizar clasificadas por sistemas y subsistemas, en donde se propone el responsable de llevar a cabo cada actuación.

2.5.1. Elementos constructivos

Las siguientes medidas de mantenimiento afectan a la carpintería y los elementos de protección como ventanas, puertas, persianas, rejas y barandillas.

De manera permanente, los usuarios deben comprobar:

- Posibles roturas de cristales.

- Las fijaciones y anclajes defectuosos de las barandillas.
- Las oxidaciones y corrosiones en elementos metálicos
- Posibles ataques de hongos o insectos en los elementos de madera.

Anualmente, los usuarios deberán inspeccionarán:

- Las juntas de estanqueidad en la carpintería y entre la carpintería y los vidrios.
- Los sistemas de evacuación.
- Las juntas de sellado entre carpinterías y alfeizares.
- El estado de los herrajes de colgar y seguridad.

Cada tres años, los usuarios tendrán que realizar verificaciones:

- En la pintura de la carpintería y la cerrajería.
- En los mecanismos de cierre y maniobra.

Finalmente, cada cinco años, un técnico competente ha de comprobar:

- Los elementos de fijación y anclaje de las carpinterías, rejas y barandillas.
- Que no existan posibles ataques de termitas, carcoma, hongos por humedad, ... en los elementos de madera.
- La estanqueidad.
- Los mecanismos de cierre y maniobra.
- Las cintas, quías y topes de persianas.
- El estado de los anclajes de precercos o cercos de las paredes.

2.5.2. Electricidad

Es importante realizar periódicamente labores de mantenimiento en los cuadros eléctricos.

De manera permanente, los usuarios han de comprobar:

- El deterioro de aislamientos en cables vistos.
- Desprendimientos o roturas de tomas de mecanismos eléctricos y de aparatos de iluminación.
- Saltos reiterados de interruptores automáticos magnetotérmicos o diferenciales y, si aparecen anomalías, se debe de consultar con un técnico competente o un instalador autorizado.

Mensualmente, los usuarios tendrán que comprobar el funcionamiento del interruptor automático diferencial, mediante el botón de prueba.

Cada cinco años, un instalador autorizado verificará:

- La caja general de protección.
- El estado, aislamiento y caída de tensión de conductores, línea repartidora, y líneas individuales y de distribución.
- Estado de los precintos y los dispositivos de protección de líneas de fuerza motriz.
- Cuadro general de protección de líneas de alumbrado.
- Cuadro general de distribución.

Finalmente, cada diez años, un organismo de control realizará la inspección reglamentaria.

Por otro lado, también se ha de cuidar la red tierra, es por eso que se recomiendan llevar a cabo las siguientes labores de mantenimiento:

Los usuarios deberán estar atentos por si detectan roturas y deterioros en los dispositivos de toma de tierra en enchufes. En el caso de que aparezcan anomalías, se deberá de consultar con un técnico competente o un instalador autorizado.

2.5.3. Suministro de gas

Los usuarios deberán de comprobar de manera permanente:

- Las posibles apariciones de olores o señales que denoten fugas.
- Las roturas o desprendimientos de elementos de la instalación.
- Los deterioros de llaves de corte, gamas, canalizaciones, etc.
- La inexistencia de advertencias, prohibiciones, etc., con las que estuvieran dotados los aparatos en su carcasa.
- La fecha de caducidad de los tubos flexibles.

Asimismo, cada cuatro años, la empresa suministradora realizará una inspección de las partes de la instalación desde la red general de suministro hasta la llave de corte del contador. También, un instalador autorizado, debería revisar la instalación interior a partir del contador y los aparatos de gas.

2.5.4. Instalaciones térmicas de calefacción

Permanentemente, los usuarios comprobarán:

- La aparición de olores o señales que denoten fugas.
- Las roturas o desprendimientos de elementos de la instalación.
- La desaparición de placas con advertencias, prohibiciones, etc., adheridas a las carcasas de los aparatos.
- Los goteos de válvulas de seguridad
- La obstrucción o anulación de rejillas de ventilación en chimeneas de evacuación de gases de combustión.
- Ruidos y vibraciones extraños.
- Deterioro del aislamiento de los circuitos caloríficos accesibles.

De manera semanal, un mantenedor autorizado inspeccionará:

- Evaporadores y condensadores.
- Sistema s de tratamiento de agua.
- Niveles de agua en circuitos.
- Filtros de aire.
- Unidades terminales agua-aire.
- Unidades terminales de distribución de aire.
- Equipos autónomos.
- Estado del aislamiento térmico.
- Sistema de control automático.

Cada mes, de nuevo un mantenedor autorizado, comprobará:

- Quemador de la caldera.
- Vaso de expansión.
- Sistema de tratamiento de agua.
- Estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.
- Niveles de agua en circuitos.
- Tarado de elementos de seguridad.
- Filtros de aire.
- Bombas y ventiladores.
- Residuos de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido.

Trimestralmente, un instalador autorizado, verificará:

- Temperatura a presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor.
- Temperatura ambiente del local o sala de máquinas.
- Temperatura de los gases de combustión.
- Contenido de CO y CO₂ en los productos de combustión.
- Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos.
- Tiro de la caja de humos de la caldera.

Posteriormente, ya de manera anual, un mantenedor autorizado, comprobará:

- Evaporadores y condensadores.
- Calderas de gas o de gasóleo.
- Estanqueidad de circuitos y tuberías.
- Baterías de intercambio térmico.
- Unidades de impulsión y retorno de aire.
- Estado del aislamiento térmico.

Un mantenedor autorizado también verificará, bianualmente:

- Circuito de humos de calderas.
- Conductos de humo de chimenea.
- Material refractario.
- Estanqueidad de válvulas de interceptación.
- Filtros de agua.
- Aparatos de recuperación de calor.
- Sistema de control automático.
- Contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido.
- Unidades terminales de distribución de aire.
- Unidades terminales agua-aire.
- Equipos autónomos.

2.5.5. Instalaciones térmicas de refrigeración

De manera permanente, los usuarios deberán estar atentos a:

- Aparición de olores o señales que denoten fugas.
- Roturas, desprendimientos de elementos de la instalación.
- Desaparición de placas con advertencias, prohibiciones, etc., adheridas a las carcasas de los aparatos.
- Goteos válvulas de seguridad.
- Obstrucción o anulación de rejillas de ventilación.
- Ruidos y vibraciones extraños.
- Deficiente sujeción de los paneles.
- Deterioro del aislamiento de los circuitos frigoríficos accesibles.

Mientras que, mensualmente, un mantenedor autorizado se encargará de comprobar:

- Vaso de expansión.
- Sistema de tratamiento de agua.
- Estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.
- Niveles de agua en circuitos.
- Tarado de elementos de seguridad.
- Filtros de aire.
- Bombas y ventiladores.
- Estanqueidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos.
- Aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo.

Cada tres meses, de nuevo un mantenedor autorizado, verificará:

- Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador.
- Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador.
- Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas con agua.
- Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas con agua.
- Temperatura y presión de evaporación.
- Temperatura y presión de condensación.
- Potencia eléctrica absorbida.
- Potencia técnica instantánea del generador como porcentaje de carga máxima.
- EER y COP instantáneo.
- Caudal de agua en el evaporador.
- Caudal de agua en el condensador.

Finalmente, y de manera bianual, un mantenedor autorizado, comprobará:

- Evaporadores y condensadores.
- Estanqueidad de circuitos y tuberías.
- Baterías de intercambio térmico.
- Unidades de impulsión y retorno de aire.
- Estado del aislamiento térmico.
- Estanqueidad de válvulas de interceptación.
- Filtros de agua.

- Sistema de control automático.
- Unidades terminales de distribución de aire.
- Unidades terminales agua-aire.
- Equipos autónomos.
- Circuitos de torres de refrigeración.

2.5.6. Red de distribución y grupos de presión

Permanentemente, el usuario inspeccionará:

- Corrosiones.
- Aparición de fugas de agua.
- Falta de presión en la red.

De manera bianual, un especialista se asegurará de:

- Funcionamiento de presostato y del regulado del aire.
- Apertura/cierre de válvulas de compuerta de aspiración y salida.
- Funcionamiento de válvula de retención.

Cada año, un especialista verificará:

- La inexistencia de corrosiones en depósito de presión.
- Altura manométrica de aspiración.
- Estado de anclajes y antivibraciones.
- Estado del aljibe.
- Funcionamiento del grupo de presión.
- Válvulas de paso, corte y reductores de presión.

De forma quinquenal, un especialista comprobará las conducciones y, decenalmente, un instalador autorizado, deberá realizar la prueba reglamentaria del tanque o depósito del grupo de presión.

2.5.7. Unidades terminales

Los usuarios, permanentemente, verificarán:

- Deterioros, roturas, desprendimientos de elementos de la instalación.
- Ruidos extraños en el sistema.
- Malos olores.
- Descolgamientos.

Dos veces al año, un mantenedor autorizado, comprobará:

- Estado de conservación del interior de conductos previo desmontaje de rejillas y difusores.
- Estado de los filtros.

Cada año, ha de ser inspeccionado por un mantenedor autorizado:

- Estado de conductos de aire y fijaciones.
- Estado de aberturas, aspiraciones y extracciones.
- Conexiones eléctricas.

Bienalmente, un mantenedor autorizado corroborará el buen estado de los sistemas de control y de sus automatismos, y quinquenalmente, hará lo mismo respecto a la estanqueidad aparente de los conductos y el estado de funcionalidad de mecanismos de aspiración extracción.

2.5.8. Iluminación

Los usuarios verificarán permanentemente:

- Desprendimientos o roturas de aparatos de iluminación.
- Reiterados saltos de interruptores magnetotérmicos o diferenciales.
- Estado de difusores y lámparas.
- Desplazamiento, rotura, deterioro y ausencias de aparatos de alumbrado de emergencia.

De manera mensual, los usuarios comprobarán el correcto funcionamiento del interruptor diferencial.

Cada año, un mantenedor autorizado, inspeccionará:

- Desmontaje para limpieza interior y exterior de difusores.
- Estado de baterías y lámparas de alumbrado de emergencia.

Finalmente, de manera quinquenal, un mantenedor autorizado, comprobará:

- Iluminancia.
- Estado, aislamiento y caída de tensión de conductores, línea repartidora y de distribución.
- Dispositivos de toma de tierra y de protección en cuadro eléctrico.
- Fijaciones.

2.6. Anexo 6: Catálogos usados

En este anexo se adjuntan los catálogos usados en los cálculos.

MEDIDA

PRODUCTOS DESTACADOS			Pág.
M.5		CVM-1D, ANALIZADOR DE REDES MONOFÁSICO DE 1 MÓDULO	56
M.5		CVM NRG96 CON PROTOCOLOS BACnet y LONWORK	54
M.5		CVM MINI CON PROTOCOLOS BACnet, LonWorks y ethernet	56
M.5		CVM NET-4, 4 ANALIZADORES DE REDES TRIFÁSICOS EN 1 SÓLO EQUIPO	57
M.5		MP, ANALIZADOR Y PROTECCIÓN DIFERENCIAL EN UNO- CONEXIÓN DIRECTA	58
M.5		CONVERSION AMPLIFICADOR CAMO	59
M.6		EDS, GESTOR ENERGÉTICO CON TECNOLOGÍA POWERSTUDIO EMBEDDED	62
M.6		SISTEMA AUTÓNOMO DE MEDIDA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD, según RD 1826/2009	62
M.8		AR6, ANALIZADOR DE REDES PORTÁTIL	74
M.9		NUEVA VERSIÓN SOFTWARE POWERSTUDIO SCADA 3.2	78
M.9		NUEVA VERSIÓN SOFTWARE POWERVISION PLUS	78

Consultar nuestro stock en:

www.circuitor.es

Baterías ESTÁNDAR 440 V, 50 Hz



STD3

STD4

STD6

STD12

STD8

STD-SC8

STD-SC16

Tipo	Código	kvar		Composición	Interruptor (A) opcional	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	EURO
		440 V	400 V						
STD3-7,5-440	[*] R36610	7,5	6,2	(2,5 + 5)	Incluido	6	28	290 x 464 x 170	910,45
STD3-12,5-440	[*] R36620	12,5	10	(2,5 + 5 + 5)	Incluido	6	28	290 x 464 x 170	1032,66
STD3-17,5-440	[*] R36625	17,5	14	(2,5 + 5 + 10)	Incluido	10	30	290 x 464 x 170	1057,24
STD3-25-440	[*] R36635	25	21	(5 + (2 x 10))	Incluido	16	31	290 x 464 x 170	1084,94
STD3-31,25-440	[*] R36637	31,25	26	(6,25 + (2 x 12,5))	Incluido	16	32	290 x 464 x 170	1107,14
STD3-37,5-440	[1] R36639	37,5	31,25	(7,5 + (2 x 15))	Incluido	16	33	290 x 464 x 170	1190,93
STD4-43,75-440	[*] R34610	43,75	36	(6,25 + (3 x 12,5))	125	25	36	460 x 930 x 230	1519,20
STD4-50-440	[*] R34615	50	41	(10 + (2 x 20))	125	25	37	460 x 930 x 230	1493,62
STD4-55-440	[*] R34620	55	45	(5 + 10 + (2 x 20))	125	35	40	460 x 930 x 230	1676,64
STD4-60-440	[1] R34622	60	50	(3 x 20)	125	35	40	460 x 930 x 230	1690,13
STD4-70-440	[*] R34630	70	58	(10 + (3 x 20))	125	50	41	460 x 930 x 230	1740,87
STD4-80-440	[1] R34635	80	66	(4 x 20)	200	70	41	460 x 930 x 230	1778,79
STD4-87,5-440	[*] R34636	87,5	72	(12,5 + (3 x 25))	200	70	43	460 x 930 x 230	1791,40
STD4-100-440	[*] R34637	100	83	(4 x 25)	200	95	46	460 x 930 x 230	1808,38
STD6-105-440	[1] R3P655	105	87	(15 + (3 x 30))	200	95	66	615 X 1330 X 400	2731,75
STD6-120-440	[1] R3P656	120	99	(4 x 30)	250	95	74	615 X 1330 X 400	2838,34
STD6-135-440	[*] R3P657	135	112	(15 + (4 x 30))	250	95	81	615 X 1330 X 400	2998,93
STD6-150-440	[1] R3P658	150	124	(5 x 30)	400	120	82	615 X 1330 X 400	3110,92
STD6-165-440	[1] R3P659	165	136	(15 + (5 x 30))	400	120	83	615 X 1330 X 400	3256,37
STD6-180-440	[*] R3P660	180	149	(6 x 30)	400	150	87	615 X 1330 X 400	3391,35
STD12-195-440	[*] R3R700	195	161	(15 + (6 x 30))	400	150	117	1180 x 1340 x 360	4343,35
STD12-210-440	[1] R3R701	210	173	(7 x 30)	400	185	119	1180 x 1340 x 360	4443,95
STD12-225-440	[1] R3R702	225	186	(15 + (7 x 30))	400	185	121	1180 x 1340 x 360	4626,99
STD12-240-440	[1] R3R703	240	198	(8 x 30)	630	185	124	1180 x 1340 x 360	4733,57
STD12-255-440	[*] R3R704	255	210	(15 + (8 x 30))	630	240	127	1180 x 1340 x 360	4901,58
STD12-270-440	[*] R3R705	270	223	(9 x 30)	630	240	130	1180 x 1340 x 360	5019,99
STD12-285-440	[*] R3R706	285	235	(15 + (9 x 30))	630	240	133	1180 x 1340 x 360	5046,72
STD12-300-440	[1] R3R707	300	248	(10 x 30)	630	240	136	1180 x 1340 x 360	5166,34
STD12-315-440	[*] R3R708	315	260	(15 + (10 x 30))	630	240	139	1180 x 1340 x 360	5342,27
STD12-330-440	[1] R3R709	330	273	(11 x 30)	630	2x150	142	1180 x 1340 x 360	5446,22
STD12-345-440	[*] R3R710	345	285	(15 + (11 x 30))	630	2x150	145	1180 x 1340 x 360	5622,83
STD12-360-440	[1] R3R711	360	298	(12 x 30)	630	2x150	155	1180 x 1340 x 360	5726,68
STD8-330-440	[1] R3E462	330	273	(30 + (5 x 60))	630	2x150	232	1180 x 1650 x 360	6705,84
STD8-360-440	[1] R3E464	360	298	(6 x 60)	630	2x185	240	1180 x 1650 x 360	7052,75
STD8-390-440	[*] R3E466	390	322	(30 + (6 x 60))	800	2x185	245	1180 x 1650 x 360	7315,78
STD8-420-440	[1] R3E470	420	347	(7 x 60)	800	2x240	250	1180 x 1650 x 360	7766,50
STD8-450-440	[*] R3E472	450	372	(30 + (7 x 60))	800	2x240	255	1180 x 1650 x 360	8112,41
STD8-480-440	[1] R3E474	480	397	(8 x 60)	1000	2x240	260	1180 x 1650 x 360	8448,29
STD SC8-450-440	[2] R3E499	450	372	(50 + (4 x 100))	800	2x185	270	1180 x 1805 x 460	8764,42
STD SC8-500-440	[2] R3E500	500	413	(5 x 100)	1000	2x240	275	1180 x 1805 x 460	9260,91
STD SC8-550-440	[*] R3E501	550	454	(50 + (5 x 100))	1000	2x240	280	1180 x 1805 x 460	10083,22
STD SC8-600-440	[2] R3E502	600	496	(6 x 100)	1250	2x240	285	1180 x 1805 x 460	10525,9
STD SC8-650-440	[*] R3E503	650	537	(50 + (6 x 100))	1250	3x150	290	1180 x 1805 x 460	11136,18
STD SC8-700-440	[2] R3E504	700	579	(7 x 100)	1250	3x150	295	1180 x 1805 x 460	11780,29
STD SC8-750-440	[*] R3E505	750	620	(50 + (7 x 100))	1600	3x185	300	1180 x 1805 x 460	12348,04
STD SC8-800-440	[2] R3E506	800	661	(8 x 100)	1600	3x185	305	1180 x 1805 x 460	12961,42
STD SC12-900-440	[2] R3E514	900	744	(50 + 50 + (8 x 100))	1250 / 400	3x150 / 185	525	1930 X 1805 X 460	14220,83
STD SC12-950-440	[2] R3E516	950	785	(50 + (9 x 100))	1600 / 400	3x185 / 185	535	1930 X 1805 X 460	14721,10
STD SC12-1000-440	[2] R3E518	1000	826	(10 x 100)	1600 / 400	3x185 / 185	545	1930 X 1805 X 460	15411,15
STD SC12-1050-440	[2] R3E520	1050	868	(50 + (10 x 100))	1600 / 630	3x185 / 240	555	1930 X 1805 X 460	15766,69
STD SC12-1100-440	[2] R3E522	1100	909	(11 x 100)	1600 / 630	3x185 / 2x120	565	1930 X 1805 X 460	16458,06
STD SC12-1150-440	[2] R3E524	1150	950	(50 + (11 x 100))	1600 / 800	3x185 / 2x150	575	1930 X 1805 X 460	16802,01
STD SC12-1200-440	[2] R3E526	1200	992	(12 x 100)	1600 / 800	3x185 / 2x185	585	1930 X 1805 X 460	17492,05
STD SC16-1300-440	[2] R3E584	1300	1074	(100 + (6 x 200))	1250 / 1250	3x185 / 2x240	590	2460 x 1805 x 460	21874,22
STD SC16-1400-440	[2] R3E588	1400	1157	(100 + 100 + (6 x 200))	1600 / 1250	3x185 / 3x120	595	2460 x 1805 x 460	23100,88
STD SC16-1500-440	[2] R3E590	1500	1240	(100 + (7 x 200))	1600 / 1600	3x185 / 3x150	600	2460 x 1805 x 460	24308,33
STD SC16-1600-440	[2] R3E591	1600	1322	(100 + 100 + (7 x 200))	1600 / 1600	3x185 / 3x185	605	2460 x 1805 x 460	25415,36

[*] Baterías en stock para entrega inmediata. Para otras configuraciones puede consultar nuestro stock en www.circuitor.es

Interruptor y sección de cable para instalaciones con $U_n = 400 V$. En todo caso el instalador deberá confirmar que cumpla con todo lo establecido en el reglamento de baja tensión según las particularidades de cada instalación y tipología de cable.



PHILIPS

Iluminación LED

Gama completa

Una solución **LED** para cada necesidad

**Catálogo de lámparas
y luminarias LED**

Junio 2016





CorePro LEDtubo

CorePro LEDtubo le ofrece aún más valor. Gracias a la nueva carcasa de vidrio ahora son más asequibles. Además, hemos mejorado el consumo de energía de 80 a 100 lm / W para que sean aún más eficientes. La sustitución directa de los CorePro LEDtubo ofrecen ahorros instantáneos debido a su bajo consumo energético, así de simple. Perfecto para aplicaciones básicas que demandan una solución asequible.



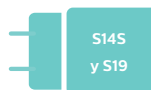
CorePro LEDtubo



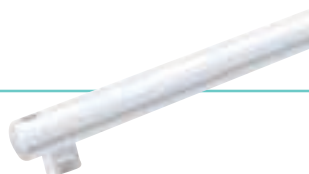
4000 / 6500
 G13
 NO REGULABLE
 FRAGILE 600 - 1200 mm
 30.000 H
 A+
 140°
 240°
 28 | 589 | 1198 | 1498

Descripción de producto	LED	Tradicional	Flujo luminoso	Funcionamiento	Apertura de haz	IRC	Temperatura de color	EOC 1 pcs (C)*	PVR
CorePro LEDtubo	W	W	lm		°		K	8718696	€
600mm cristal C	8	18	800	EM y 230V	240	80	4000	49277200	12,99
600mm cristal C	8	18	800	EM y 230V	240	80	6500	49279600	12,99
1200mm cristal C	16	36	1600	EM y 230V	240	80	6500	49281900	16,99
1200mm cristal C	16	36	1600	EM y 230V	240	80	4000	49283300	16,99
1500mm cristal C	20	58	2000	EM y 230V	240	80	4000	56608400	23,99
1500mm cristal C	20	58	2000	EM y 230V	240	80	6500	56610700	23,99

*) incl. EMP



LED Linolite



LED Linolite



2700
 S14S y S19
 15.000 H
 A+
 140° S14
 170° S19
 30 | 300 | 500
 4 PACK

Descripción de producto	LED	Tradicional	Flujo luminoso	Funcionamiento	Apertura de haz	IRC	Temperatura de color	EOC 1 pcs (C)*	PVR
LED Filinea y Sofito	W	W	lm		°		K	8718696	€
LED Filinea 300mm S14S 827	3	-	250	-	140	83	2700	78948200	15,99
LED Filinea 500mm S14S 827	4.5	-	375	-	140	83	2700	78950500	18,99
LED Sofito 300mm S19 827	6.5	-	480	-	140	83	2700	41985400	20,99



LEDspot MV clásico

El nuevo foco clásico

Su elegante diseño es reconocible tanto si está encendido como apagado. Los LEDspot clásicos son perfectos para sustituir lámparas halógenas en aplicaciones de alta gama tales como restaurantes, hoteles o residencias privadas. Los puntos ópticos de vidrio individuales ofrecen un haz de luz perfecto y una alta calidad luminica con buen índice de reproducción cromática. Están disponibles en GU10. Son una elección clásica por su larga vida útil y su bajo consumo energético.

- Ópticas individuales
- Foco de cristal
- Aspecto reconocible tanto encendido como apagado
- Diseño similar a la lámpara halógena



NUEVO

Classic LEDspot MV / 4,4-35 W



2700



GU10



REGULABLE



15.000 H



EEL



10 PACK



APERTURA DE HAZ
36°



DIMENSIONES
55 H 150 Ø



90%

Descripción de producto	LED	Tradicional	Flujo luminoso	Eficacia	Intensidad de haz	Apertura de haz	IRC	Temperatura de color	EOC	PVR
CLA LEDspot MV	W	W	lm	lm/W	cd	°		K	8718696	€
D 4,4-35W GU10 827 36D	4.4	35	250	57	500	36	80	2700	56558200	5,99
D 4,4-35W GU10 830 36D	4.4	35	260	59	520	36	80	3000	58167400	5,99



NUEVO

Classic LEDspot MV / 5,5-50 W



2700



GU10



REGULABLE



15.000 H



EEL



10 PACK



APERTURA DE HAZ
36°



DIMENSIONES
55 H 150 Ø



89%

Descripción de producto	LED	Tradicional	Flujo luminoso	Eficacia	Intensidad de haz	Apertura de haz	IRC	Temperatura de color	EOC	PVR
CLA LEDspot MV	W	W	lm	lm/W	cd	°		K	8718696	€
D 5,5-50W GU10 827 36D	5.5	50	350	64	650	36	80	2700	56560500	6,99
D 5,5-50W GU10 830 36D	5.5	50	365	66	680	36	80	3000	58169800	6,99

isoflow es una junta de construcción única y patentada. Dicha junta no está situada en el canal abierto del flujo de agua, sino protegida entre los elementos de control, los cuales provocan una apertura variable de la misma.

Perlizador Long Life CF

Flujo Constante

- Regulador de caudal constante de alta precisión
- Chorro de agua grueso, suave y confortable
- Robusto y duradero, con versiones estándar y antirrobo
- Acabados en latón cromado, dorado y lacado blanco

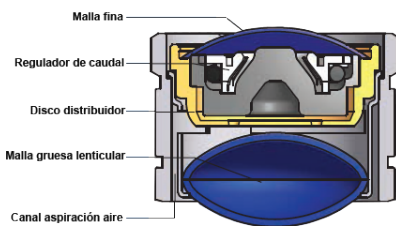
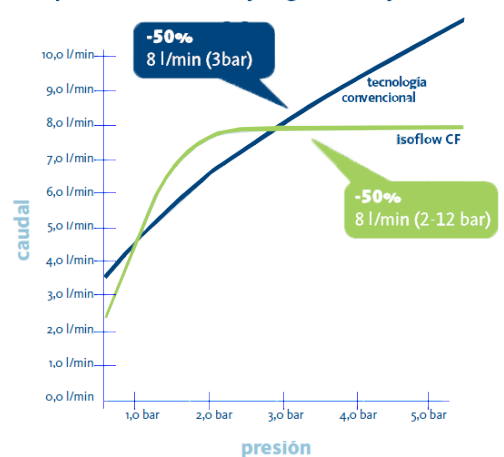


El Perlizador Long Life CF es un aireador de alta calidad que combina las experiencias de nuestro probado Perlizador Long Life RF estándar, con una tecnología innovadora de regulación de caudal, el cual, independientemente de la presión dinámica, mantiene el mismo de forma constante, conforme al volumen de agua nominal (con un rango de presión, entre 2 - 12 bar).

La tecnología utilizada, prolonga la vida media del regulador de caudal, significativamente. Dicho regulador, incorpora una junta **isoflow**, situada entre los elementos de control que provoca una apertura variable. Así, es posible regular el volumen de agua según la presión de servicio (cuánto mayor es la presión, más espacio ocupa dicha junta y viceversa, dejando pasar un caudal cuasi constante, con un mínimo de ruido y larga vida.

A diferencia de la tecnología convencional, la junta **isoflow**, que regula el caudal, no se endurece con el paso de los años y logra conservar la exactitud en la regulación del caudal.

Comparación: Reductor flujo regular RF/ **isoflow**[®] CF

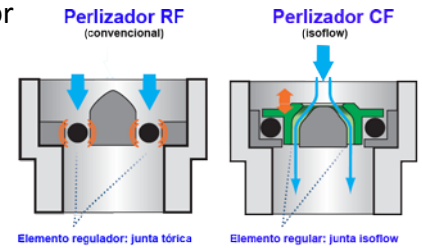


Gracias a su especial construcción, el Perlizador Long Life CF dispone de una función de auto limpieza que impide posibles atascos; por una parte su filtro de acero inoxidable, limita y evita el paso de grandes partículas que pudieran atascarlo, manteniendo éstas en suspensión y chocando entre ellas se van erosionando, hasta que son capaces de atravesar el tamiz o malla de protección, evacuándose con el agua a través del equipo, sin dañarlo.

Un distintivo inconfundible del Perlizador Long Life CF es la malla de acero inoxidable en la salida del dispositivo. Al cerrar el grifo, con aireadores convencionales, el agua residual queda retenida entre los

filtros del mallado, lo que provoca la aparición de depósitos de cal por evaporación de dicha agua retenida. Con la nueva patente, la malla gruesa permite el goteo del agua residual, evitando la aparición de restos calcáreos, dándole ventajas en relación a los aireadores tradicionales, en cuanto a higiene y depósitos de cal.

En las figuras adjuntas se muestra la comparativa de funcionamiento entre el Perlizador Long Life RF de flujo regular y el Perlizador Long Life CF de flujo constante.



El modelo anti vandálico del Perlizador Long Life CF dispone de un casquillo exterior giratorio, similar al de una brida loca, que evita posibles hurtos. Para su montaje y desmontaje, requiere de una llave especial suministrada con el dispositivo (véase foto a la izquierda).

Versiones

El Perlizador Long Life CF se fabrica en diversas versiones, que se diferencian del valor de la "X" de la referencia general y define el acabado y rosca del dispositivo:

x = 2 = M22x1, cromado x = 4 = M24x1, cromado x = 3 = M24x1, cromado, antirrobo
 x = 5 = M22x1, cromado, antirrobo x = 6 = M22x1, dorado x = 7 = M22x1, blanco
 x = 8 = M24x1, dorado x = 9 = M24x1, blanco

Referencia	Denominación	Caudal (a 2 - 12 bar)*
RST2X205	Perlizador de flujo constante	5 l/min
RST2X207	Perlizador de flujo constante	7 l/min
RST2X208	Perlizador de flujo constante	8 /min
RST2X210	Perlizador de flujo constante	10 l/min

(*) Tolerancia \pm 10%

Datos técnicos

Materiales	
<i>Casquillo interno:</i>	CuZn28 niquelado
<i>Tamices:</i>	Acero inoxidable 1.4103
<i>Regulador de caudal:</i>	Hostaform MR130ACS
<i>Casquillo roscado:</i>	Latón cromado
<i>Juntas:</i>	EDPM, con aprobación de las administraciones ambientales alemanas para la normalización de plásticos y agua potable (aprobación KTW)
Roscas	Macho (M24x1) y Hembra(M22x1)
Accesorios	Junta
Garantía	Dos años



Productos

12,77 €

Perlizador Long Life CF, rosca M24x1



Referencia	Caudal a 2 - 12 bar	Acabado	Ahorro mínimo
RST24205	5 l/min	Latón cromado	63%
RST24207	7 l/min	Latón cromado	50%

Perlizador anti vandálico Long Life CF, rosca M24x1



Referencia	Caudal a 2 - 12 bar	Acabado	Ahorro mínimo
RST25205	5 l/min	Latón cromado	63%
RST25207	7 l/min	Latón cromado	50%

Perlizador Long Life CF, rosca M22x1



Referencia	Caudal a 2 - 12 bar	Acabado	Ahorro mínimo
RST22205	5 l/min	Latón cromado	63%
RST22207	7 l/min	Latón cromado	50%

Perlizador anti vandálico Long Life CF, rosca M22x1



Referencia	Caudal a 2 - 12 bar	Acabado	Ahorro mínimo
RST23205	5 l/min	Latón cromado	63%
RST23207	7 l/min	Latón cromado	50%

Perlizador Long Life CF dorado, rosca M24X1



Referencia	Caudal 2 - 12 bar	Rosca	Ahorro
RST28205	5 l/min	M24x1	63%

Perlizador Long Life CF dorado, rosca M22x1



Referencia	Caudal 2 - 12 bar	Rosca	Ahorro
RST26207	7 l/min	M22x1	50%

Perlizador Long Life CF blanco, rosca M22x1



Referencia	Caudal 2 - 12 bar	Rosca	Ahorro
RST24207	7 l/min	Blanco	50%

Mecanismo de doble descarga con 2 pulsadores



Número de pulsadores: 2

Tipo de descarga: Doble descarga 3/4,5 litros,

Doble descarga 3/6 litros

Los Mecanismos Universales Roca son totalmente compatibles con las cisternas Roca, garantizando el óptimo funcionamiento del inodoro y proporcionando diferentes opciones de ahorro de agua. Además, son muy fáciles de instalar.

PVPR 37,15 € (IVA incluido)

