



# Trabajo Fin de Grado

Disminución de los costes energéticos en la  
empresa: CDM José Garcés y empresas del  
Servicio de Apoyo a la Creación de  
Microempresas de CEOE.

Autor

Diego García Corcés

Director

José María Agudo Valiente

Codirectora

Eva María Llera Sastresa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2016



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. \_\_\_\_\_,

con nº de DNI \_\_\_\_\_ en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
\_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, \_\_\_\_\_

Fdo: \_\_\_\_\_

## **DISMINUCIÓN DE LOS COSTES ENERGÉTICOS EN LA EMPRESA: CDM JOSÉ GARCÉS Y EMPRESAS DEL SERVICIO DE APOYO A LA CREACIÓN DE MICROEMPRESAS DE CEOE.**

### **RESUMEN.**

En el presente Trabajo de Fin de Grado se han estudiado y analizado distintas formas de disminuir los costes energéticos en cuatro empresas del Servicio de Apoyo a la Creación de Microempresas de la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE) y en el CDM José Garcés siguiendo los pasos establecidos por la UNE 216501:2009 para una auditoría energética y la ISO 50001 para gestión de energía. Demostrando que en el cualquier edificio independiente del tamaño o actividad, se pueden reducir los costes energéticos, valorando la situación energética a través de la auditoría energética, determinando el flujo de consumo energético y causas de ineficiencia para finalmente proponer mejoras en el consumo energético. Destacar que una auditoría no se entiende sin un estudio de viabilidad que permita al cliente analizar y decidir la conveniencia de las medidas de ahorro que se proponen.

En las auditorías energéticas es muy importante que exista una metodología: contactar con las distintas empresas, solicitar la información para el pre-estudio energético, concretar una fecha de visita, conocer la situación energética actual, el funcionamiento y eficiencia de los equipos, análisis de las facturas del suministro eléctrico, toma de medidas del establecimiento, potencias y situación de las distintas luminarias y equipos, etc. Además de conocer los hábitos del establecimiento, para poder conocer las horas de uso de cada equipo o hábitos que provoquen consumos elevados.

Una vez recaudada la información, se calcula el ahorro energético y la viabilidad económica de la sustitución de las luminarias actuales por una luminaria más eficiente, basada en tecnología LED, mediante una simulación en DiaLux y un estudio analítico manteniendo los niveles de luminosidad exigidos por la norma UNE EN-12464-1:2012. Dependiendo del establecimiento, se propone la sustitución de ciertos equipos debido a su ineficiencia, temperaturas de consigna diferentes. Se obtiene un ahorro en la factura eléctrica anual de media en las empresas del CEOE de 497€ con un periodo de recuperación dos años y medio siendo la inversión media inicial de 1.057€. Por otro lado, en el CDM José Garcés, se propone la producción de la demanda térmica de una forma más eficiente con la instalación de un motor de combustión interna, según RD1/2012, la inversión alcanzaría los 238.313 € siendo amortizada aproximadamente en 6 años, ahorrando cada año 41.702 € respecto a la suma de facturas actuales de electricidad y gas. En el estudio, se consideran varios modelos de motores de combustión interna y analizando el mejor modo de funcionamiento del motor para el CDM José Garcés, obteniendo la mejor rentabilidad posible analizada a través de los indicadores económicos del VAN y el TIR.

# INDICE

<b>0. PORTADA.....</b>	<b>1</b>
RESUMEN .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1 OBJETIVOS .....	4
1.2 ALCANCE.....	4
1.3 FASES Y ACCIONES.....	5
<b>2. GESTIÓN DE ENERGÍA EN EMPRESAS.....</b>	<b>7</b>
2.1 IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA.....	7
2.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE EBERGÍA ISO 50001.....	7
2.3 ENFOQUE DE LA ISO 50001 EN LA AUDITORIA.....	7
<b>3. AUDITORIA ENERGÉTICA CON HERRAMIENTA DE AHORRO ENERGÉTICO .....</b>	<b>8</b>
3.1 PROCESO DE AUDITORIA .....	8
3.2 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	13
<b>4. ANALISIS CASOS PRÁCTICOS.....</b>	<b>18</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES .....	18
4.2 ANÁLISIS DE CONSUMO POR SECTORES .....	20
4.3 PROPUESTAS DE MEJORAS.....	23
<b>5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>28</b>

## ANEXOS

- I- INFORME INDIVIDUAL PATITAS CON DIAMANTES
- II- INFORME INDIVIDUAL ENCLAVE DE ARTE Y RESTAURACIÓN
- III- INFORME INDIVIDUAL RESTAURARIUM
- IV- INFORME INDIVIDUAL TERAPIDERM
- V- INFORME INDIVIDUAL CDM JOSÉ GARCÉS

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 OBJETIVOS

La finalidad del presente Trabajo de Fin de Grado consiste en reducir los costes energéticos de distintas empresas, mejorando así los resultados económicos de las mismas mediante la herramienta de la auditoría, satisfaciendo las necesidades energéticas actuales y no poniendo en peligro las futuras. Para su consecución se han abordado los siguientes objetivos:

- Aplicar la metodología de auditorías energéticas según la UNE-216501:2009, así como los distintos equipos y software usados para proceder al cálculo de ahorros energéticos.
- Conocer el consumo actual del establecimiento e identificar ahorros económicos y energéticos potenciales. Mejorando la rentabilidad y su repercusión sobre la economía de la empresa.
- Obtener un ahorro económico en los establecimientos auditados.
- Proporcionar la información necesaria y clara para que la empresa pueda tomar la decisión de llevar a cabo las propuestas de reducción de costes.
- Ser capaces de dar solución a problemas reales en los que se puede enfrentar un ingeniero en materia de gestión y de eficiencia energética.

## 1.2 ALCANCE

Se diferencian los establecimientos en función del alcance del estudio. Una auditoría total abarca todas las instalaciones y centros consumidores de energía, por tanto, susceptibles a muchos tipos de ahorros. Siendo el alcance de los estudios realizados parcial, limitándose a ciertas partes de las instalaciones, a continuación se explica el alcance de cada una de las empresas auditadas:

- **Auditoría en Patitas con Diamantes:** Donde se conocen los modelos de las luminarias instaladas y su distribución, tipo de alimentación eléctrica. Para a partir de estos datos proponer el cambio de luminaria centrados en el ahorro energético. Además de informarse de las características técnicas y uso de los equipos de climatización y se valora el estado de los difusores de aire. Respecto al uso de agua caliente sanitaria (ACS) se revisa el estado de la grifería para proponer la instalación de perlizadores. Finalmente, se evalúa la posible existencia de deficiencias de aislamiento o infiltraciones de aire.
- **Auditoría en Enclave de Arte y Restauración:** Se lista los modelos de las luminarias instaladas y su distribución, tipo de alimentación eléctrica. A partir de estos datos proponer el cambio de luminaria centrados en el ahorro energético. Referente al uso de agua caliente sanitaria (ACS) se revisa el estado de la grifería y se propone la instalación de perlizadores. Finalmente, se evalúa la posible existencia de deficiencias de aislamiento o infiltraciones de aire proponiendo como medida de ahorro energético el insuflado de aislante en paredes externas.

- **Auditoría en Restaurarium:** Donde se conocen los modelos de las luminarias instaladas y su distribución, tipo de alimentación eléctrica. Para a partir de estos datos proponer el cambio de luminaria centrados en el ahorro energético. Respecto al uso de agua caliente sanitaria (ACS) se revisa el estado de la grifería para proponer la instalación de perlizadores. Finalmente, se evalúa la posible existencia de deficiencias de aislamiento o infiltraciones de aire y se propone la reparación de un cerramiento en mal estado.
- **Auditoría en Terapiderm:** Se conoce los modelos de las luminarias instaladas y su distribución, tipo de alimentación eléctrica. Para a partir de estos datos proponer el cambio de luminaria centrados en el ahorro energético. Además, se evalúa la potencia contratada actual a través de las facturas eléctricas proponiendo disminuirla. Respecto al uso de agua caliente sanitaria (ACS) se revisa el estado de la grifería para proponer la instalación de perlizadores. Finalmente, se evalúa la posible existencia de deficiencias de aislamiento o infiltraciones de aire.
- **Auditoría en CDM José Garcés:** Donde se conocen los equipos consumidores y se estudia la distribución de la demanda energética. Evaluando posteriormente qué medidas de ahorro energético se adaptan mejor. Finalmente, se realiza un informe donde se determina el ahorro de energía primaria y el ahorro económico por la implantación del motor de combustión interna seleccionado, suministrando satisfactoriamente la demanda eléctrica y de climatización en el CDM José Garcés. Obteniendo como resultado, la rentabilidad de la inversión a realizar por la compra e instalación del motor de combustión interna.

### 1.3 FASES Y ACCIONES

En este apartado se explica los pasos seguidos para la elaboración de una auditoría según la UNE 216501:2009. Donde se define auditoría como un proceso sistemático, independiente y documentado para la obtención de evidencias y su evaluación con la finalidad de:

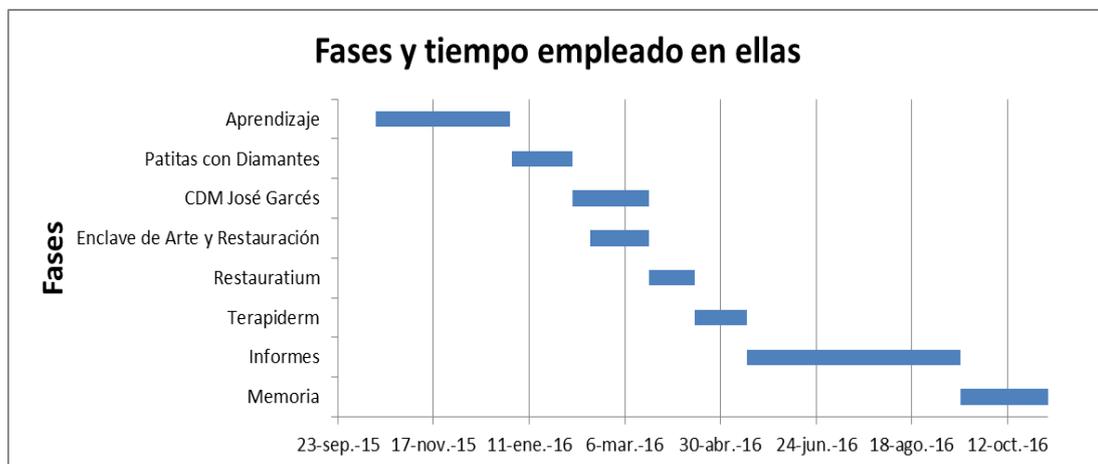
- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su coste asociado.
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía.

Las acciones según la UNE 2165:2009 para auditoría energética son:

- **Preparación:** Periodo de aprendizaje del proceso de auditoría, elaboración de cuestionarios para la obtención de datos generales del establecimiento, cuestionarios de consumos.
- **Visita a las instalaciones:** Primera visita los distintos establecimientos a auditar con cita concertada además de informar a los gestores sobre los objetivos de la auditoría. Se solicita la información previa y se hace una evaluación teórica.
  - Las facturas de consumo energético de 12 meses consecutivos del establecimiento.
  - Los planos del establecimiento.

- **Toma de datos:** En la segunda visita se recoge toda la información solicitada y se verifica posibles faltas. Posteriormente, se hace una inspección- in situ donde se toma el resto de datos necesario:
  - Inspección de existencia de batería de condensadores.
  - Tipo y número de luminarias existentes y grado de conservación.
  - Tipo y número de equipos destinados a la climatización y su protocolo de encendido y apagado.
  - Conocer las sensaciones de los trabajadores como: sensación de frío o calor en ciertas épocas del año, sequedad de ojos, cansancio ocular por sobreluminación.
  - Inventario de equipos ofimáticos, sus horarios y usos.
  
- **Contabilidad energética:** Con los datos previos y recopilados en las acciones anteriores se desarrollan las simulaciones pertinentes para conocer la distribución del consumo energético. Una vez conocida, la utilización de ratios de consumo es indudablemente favorable para los estudios ya que se comparan valores de referencia permitiendo un análisis cercano a la realidad.
  
- **Propuestas de mejora:** Partiendo de la situación, se debe hacer una descripción de la mejora de acuerdo a las circunstancias particulares del establecimiento. Para posteriormente valorar la inversión de la mejora. Considerando precios de equipos, materiales mano de obra. Finalizando con el análisis de la situación futura describiendo el consumo que se obtendría.
  
- **Elaboración de informe de auditoría:** Como consecuencia de las fases anteriores se elabora el informe de auditoría a entregar al cliente.

En la *Ilustración 1* se representa el tiempo empleado para la elaboración del Trabajo de Fin de Grado. Cada fase correspondiente a una empresa auditada implica la realización de las acciones anteriormente descritas:



*Ilustración 1. Gráfico distintas fases y tiempo empleado.*

## 2. GESTIÓN DE ENERGÍA EN EMPRESAS

### 2.1 IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA.

La energía es fundamental para las actividades de una empresa y puede representar un costo importante, independientemente de su actividad. Siendo la demanda el factor en el que cualquier empresa puede actuar buscando formas alternativas de reducir los costes y de esta forma aumentar su competitividad, además de reducir las emisiones. En la norma UNE-EN ISO 50001 se cita:

*“Las auditorías energéticas tiene que ser obligatorias y periódicas para las empresas ya que el ahorro de energía obtenido puede ser significativo”.*

La implantación de un procedimiento metódico como la auditoría energética y control del consumo energético basado en planes de actuación continua en cualquier empresa es importante porque se reduce un gasto fijo pudiendo generar un mayor margen de beneficios para la empresa. Además, existe la posibilidad de integrar este sistema de gestión de energía a otros posiblemente ya instaurados en la empresa como la gestión de calidad o gestión de ambiente.

### 2.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA: ISO 50001.

La norma tiene como finalidad proporcionar un marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión y de este modo plantea las siguientes etapas:

- **Planear:** Consiste en establecer un equipo de gestión de energía con el fin de identificar y evaluar los requisitos legales, recopilar los datos energéticos. Después, mediante la herramienta de la auditoría energética se establece los puntos potenciales de ahorro.
- **Hacer:** Se pone en práctica los planes de acción elaborados anteriormente, además de la elaboración de un plan de comunicación y sensibilización al personal.
- **Verificar:** Evaluar el progreso a través de un seguimiento y control. Pudiendo así tomar nuevas medidas sobre el plan de acción original.
- **Actuar:** Etapa en la que se reconoce los logros conseguidos y asegurar la mejora del sistema de gestión de energía.

### 2.3 ENFOQUE DE LA ISO 50001 EN LA AUDITORIA.

Se consulta la ISO 50001 para implementar nuestro plan de auditar, de la cual podemos extraer y aplicar los siguientes conceptos:

- Desarrollo procedimientos para promover un uso más eficiente de la energía.
- Definición de metas y objetivos que harán posible cumplir con las propuestas de ahorro energético.
- Establecimiento de indicadores y recogida de métricas para monitorizar el progreso del proyecto de racionalización del consumo energético.
- Análisis de los datos obtenidos, para adquirir el conocimiento necesario para la toma de decisiones sobre el uso de energía.
- Mejora continua de la gestión energética.

# 3. AUDITORIA ENERGÉTICA COMO HERRAMIENTA DE AHORROS ENERGÉTICOS

## 3.1 PROCESO DE AUDITORIA

A continuación se describe la metodología seguida en los diferentes informes para las empresas de CEOE y del CDM José Garcés. El plan de auditoría está basado en la UNE 216501:2009, se ha implementado con en la ISO 50001. Consiguiendo una mayor precisión a la hora determinar ahorros potenciales, proponiendo las medidas más adecuadas para la disminución de costes en cada establecimiento auditado dentro de los márgenes de entrega de informes. En la *Ilustración 2* se representa mediante un cronograma las distintas actividades que se realizan y días estimados para la elaboración de cada informe:

	ETAPA 1 (Definición)	ETAPA 2 (Trabajo de campo)	ETAPA 3 (Oficina Técnica)
<b>FASE DE APRENDIZAJE</b>			
Fijación del objetivo	■		
Determinación de recursos	■		
Elaboración del Plan de Auditoría	■		
<b>DESARROLLO DE LA AUDITORIA</b>			
<b>INFORMACION</b>			
Información disponible		■	
Determinación de los centros de consumo		■	
Inspección In Situ		■	
<b>TOMA DE DATOS</b>			
Facturas eléctricas		■	
Inventario de los centros consumidores		■	
Medir el local		■	
<b>EVALUACIÓN</b>			
Evaluación teórica			■
Evaluación real			■
<b>ANALISIS</b>			
Distribución de consumo			■
Identificación de ahorros potenciales			■
Estudio de propuestas			■
<b>CONCLUSIÓN</b>			
Estudio de viabilidad			■
<b>INFORME DE AUDITORIA</b>			
Redacción del informe			■

*Ilustración 2. Cronograma del plan de auditoría.*

Cada casilla marcada representa un día de trabajo mientras la columna de la izquierda representa todas las etapas que se han realizado en el plan de auditoría en cada establecimiento. Mediante este cronograma se estima el tiempo de realización de cada uno de los informes para poder ser entregados al cliente, siendo este de un mes. Destacar que hay factores que pueden afectar en el plan de auditoría creado, alargando o acortando el tiempo de realización del informe. A lo largo de la elaboración de cada auditoría surgieron imprevistos, como fueron: necesidad de nueva inspección del establecimiento, análisis de facturas eléctricas compañías eléctricas diferentes, falta de facturas por parte de la empresa a auditar se dedicó más tiempo en el estudio, búsqueda de luminarias similares a las existentes para la simulación en DiaLux o dependiendo de la finalidad del establecimiento el inventario de equipos era más extenso.

A continuación, se describe el desarrollo de los puntos más relevantes de nuestro plan de auditoría:

- **Fase de aprendizaje:** Se recopila información sobre el marco legal visitando el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Aragón (C.O.I.T.A.R) consultando los diferentes RD y UNE que hay que acatar y ser consciente de que se trata de normas no obligatorias, mientras que el RITE (Reglamento de instalaciones térmicas en edificios) son normas obligatorias.
- **Fase de auditar:** En esta fase comienza con un primer contacto con las empresas con una visita a los 5 establecimientos que se encuentra distribuidos en el mapa de la siguiente manera:

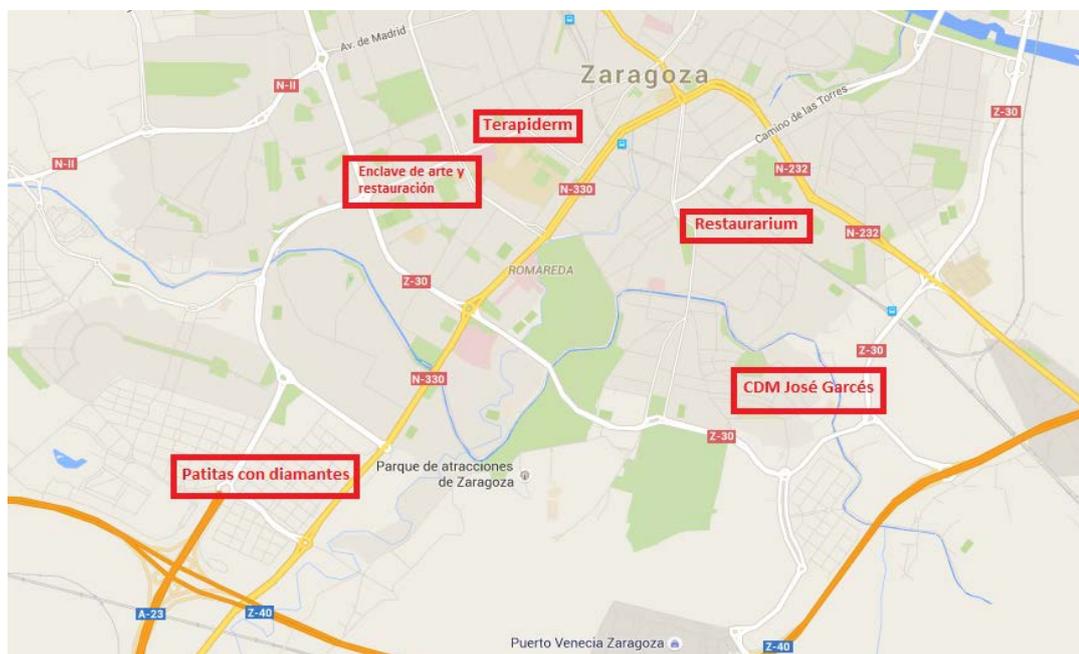


Ilustración 3. Ubicación de los establecimientos auditados.

En la inspección In-Situ se recaudó toda la información necesaria para la realización de cada uno de los informes:

- Las facturas de consumo energético de 12 meses consecutivos del local. Tipo de instalaciones. Tipo de combustible.
- Los planos del establecimiento (bien proporcionados por el establecimiento, o bien tomados a mano en caso de no disponer de ellos el propio local).
- La potencia y localización de las distintas luminarias y equipos ofimáticos y de climatización, así como todos datos que sean útiles para los cálculos posteriores como las horas, los días anuales de uso y costumbres que provoquen una demanda energética.

Para la toma de datos, se han utilizado una serie de herramientas y de programas informáticos que vamos a ver a continuación:

**Herramientas:**

- **Metro digital:** Para determinar las distancias sin contacto, por medio de un láser. Necesario para poder dibujar los planos de los distintos establecimientos de la manera más precisa posible.



*Ilustración 4. Metro digital.*

- **Cámara termográfica:** Con este dispositivo, a partir de rayos infrarrojos, se observa las diferencias de temperatura de los equipos. Si por ejemplo, una nevera no cierra bien o un cerramiento está en mal estado.



*Ilustración 5. Cámara termográfica.*

- **Luxómetro:** Con este aparato de medición obtenemos datos reales de la iluminación en el ambiente. De esta manera podemos comparar como de aproximados son los datos obtenidos mediante el software usado.



*Ilustración 6. Luxómetro.*

### *Programas informáticos:*

- **AutoCAD:** Mediante este programa, hemos dibujado los planos de los establecimientos auditados.
- **Dialux:** Con este programa informático para crear proyectos de iluminación hemos analizado y comparado las diferencias y mejoras producidas en iluminación por las propuestas de cambios de luminarias realizadas en el informe.

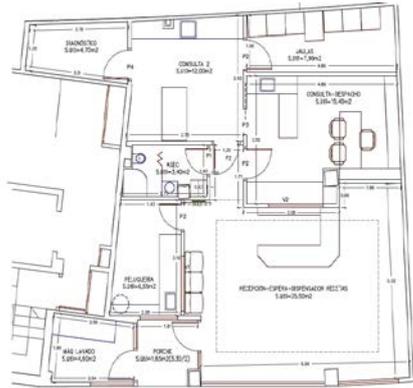


Ilustración 7. Ejemplo de plano en AutoCAD



Ilustración 8. Ejemplo escena creada con Dialux

- **Fase de Análisis:** A través de la información recauda se empieza a planear, organizar y desarrollar el estudio para lograr un fin común en todos los establecimientos, la reducción de los costes energéticos. El estudio ha consistido en el desglose de las facturas bimensuales a mensuales, para obtener un perfil de la distribución de la demanda más preciso. Posteriormente mediante una hoja de cálculo independiente para cada establecimiento se obtiene una distribución de la demanda para poder así detectar posibles ahorros:
  - **Datos de entrada:** Se introduce el coste de la factura eléctrica y consumo en kW. Además de los días de apertura de local durante el año a estudio.
  - **Inventario de Luminarias:** Se clasifica según el tipo de lámpara, número de lámpara en el grupo, potencia de la lámpara, uso diario (horas/día), uso anual (días/año). Dando como resultado la demanda de cada tipo de luminaria además del consumo total.
  - **Inventario de Equipos:** Se lista todos los equipos con su potencia y sus horas de uso y el factor de uso. Se obtiene la demanda de cada equipo y la demanda total de los equipos.

- **Inventario de Climatización:** Se recogen los distintos equipos, las horas de funcionamiento uso diario, uso anual, rendimiento obtenido de la hoja de características y factor de uso. Además en este apartado se hace diferencia entre invierno y verano. Obteniendo una demanda de climatización destinada a calefacción y otra para refrigeración.
- **Balance Energético:** En este apartado se relaciona la demanda total calculada con el consumo de las facturas. Será válida la distribución de la energía consumida si la desviación es menor del 5%.

Una vez que se conoce el perfil de consumo se evalúan los resultados proponiendo mejoras de eficiencia energética que disminuyan los costes energéticos del establecimiento. Sin un entendimiento de la distribución del consumo, no tiene sentido proponer medidas porque pueden no tener ningún tipo de repercusión en la factura eléctrica.

- **Estudio de propuestas:** Una vez localizado los ahorros potenciales a través de ratios existentes de establecimientos con una actividad similar consultados en Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM), basados en la distribución del consumo. Se concluye que para las empresas del CEOE la principal mejora se centra en la sustitución de luminarias existentes por tecnología LED a través de un estudio en DiaLux 4.2 manteniendo la luminosidad y rendimiento de color requerido. En cambio el CDM Jose Garcés, la mejora se centra en el cambio de la forma de cubrir la demanda eléctrica y de climatización mediante la instalación del motor Googol JTA3240-G3 que cubre ambas y suministrándose solo con gas, suministro ya en uso en el CDM José Garcés.
- **Estudio de viabilidad:** En las empresas del CEOE se calcula el coste de la inversión y periodo de recuperación provocado por la reducción de la factura eléctrica. Por otro lado, en el CDM José Garcés se calcula el coste de la inversión, el VAN y el TIR para conocer su rentabilidad como proyecto además de la reducción del consumo de energía primaria.
- **Elaboración de Informes:** Por último sea realiza los informes de auditoría, que se encuentran adjuntados en los Anexos, para ser entregados a los responsables de cada uno de los establecimientos, dejando en sus manos la decisión de llevar a cabo las propuestas planteadas con el fin de reducir los costes energéticos.

### 3.2 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En este apartado, se nombran las medidas de eficiencia energéticas más habituales en las diferentes instalaciones, de modo que se tenga una visión general de las posibilidades de intervención y la identificación de posibles puntos de ahorro, que habría que realizar en una auditoría total.

No se trata de una lista cerrada, si no que en los diferentes lugares a auditar habrá unas medidas más adecuadas para los problemas energéticos existentes. Un aspecto que nunca se debe olvidar en las medidas de eficiencia energética es que el consumo energético es dependiente del tiempo. Por lo que se deben proponer aquellas medidas que afecten a instalaciones, o servicios, con muchas horas de funcionamiento, en lugar de centrarse en ahorrar en consumos altos pero con pocas horas de funcionamiento, ya que se obtiene ahorros menores. Se ha estructurado según las diferentes componentes de un edificio y sus instalaciones:

- Envoltente del edificio.
- Suministro eléctrico.
- Iluminación.
- Suministro de agua.
- Climatización.

La Climatización se analiza según sus componentes principales:

- Producción térmica (calor y frío).
- Emisores.

#### • Envoltente de un edificio

Las medidas de eficiencia energética que se adopten sobre el propio edificio reducirán la demanda del mismo y de manera directa el consumo final, sin mermar la calidad térmica de los usuarios. Se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Mejora del aislamiento térmico

La norma NBE/79 y el HE1 del CTE06 exige que los edificios tengan aislamiento térmico en sus cerramientos exteriores fue, esta norma sobre condiciones térmicas en los edificios nos proporciona los siguientes valores de transmitancia,  $U_r$  ( $W/m^2K$ ) que pueden tomarse como referencia según la zona de severidad climática y la norma cumplida por el establecimiento. Siendo necesario más aislante, es decir, un menor  $U_r$  cuando la severidad climática es mayor:

CERRAMIENTO	$S_n$ Aislamiento	SEVERIDAD CLIMÁTICA DE INVIERNO									
		A		B		C		D		E	
		NEB/79	CTE06	NEB/79	CTE06	NEB/79	CTE06	NEB/79	CTE06	NEB/79	CTE06
Muros Exteriores	1,22	0,94	0,94	0,82	0,82	0,73	0,73	0,66	0,66	0,57	0,57
Suelos	1,55	1	0,53	1	0,52	1	0,5	1	0,49	1	0,48
Cubiertas	1,71	1	0,5	1	0,45	0,8	0,41	0,8	0,38	0,8	0,35
Ventanas	5	3	3,8	3	3	2,8	2,6	2,8	2,2	2,8	2,2

Ilustración 9.. Valores de aislamiento, transmitancia  $W/m^2K$ .

Fuente: Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (Atecyr).

En los informes realizados, se propone disminuir la transmitancia en los muros exteriores en Enclave de Arte y Restauración mediante el insuflado de aislante de lana de roca Rockwool 001 o bolitas EPS de Neopor en todos los muros, ya que estos están expuestos a la calle o a garajes. Además, se observa una demanda en climatización demasiado alta considerando su actividad principal también se sabe que no se ha hecho ninguna reforma.

- Control de las infiltraciones

La falta de estanqueidad de los cerramientos produce entradas incontroladas de aire y agua que incrementan el consumo de calefacción. Al igual que el aislamiento térmico adquiere mayor importancia en las zonas de severidad climática alta. En locales de concurrencia de público es muy importante controlar las puertas de acceso, unas posibles soluciones son:

- Doble puerta.
- Puerta Giratoria.
- Cierres automáticos.
- Cortinas de Aire.

En Restaurarium se observó, que la puerta correspondiente a la trastienda, existe una falta de estanqueidad en la parte inferior, siendo incluso posible ver a través. Provocando un exceso de consumo en climatización por lo que se propone su reparación.

- Protección contra la radiación solar

Reduce la demanda de refrigeración, por lo que es más necesaria cuanto mayor sea la severidad climática de verano en la que se encuentre el edificio, asimismo tiene más importancia cuanto mayor sea la concurrencia de público en el interior. La radiación solar básicamente accede por las superficies acristaladas, las posibles soluciones son:

- Cristales especiales.
- Láminas protectoras.
- Toldos.
- Persianas.
- Cortinas.

Aunque no siempre son posibles, las soluciones más eficaces por lo general suelen ser las que se colocan por fuera del edificio, ya que la sombra proyectada es más efectiva que una sombra sobre la zona acristalada. Las auditorías realizadas no se contemplan proponer ninguna medida de las anteriores, ya que la mayoría de locales se encontraban en zonas de poca exposición solar ya que se localizaban entre edificios de media altura y calles estrechas.

- **Instalaciones Eléctricas**

En las instalaciones eléctricas las medidas de ahorro más efectivas se aplicarán directamente en los usos: iluminación, motores, etc. Sin embargo en la propia instalación deben analizarse varios aspectos básicos. En los usos eléctricos uno de los mayores ahorros radica simplemente en desconectar los equipos que no estén en uso. Para eliminar los consumos en OFF (Stand-By) de todos los equipos presentes en los establecimientos se propone instalar enchufes programables y/o regletas de enchufes. El consumo en OFF lo realizan los equipos que están apagados pero no desconectados totalmente de la red.

Los enchufes temporales son más cómodos, pero las regletas de enchufes son una buena opción y algo más económica si se asegura de que los trabajadores van a apagar las regletas correctamente cuando terminen su jornada laboral. También se debe considerar la alternativa de combinar las dos opciones.

Otro aspecto fundamental es la corrección del factor de potencia. Que se define como el coseno del ángulo ( $\Phi$ ) entre la potencia activa ( $P$ ) y la potencia aparente ( $S$ ), satisfaciendo nuestra demanda eléctrica solo con potencia activa y pagando por potencia aparente o energía activa como se nombra en las facturas eléctricas. Por lo que además del costo económico que implica el recargo por reactiva, se tienen mayores pérdidas en distribución porque la misma potencia activa requiere mayor intensidad. El triángulo de potencias es la mejor manera de ver y comprender de forma gráfica el factor de potencia y la importancia de su corrección:

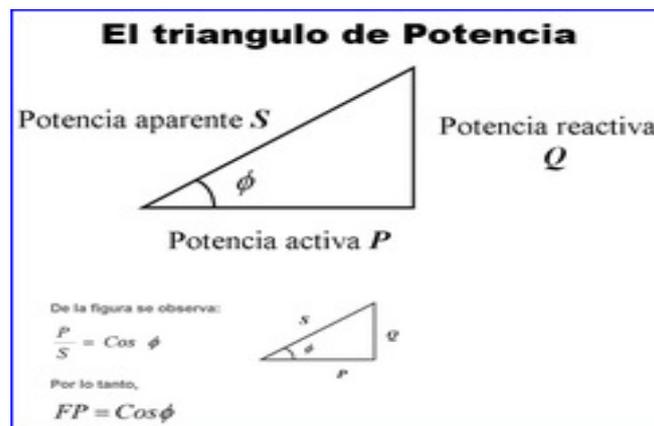


Ilustración 10. Triángulo de Potencia.

Fuente: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenecorm).

La corrección del factor de potencia se realiza de manera conjunta con la instalación de una batería de condensadores en el cuadro general reduciendo la energía reactiva transportada y las pérdidas por efecto Joule en la distribución eléctrica de cada establecimiento. Siendo esta, la solución más extendida para evitar el recargo por reactiva.

- **Iluminación**

Las medidas principalmente se corresponden con el uso apropiado:

- Ajustar los niveles de iluminación a la actividad desarrollada en los locales. Es habitual encontrar zonas con niveles de iluminación excesiva, sobre todo en puntos de paso o poco uso.
- Apagado de luces en los locales, no ocupados, para ello deben adecuarse su formas de encendido:
  - Manual en zonas de uso continuo.
  - Temporizado o con detección de presencia en zonas de uso esporádico o de paso.
  - Aprovechamiento de la luz natural, aplicación que se puede automatizar.
  - Mantenimiento programado: tanto de limpieza como de sustitución de las lámparas.

- Lámparas eficaces: la eficacia de las lámparas se mide en  $\text{lm/W}$  relación existente entre el flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una fuente de luz y la potencia en vatios (W). Que es el índice del consumo eléctrico requerido para un determinado luxes determinados. Cuanto más alto sea este valor más alto más eficaz será la lámpara, mayor rendimiento lumínico. Además de la eficacia luminosa de los sistemas de iluminación deben cumplir otras características como el rendimiento de color (RA), es decir la capacidad que tiene la lámpara para producir colores, el rendimiento de color suele ser contrario al rendimiento luminoso, la elección de lámparas cumplirá los siguientes requisitos:
  - Seleccionar las lámparas más eficaces cumpliendo los mínimos de rendimiento de color exigidos.
  - Utilizar reactancias y equipos electrónicos que permitan encendidos y apagados inmediatos y control del flujo luminoso.

Para el alumbrado de interiores las lámparas más usadas actualmente son los fluorescentes, pero los LEDs son las más eficaces, abriendo un amplio campo de uso, que no se debe limitar a locales con pocas horas de uso o donde se requieran altas calidades de reproducción de colores. En las auditorías realizadas para el CEOE se propone la sustitución de las lámparas existentes por LEDs aunque la inversión inicial puede ser relativamente alta se obtienen periodos de recuperación muy aceptables, demostrando así su amplio campo de uso.

Destacar la importancia de diferenciar las luminarias de las lámparas eficaces. Las luminarias son los elementos que contienen a las lámparas y sus equipos auxiliares, su misión es dirigir de manera eficaz el flujo luminoso hacia la zona a iluminar, evitando la dispersión hacia las zonas no utilizadas y controlando el deslumbramiento directo de los ocupantes de los locales. Como consecuencia, será insuficiente con seleccionar lámparas eficaces se tiene que considerar también el uso que tendrá. En la *Ilustración 12* se observa claramente la importancia de una elección correcta de lámpara eficaz. En la parte izquierda de la imagen el flujo luminoso se extiende a lo largo de la carretera y alrededores, mientras en la derecha se focaliza en la carretera. Además, la reproducción de los colores (RA) es bastante mayor en la parte derecha, ya que distorsiona menos el color de la carretera y señales.



*Ilustración 11. Ejemplo de importancia de eficacia lumínica y de RA.*

En las simulaciones realizadas en DiaLux 4.12 se utilizó luminarias lo más similares a las existentes en los establecimientos. Seleccionando en las propuestas no simplemente la lámpara y potencia equivalente a la tecnología LED, si no también considerando como dirige el flujo luminoso, la reproducción de colores y el uso.

- **Consumo de Agua**

Las instalaciones de suministros de agua en los establecimientos auditados deben tener los elementos suficientes para evitar consumos innecesarios, siendo estas las medidas más habituales de ahorro de consumo:

- Control permanente de fugas: revisión periódica de las instalaciones para detectar posibles puntos de fugas, un forma cómoda de realizarlo es controlar los contadores en los momentos que se tiene constancia que no hay consumos.
- Control del cierre de los grifos sin uso. En los locales deben contemplarse soluciones como:
  - Pulsadores con temporizador y la colocación de perlizadores.
  - Griferías con apertura por sensor.
  - Cisternas con doble pulsador.
  - Funcionamiento por detectores de presencia en urinarios.
- Analizar la posibilidad de recuperación de las aguas pluviales para su uso y en riegos y cisternas.

En las auditorías realizadas para el CEOE, se propone medidas de control del consumo de ACS mediante pulsadores con temporizador y la colocación de perlizadores. Logrando reducir un 60% el consumo de ACS y un 40% de energía destinada a ACS con un coste de 2 € por perlizador, según la información proporcionada por el fabricante consultado Tehsa S.L. No se contempla en las auditorías el resto de medidas de control aunque eviten un consumo, pudiendo ser sometidas a evaluación en futuro. En el CDM José Garcés debido a su alta demanda de ACS por su actividad dispone de un equipo propio de mantenimiento revisando de forma periódica las instalaciones, por lo que no se propone ninguna mejora en cuanto al consumo de agua.

## 4. ANÁLISIS DE LOS CASOS PRÁCTICOS

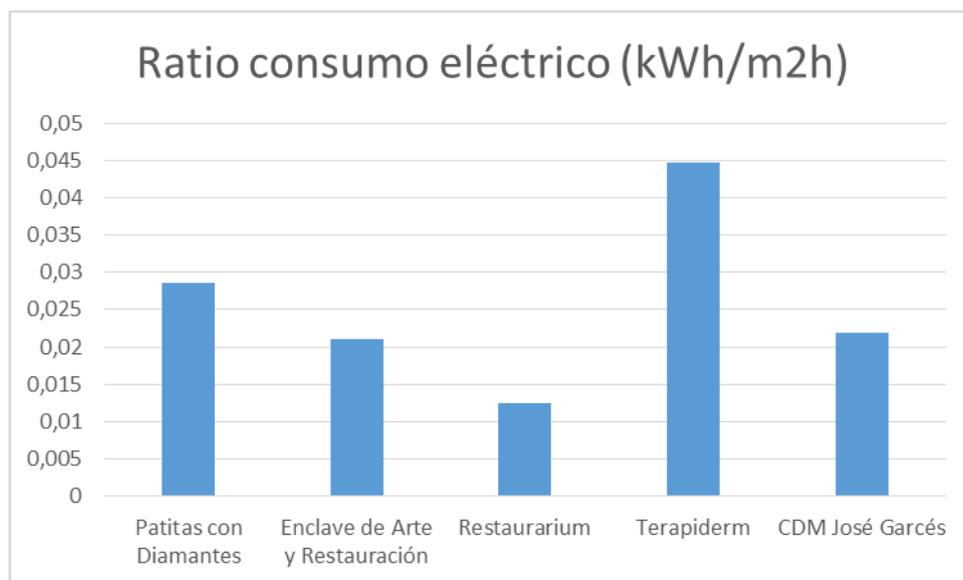
### 4.1 CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES.

Se resumen los datos más característicos de las diferentes empresas auditadas, con el fin de comparar los distintos consumos energéticos dependiendo de la actividad. Ver *Ilustración 12*.

	Patitas con Diamantes (1)	Enclave de Arte y Restauración (2)	Restaurarium (3)	Terapiderm(4)	CDM José Garcés (5)
Superficie (m2)	89	147,3	66,2	95	12.733
Apertura (horas)	7	8	8	8	15
Apertura (días)	230	293	283	351	331
Potencia Contratada	9,2	9,2	3,45	20,57	400
Consumo eléctrico anual (kWh)	4.086	7.266	1.859	11.918	1.387.760
Coste anual consumo eléctrico (€)	1.171	1.707	508	3.778	201.708
Consumo eléctrico diario (kWh/día)	11,21	19,95	1,4	31,28	280
Coste consumo eléctrico diario (€/día)	3,22	4,68	5,04	10,36	41
Cosumo gas natural anual (kWh)	-	-	-	-	1.421.365
Coste total consumo gas natural (€)	-	-	-	-	86.699
Conusmo gas natural diario (kwh/día)	-	-	-	-	4.294
Coste consumo gas natural diario (€/día)	-	-	-	-	262
Consumo energía reactiva (kWh)	-	-	-	-	111.649
Coste energía reactiva (€)	-	-	-	-	4.639
Ratio consumo eléctrico (kWh/m2h)	0,0285	0,0210	0,0118	0,0433	0,0220

*Ilustración 12. Tabla datos generales en las empresas auditados.*

Se observa que se ha auditado locales de superficie, potencia contratada, días de apertura, finalidad de los establecimientos diferentes. Por lo que se tienen datos suficientes para calcular los ratios de consumo eléctrico de los establecimientos auditados y compararlos. Para apreciar las diferencias entre los establecimientos se representa una ratio del consumo eléctrico anual respecto a la superficie y tiempo de apertura. Ver *Ilustración 13*.



*Ilustración 13. Gráfico ratio consumo eléctrico (kWh/m²h) en los establecimientos auditados*

En Restaurarium no hay gran número de equipos, el consumo es prácticamente mínimo a lo largo del año además de tratarse de un local pequeño siendo el valor del ratio calculado de 0,0118 kWh/m<sup>2</sup>h. Mientras en Patitas con Diamantes, Enclave de Arte y Restauración y CDM José Garcés con distintas actividades que provocan consumo energético, dimensiones y afluencia diferentes tienen un ratio de consumo eléctrico de media 0,0238 kWh/m<sup>2</sup>h. Por otro lado, Terapiderm su actividad está asociada al consumo de energía donde en cada una de las salas del mismo tiene diferentes equipos consumidores, por lo que el ratio es claramente superior alcanzando un valor de casi el doble 0,0433 kWh/m<sup>2</sup>h.

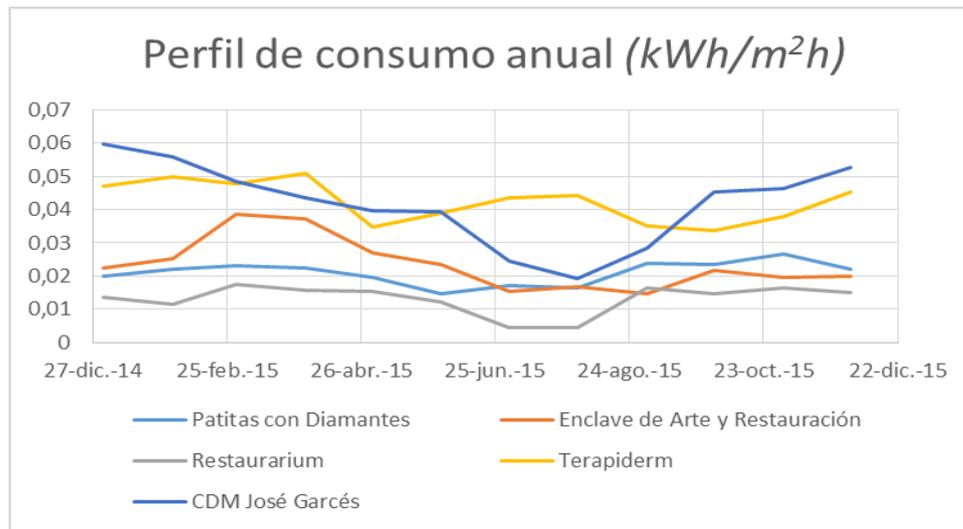


Ilustración 14. Perfil de consumo (kWh/m<sup>2</sup>h) de cada establecimiento a lo largo del año.

En el perfil de consumo correspondiente a Patitas con Diamantes y a Restaurarium, se observa un perfil bastante similar y parece que no hubo estacionalidad debida a la tendencia lineal. Por lo que un ahorro potencial puede ser causado por el uso de luminarias durante el horario de apertura, al ser un consumo fijo. Consultar Anexos (I. Patitas con Diamantes y III. Restaurarium).

Por otro lado, el perfil de Enclave de Arte y Restauración se incrementa a partir del mes de Septiembre, que coincide con el inicio del curso académico y se sabe que se imparte clases de arte por lo tanto se refleja en el perfil de consumo. Destacar que en su informe, el uso de la iluminación, equipos y climatización se ve incrementado durante este periodo siendo el mes de marzo el de mayor consumo. Consultar Anexos (II. Enclave de Arte y Restauración).

Mientras tanto, Terapiderm es excepcional, necesita el consumo de electricidad para el desarrollo de su actividad laboral principal dando lugar a una representación abrupta dependiente de la carga de trabajo del establecimiento. En esta auditoría se tuvo en cuenta que tipo de uso se daba a los equipos y a las luminarias, para averiguar si era un uso correcto. Además de las propuestas reflejadas en el informe. Consultar Anexos (IV. Terapiderm).

En los establecimientos anteriores se trataba de consumo de energía eléctrica. En el caso del CDM José Garcés tiene dos fuentes de energía, electricidad y gas, Por lo que para calcular el ratio de kWh/m<sup>2</sup>h se ha sumado el consumo en kWh de ambas, obteniendo el perfil de consumo de José Garcés, se ve claramente mermado en los meses de verano, debido al cierre de la piscina climatizada los meses de verano para su mantenimiento, por lo que el consumo de electricidad y gas disminuyen notablemente.

Siendo en ciertos meses el triple que el resto de los establecimientos auditados. Esto es debido a la cantidad de grandes consumidores presentes, para cubrir la demanda que requiere todos los servicios además de cumplir unas consignas de confort. Consultar Anexos (V. CDM Jose Garcés).

El perfil de consumo energético sirve para identificar posibles ahorros energéticos y la tendencia en los próximos meses. Aunque no es útil para poder comparar consumos de empresas con distintas actividades, para ello nos apoyaremos en el cálculo de ratios, como se ve más adelante.

## 4.2 ANÁLISIS DE CONSUMO POR SECTORES

Para obtener un buen estudio sobre la distribución de la energía se tiene en cuenta todos los consumidores, en este apartado se comparan los distintos establecimientos por diferentes sectores:

- **Iluminación:** Engloba las distintas luminarias y la electricidad que consumen. Además de proveernos de los datos energéticos necesarios para que desarrollen la actividad correspondiente en las mejores condiciones.
- **Climatización:** Se lista los equipos destinados aclimatar los establecimientos, normalmente en los locales auditados el mismo equipo sirve tanto como para refrigerar como para calentar.
- **Equipos:** Se centra en el análisis de los distintos consumidores que se encuentra en el establecimiento para el desarrollo de las distintas actividades que suceden en el establecimiento.
- **Otros:** Son los consumos referentes a los equipos que no se consideran en las clasificaciones anteriores y cuya potencia no se ha podido cuantificar. Sobre ellos se atribuye el consumo restante del indicado en las facturas que no es cubierto mediante el cálculo teórico del resto de factores.

En la *Ilustración 15* se compara los valores de la distribución por sectores de los distintos establecimientos auditados:

CONSUMO ANUAL	Patitas con Diamantes	Enclave de Arte y Restauración	Restaurarium	Terapiderm	CDM José Garcés
Iluminación (kWh)	857	3.185	1.227	5.750	253.023
Equipos (kWh)	2.011	1.901	168	1.627	590.858
Climatización (kWh)	1.004	1.817	372	3.360	1.831.447
Otros (kWh)	214	363	92	1.181	133.797
Total (kWh)	4.086	7.266	1.859	11.918	2.809.125

*Ilustración 15. Tabla consumo eléctrico anual (kWh) según el tipo de equipo.*

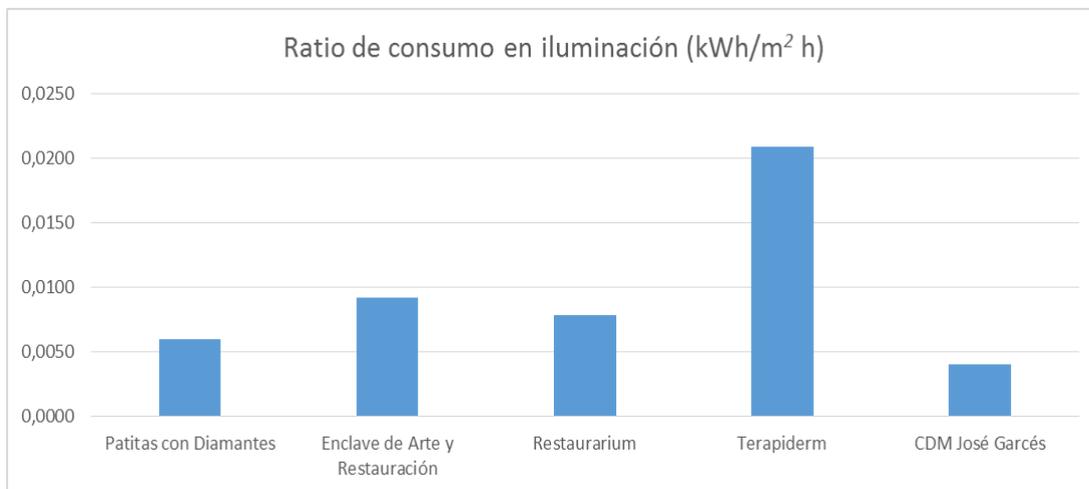
Mediante la distribución por sectores se puede conocer la actividad principal de cada establecimiento, si necesitan usar un gran número de equipos o se realiza una labor más manual o de atención al cliente.

En los informes adjuntados en Anexos se han comparado con ratios de FENERCOM según la distribución del consumo. Para ver si existía algún sector que destacaba para poder analizar el ahorro energético potencial. Las ratios obtenidos de cada establecimiento se recogen en la *Ilustración 16*.

RATIO CONSUMO POR m2 DE SUPERFICIE Y HORARIO DE APERTURA	Patitas con Diamantes	Enclave de Arte y Restauración	Restaurarium	Terapiderm	CDM José Garcés
Iluminación(kWh/m2h)	0,0060	0,0092	0,0078	0,0209	0,0040
Equipos (kWh/m2h)	0,0140	0,0055	0,0011	0,0059	0,0093
Climatización (kWh/m2h)	0,0070	0,0053	0,0024	0,0122	0,0290
Otros (kWh/m2h)	0,0015	0,0011	0,0006	0,0043	0,0021
<b>Total (kWh/m2h)</b>	<b>0,0285</b>	<b>0,0210</b>	<b>0,0118</b>	<b>0,0433</b>	<b>0,0444</b>

*Ilustración 16. Tabla ratio consumo eléctrico (kWh/m<sup>2</sup>h) según el tipo de consumidor.*

A continuación, se representa los distintos ratios por sectores mediante un diagrama de barras. La primera ratio de consumo corresponde al sector de la iluminación en kWh/m<sup>2</sup>h, como se observa en la *Ilustración 17*.



*Ilustración 17. Gráfica ratio consumo eléctrico en iluminación (kW/m<sup>2</sup>h).*

Debido a la actividad de Terapiderm hace que tenga mayor ratio de consumo, ya que se trata de un centro de consulta estética donde una buena iluminación desde la recepción hasta las salas de consulta es un factor importante, en el local están instalados fluorescentes de 4x58W elevando de forma considerable la demanda de electricidad. El resto presentan ratios de consumo en iluminación ligeramente elevados por los que se plantea el estudio de sustitución de luminarias. Obteniendo un buen valor en el CDM José Garcés.

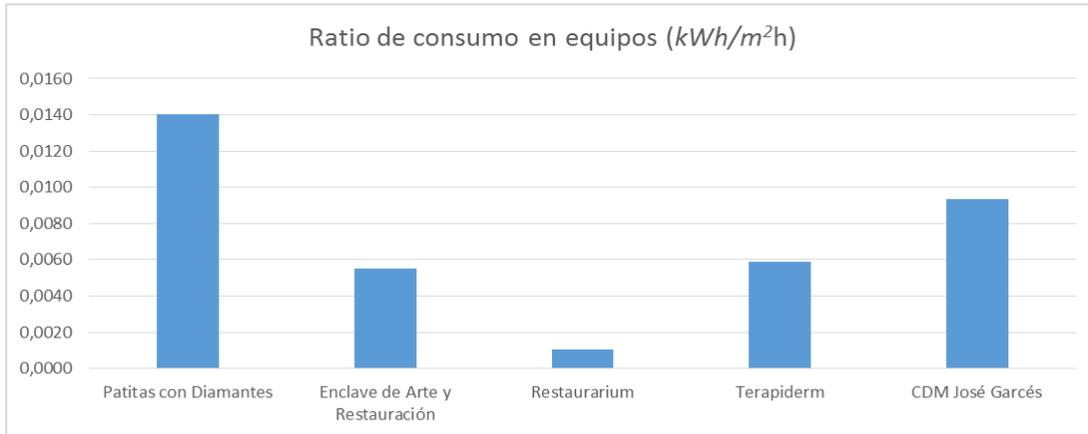


Ilustración 18. Gráfica ratio consumo eléctrico en equipos (kWh/m²h).

Debido al gran número de equipos que hay en los establecimientos Patitas con Diamantes con un 0,014 kWh/m²h donde hay una máquina de lavado de animales, disponible al público 24h. En segundo se encuentra el CDM José Garcés con un valor de 0,0093 kWh/m²h, donde la cantidad de equipos existentes es muy superior al resto pero los 12.733m² hacen que el resultado de la ratio sea similar al resto, que son más pequeños, buen indicativo del dimensionamiento de los equipos es el correcto, por lo que se determina que no hay un ahorro potencial en este sector, teniendo que valorar otros factores en busca de ahorros potenciales en equipos. Terapiderm con un valor de 0,0059 kWh/m²h donde cualquiera de sus tratamientos necesita aporte de equipos además de tener el servicio de lavandería en el propio establecimiento. Con un valor muy similar Enclave de Arte y Restauración donde el consumo referente a equipos de 0,0055 kWh/m²h es un poco elevado para tratarse de un centro de restauración, pero normal analizando las actividades que se llevan a lo largo de un año. Mientras que en Restaurarium se dedica a una actividad más manual, las ratios no superan los 0,0011 kWh/m²h.

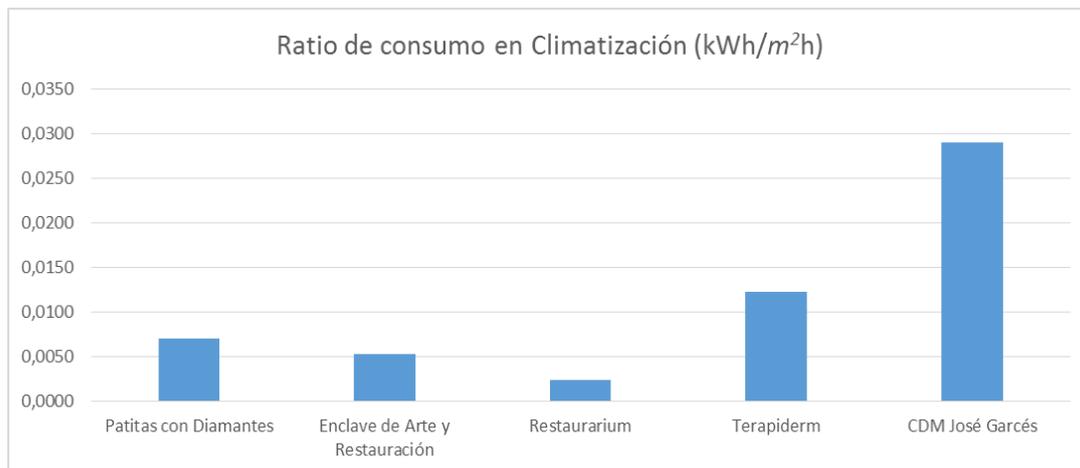


Ilustración 19. Gráfica ratio consumo eléctrico en Climatización (kWh/m²h).

Respecto a la ratio de consumo en climatización, Terapiderm es el mayor consumidor con un valor que alcanza los 0,012 kWh/m²h, también dispone de un número mayor de equipos de climatización, además de la importancia del confort de los clientes, ya que la temperatura de consigna debería ser más elevada respecto a otros establecimientos. El resto de establecimientos tienen unos ratios dentro de la normalidad por su actividad. En Patitas con Diamantes de 0,007 kWh/m²h, en Enclave de Arte y Restauración de 0,005 kWh/m²h y en Restaurarium de 0,002 kWh/m²h.

Se representa junto al resto de ratios, aunque no se puede evaluar en conjunto las ratios en climatización del CDM José Garcés ya que hay dos fuentes de energía, electricidad y gas. Se ha calculado también el valor siendo de 0,029 kWh/m<sup>2</sup>h 5 veces mayor que la media del resto de los establecimientos. Se determina que es un ahorro energético potencial. Por lo que se ha planteado el estudio de la implantación de un motor de combustión interna, haciendo la fuente de energía principal el gas. Ya que actualmente se divide el consumo.

A partir de las tablas de ratios de consumo por sectores obtenidos anteriormente, se realiza la *Ilustración 20*, que representa la distribución porcentual de la energía de las empresas auditadas, como se puede comprobar en Anexos:

Distribución del consumo	Patitas con Diamantes	Enclave de Arte y Restauración	Restaurarium	Terapiderm	CDM José Garcés
% Iluminación	21%	44%	66%	48%	9%
% Equipos	49%	26%	9%	20%	21%
% Climatización	25%	25%	20%	28%	65%
% Otros	5%	5%	5%	5%	5%

*Ilustración 20. Distribución del consumo por sectores.*

Con el análisis del consumo energético de las distintas empresas auditadas, se comienza a proponer mejoras para reducir los costes energéticos. Se evalúa los sectores en los que tienen una carga considerable sobre el consumo total, como es el sector correspondiente a la iluminación, en el que supera el 21% de la distribución del consumo en todas las empresas del CEOE. Para el resto de sectores se evalúan otras propuestas dependiendo de las visitas y evaluación in-situ realizadas en las distintas empresas. Mientras que en el CDM José Garcés la iluminación no supera el 9%, se busca proponer mejoras en otro sector como el correspondiente a la climatización por su alta carga respecto al consumo, siendo del 65%.

### 4.3 PROPUESTA DE MEJORAS.

Como se puede consultar en los Anexos, en los informes de cada empresa auditada se proponen mejoras a partir de las necesidades de establecimiento.

A continuación, en la *Ilustración 21* se representa en una tabla el resumen de las distintas propuestas:

PROPUESTAS DE MEJORAS	Patitas con Diamantes	Enclave de Arte y Restauración	Restaurarium	Terapiderm	CDM José Garcés
ILUMINACIÓN	X	X	X	X	
CLIMATIZACIÓN	X	X	X	X	X
AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA				X	
AGUA CALIENTE SANITARIA	X	X	X	X	

*Ilustración 21. Tabla con las propuestas de mejora realizada en cada empresa.*

Se ha realizado propuestas de mejora en iluminación, en climatización y en agua caliente sanitaria en todos los establecimientos auditados. Mientras que el ajuste de potencia contratada se ha propuesto para Terapiderm. A continuación se muestra las propuestas de mejora se han realizado para cada apartado:

### • Iluminación

En tema de eficiencia energética de iluminación, la tecnología LED es el líder en su campo gracias a la fusión de cinco tecnologías: electricidad, electrónica, óptica, difusión del calor y nuevos materiales. Debido a las potenciales ventajas de los LED, se han propuesto el cambio de las luminarias actuales de los distintos locales, por una tecnología LED equivalente a su potencia lumínica, respetando los valores de luminosidad. Los datos sobre las luminarias propuestas están seleccionados del catálogo de Philips de enero de 2016. Para los cálculos, se ha tenido en cuenta:

- Coste energía estimado a 2-3 años: 0,22 €/kWh
- Horas y días que el establecimiento está activo al año.
- Coste aproximado de mano de obra: 3,15 €/lámpara
- Coste energía actual: 0,19 €/kWh

En la *Ilustración 22* se observa los resultados obtenidos para cada empresa, así como la media que se obtendría con ellos:

PROPUESTAS DE MEJORA	Patitas con Diamantes	Enclave de Arte y Restauración	Restaurarium	Terapiderm
Coste inversión tecnología LED (m.o incluida) €	592	1.517	480	1.710
€ Ahorro anual de energía consumida	68,0%	62,0%	62,0%	75,0%
Ahorro anual en €	230	649	138	973
Amortización en años	2,57	2,54	3,47	1,76

*Ilustración 22. Tabla con los resultados obtenidos de las propuestas de mejora en luminaria.*

Se obtiene un ahorro anual de energía consumida superior del 60% en todas las empresas y se considerarían rentables obteniendo un periodo de recuperación menor que el periodo de recuperación máximo siendo de 4 años.

### • Climatización

Se aconseja que la temperatura dentro del local, en concreto en los sectores ocupados, no supere una diferencia de 10 grados con respecto al exterior para así ahorrar en consumo eléctrico. En la *Ilustración 23* se muestran ejemplos de distintas funciones laborales con sus parámetros del ambiente térmico para distintas aplicaciones según la UNE-EN ISO 7730:

Tipo de actividad	Calidad térmica	Temperatura Operativa		Velocidad media (max)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Oficina	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Auditorio	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Cafetería	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Aula	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Guardería	A	23,5±1	20±1	0,18	0,13
Comercio (clientes sentados)	B	23,5±2,5	20±3,5	0,15	0,13
Comercio (clientes de pie)	B	23±3	19±4	0,16	0,12
Grandes almacenes	B	23±3	19±4	0,16	0,12

*Ilustración 23. Condiciones de consigna según la UNE-EN ISO 7730*

*Fuente: UNE-EN ISO 7730.*

Se propone cambiar las condiciones de consigna en las empresas del CEOE, recomendándose unas condiciones de 20°C y 45% de humedad relativa. De esta forma se evita un gran consumo producido por el continuo funcionamiento de una de las bombas de calor. Ya que de este modo se conseguirían las temperaturas que se proponen y no necesitaría estar continuamente en funcionamiento. Además, para Patitas con Diamantes se propone el cambio de bombas de caudal fijo por bombas de caudal variable adaptando el flujo de aire según a la temperatura real del establecimiento, ya que las existentes trabajan siempre con el mismo flujo de aire, independiente de la temperatura. Para el Enclave de Arte y restauración debido a su envolvente térmica se propone el insuflado de aislante para poder reducir el consumo por climatización. Los resultados obtenidos se reflejan en la *Ilustración 24*:

PROPUESTAS DE MEJORA	Patitas con Diamantes	Enclave de Arte y Restauración
Coste inversión	112	1.655
€ Ahorro anual de energía consumida	13,0%	50,0%
Ahorro anual en €	169	213
Amortización en años	0,66	7,76

*Ilustración 24. Tabla 1 resultados obtenidos en la propuesta de mejora en climatización.*

La propuesta de cambio de bombas de flujo variable es una propuesta muy rentable ya que se trata de un coste inicial pequeño y una amortización rápida. Mientras que para el insuflado de aislante se ahorra un 50% de energía consumida actual en el apartado de climatización pero el periodo de amortización es elevado. En el caso del CDM José Garcés se valora el modo de satisfacer la demanda energética, por cogeneración o por trigeneración. La cogeneración no satisface la refrigeración mientras la trigeneración sí, porque aprovecha la energía térmica que es un residuo obligado en la generación de electricidad por el consumo de gas mediante un sistema de recuperación de calor. Se determina que la mejor opción en la trigeneración, ya que la demanda de refrigeración es alta. Procediendo a la elección del motor que cubra ambas demandas considerando las horas de funcionamiento, el consumo de gas natural, la energía eléctrica y térmica generada. Se determina una inversión inicial de 238.313€ obteniendo un VAN positivo de 16.298 € para el grupo generador Google JTA3240-G3 hace que sea una inversión rentable e interesante para el cliente.

	CDM José Garcés
Coste inversión instalación MCIA (€)	238.313
PRS	6 AÑOS
VAN	16.298 €
TIR	12,00%

*Ilustración 25. Tabla 2 resultados obtenidos en la propuesta de mejora en climatización.*

- **Ajuste de potencia contratada**

Un buen ajuste de la potencia contratada supone un ahorro. El ahorro no es muy grande, pero al no suponer ningún coste de inversión se ha analizado en que establecimientos sería necesario. El estudio consiste en analizar los valores obtenidos con los máxímetros cada mes, y en función de ellos aumentar o disminuir la potencia contratada para optimizar el gasto. Se ha ajustado la potencia en uno de los establecimientos:

En el centro médico Terapiderm se ha propuesto una disminución en la potencia contratada para los tres periodos de 20.57 kW a 16.454 kW. Con este cambio se obtendría un ahorro medio mensual de 50 € lo que supondría un ahorro anual de 600 € de mantenerse el mismo consumo en el local.

- **Agua caliente sanitaria**

Para disminuir el gasto en agua caliente se ha aconsejado la colocación de perlizadores en cada uno de los grifos (2 € unidad). Esto supone un ahorro estimado del 40% al 60% de la energía destinada a A.C.S. Se trata de unos dispositivos que mezclan aire y agua reduciendo su consumo, lo que conlleva el consiguiente ahorro económico y protección del medio ambiente. Aunque aparentemente el volumen de agua es el mismo, los perlizadores permiten reducir el caudal de agua sin disminuir la presión. De esta forma se ahorra de 4 a 6 litros de cada 10 y la instalación es muy sencilla, se coloca el perlizador y se cierra la llave de paso entorno al 50-60%.

## 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, se analizó la importancia de una evaluación energética y la repercusión que puede tener en la empresa mediante la herramienta de la auditoría energética. La visita in-situ y la recogida de facturas permitió establecer una base sólida para conocer la distribución del consumo para posteriormente ser capaces de proponer medidas de reducción de los costes energéticos. Obteniendo las siguientes conclusiones generales en el desarrollo de los informes:

- Ciertas acciones para la reducción de costes energéticos están al alcance de cualquier presupuesto pudiendo disminuir de forma considerable la factura energética. Como es el ajuste de la potencia, uso de perlizadores en los grifos u otras que con un bajo presupuesto se obtiene un ahorro energético. Por otro lado, otras medidas energéticas con una mayor repercusión en las facturas de la empresa y una mayor inversión deben ser analizadas mediante cálculos y simulaciones para determinar su ahorro energético además de la realización de un estudio de rentabilidad para la empresa.
- Es importante fijar un plan de auditoría, estudiar la metodología a seguir antes de empezar a auditar para identificar de forma precisa los ahorros potenciales existentes en cada empresa.

A continuación, se sintetiza los resultados obtenidos para las empresas auditadas a través de dos ilustraciones. En la *Ilustración 26* se resume los ahorros conseguidos en Patitas con Diamantes y Enclave de Arte de y Restauración:

	Patitas con Diamantes		Enclave de Arte y Restauración		
	Iluminación	Climatización	Iluminación	Climatización	Equipos
<b>Consumo medio (kWh/año)</b>	857	1.004	3.185	1.901	1.817
<b>Ahorro medio potencial (kWh/año)</b>	592	130	1.975	963	908
<b>Coste inversión de las propuestas (€)</b>	230	0	1.517	1.655	30
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	69%	13%	62%	50%	50%
<b>Ahorro anual en €</b>	230	169	649	213	110
<b>Amortización en años</b>	2,57	0,00	2,34	7,76	0,27

*Ilustración 26. Tabla 1 de resultados obtenidos.*

En la *Ilustración 27* se resume los ahorros conseguidos en Restaurarium, Terapiderm y CDM José Garcés:

	Restaurarium	Terapiderm	CDM José Garcés
	Iluminación	Iluminación	Climatización
<b>Consumo medio (kWh/año)</b>	1.227	5.750	1.831.447
<b>Ahorro medio potencial (kWh/año)</b>	760	4.313	128.201
<b>Coste inversión de las propuestas (€)</b>	480	973	283.313
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	62%	75%	7%
<b>Ahorro anual en €</b>	138	973	41.702
<b>Amortización en años</b>	3,47	1,76	5,70

*Ilustración 27. Tabla 2 de resultados obtenidos.*

Todas las propuestas planteadas en los informes son rentables económicamente y energéticamente manteniendo todos los niveles de luminosidad en las empresas del CEOE y cubriendo la demanda para las necesidades en el CDM José Garcés, además de cumplir todas las normativas, por lo que se propone llevarlas a cabo. Respecto a la iluminación se alcanza un ahorro de 1.990 € con una inversión de 4.299€ recuperando la inversión en 2 años y tres meses reduciendo un 66,75% la demanda de electricidad en iluminación, además de proponer la sustitución de equipos por otros más eficientes o medidas para mejorar la eficacia de los equipos de climatización para las empresas del CEOE. Por otro lado para el CDM José Garcés se propone la instalación del motor Googol JTA3240-G3 asegurando la demanda actual y obteniendo un ahorro de 19.182€ anuales en energía, además se ingresa por venta de electricidad de 22.520€ anuales, alcanzando un total de 41.072€. El coste de la instalación de 238.313€ y se amortiza en un periodo de 6 años, un PRS muy aceptable para este tipo de inversiones.

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que se han alcanzado todos los objetivos propuestos, tanto los que implican ahorro energético y económico. Obteniendo ahorros de kWh y de € con una tecnología real. A través de cada informe se demuestra la repercusión que tiene la Auditoría Energética en una empresa.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Normativa UNE 216501 sobre auditorías energéticas.
- Normativa UNE 12464.1 sobre iluminación.
- ISO 50001
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón.C.O.I.T.I.A.R “XIX Jornadas de energía y medio ambiente” 16 al 19 de noviembre.  
Ponentes: Vicepresidente de La Fundación Renovables, Fernando Ferrando, y el Patrono de la Fundación, Sergio de Otto.
- Catálogo de lámparas y luminarias Philips de enero de 2016
- “Auditoría Energética en Edificios.” Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (Atecyr).

Autores: D. Ricardo García San José. Vicepresidente del Comité Técnico de Atecyr y miembro del Comité Organizador de Atecyr (COA).

D. Pedro Vicente Quiles. Miembro del Comité Técnico de Atecyr y miembro del Comité Organizador de Atecyr (COA).

Edita: Atecyr Navaleno, 9 28033 Madrid. ISBN: 978-84-95010-38-4.

- Agencia Internacional de la Energía (IEA).  
Disponible en web: [www.iea.org](http://www.iea.org) [Consulta: Noviembre 2015]
- Página de CV energía.  
Disponible en web: [www.cvenergia.es](http://www.cvenergia.es) [Consulta: Diciembre 2015]
- Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid. Guías de consumo.  
Disponible en web: [www.fenercom.es](http://www.fenercom.es) [Consulta: Febrero 2016]
- Sistemas de Ahorro de agua y Energía.  
Disponible en web: <http://www.tehsa.com/> [Consulta: Febrero 2016]
- Diesel and Gas Dual Fuel Engine, Guangdong Honny Power-tech Co., Ltd.  
Disponible en web: <http://honnypower.gmc.globalmarket.com> [Consulta: Marzo 2016]
- Red Eléctrica española. Disponible en web: [www.ree.es](http://www.ree.es) [Consulta: Marzo 2016]
- MWM. Energy, Efficiency, Environment.  
Disponible en web: <http://www.mwm.net/mwm-chp-gas-engines-gensets-cogeneration/gas-engines-power-generators/gas-engine-tcg-2016/>  
[Consulta: Marzo 2016]

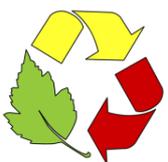
# ANEXOS

INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 1 de 35



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

**INFORME INDIVIDUAL**  
**PATITAS CON DIAMANTES**



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 2 de 35

## INFORME INDIVIDUAL

### Localización de la auditoría:

Empresa “Patitas con Diamantes” Pilar Piqueras Tomás, C/ Desayuno con Diamantes31.

**Local dedicado a:** Servicio integral para el cuidado de tu mascota.

**Equipo auditor:** Diego García Corcés

### Alcance y finalidad de la auditoría:

Análisis de la situación actual en cuanto a consumo energético de tipo eléctrico en las instalaciones del local objeto de estudio.

La finalidad es cuantificar el consumo de todos los equipos y sistemas que utilizan energía eléctrica en las instalaciones. A través del análisis de la información recabada y del resultado de distintas mediciones y parámetros de consumo, se pretenden identificar los sistemas consumidores, con el objetivo de sugerir mejoras que puedan suponer un ahorro energético y disminuyendo así sus costes.

## CONTENIDO DEL INFORME

---



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 3 de 35

<b>0. PRESENTACIÓN.....</b>	<b>4</b>
DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL .....	5
HORARIO Y OCUPACIÓN .....	7
<b>1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES.....</b>	<b>8</b>
<b>2. INFORMACIÓN DE CONSUMO .....</b>	<b>11</b>
TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA .....	12
TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA .....	13
TÉRMINO DE POTENCIA .....	13
IMPORTE.....	16
<b>3. ESTUDIO ENERGÉTICO .....</b>	<b>17</b>
<b>4. ESTUDIO LUMÍNICO .....</b>	<b>19</b>
NORMATIVA .....	19
SIMULACIÓN .....	21
Lista de luminarias .....	21
Distribución de luminarias .....	22
Resultados de la simulación.....	23
VEEI .....	26
SIMULACIÓN CON LUMINARIAS PROPUESTAS.....	26
Lista de luminarias .....	27
Distribución de luminarias .....	27
Resultados de la simulación.....	28
<b>5. PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>29</b>
ILUMINACIÓN .....	29
AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA .....	32
EQUIPOS.....	33
CLIMATIZACIÓN.....	33
AGUA CALIENTE SANITARIA.....	34
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>

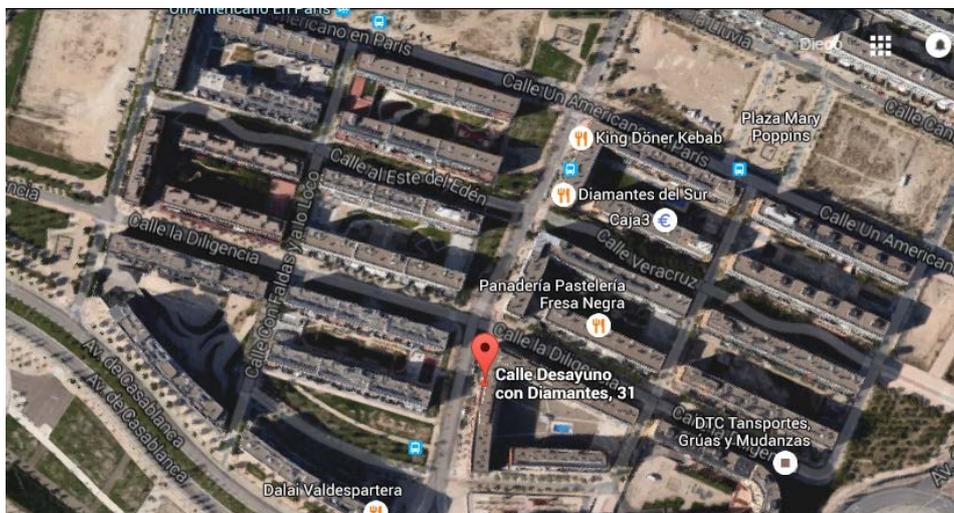


INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 4 de 35

## 0. PRESENTACIÓN

El local se ubica en la calle Desayuno con Diamantes, n° 31 (Zaragoza). Se trata de una calle estrecha y sin edificios que bloqueen su fachada. La fachada del local tiene orientación Este, por lo que cuenta con radiación solar directa durante parte del día.

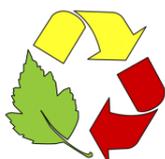
En las *Ilustraciones 1 y 2* pueden observarse más detenidamente la ubicación del establecimiento, así como su entorno más próximo.



*Ilustración 1. Ubicación del establecimiento.*



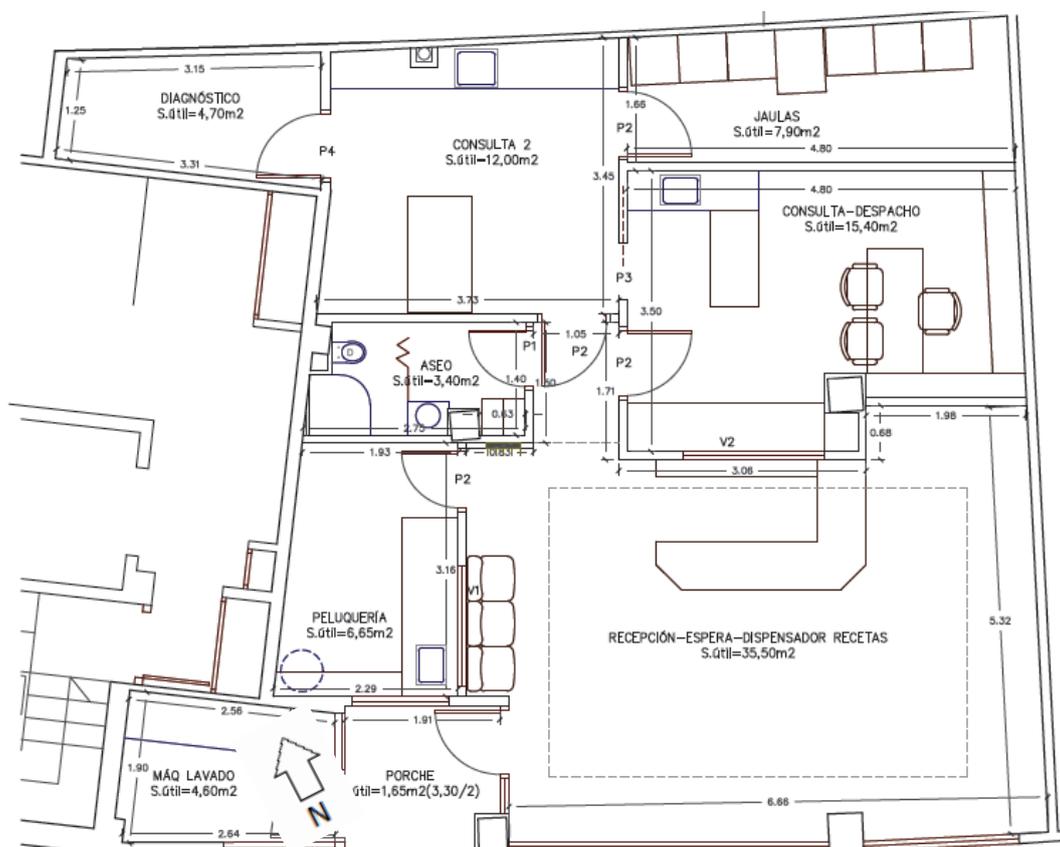
*Ilustración 2. Vista detallada de la fachada.*



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 5 de 35

### ❖ DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL

Se trata de un local de 89 m<sup>2</sup>, el cual tiene una planta formada por 8 estancias. Dichas estancias comprenden: zona de oficina, zona de espera, sala de consulta, sala de jaulas, sala exterior para el lavado de perros, y aseo. Se puede apreciar en la *Ilustración 3* las distintas estancias que lo conforman



*Ilustración 3. Esquema de la distribución en planta.*

El local dispone de una sala exterior con una máquina en la que se puede lavar al animal sin entrar en la propia tienda, la cual no depende del horario de apertura del establecimiento, se tiene en cuenta en el estudio. Los dueños proporcionan una media del uso diario basándose en la recaudación semanal.

Dentro del local, se dispone la sala de recepción donde se da lugar la mayor parte de la actividad diaria, además de servicios de veterinaria, cuenta con un servicio de ventas



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 6 de 35

de productos y accesorios para animales, el cual es el sustento actual del negocio. Se dispone de un despacho en el que se informa a los clientes de los tratamientos.

Una de las salas, es dedicada al servicio de peluquería donde se cuenta con diferentes máquinas para el corte, cepillado y recogida del pelo de los animales. Por lo tanto, en esta sala se intuye grandes consumos energéticos. Lo mismo ocurre con la sala de consulta 2 que dispone del equipamiento necesario para la realización de pruebas diagnósticas básicas: estudios de orina, de heces, citologías, raspados de piel, análisis de sangre, cuyo consumo energético dependerá del tiempo de uso. La sala de diagnóstico cuenta con un equipo moderno, homologado. El equipo de radiología se encuentra en esta sala independiente. Cada año, el aparato es sometido a estrictos controles oficiales que certifican su buen funcionamiento aunque el uso de la máquina de rayos, según los dueños de establecimiento, es prácticamente nulo.

Por último, se dispone de una sala de jaulas donde los animales que han sido sometidos a una cirugía se recuperan o mientras otros permanecen ingresados, para recibir el tratamiento necesario para su enfermedad, o para estar en observación. Disponen de 2 jaulas pequeñas, 4 medianas, todas ellas de acero inoxidable. Los habitáculos tienen la medida adecuada para facilitar la observación y manejo de los animales, así como para evitar una excesiva movilidad y como consecuencia favorecer el reposo.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 7 de 35

### ❖ HORARIO Y OCUPACIÓN

Este establecimiento cuenta con dos empleados, y un tercero que se encarga de la contabilidad. Permanece ocupado una media de siete horas al día. Se encuentra abierto todos los días del año, menos dos semanas en agosto por vacaciones y festivos correspondientes a la comunidad de Aragón.

El horario de apertura de “Patitas con Diamantes” se muestra en la siguiente tabla.

	Horario de mañanas	Horario de tardes-noches
<b>Lunes a Viernes laborables</b>	10:00 h a 13:00 h	16:00 h a 20:00 h
<b>Sábados</b>	10:00 h a 13:00 h	Cerrado
<b>Domingos y festivos</b>	Cerrado	Cerrado

*Ilustración 4. Jornada laboral.*

También se pregunta por las costumbres del local que provoquen una demanda energética. Como en este caso el encendido de las luminarias que dan a la calle hasta las 00:00 h, el no cierre de la sala de lavado para animales y periodos de vacaciones. Al igual, el estado del ambiente puede ser influyente a la hora de auditar y se han tenido en cuenta ciertos factores como:

- Conocer las sensaciones de los trabajadores
- Temperatura: Sensación de Calor/Frío.
- Humedad: Sequedad de ojos.
- Iluminación: Cansancio de ojos.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 8 de 35

## 1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES

A continuación se identifican y se clasifican los centros consumidores de energía presentes en el local para facilitar su conocimiento, cuestión de suma importancia en una auditoría:

- **Illuminación:** En este grupo se engloban todos los equipos de los distintos sectores que tienen como función principal la de proveer los valores lumínicos necesarios para poder desarrollar la actividad laboral en condiciones aceptables de confort y seguridad. Es necesario verificar:
  - Tipo y número de elementos existentes.
  - Comparativa del planos con la realidad.
  - Grado de conservación.
- **Equipos:** Se incluyen todos los equipos ofimáticos, así como el resto de dispositivos electrónicos de carácter general, que son utilizados por los empleados para la gestión del negocio u otras actividades, conociendo sus horarios de uso y la mayor cantidad de datos técnicos.
- **Climatización:** Se han inventariado los equipos destinados a aclimatar el local durante las distintas épocas del año. En la inspección *in situ* se debe de tener estos aspectos en cuenta:
  - Protocolo de Encendido/Apagado
  - Analizar el estado de las calderas
  - Analizar el estado de los difusores y de los ventiladores.
- **Otros:** Se engloban los equipos que no entran en ninguna de las clasificaciones anteriores y cuya potencia no se haya cuantificado. El consumo restante del indicado en las facturas que no sea cubierto mediante el cálculo teórico del resto de equipos, será atribuido a estos en el apartado correspondiente donde se analicen los consumos anuales.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 9 de 35

A continuación, el inventario correspondiente a la iluminación y a los equipos de climatización que se encuentran en el establecimiento.

ILUMINACIÓN							
Luminaria	Tipo de lámpara	Potencia lámpara (W)	Potencia Balasto (W)	Número de grupos	Número de lámparas	Número total	Potencia total (W)
LED 7W	LED	7		1	14	14	98
Halógeno 40W	Flexo	40		1	1	1	40
LED 2X12W	LED	24		2	24	48	1.152
Halógeno 35W	Flexo	35		1	1	1	35
<b>TOTAL</b>							<b>1.325</b>

*Ilustración 5. Tablas inventario de equipos de iluminación.*

CLIMATIZACIÓN			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Bomba de calor	2	3.650	7.300
Bomba de calor	1	2.235	2.235
<b>Total</b>			<b>9.535</b>

*Ilustración 6. Tablas inventario de equipos de climatización.*

El local cuenta con tres bombas de calor de diferentes potencias, dos de ellas con una potencia de 3.650W y otra de 2.235W. En la visita al establecimiento se observó que los difusores acumulan residuo por el uso de los mismos. Destacar que, en la encuesta realizada, se recogió la importancia de mantener una temperatura regulada para la recuperación de los animales en la sala de jaulas, influyendo en el consumo de electricidad del establecimiento.

Las tres máquinas se pueden usar tanto para calor como para frío, cada modo dispone de una potencia diferente, en la tabla se ha reflejado la media de los dos modos de funcionamiento. La bomba de calor que se encuentra en la recepción, está en funcionamiento durante todo el tiempo de apertura. Mientras la otra máquina se encuentre en el despacho, su uso dependerá de la duración de la estancia del personal con los diferentes clientes, los dueños proporcionaron una media basada en el número de horas a la semana que pueden desarrollar actividades dentro de esta sala.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 10 de 35

A continuación, el inventario con los distintos equipos que se recogió en el estudio previo del local, tan necesario para proyectos de eficiencia energética:

EQUIPOS			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Impresora	1	600	600
Ordenador de mesa	2	300	600
Flexo	1	32	32
Rayos	1	64	64
Frigorífico	1	448	448
Báscula	1	15	15
Telefono	2	10	20
Secador	1	2.200	2.200
Lavadora	1	2.200	2.200
Termo de Agua	1	1.500	1.500
Extractor	2	250	500
Máquina lavar perros	1	4.000	4.000
Lámpara	1	22	22
Microscopio	1	20	20
Limpiador dental	1	28	28
Cinta de correr	1	800	800
Radiografía	1	5.200	5.200
<b>TOTAL</b>			<b>18.249</b>

*Ilustración 7. Tablas inventario de equipos*

Se pudo recolectar todos los datos técnicos de los equipos existentes en el establecimiento, incluso alguno, se tuvo que sacar de su caja de embalaje, como con la cinta de correr para animales. Se recaudó la información necesaria para conocer el uso habitual de cada equipo siendo más preciso en el estudio energético y en las propuestas. Si se cambia la actividad principal del establecimiento a una actividad más clínica se recomienda la nueva realización de estudio. Porque los nuevos hábitos energéticos del establecimiento cambiaran la distribución del consumo.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 11 de 35

## 2. INFORMACIÓN DE CONSUMO

La electricidad suministrada a “Patitas con Diamantes” proviene de la compañía eléctrica, Endesa S.A. A continuación, se muestra las características más representativas del contrato eléctrico existente para la realización del estudio:

CONTRATO ELÉCTRICO	
<b>Empresa suministradora</b>	Endesa
<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>Modo de facturación</b>	Único periodo (sin discriminación horaria)
<b>Potencia contratada</b>	9,2 kW
<b>Penalización por reactiva</b>	No

*Ilustración 8. Características del contrato eléctrico actual.*

Respecto a la facturación del establecimiento se dispone de las facturas desde octubre de 2014 hasta septiembre de 2015. Al tener las distintas facturas eléctricas del establecimiento durante un año natural, ha permitido un estudio apropiado, analizando el efecto de factores externos sobre la demanda energética, para poder proponer las mejoras más adecuadas para este establecimiento.

Destacar que la facturación proporcionada del establecimiento se realiza en periodos de dos meses. Para poder realizar un estudio energético más completo, se ha desglosado la información de la facturación mes a mes. En la siguientes tablas se presentan los datos recogidos del consumo de energía eléctrica (kWh) y su coste (€) a partir de las facturas eléctricas.

RESUMEN FACTURACIÓN ELÉCTRICA				
	Coste total (€)	Consumo eléctrico (kWh)	Coste diario (€/día)	Consumo diario (kWh/día)
oct-14	91	326	2,94	10,50
nov-14	98	358	3,50	12,77
dic-14	102	373	3,28	12,04
ene-15	99	363	3,31	12,11
feb-15	98	318	3,17	10,25
mar-15	80	240	2,67	7,99
abr-15	90	278	2,90	8,98
may-15	79	269	2,54	8,69
jun-15	109	387	3,64	12,90
jul-15	105	379	3,39	12,23
ago-15	120	431	3,99	14,38
sep-15	100	360	3,22	11,61
<b>TOTAL</b>	<b>1.171</b>	<b>4.083</b>		
<b>PROMEDIO</b>			<b>3,21</b>	<b>11,21</b>

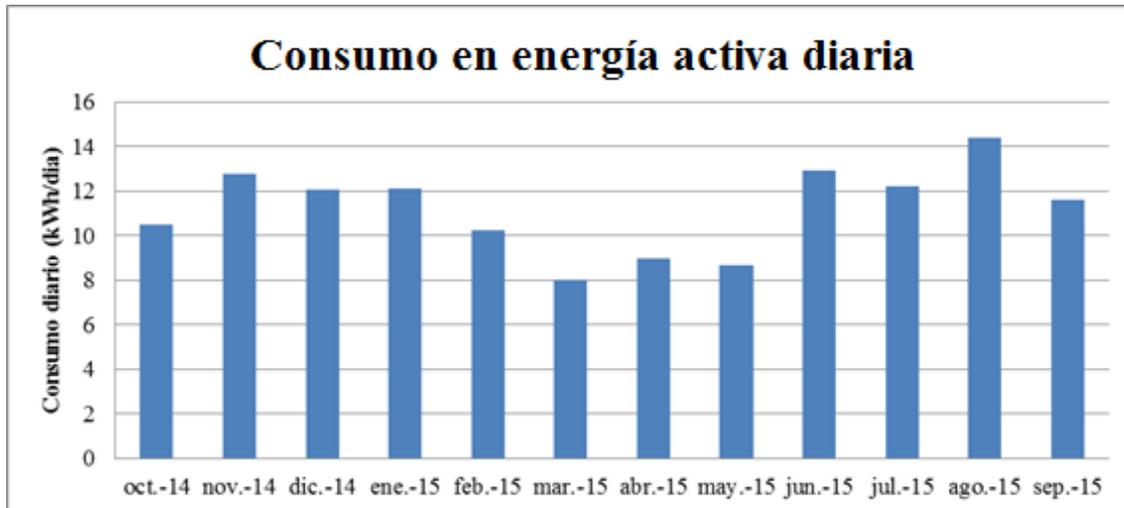
*Ilustración 9. Datos de consumo y coste recogidos de facturas.*



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 12 de 35

### ❖ TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA

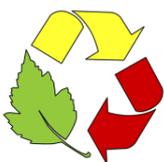
Se representa el consumo de energía media diaria que sucede en el establecimiento en el periodo estudiado:



*Ilustración 10. Consumo eléctrico (kWh) diaria.*

Durante verano cuando las temperaturas exceden los 35 °C o en invierno cuando las temperaturas descienden por debajo de 4 °C, la mayoría de los sistemas de calefacción y aire acondicionado alcanzan su máxima capacidad, disminuyendo la eficiencia. En otras palabras, la comodidad obtenida es significativamente menor por unidad de energía eléctrica consumida. Como consecuencia, se consume más electricidad para obtener el confort requerido. Sólo unos cuantos días de temperaturas extremas pueden causar que la factura sea notablemente más alta.

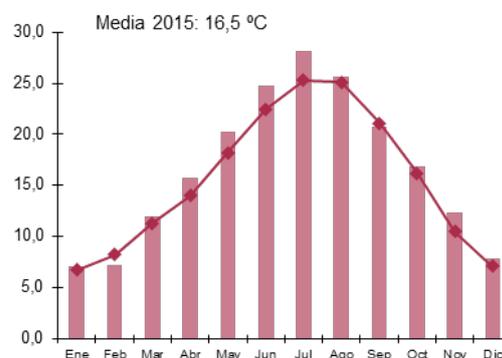
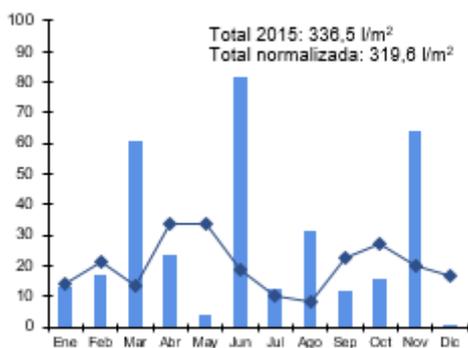
Se observa en la *Ilustración 10* cómo el mayor consumo ocurre en los meses de noviembre de 2014 y agosto de 2015. Debido a su orientación, profundidad y a la poca superficie acristalada del local, el consumo en iluminación y equipos se mantiene constante lo que hace que el factor más variable e influyente sea la climatización en el caso de este local.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 13 de 35

Para identificar si el factor climatológico influyó en el consumo de electricidad, he consultado los históricos de temperatura y se comprueba que el invierno no fue excesivamente frío (sin contar el viento del norte que se encuentra de forma habitual, en Zaragoza) pero si fue un verano con unas temperaturas calurosas superando esos 35 °C críticos para la climatización. Mientras en enero y febrero estuvo alrededor de los 7 grados de media, como se puede observar a continuación:

### Zaragoza (Aeropuerto)



Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

### ❖ TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA

El establecimiento no consume energía reactiva puesto que tiene instalada una batería de condensadores de 15 kVAr.

### ❖ TÉRMINO DE POTENCIA

La estructura de la tarifa de acceso a redes, se divide un término de potencia fija y un término de energía variable. La facturación correspondiente al término de potencia será el resultado de multiplicar la potencia a facturar por la tarificación correspondiente.

En el mercado, es decir, a través de una empresa comercializadora, existen tres situaciones posibles:



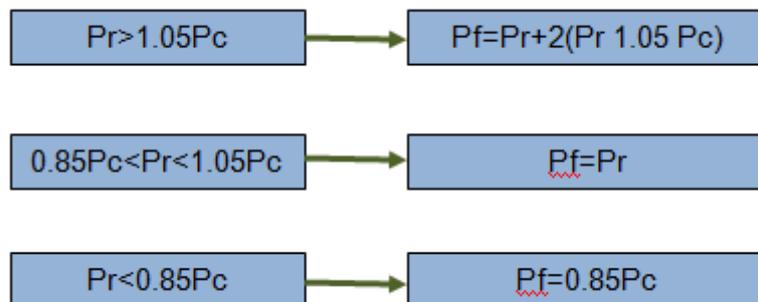
INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 14 de 35

-Si la potencia que se consume realmente ( $P_r$ ) se encuentra entre 1.05 y 0.85 veces, la potencia contratada ( $P_c$ ), se factura ( $P_f$ ) la potencia que se ha consumido realmente.

-Si la potencia consumida realmente ( $P_r$ ) es mayor que 1.05 veces, la potencia contratada ( $P_c$ ), la potencia facturada ( $P_f$ ) se calcula de la siguiente manera:

$$P_f = P_r + 2(P_r - 1.05P_c)$$

-Si la potencia es menor que el 85 % de la potencia contratada, se factura el 85 % de la potencia contratada.



Siendo  $P_c$  la potencia contratada y  $P_r$  la potencia registrada (datos de máxímetros).

### “Patitas con diamantes”

La potencia contratada en este establecimiento para es de 5.75 kW, por lo que el rango al que está sometida sin incurrir a penalización ni bonificación son los siguientes:

- $0.85 \cdot 9.2 = 7.82$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por debajo de este valor se bonificará.
- $1.05 \cdot 9.2 = 9.66$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por encima de este valor se penalizará.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 15 de 35

Al tratarse de una potencia inferior a 15 kW, la acometida de la instalación eléctrica no cuenta con máxímetros, motivo por el cual en las facturas eléctricas no se refleja este dato. Dato fundamental para poder determinar con cierta seguridad si la potencia contratada se ajusta a lo que requiere la instalación. La única forma de saber si la potencia contratada está bien ajustada es sumando el consumo de todos los equipos en caso de que estuvieran conectados a la vez, lo que supone:

$$18.249 \text{ W (máquinas)} + 9.535 \text{ W (climatización)} + 1.325 \text{ (iluminación)} = 29.109 \text{ W}$$

Siendo que la potencia máxima teórica es 29,11 KW y la potencia contratada es menor. Puede dar una penalización por superar la potencia contratada, por lo que se reflejará en las facturas que han proporcionado en la visita *in situ*.

Hay que remarcar que es imposible que todos los equipos estén enchufados a la vez por incompatibilidad de número de trabajadores con máquinas que podrían estar en uso para ello se hace una estimación real:

$$5.249 \text{ W (máquinas)} + 5.885 \text{ W (climatización)} + 807 \text{ (iluminación)} = 11.941 \text{ W}$$

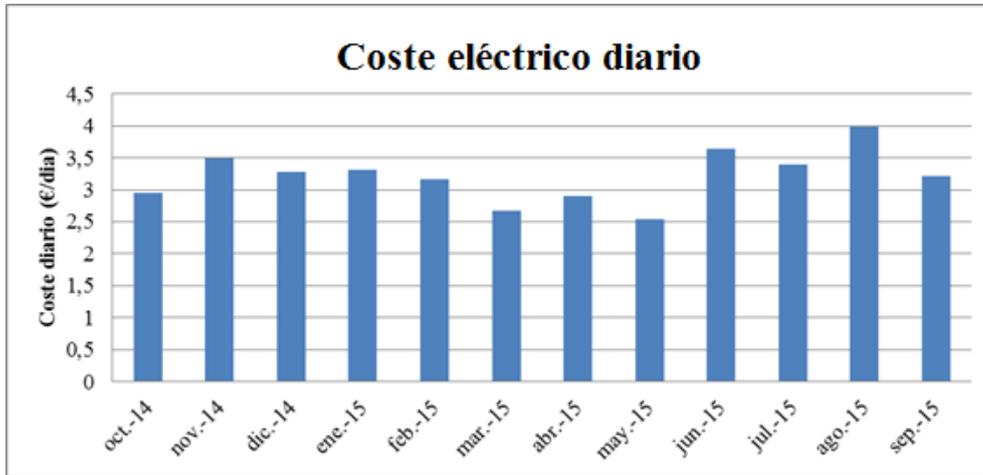
Siendo la suma de las potencias estimada de 11,941 kW y la potencia contratada mayor, se estudiará si conviene disminuir la potencia contratada para no incurrir en gastos innecesarios.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 16 de 35

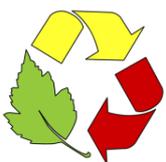
## ❖ IMPORTE

Se representa el coste diario de los distintos meses sometidos a estudio:



*Ilustración 11. Importe económico diario.*

Lógicamente, el importe es proporcional a la energía activa consumida. Ya que no existe penalización por energía reactiva y siendo los demás conceptos fijos (potencia contratada y alquiler). Alcanzamos en agosto un gasto máximo diario en electricidad de 4€ y mayo el mínimo con 2,5€ diarios. Destacar la importancia de disminuir el coste diario, ya que el precio de la energía eléctrica va en aumento y aunque se realice un consumo similar al de periodos anteriores, el coste de la factura aumentará.

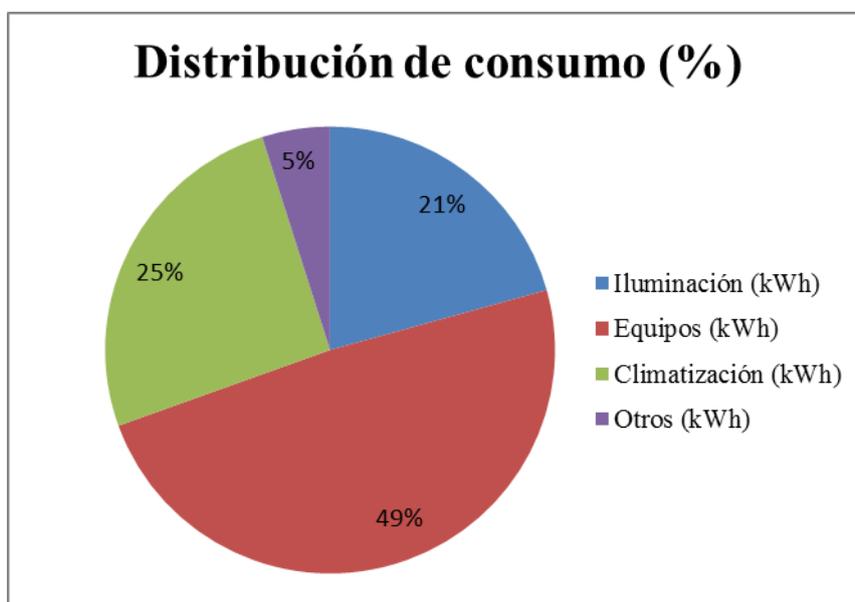


INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 17 de 35

### 3. ESTUDIO ENERGÉTICO

En la *Ilustración 12* se muestra los datos estimados sobre la distribución del consumo de energía eléctrica perteneciente al consumo eléctrico anual, valores tomados en 2015 para el establecimiento.

CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR TIPO DE EQUIPOS				
Iluminación (kWh)	Equipos (kWh)	Climatización (kWh)	Otros (kWh)	TOTAL (kWh)
857	2.011	1.004	214	4.087



*Ilustración 12. Balance energético y gráfico de distribución del consumo para el establecimiento.*

En el gráfico, el mayor consumidor energía eléctrica corresponde a los equipos. Siendo la máquina para lavar perros el mayor consumidor por su alto tiempo de uso y con una disponibilidad de las 24horas. Teniendo en cuenta el uso habitual de los equipos, la energía consumida por los mismos asciende hasta un 49 % de la electricidad consumida. Hay otras máquinas que se han recogido en el inventario que no consumen porque están desconectadas.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 18 de 35

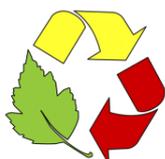
El segundo consumidor de energía eléctrica corresponde a la climatización del local, asciende al 25 % de la demanda eléctrica, siendo mayor en invierno con una demanda de 580 kWh y en verano de 424 kWh. Estando este dentro de la normalidad si lo comparamos con la ratio que proporciona FENERCORM de la distribución del consumo en iluminación, calefacción y aire acondicionado, equipos y otros sistemas en comercios.

COMERCIOS	%
Climatización	25
Iluminación	15
Equipos	50
Otros	10
Total establecimiento	100

*Ilustración 13. Ratio de distribución de la demanda eléctrica.*

El tercer consumidor son las luminarias con un 21 % de la demanda energética del local, superando a la ratio con el cual se ha comparado el local, por lo tanto, se identifica como fuente de ahorro potencial en kWh que habrá que considerar el económico.

Se ha incluido un apartado “otros” de un 5 % para agrupar elementos auxiliares. Se trata de equipos no habituales enchufados a la red que son puntuales, energía adicional usada en los arranques de encendidos y otros posibles consumos energéticos extra, estos equipos presentan un consumo pequeño si se consideran individualmente, pero en conjunto se trata de un consumo notable.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 19 de 35

## 4. ESTUDIO DE LUMINOTECNICO

En el local “Patitas con Diamantes” es indispensable el uso de luminarias eléctricas para suplir las carencias de la iluminación natural. Mediante el estudio luminotécnico se va a determinar la situación actual del local en lo que respecta a la iluminación. En concreto, se ha empleado el software Dialux 4.12.

### ❖ **NORMATIVA**

La iluminación debe contribuir al bienestar, eliminando las causas de posibles molestias y proporcionando un ambiente visual agradable y seguro aún en condiciones de escasa o nula iluminación natural. Para asegurar estas premisas, se desarrolló la norma UNE EN-12464-1:2012 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. La citada norma especifica criterios de diseño de iluminación, en términos de cantidad y calidad, para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores.

La iluminación en locales, como este, que tiene una parte sanitaria y otra comercial debe servir a dos objetivos fundamentales: garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes a la venta de accesorios para animales, y contribuir a una atmósfera en la que el animal se siente confortable. La existencia de distintas tareas en diferentes espacios, requieren un tratamiento específico, pues no se tratará igual la iluminación de un quirófano, que la lavandería, una sala de consulta o la de espera. Cada espacio y las tareas que en él se desarrollan tienen requisitos de iluminación, particulares y específicos.

- Recepción y salas de espera: de 300 a 600 lux.
- Salas de consulta y examen: de 400 a 1000 lux
- Quirófanos (general): de 300 a 1000 lux
- Laboratorios: de 400 a 1000 lux.
- Habitaciones (general): entre 50 y 300 lux.
- Alumbrado nocturno: entre 10 y 50 lux.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 20 de 35

Teniendo en cuenta las tareas que se realizan en este tipo de local, se han extraído de la normativa los siguientes valores que se muestran en la *Ilustración 13*.

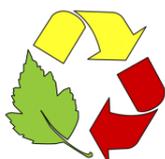
Parámetros Lumínicos				
Lugar o Actividad	$E_{min}$ (lx)	$E_m$ (lx)	UGR	Ra
Recepción	300	450	19	80
Quirófano	300	450	19	80
Laboratorio	400	500	19	80
Habitaciones	50	150	19	80
Salas de consulta	400	450	19	80
Alumbrado nocturno	10	25	25	40

*Ilustración 13. Parámetros lumínicos recomendados según norma UNE EN-12464-1.*

**Em: Iluminancia mantenida.** Parámetro que cuantifica la cantidad de luz en una superficie, a mayor valor mayor es la iluminación existente.

**UGR: Índice de deslumbramiento unificado.** Parámetro de calidad que determina el grado de deslumbramiento de la iluminación. A mayor valor mayor es el grado de deslumbramiento, lo cual es negativo.

**Ra: Índice de reproducción cromática.** Este parámetro de calidad determina la capacidad de reproducción de colores de las lámparas en comparación con una fuente de luz natural ideal. A mayor valor mejor es la reproducción de colores.



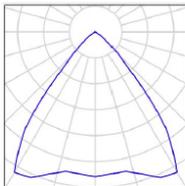
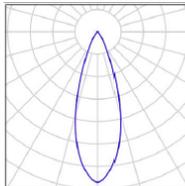
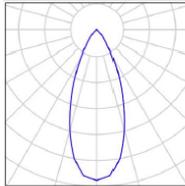
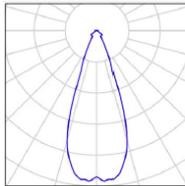
INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 21 de 35

## ❖ SIMULACIÓN

Se ha realizado la simulación de todo el local.

### Lista de luminarias

A continuación, se muestran las luminarias y lámparas empleadas en la simulación, se tiene en cuenta que algunos tipos de luminarias no estaban en la base de datos del programa con el que se ha realizado este estudio, por lo que se han escogido aquellas con unas características similares.

24 Pieza	<p>ARCLUCE J6052BR DEMO 230 - Wide - recessed screen - for BREAD - 24W  N° de artículo: J6052BR  Flujo luminoso (Luminaria): 921 lm  Flujo luminoso (Lámparas): 921 lm  Potencia de las luminarias: 24.0 W  Clasificación luminarias según CIE: 100  Código CIE Flux: 89 100 100 100 100  Lámpara: 1 x J6046_BR_LED (Factor de corrección 1.000).</p>		
14 Pieza	<p>Disano Milano Small Q Sharp professional  Fosnova Milano Small Q LED Sharp 7W CLD  CELL-D DIMM blanco  N° de artículo: Milano Small Q Sharp professional  Flujo luminoso (Luminaria): 800 lm  Flujo luminoso (Lámparas): 800 lm  Potencia de las luminarias: 11.0 W  Clasificación luminarias según CIE: 100  Código CIE Flux: 94 99 100 100 100  Lámpara: 1 x led-sharp 3000/38g (Factor de corrección 1.000).</p>		
1 Pieza	<p>HOFFMEISTER 09057800721 Spotlight  Microtronic, 40°, QT12 50W 12V, black  N° de artículo: 09057800721  Flujo luminoso (Luminaria): 427 lm  Flujo luminoso (Lámparas): 910 lm  Potencia de las luminarias: 50.0 W  Clasificación luminarias según CIE: 100  Código CIE Flux: 95 100 100 100 47  Lámpara: 1 x QT12 50W 12V (Factor de corrección 1.000).</p>		
1 Pieza	<p>PETRIDIS 83194_ PREMIUM HALOGEN QR-  CBC 51 IRC GU5.3 1x35W WFL  N° de artículo: 83194_  Flujo luminoso (Luminaria): 677 lm  Flujo luminoso (Lámparas): 677 lm  Potencia de las luminarias: 35.0 W  Clasificación luminarias según CIE: 100  Código CIE Flux: 80 92 96 100 100  Lámpara: 1 x QR-CBC 51 IRC GU5.3 35W/36d  (Factor de corrección 1.000).</p>		

*Ilustración 14. Lista de luminarias empleadas en simulación.*



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 22 de 35

### Distribución de luminarias

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las luminarias en el local.



#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	24	ARLUCE J6052BR DEMO 230 - Wide - recessed screen - for BREAD - 24W
2	14	Disano Milano Small Q Sharp professional Fosnova Milano Small Q LED Sharp 7W CLD CELL-D DIMM blanco
3	1	HOFFMEISTER 09057800721 Spotlight Microtronic, 40°, QT12 50W 12V, black
4	1	PETRIDIS 83194_ PREMIUM HALOGEN QR-CBC 51 IRC GU5.3 1x35W WFL

Ilustración 15. Distribución de luminarias.

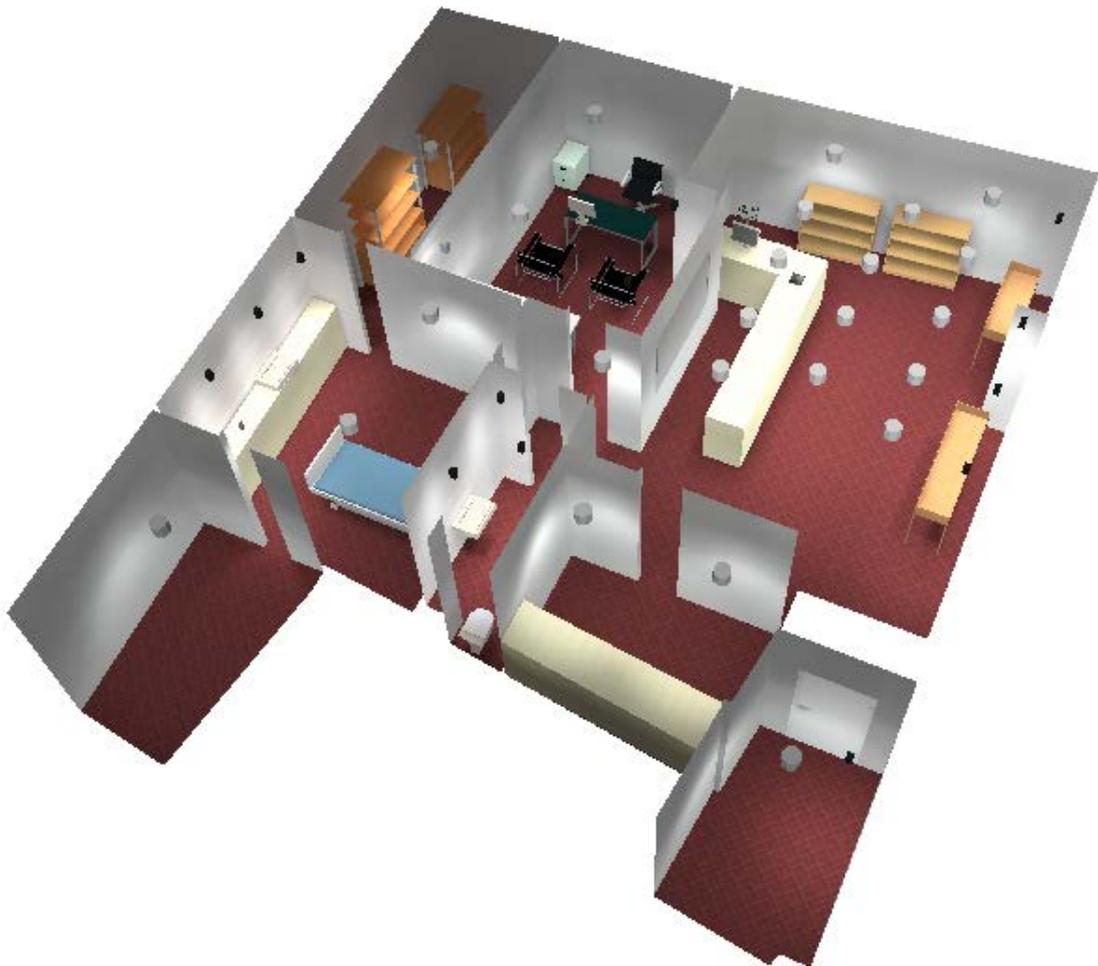


INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 23 de 35

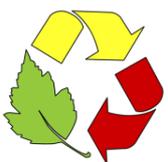
## Resultados de la simulación

### Render

Se muestra el render de la simulación realizada, en él se puede ver la reproducción del local con la simulación de la distribución de las luminarias de carácter permanente.



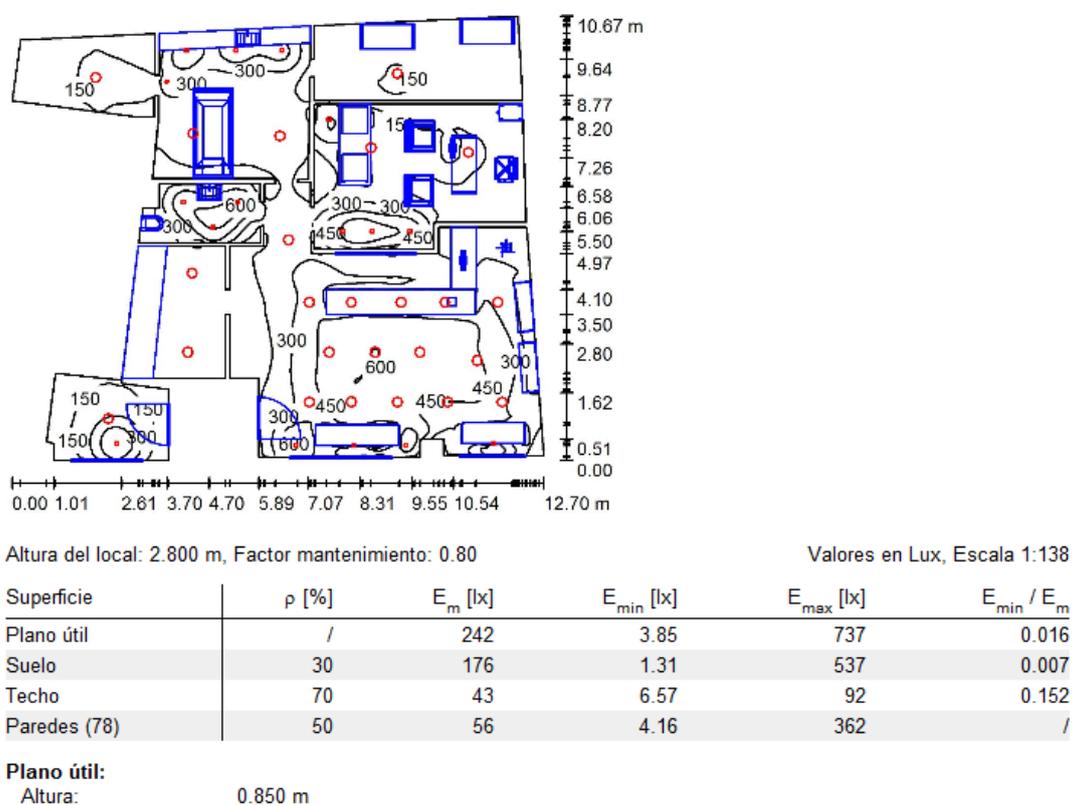
*Ilustración 16. Render de la situación lumínica del local*



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 24 de 35

### Gráfico de valores (Em)

En este apartado se muestra la distribución de la intensidad lumínica, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de *la Ilustración 13*. Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.



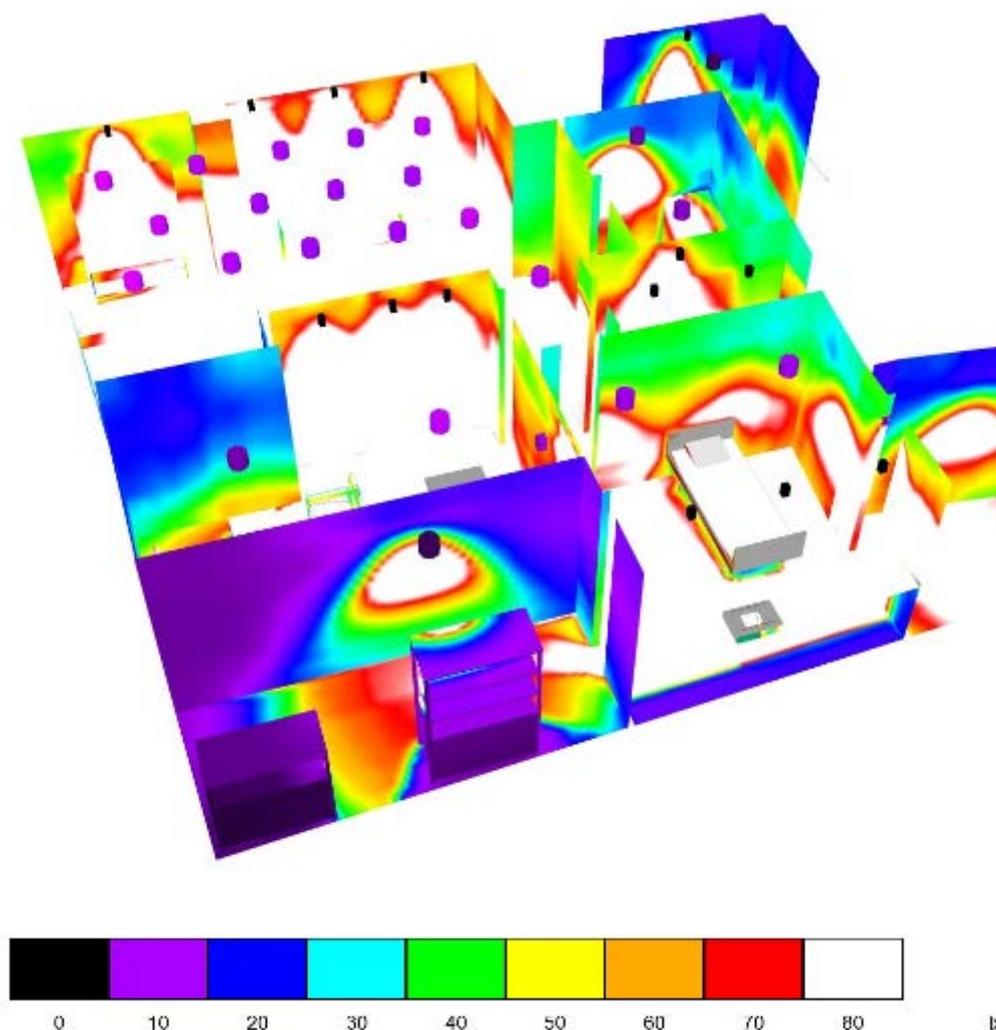
*Ilustración 17. Gráfico de valores de iluminancia mantenida*

En este caso, el local cumple con las recomendaciones de la norma UNE 12464.1 en la mayoría de los espacios.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 25 de 35

Existe cierta sobreiluminación en los aseos y la sala de recepción. Es razonable dadas las características de este establecimiento. Se intentarán corregir estos valores con el cambio de luminarias. Las zonas de circulación cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma. Aun así, es conveniente recordar que la norma UNE simplemente es una recomendación. No hay ninguna obligatoriedad de cumplimiento, aunque si es recomendable tener unos valores cercanos a los que propone la norma.



*Ilustración 18. Gráfico en colores en falso de la iluminancia del centro.*



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 26 de 35

### **Determinación del parámetro Ra**

El valor de estos parámetros depende directamente de las lámparas usadas en las luminarias. La normativa recomienda valores mayores de 80 en los distintos sectores de este local y de 40 para las áreas de circulación. En este local se utilizan luminarias de diversos tipos, en todos ellos se cumple con la normativa.

#### **❖ VEEI**

El valor de eficiencia energética de iluminación, o VEEI, es un valor que tiene como unidades el W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux y se define como:

$$VEEI = \frac{\text{Potencia instalada} * 100}{\text{Superficie} * E_m}$$

Según el HE 3 del CTE, este valor es mejor cuanto más se acerque a 0 y, en caso de pequeños comercios, no debe superar el valor de ocho.

En este caso, se ha obtenido un valor 2,56 W/m<sup>2</sup>/100lx, siendo válido ya que es menor de ocho.

#### **❖ SIMULACIÓN DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS**

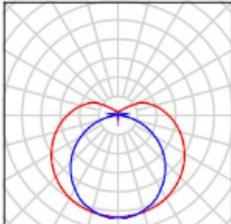
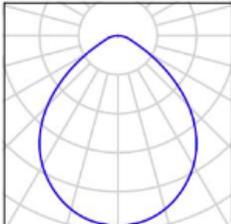
Mediante un estudio luminotécnico similar al anterior, se va a determinar la situación del local con las nuevas luminarias instaladas en el mismo. Se podría valorar otros aspectos, no solo la sustitución si no también la disminución de luminarias, otra distribución, el cambio de altura de luminarias según al plano útil. Pero solo se va a contemplar la sustitución de los puntos de luminarias por otros.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 27 de 35

### Lista de luminarias

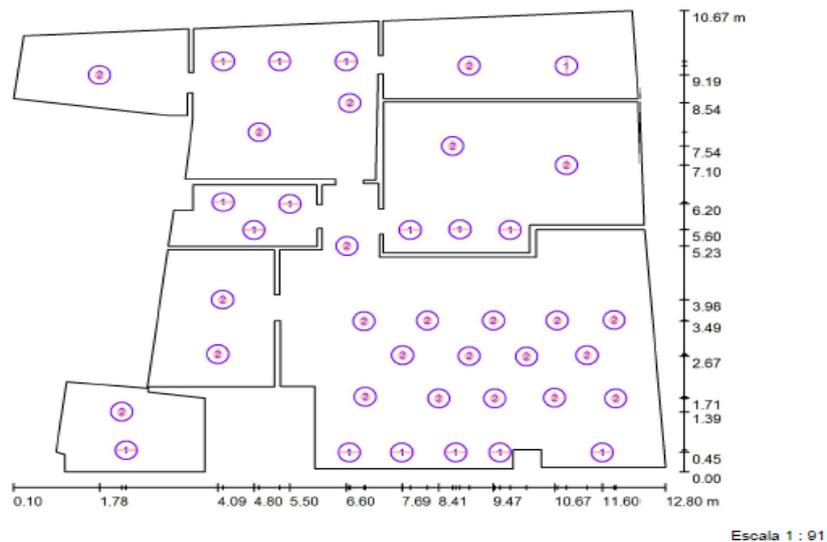
Se ha realizado el cambio de todas las luminarias del centro de estudios a tecnología led. Las luminarias nuevas instaladas se muestran a continuación.

<p>16 Pieza PHILIPS BN130C 1xLED3S/840 L359  Nº de artículo:  Flujo luminoso (Luminaria): 349 lm  Flujo luminoso (Lámparas): 349 lm  Potencia de las luminarias: 5.0 W  Clasificación luminarias según CIE: 83  Código CIE Flux: 36 65 85 83 100  Lámpara: 1 x LED3S/840/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>24 Pieza PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830  Nº de artículo:  Flujo luminoso (Luminaria): 1100 lm  Flujo luminoso (Lámparas): 1100 lm  Potencia de las luminarias: 11.0 W  Clasificación luminarias según CIE: 100  Código CIE Flux: 61 90 98 100 100  Lámpara: 1 x LED10S/830/- (Factor de corrección 1.000).</p>		

*Ilustración 19 Lista de luminarias propuestas empleadas en simulación.*

### Distribución de luminarias

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las luminarias existentes y las que se proponen cambiar en el local.



**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	16	PHILIPS BN130C 1xLED3S/840 L359
2	24	PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830

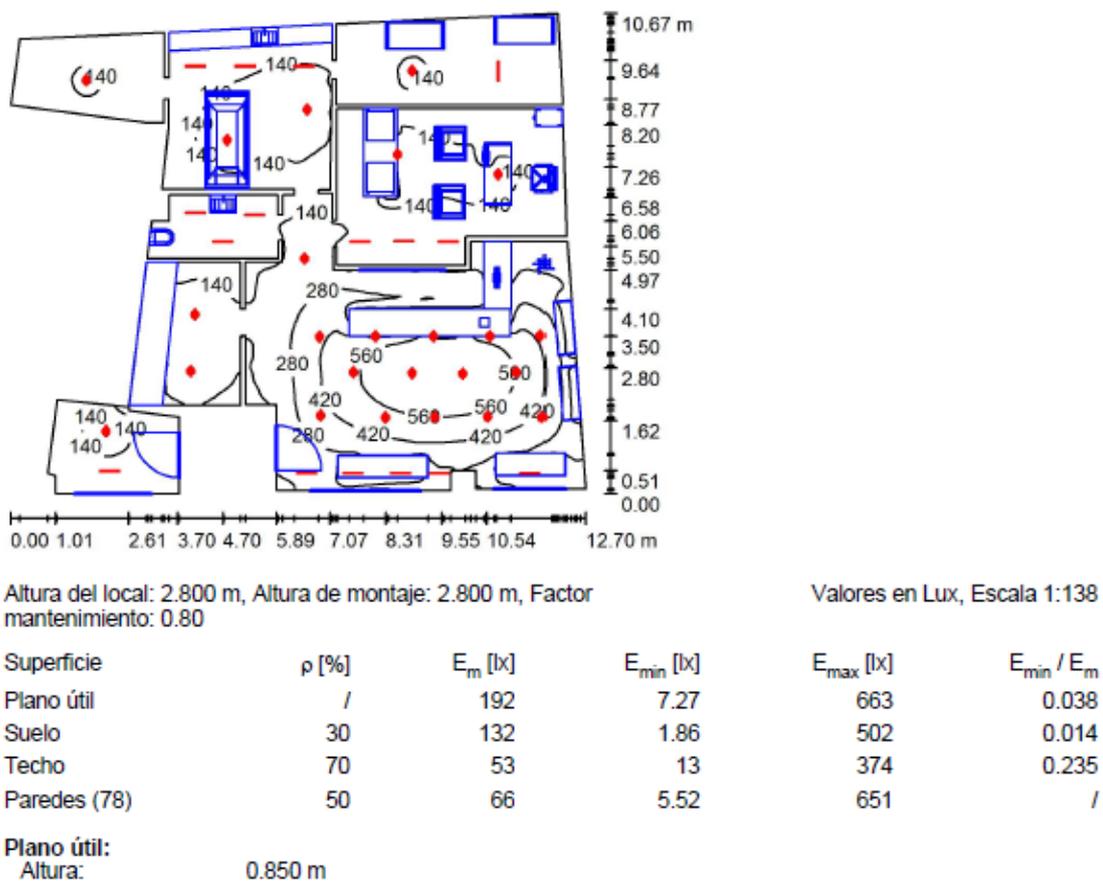
*Ilustración 20. Distribución de luminarias.*



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 28 de 35

### Resultados de la simulación

En este apartado se muestra la distribución de la intensidad lumínica en el centro con las luminarias propuestas, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de la *Ilustración 13*. Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.



*Ilustración 21. Gráfico de valores de iluminancia mantenida*

Se corrige la sobre-iluminación del baño y de la sala de recepción. Asimismo siguen cumpliéndose los valores de URG y Ra establecidos con la nueva distribución de luminarias y se obtiene un valor de eficiencia energética de 1,92 W/m<sup>2</sup>/100lx, disminuye un poco respecto a la distribución actual (2,56 W/m<sup>2</sup>/100lx), lo cual es favorable.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 29 de 35

## 5. PROPUESTAS DE MEJORA

A la hora de buscar propuestas de mejora se consideran todos los aspectos por igual. Se buscara minimizar las pérdidas de energía y eliminar los consumos innecesarios. A continuación, se listan las propuestas sugeridas con el fin de reducir el consumo energético en el local y aumentar así la eficiencia energética.

### ❖ ILUMINACIÓN

En tema de eficiencia energética de iluminación, la tecnología LED es el líder en su campo gracias a la fusión de cinco tecnologías: electricidad, electrónica, óptica, difusión del calor y nuevos materiales. Debido a las potenciales ventajas de los LED se incluyen varios estudios de cambio de las distintos tipos de lámparas actuales del local por una tecnología LED equivalente a su potencia lumínica.

#### Propuestas

Para realizar los cálculos se han utilizado estos datos generales:

- Días activos al año: 230 días.
- Coste aproximado de mano de obra: 3,15 €/lámpara
- Coste energía actual: 0,19 €/kWh
- Coste energía estimado a 2-3 años: 0,22 €/kWh

#### **1. Se propone cambiar 24 luminarias LED de 2x12 W de la sala de recepción, de la oficina de la peluquería de la sala de lavado por una tecnología LED de 11 W.**

- Horas diarias: 5 horas
- Coste LED 2x12 W: 6,99 €/unidad
- Coste LED 11 W: 12,95 €/unidad
- Vida útil estimada LED actual: 50.000 horas
- Vida útil estimada de LED propuesto: 50.000 horas



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 30 de 35

Propuesta 1	
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	386
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	54%
<b>Ahorro anual en €</b>	210
<b>Amortización en años</b>	1,84

*Ilustración 22 Resultados para la sustitución de LED 2x12 W.*

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 386 €. Se estima un ahorro anual de 210 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar a una recuperación del coste inicial en unos veinte meses.

Se estima que el ahorro energético de la energía consumida total anualmente en el local sería de un 54 % respecto al tipo de luminaria actual.

**2. Se propone cambiar 14 luminarias LED de 7 W por tecnología LED de 5 W, de la sala de recepción, de los baños, de la sala de diagnóstico.**

- Horas diarias: 2 horas
- Coste LED de 7 W: 5,99 €/unidad
- Coste LED de 5 W: 8,95 €/unidad
- Vida útil estimada LED actual: 50.000 horas
- Vida útil estimada LED propuesto: 50.000 horas

Propuesta 2	
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	169
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	64%
<b>Ahorro anual en €</b>	11
<b>Amortización en años</b>	14,95

*Ilustración 23. Resultados para la sustitución de LED 7 W.*

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 169 €. Se estima un ahorro anual de 11 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar a una recuperación del coste inicial en quince años. Se estima que el ahorro energético de la energía consumida total anualmente en el local sería de un 64 % respecto a este tipo de luminaria actual.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 31 de 35

En este caso, debido al poco uso de las salas donde se encuentra la luminaria analizada. Se obtendrá un alto periodo de recuperación convirtiendo lo que a priori era una medida de ahorro económico, en un gasto aunque se mantenga el ahorro energético.

### 3. Se propone cambiar 2 fluorescentes de 35 W de la pared de cristal del aula por una tecnología LED de 9,5 W.

- Horas diarias: 2 horas de media.
- Coste fluorescente de 35 W: 4,13 €/unidad
- Coste LED 9,5 W: 14,95 €/unidad
- Vida útil estimada fluorescente: 10.000 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

Propuesta 3	
Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)	36
% Ahorro anual de energía consumida	86%
Ahorro anual en €	9
Amortización en años	2,38

Ilustración 24. Resultados para la sustitución de fluorescente de 35 W

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 36 € Se estima un ahorro anual de 9 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial en torno a 2 años y cuatro meses.

Se estima que el ahorro energético de la energía consumida total anualmente en el local sería de un 86 % respecto a los fluorescentes. Aunque económicamente no se obtiene una gran rentabilidad todo sea por el cambio energético y cambio de mentalidad por una más verde.

### 4. Resumen de las propuestas de iluminación.

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Total
Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)	386	169	36	592
% Ahorro anual de energía consumida	54%	64%	86%	68%
Ahorro anual en €	210	11	9	230
Amortización en años	1,84	14,95	2,38	2,57

Ilustración 25. Resultados de la sustitución de Luminarias



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 32 de 35

Existe un criterio que reduce a propuestas viables todas aquellas con una amortización menor de 3 años, entre 3 y 4 años resulten dudosas, y mayor de 4 años no rentables. Como el total se amortiza es menos de tres años, se recomienda el cambio de todas las luminarias propuestas.

#### ❖ AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA

Como se vio en el apartado 2 “Información de consumo” un buen ajuste de la potencia contratada supone un ahorro. El ahorro no es muy grande, pero al no suponer ningún coste de inversión se considera, cuanto menos necesario estudiar la posibilidad de realizarlo. La potencia contratada en este establecimiento es de 9.2 kW, en teoría, sería insuficiente para este establecimiento siendo la suma de las potencias de todos los aparatos consumidores es 11.9 kW.

Según la encuesta realizada y el número de trabajadores es imposible que todas las máquinas estén en funcionamiento, no suele saltar el diferencial, por lo que se aconseja mantener la potencia contratada. Se recomienda analizar la potencia contratada en un futuro si el la demanda energética aumenta debida a uso de los equipos disponibles que actualmente están en desuso, ya que pueden ser penalizados por lo que incrementará la factura eléctrica.

#### ❖ EQUIPOS

Para eliminar los consumos en OFF (Stand-By) de todos los equipos presentes en el local se propone instalar enchufes programables y/o regletas de enchufes. Los equipos que están apagados realizan el consumo en OFF aunque no se encuentran totalmente desconectados de la red. Los enchufes temporales son más cómodos, pero las regletas de enchufes son una buena opción y algo más económica si nos aseguramos de que los trabajadores van a apagar las regletas correctamente cuando terminen su jornada laboral.

También se debe considerar la alternativa de combinar las dos opciones. Por ejemplo, instalar una regleta y conectarla a un enchufe programable. De ese modo se podría conectar varios aparatos que estén colocados en un mismo sitio y agruparlos bajo un mismo enchufe (incluyendo ordenadores, lectores de tarjetas, datafonos, etc).



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 33 de 35

Como puede observarse en el estudio energético el consumo en equipos es elevado. Esto es debido principalmente al uso de equipos necesarios para la actividad del local y la máquina de lavados de perros, además de estar continuamente en funcionamiento no son energéticamente eficientes.

## ❖ CLIMATIZACIÓN

Se aconseja que la temperatura dentro del local, en concreto en los sectores ocupados, no supere una diferencia de 10 grados con respecto al exterior para así ahorrar en consumo eléctrico.

En la siguiente tabla se va a mostrar ejemplos de distintas funciones laborales con sus parámetros del ambiente térmico para distintas aplicaciones según la UNE-EN ISO 7730:

Tipo de actividad	Calidad térmica	Temperatura Operativa		Velocidad media (max)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Oficina	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Auditorio	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Cafetería	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Aula	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Guardería	A	23,5±1	20±1	0,18	0,13
Comercio (clientes sentados)	B	23,5±2,5	20±3,5	0,15	0,13
Comercio (clientes de pie)	B	23±3	19±4	0,16	0,12
Grandes almacenes	B	23±3	19±4	0,16	0,12

*Ilustración 28. Condiciones de consigna según la UNE-EN ISO 7730*

Se propone cambiar las condiciones de consigna, recomendándose unas condiciones de 20 °C y 45 % de humedad relativa. De esta forma, se evita un gran consumo producido por el continuo funcionamiento de una de las bombas de calor. Se considera que mediante esta medida se reduciría el encendido de 6 h que está actualmente según la encuesta a 4 h. De este modo, se conseguirían las temperaturas que se han propuesto y no necesitaría estar continuamente en funcionamiento. Además del cambio de las condiciones de consigna, se propone cambiar la sustitución de las actuales bombas de caudal constante por bombas de caudal variable.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 34 de 35

El estudio económico de las propuestas genera el siguiente ahorro potencial:

	<b>Propuesta 4</b>
<b>Coste inversión (m.o. incluida) (€)</b>	112
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	13%
<b>Ahorro anual en €</b>	169
<b>Amortización en años</b>	0,66

*Ilustración 29. Resultados por cambio de las condiciones de consigna*

#### ❖ AGUA CALIENTE SANITARIA

Para disminuir el gasto en agua caliente, se aconseja la colocación de perlizadores en cada uno de los grifos (2 €unidad). Esto supone un ahorro estimado del 40 % al 60 % de la energía destinada a A.C.S. Se trata de unos dispositivos que mezclan aire y agua reduciendo su consumo, lo que conlleva el consiguiente ahorro económico y protección del medio ambiente. Aunque aparentemente el volumen de agua es el mismo, los perlizadores permiten reducir el caudal de agua sin disminuir la presión. De esta forma, se ahorra de 4 a 6 litros de cada 10 y la instalación es muy sencilla, se coloca el perlizador y se cierra la llave de paso entorno al 50-60 %. Además, el local cuenta con doble tiro en la cisterna. Lo cual es beneficioso para ahorrar agua.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Patitas con Diamantes
	Fecha	Enero 2016
	Página	Página 35 de 35

## 6. CONCLUSIONES

Por último, se muestra un resumen de los parámetros más importantes mostrados en el estudio:

- Este local tiene actualmente una potencia contratada de 9.2 kW. Consume unos 4083 kWh de energía anualmente, de los cuales un 49 % van dedicados a los equipos, un 21 % a iluminación y un 25 % a la climatización equipos. Además, la factura anual en electricidad asciende a los 1171 € anuales.

Respecto a las propuestas, se pueden predecir las siguientes:

- Se propone el cambio de LEDs 2x12W, por tecnología LED de Philips más eficiente que la actual. De esta forma, se consigue un ahorro energético, sobre estas luminarias, del 54 % con periodos de amortización de año y medio. Esta medida supondría un ahorro en la factura eléctrica de un 9 %. Otra opción, sería la sustitución en conjunto de esta luminaria y otros dos tipos de tipo LED y fluorescente, obteniendo un ahorro energético del 68% y económico de 230€ con periodo de recuperación de dos años y medio con una inversión de 592€
- En el apartado de climatización se recomendará programar una temperatura de consigna cercana a los 20 °C y con una humedad relativa del 45 %, debido al gran consumo de la bomba de calor cuando se programa a una temperatura fuera de estos rangos. También se recomienda el mantenimiento y limpieza de los filtros al menos una vez al año. Además de la sustitución de las bombas de caudal constante a bombas de caudal variable dependiendo de las condiciones del local. Supondría un ahorro de 169 € anuales un 13 % menos de lo demanda energética debida a climatización.
- Respecto al agua caliente sanitaria, se aconseja la instalación de perlizadores en los grifos, ya que con ellos se consiguen ahorros del 40 al 60 % en agua.

**FIN DEL INFORME**



INFORME INDIVIDUAL

Código

EAR

Fecha

Abril 2016

Universidad de Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**

**INFORME INDIVIDUAL ENCLAVE DE ARTE Y RESTAURACIÓN**

INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 2 de 36

## INFORME INDIVIDUAL LOCAL

### Localización de la auditoría:

C/ Fernando Díaz de Mendoza, 16

**Local dedicado a:** Espacio cultural con tienda de enmarcación, dos aulas independientes para restauración de muebles y enseñanzas artísticas, espacio privado para la restauración del patrimonio, guardarropa, taquillas y zona de descanso

**Equipo auditor:** Diego García Corcés.

### Alcance y finalidad de la auditoría:

Análisis de la situación actual en cuanto a consumo energético de tipo eléctrico en las instalaciones del local objeto de estudio.

La finalidad es cuantificar el consumo de todos los equipos y sistemas que utilizan energía eléctrica en las instalaciones. A través del análisis de la información recabada y del resultado de distintas mediciones y parámetros de consumo, se pretenden identificar los sistemas consumidores, con el objetivo de sugerir mejoras que puedan suponer un ahorro energético y disminuyendo así sus costes.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 3 de 36

**CONTENIDO DEL INFORME**

**0. PRESENTACIÓN.....4**

DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL .....5

HORARIO Y OCUPACIÓN .....7

**1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES.....8**

**2. INFORMACIÓN DE CONSUMO .....11**

TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA .....12

TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA .....13

TÉRMINO DE POTENCIA .....13

IMPORTE .....15

**3. ESTUDIO ENERGÉTICO .....16**

**4. ESTUDIO LUMÍNICO .....18**

NORMATIVA .....18

SIMULACIÓN .....19

    Lista de luminarias .....20

    Distribución de luminarias .....21

    Resultados de la simulación .....22

VEEI .....25

SIMULACIÓN CON LUMINARIAS PROPUESTAS.....25

    Lista de luminarias .....25

    Distribución de luminarias .....27

    Resultados de la simulación .....27

**5. PROPUESTAS DE MEJORA .....29**

ILUMINACIÓN .....29

AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA .....32

EQUIPOS.....32

CLIMATIZACIÓN .....34

AGUA CALIENTE SANITARIA.....35

**6. CONCLUSIONES .....36**



## 0. PRESENTACIÓN

El local se encuentra situado C/ Fernando Díaz de Mendoza, 16 (Zaragoza). Se trata de una calle estrecha y con edificios que bloqueen su fachada. La fachada del local tiene orientación Este, por lo que no cuenta con radiación solar directa durante parte del día.

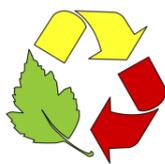
En las *Ilustraciones 1 y 2* pueden observarse más detenidamente la ubicación del establecimiento, así como su entorno más próximo.



*Ilustración 1. Ubicación del establecimiento.*



*Ilustración 2. Vista detallada de la fachada.*





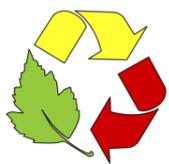
*Ilustración 3. Vista detallada de la entrada Enclave de Arte y Restauración.*

### ❖ DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL

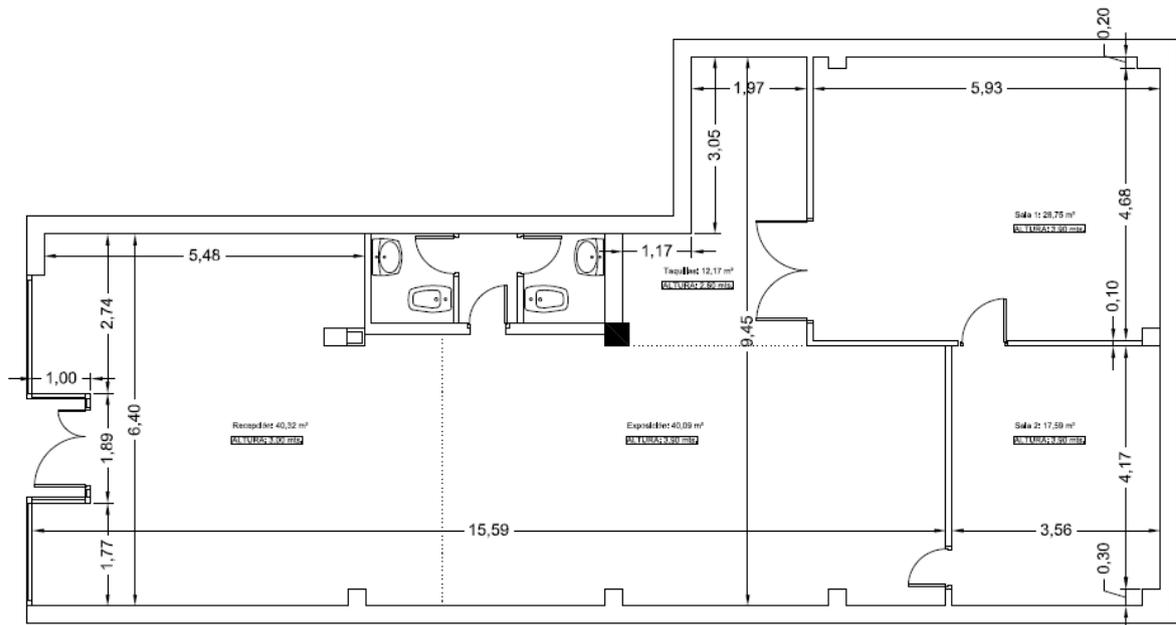
Se trata de un local de 147.3 m<sup>2</sup>, el cual reparte su superficie en varias zonas dependiendo de su uso. La primera estancia corresponde a la recepción, donde se sitúa una mesa de lectura con luces que enfocan directamente la zona de lectura, dentro de la recepción, el mostrador se ubica en otra estancia cuenta con 40.32 m<sup>2</sup>

Avanzando en el local, tiene la sala de exposición donde se imparten clases de arte y restauración con una superficie de 40.09 m<sup>2</sup> que no está separada por una pared de la zona de recepción. Con un juego de luces el dueño busca diferenciar esta sala en dos estancias, por lo que se tendrá que tenerlo en cuenta posteriormente.

El local, además, contiene dos salas más, una de ellas con 28,75 m<sup>2</sup> y otra con 17,59 m<sup>2</sup>. Donde se realizan las actividades de restauración de muebles y cuadros, igualmente, se observa la mayoría de los equipos existentes en el local, que al realizarse actividades mas específicas, el dueño tiene que controlar la temperatura y humedad con aparatos electrónicos que se tendrá en cuenta.

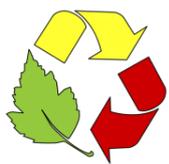


Las estancias en las que se divide se pueden apreciar en la *Ilustración 4*.



*Ilustración 4. Esquema de la distribución en planta con AutoCad, elaboración propia.*

El área con mayor uso es la sala de exposiciones donde se realizan el mayor número de actividades, clases de pintura y restauración. Tienen focos especiales para jugar con las luces. Un pequeño pasillo situado entre las salas dedicadas a la restauración y la sala de exposición. Por último, la existencia de dos baños con sus respectivos sanitarios uno para hombre y otro para mujeres.



## ❖ HORARIO Y OCUPACIÓN

Este establecimiento cuenta con dos empleados. Permaneciendo ocupados una media de 8 horas al día. Se encuentra abierto todos los días del año, menos un par de semanas en vacaciones, en las que cierra totalmente el establecimiento.

El horario de apertura del establecimiento se muestra en la siguiente tabla.

	Horario de mañanas	Horario de tardes-noches
<b>Lunes a Jueves laborables</b>	09:30 h a 13:30 h	17:30 h a 21:30 h
<b>Sábados</b>	09:30 h a 14:30 h	CERRADO
<b>Domingos y festivos</b>	CERRADO	CERRADO

*Ilustración 5. Jornada laboral.*

Se recauda información acerca de las costumbres que pueden darse lugar en el local que provoquen una demanda energética. Como en este caso, el encendido de las luminarias que dan a la calle hasta las 00:00 h. La necesidad de tener un tipo de luz para el desarrollo de sus actividades, alargar su horario de estancia en el local dependiendo de la carga de trabajo, aunque el local este cerrado de cara al público.

El estado del ambiente puede ser influyente a la hora de auditar hay factores a tener cuenta como:

- Conocer las sensaciones de los trabajadores
- Temperatura: Sensación de Calor/Frío.
- Humedad: Sequedad de ojos.
- Iluminación: Cansancio de ojos.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 8 de 36

## 1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES

A continuación se muestra una clasificación de los distintos tipos de equipos presentes en el local para facilitar así su identificación:

- Illuminación: En este grupo se engloban todos los equipos de los distintos sectores que tienen como función principal la de proveer los valores lumínicos necesarios para poder desarrollar la actividad laboral en condiciones aceptables de confort y seguridad. Habrá que verificar:
  - Tipo y número de elementos existentes.
  - Comparativa del planos con la realidad.
  - Grado de conservación.
- Equipos: Aquí se incluyen todos los equipos informáticos así como el resto de dispositivos electrónicos de carácter general que son utilizados por los empleados para la gestión del negocio u otras actividades.
- Climatización: Se han inventariado los equipos destinados a aclimatar el local durante las distintas épocas del año. En la inspección In-Situ se debe de tener estos aspectos en cuenta:
  - Protocolo de Encendido/Apagado
  - Analizar el estado de las calderas
  - Analizar el estado de los difusores y de los ventiladores.
- Otros: Aquí se engloban los equipos que no entran en ninguna de las clasificaciones anteriores y que no se haya cuantificado, el consumo restante del indicado en las facturas que no sea cubierto mediante el cálculo teórico del resto de equipos, será atribuido a estos en el apartado correspondiente donde se analicen los consumos anuales.



A continuación se muestran las tablas del inventario lumínico, ofimático y equipos más específicos de la restauración que se encuentra en el establecimiento:

ILUMINACIÓN							
Luminaria	Tipo de lámpara	Potencia lámpara (W)	Potencia Balasto (W)	Número de grupos	Número de lámparas	Número total	Potencia total (W)
LED 20W	LED	20		1	11	11	220
LED 16,5W	LED	16,5		1	6	6	99
LED 6,3W	LED	6,3		1	3	3	18,9
LED 2,3W	LED	2,3		1	6	6	13,8
Halógeno 300W	Foco	300		1	1	1	300
Halógeno 60W	Flexo	60		1	22	22	1320
Halógeno 60W	Halógeno	60		1	3	3	180
<b>TOTAL</b>							<b>2.152</b>

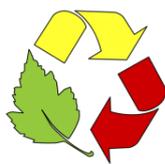
Ilustración 6. Tablas inventario de equipos de iluminación.

CLIMATIZACIÓN			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Bombas de Calor	1	3.650	3.650
Split (aire acondicionado)	1	2.500	2.500
Caldera (Acs)	1	1.600	1.600
<b>Total</b>			<b>7.750</b>

Ilustración 7. Tablas inventario de equipos de climatización.

Antes de realizarse una reforma en el local existía una bomba de calor al inicio de Enclave de Arte y Restauración, la cual se mantien, fue imposible visualizar la placa de características por lo que se estimó el consumo basándose en la marca y en un modelo parecido. La bomba de calor tiene un uso semanal de 4 horas en verano 6 horas en invierno, dando a entender según los usuarios que se trata de un recinto fresco y con pocas horas de luz. La split tiene un uso dependiente de la actividad del local, se enchufa para controlar la temperatura ambiente para trabajos de restauración, por lo que será un factor complicado de analizar ya que dependerá de la carga de trabajo del negocio.

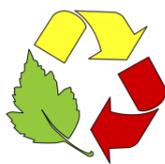
También hay que nombrar que hay una caldera de agua caliente con un uso diario, que tiene un acumulador de agua caliente de 16 litros por kW consumido por la caldera.



En el siguiente cuadro se muestran el resto de equipos, que se ha anotado en la inspección del local, teniendo una repercusión en la factura eléctrica, por lo tanto a tener en cuenta en un proyecto de eficiencia energética:

<b>EQUIPOS</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
<b>Impresora</b>	1	600	600
<b>Portátil</b>	1	300	300
<b>Flexo</b>	1	32	32
<b>Router</b>	1	24	24
<b>Compresor</b>	1	1.800	1.800
<b>Frigorífico</b>	1	448	448
<b>Cafetera</b>	1	1.000	1.000
<b>Telefono</b>	1	10	10
<b>Equipo de música 5.1</b>	1	330	330
<b>Aspiradora</b>	1	100	100
<b>Aspiradora Industrial</b>	1	1.250	1.250
<b>Placas de cocina eléctricas</b>	1	1.000	1.000
<b>Proyector BenQ</b>	1	240	240
<b>Extractor</b>	2	250	500
<b>TOTAL</b>			<b>7.634</b>

*Ilustración 8. Tablas inventario de equipos.*



## 2. INFORMACIÓN DE CONSUMO

La fuente energética de “Enclave de Arte y Restauración” proviene de la compañía eléctrica, Endesa S.A. A continuación, se muestran las características más representativas del contrato de suministro eléctrico existente para la realización del estudio.

CONTRATO ELÉCTRICO	
Empresa suministradora	Endesa
Tarifa de acceso	2.0 A
Modo de facturación	Único periodo (sin discriminación horaria)
Potencia contratada	9,2 kW
Penalización por reactiva	No

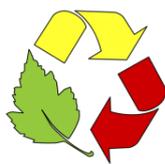
*Ilustración 9. Características del contrato eléctrico actual.*

Respecto a la facturación del establecimiento, se dispone de las facturas desde octubre de 2014 hasta septiembre de 2015 que permitirá un análisis apropiado, porque se analizará cómo afectan sobre las facturas los distintos factores externos. Las facturas se proporcionaron de forma bimensual, se desglosan en facturas mensuales para un mejor análisis. Además, en el análisis de las facturas no se observó ninguna penalización por energía reactiva y siendo los demás conceptos fijos (potencia contratada y alquiler).

En las siguientes tablas se presentan los datos recogidos del consumo de energía eléctrica (kWh) y su coste (€) a partir de las facturas eléctricas.

RESUMEN FACTURACIÓN ELÉCTRICA				
	Coste total (€)	Consumo eléctrico (kWh)	Coste diario (€/día)	Consumo diario (kWh/día)
nov-14	132	584	4,24	18,85
dic-14	146	655	5,22	23,40
ene-15	219	999	7,07	32,22
feb-15	191	962	6,36	32,07
mar-15	160	700	5,17	22,59
abr-15	142	609	4,74	20,30
may-15	106	404	3,42	13,02
jun-15	111	434	3,57	14,01
jul-15	131	521	4,36	17,35
ago-15	128	510	4,11	16,46
sep-15	119	437	3,96	14,56
oct-15	123	451	3,96	14,56
<b>TOTAL</b>	<b>1.707</b>	<b>7.266</b>		
<b>PROMEDIO</b>			<b>4,68</b>	<b>19,95</b>

*Ilustración 10. Datos de consumo y coste recogidos de facturas.*



❖ **TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA**

Se representa el consumo de electricidad de forma diaria:

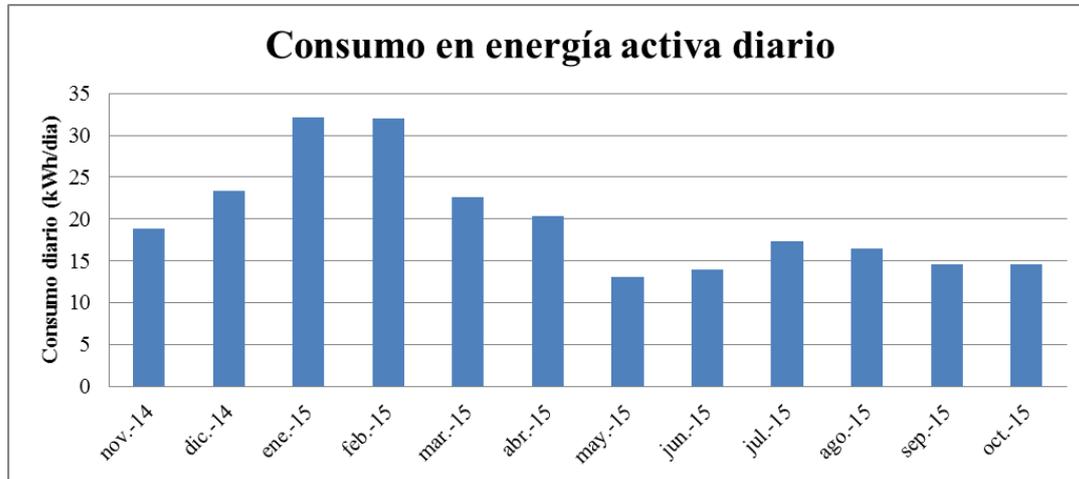
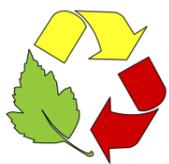


Ilustración 11. Consumo eléctrico (kWh) diario.

Se observa que la demanda energética de este establecimiento depende de su ocupación; si se imparten clases de arte y de la carga de trabajo de las dos salas, donde se restaura muebles y obras de arte. El responsable del establecimiento, en la encuesta realizada, destacó que la actividad del local: es mucho mayor durante el periodo escolar, siendo escasa la afluencia de alumnos durante los meses de verano. Durante este periodo la actividad principal son tareas de restauración. Así que, no depende tanto de los factores de climatización. Aunque hay que destacar que se trata de un local que tiene pocas horas de luz debido a su orientación y pocas zonas acristaladas. La demanda eléctrica de la luminaria se prevé que sea alta y la demanda de calefacción se prevé considerable, debido a la distribución del local. Como se observa en la gráfica, los meses de invierno, la demanda energética es alta respecto a la demanda que hay en verano.

❖ **TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA**

El establecimiento no consume energía reactiva puesto que tiene instalada una batería de condensadores de 15 kVAr.



## ❖ TÉRMINO DE POTENCIA

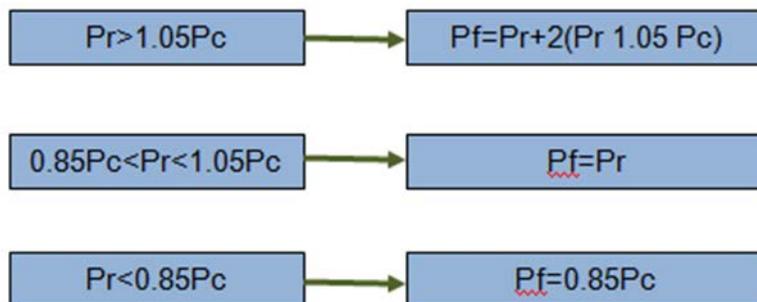
La estructura de la tarifa de acceso a redes se divide en un término de potencia fija y en un término de energía variable en función del periodo de tarifación:

La facturación correspondiente al término de potencia será el resultado de multiplicar la potencia a facturar por la tarifa correspondiente a través de una empresa comercializadora. Existen tres situaciones posibles:

- Si la potencia que se consume realmente ( $P_r$ ) se encuentra entre 1.05 y 0.85 veces la potencia contratada ( $P_c$ ), se factura ( $P_f$ ) la potencia que se ha consumido realmente.
- Si la potencia consumida realmente ( $P_r$ ) es mayor que 1.05 veces la potencia contratada ( $P_c$ ), la potencia facturada ( $P_f$ ) se calcula de la siguiente manera:

$$P_f = P_r + 2(P_r - 1.05P_c)$$

- Si la potencia es menor que el 85 % de la potencia contratada, se factura el 85 % de la potencia contratada.



Siendo  $P_c$  la potencia contratada y  $P_r$  la potencia registrada (datos de máxímetros).



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 14 de 36

### **Enclave de arte y restauración**

La potencia contratada en este establecimiento es de 9.2 kW, por lo que el rango a al que está sometida sin incurrir a penalización ni bonificación son los siguientes:

- $0,85 \cdot 9.2 = 7.82$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por debajo de este valor se bonificará.
- $1,05 \cdot 9.2 = 9.66$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por encima de este valor se penalizará.

La única forma de saber si la potencia contratada está bien ajustada es sumando el consumo de todos los equipos si estuvieran conectados a la vez, lo que supone:

$$2.152 \text{ W (iluminación)} + 7.634 \text{ W (equipos)} + 7.750 \text{ W (climatización)} = 17.518 \text{ W}$$

Siendo la potencia máxima teórica de 17,518 kW y la potencia contratada es menor. Hay que remarcar que es imposible que todos los equipos estén enchufados a la vez por incompatibilidad de número de trabajadores con máquinas que podrían estar en uso, para ello se hace una estimación real:

$$1.107 \text{ W (iluminación)} + 4.249 \text{ W (equipos)} + 4.885 \text{ W (climatización)} = 10,241 \text{ kW}$$

La suma de las potencias es de 10,241 kW y la potencia contratada es mayor, en apartados posteriores se estudiará si conviene disminuir la potencia contratada para no incurrir en gastos innecesarios.



❖ **IMPORTE**

Se representa el coste eléctrico diario que ocurre en el establecimiento:

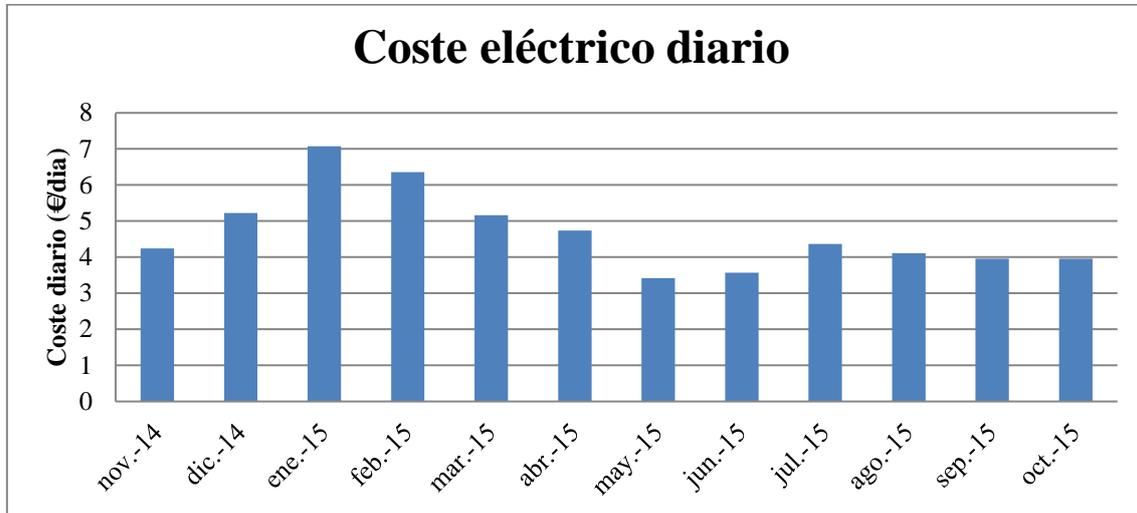
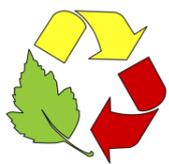


Ilustración 12. Importe económico diario.

Como es lógico, la tendencia del importe económico es proporcional al consumo energético de cada periodo, esto se debe a que el importe es el relativo a la energía activa consumida. Correspondiendo a enero y febrero el coste diario más significativo, con un máximo de 7€/día y siendo el mes de mayo el de menor coste diario con 3,5€/día. Nombrar que en el mes de octubre hubo un suplemento en la factura de 30,89€ en concepto de: depósito de garantía de distribuidora, aumentado así un euro el coste diario en ese mes.

Ya que el precio de la energía eléctrica va en aumento, se espera que cada año el importe de las facturas se incremente aunque se realice un consumo similar al de periodos anteriores, siendo importante reducir el coste diario.

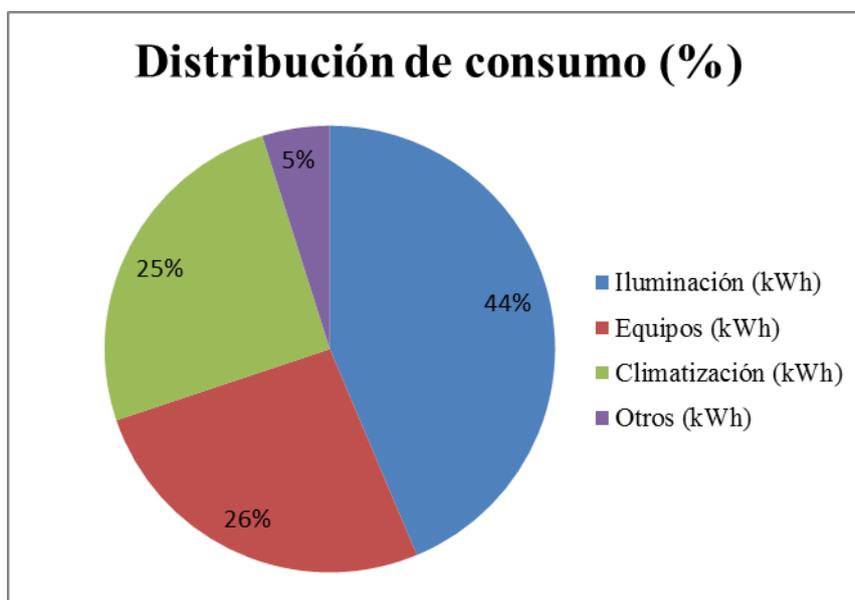


### 3. ESTUDIO ENERGÉTICO

En las *ilustraciones 13 y 14* muestran los datos estimados sobre la distribución del consumo de energía eléctrica perteneciente a un periodo anual, valores tomados de octubre de 2014 a septiembre de 2015 para el establecimiento.

CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR TIPO DE EQUIPOS				
Iluminación (kWh)	Equipos (kWh)	Climatización (kWh)	Otros (kWh)	TOTAL (kWh)
3.185	1.901	1.817	363	7.267

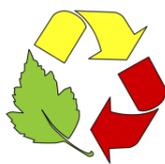
*Ilustración 13. Balance energético del consumo para el establecimiento.*



*Ilustración 14. Gráfico de distribución del consumo para el establecimiento.*

En el gráfico de la distribución del consumo, se observa como la iluminación, con un 44 %, es el mayor consumidor. Es bastante lógico cuando se imparten clases de arte y restauración, en las que los usuarios del local observan una obra iluminada por un foco para su réplica en un lienzo, actualmente de halógeno. Por lo que la iluminación de esta zona tiene un ahorro energético y un económico potencial que valorar.

El segundo consumidor son los equipos con un 26 % de la demanda del local el cual es superior a la ratio con el que se compara el local, por lo tanto, siendo una fuente de ahorro potencial en kWh y habrá que considerar el ahorro potencial en € por la sustitución de algún equipo.



El tercer consumidor de energía eléctrica se debe a la climatización del local, que asciende hasta un 25 % de la demanda eléctrica, siendo esta mayor en invierno con una demanda de calefacción de 1192 kWh y en verano de 625 kWh.

Estando este dentro de la normalidad si se compara con una ratio de FENERCORM (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid) de la distribución del consumo en iluminación, calefacción y aire acondicionado, equipos y otros sistemas en centros educativos, se puede comparar la principal función del establecimiento:

Centros Educativos	%
Climatización	35
Iluminación	50
Equipos	10
Otros	5
Total establecimiento	100

*Ilustración 15. Ratio de distribución de la demanda eléctrica*

Se ha incluido un apartado “otros” de un 5 % para agrupar elementos auxiliares. Se trata de equipos no habituales, energía adicional usada en los arranques de encendidos y otros posibles consumos energéticos extra, estos equipos presentan un consumo pequeño si se consideran individualmente, pero en conjunto se trata de un consumo estimado del 5% del consumo total.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 18 de 36

## 4. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

Como se ha comentado en los apartados anteriores, en este comercio es necesario el uso de luminarias para suplir las carencias de la iluminación natural. Mediante el estudio luminotécnico se va a determinar la situación actual del local en lo que respecta a iluminación. En concreto se ha empleado el software Dialux v4.12.

### ❖ **NORMATIVA**

La iluminación debe contribuir al bienestar, eliminando las causas de posibles molestias y proporcionando un ambiente visual agradable y seguro aún en condiciones de escasa o nula iluminación natural.

Para asegurar estas premisas, se desarrolló la norma UNE EN-12464-1:2012. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. La citada norma especifica criterios de diseño de iluminación, en términos de cantidad y calidad, para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores.

Los centros docentes o exposición tienen unos requisitos específicos de iluminación, entre otras cosas por el tipo de actividades que en ellos se realizan. Una deficiente iluminación de las instalaciones de un centro docente o de exposiciones, y en especial de las aulas y espacios destinados a impartir clases, aprendizaje y estudio, puede ocasionar fatiga visual y lesiones en la vista.

- Alumbrado General en aulas de plástica y técnicas: de 150 a 800 lux
- Laboratorios: de 250 a 1000 lux.
- Pizarras: de 300 a 700 lux.
- Salas de conferencias: entre 200 y 1000 lux.
- Zonas de paso: entre 150 y 700 lux.
- Vestuarios, lavabos: entre 50 y 300 lux.
- Bibliotecas y salas de lectura: entre 300 y 750 lux



Teniendo en cuenta las tareas que se realizan en este tipo de local, se han extraído de la normativa los siguientes valores que se muestran en la *Ilustración 16*.

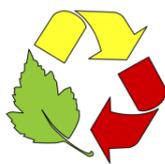
Lugar o Actividad	$E_{\min}(\text{lx})$	$E_m(\text{lx})$	UGR	$R_a$
Aulas	250	300	19	80
Pizarras	450	500	19	80
Aulas Informática	250	300	19	80
Vestíbulo	150	200	22	80
Áreas de circulación	50	100	25	40
Escaleras	100	150	25	80
Salas de Profesores	250	300	19	80
Almacenes	50	100	25	80

*Ilustración 16. Parámetros lumínicos recomendados según norma UNE EN-12464-1.*

**Em: Iluminancia mantenida.** Parámetro que cuantifica la cantidad de luz en una superficie. A mayor valor, mayor es la iluminación existente.

**UGR: Índice de deslumbramiento unificado.** Parámetro de calidad que determina el grado de deslumbramiento de la iluminación. A mayor valor de UGR, mayor es el grado de deslumbramiento, lo cual es negativo.

**Ra: Índice de reproducción cromática.** Este parámetro de calidad determina la capacidad de reproducción de colores de las lámparas en comparación con una fuente de luz natural ideal. A mayor valor, mejor es la reproducción de colores.

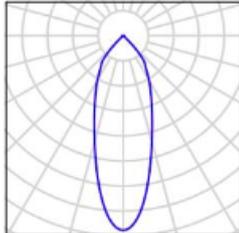
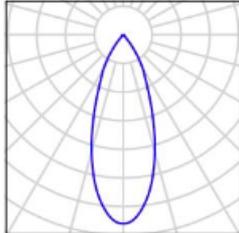
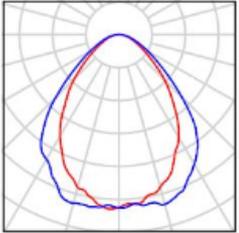


## ❖ SIMULACIÓN

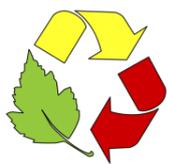
El local consta de una sala principal y de dos salas de restauración, se realiza el estudio luminotécnico de todo el establecimiento, siguiendo el siguiente orden:

### Lista de luminarias

Se debe tener en cuenta que algunos tipos de luminarias no estaban en la base de datos del DiaLux, programa con el que se ha realizado este estudio, por lo que se han escogido aquellas con unas características similares.

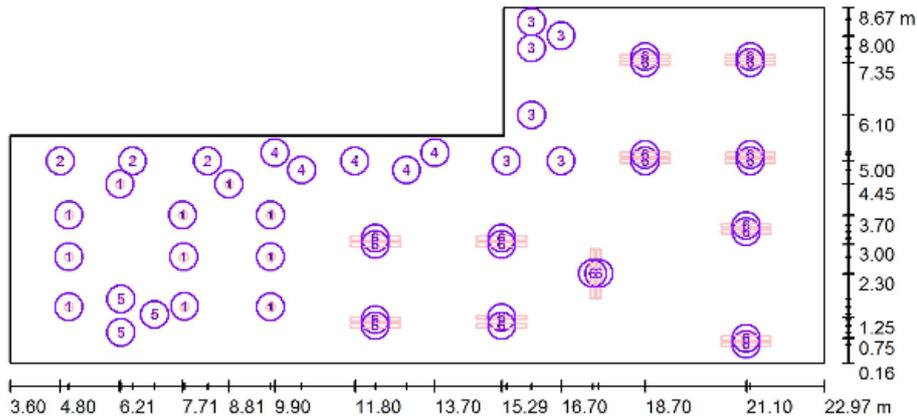
<p>5 Pieza</p> <p>PSM 1766.1300.IP20 KOZA                      N° de artículo: 1766.1300.IP20                      Flujo luminoso (Luminaria): 1176 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 1300 lm                      Potencia de las luminarias: 17.6 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 92 99 100 100 90                      Lámpara: 1 x XIM9530_1300LM_17.6W (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>3 Pieza</p> <p>PSM 1828 NAOMI                      N° de artículo: 1828                      Flujo luminoso (Luminaria): 580 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 720 lm                      Potencia de las luminarias: 8.3 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 97 99 100 100 81                      Lámpara: 1 x XSM8030_720LM_8.3W (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>22 Pieza</p> <p>VARTON V1-R0-70034-80000-2005440 + V2-R0-CI00-00.2.0013.20 LED luminaires G-LINE                      N° de artículo: V1-R0-70034-80000-2005440 + V2-R0-CI00-00.2.0013.20                      Flujo luminoso (Luminaria): 4469 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 4470 lm                      Potencia de las luminarias: 58.1 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 64 89 98 100 100                      Lámpara: 1 x V1-R0-70034-80000-2005440 + V2-R0-CI00-00.2.0013.20 (Factor de corrección 1.000).</p>		

*Ilustración 17. Lista de luminarias empleadas en simulación.*



**Distribución de luminarias**

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las luminarias en el local.

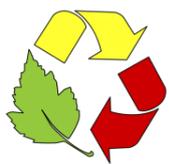


Escala 1 : 139

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	11	GEWISS GWS2206 ASTRID ROUND - 20W LED 4000K
2	3	HOFFMEISTER 03612700910 DL 110 Insider, Medium QT12 RE 60W, white
3	6	PSM 1761.IP20 KOZA
4	5	PSM 1766.1300.IP20 KOZA
5	3	PSM 1828 NAOMI
6	22	VARTON V1-R0-70034-80000-2005440 + V2-R0-CI00-00.2.0013.20 LED luminaires G-LINE

*Ilustración 18. Distribución de luminarias.*

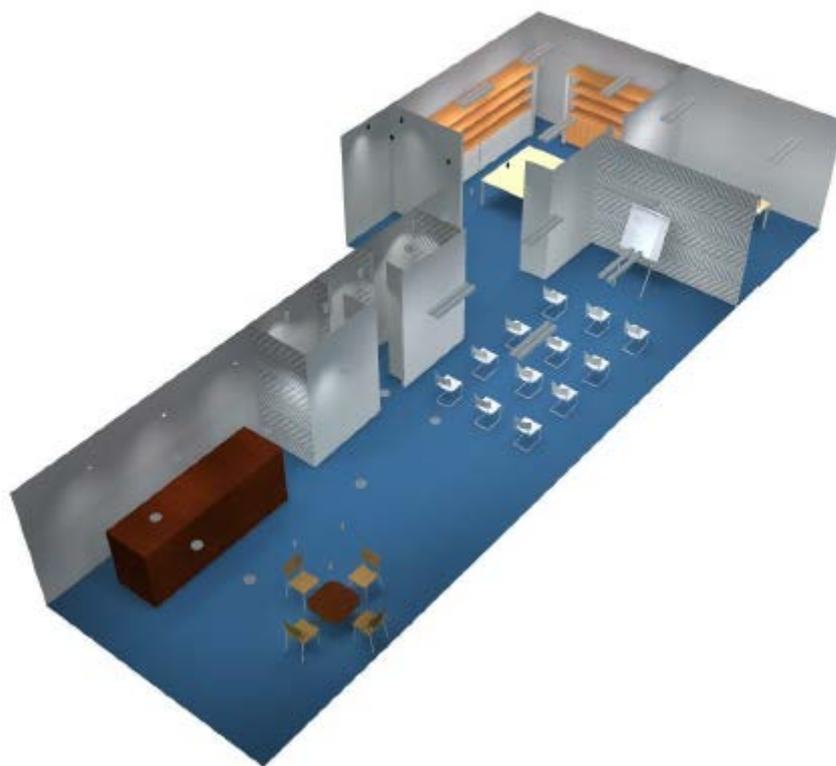


## **Resultados de la simulación**

### **RENDER**

Se muestra el render de la simulación realizada donde se puede ver la reproducción del local con la distribución de las luminarias de carácter permanente. Con el fin de comparar este render con el generado con la propuesta de sustitución de luminarias posteriormente.

#### **Local 1 / Rendering (procesado) en 3D**



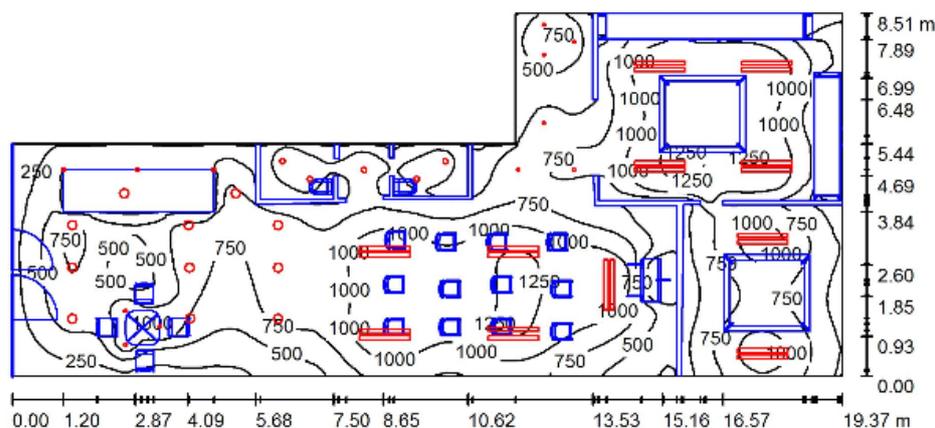
*Ilustración 19. Render de la situación lumínica actual del local.*



### GRÁFICO DE VALORES (Em)

En este apartado se muestra la distribución de la intensidad lumínica en la zona comercial, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de la *Ilustración 16*.

Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:139

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	758	85	1314	0.112
Suelo	31	533	17	1032	0.032
Techo	73	172	65	300	0.376
Paredes (9)	57	224	22	1408	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m

*Ilustración 20. Gráfico de valores de iluminancia mantenida.*

En este caso, el local cumple con las recomendaciones de la norma UNE 12464.1 en todos espacios excepto en la zona central de la sala de exposiciones y en las salas de restauración, siendo razonable al tratarse de un establecimiento de este tipo. También existe una sobre-iluminación en los baños. Las zonas de circulación cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma.

Aun así recordar que la norma UNE simplemente es una recomendación, no hay ninguna obligatoriedad de cumplimiento, aunque si es recomendable tener unos valores cercanos a los que propone la norma.



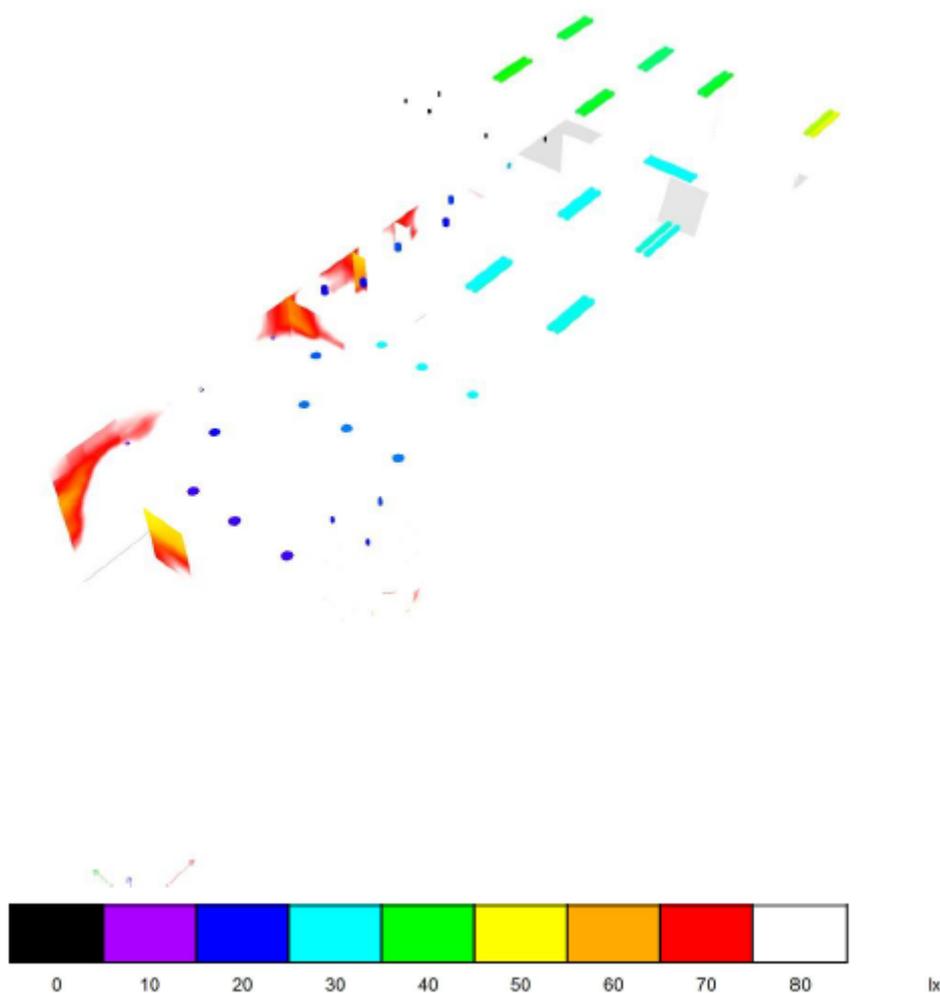


Ilustración 21. Gráfico en colores en falso de la iluminancia de la planta calle.

### **Determinación del parámetro URG**

El valor de estos parámetros depende de las lámparas usadas en las luminarias. En ningún caso se superan los valores establecidos por la normativa en ningún sector. Por lo tanto no existen zonas donde la iluminación provoque molestias, a no ser que se mire directamente a las luminarias.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 25 de 36

### **Determinación del parámetro Ra**

El valor de estos parámetros depende directamente de las lámparas usadas en las luminarias. La normativa recomienda valores mayores de 80 en los distintos sectores de este local y de 40 para las áreas de circulación. En este local se utilizan luminarias de diversos tipos, en todos ellos se cumple con la normativa.

#### **❖ VEEI**

El valor de eficiencia energética de iluminación, o VEEI, es un valor que tiene como unidades el W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux y se define como :

$$VEEI = \frac{\text{Potencia instalada} * 100}{\text{Superficie} * E_m}$$

Según el HE 3 del CTE, este valor es mejor cuanto más se acerque a 0. No debe superar el valor de “6” para bibliotecas, museos y galerías de arte.

En este caso se ha obtenido un valor 8.2, no es apto ya que es mayor que 6, como se recomienda. Una de las opciones para reducir su valor es aumentar la iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo. Para ello habría que actuar sobre la altura de las luminarias, de manera que reduciendo su altura aumentará la iluminancia media (Em) horizontal y reduciendo el valor de VEEI.

#### **❖ SIMULACIÓN DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS**

Mediante un estudio luminotécnico similar al anterior, se va a determinar la situación del local con las nuevas luminarias propuestas en este informe (véase apartado 5. Propuestas de mejora-iluminación).

#### **Lista de luminarias**

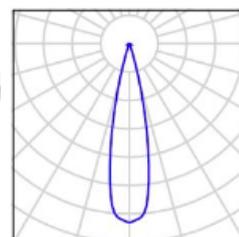
Se proponen tres tipos de luminarias nuevas que se muestran a continuación. Se tratan de luminarias tipo LED. La primera, sustituye a los 22 halógenos de 60 W que se reparten por la sala de exposición y en las salas de restauración por *Pentura Mini LED de Philips* una regleta fina que ofrece las ventajas de ahorro energético de la tecnología LED junto con un gran rendimiento de iluminación: luz uniforme con gran reproducción



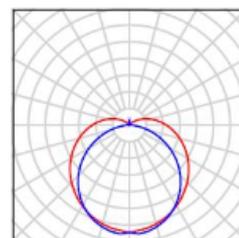
cromática (Ra), importante para este tipo de establecimiento. Segunda luminaria a sustituir son los puntos de LED de la recepción de 20 W y de los baños, porque existe sobre-iluminación. La luminaria elegida son *LEDs CoreLine Recessed Spot de Philips*. De potencia menor a los existentes y se disminuye la iluminancia media (Em) de la zona.

También se propone sustituir el foco de 300 W para la iluminación de la obra/escultura durante las clases de arte por una tecnología más eficiente, por ello se propone sustituirlo por *PHILIPS ALUline 111 75 W*.

1 Pieza PHILIPS ALUline 111 75W 24D  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 840 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 840 lm  
 Potencia de las luminarias: 75.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 90 94 100 100 100  
 Lámpara: 1 x HAL-R111-24-75W (Factor de corrección 1.000).



22 Pieza PHILIPS BN130C 1xLED10S/830 L1185  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1000 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1000 lm  
 Potencia de las luminarias: 14.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 89  
 Código CIE Flux: 39 68 88 89 100  
 Lámpara: 1 x LED10S/830/- (Factor de corrección 1.000).



19 Pieza PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 650 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 650 lm  
 Potencia de las luminarias: 11.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 91 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED6-32-/827 (Factor de corrección 1.000).

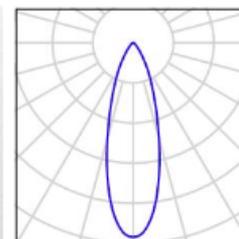
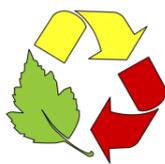
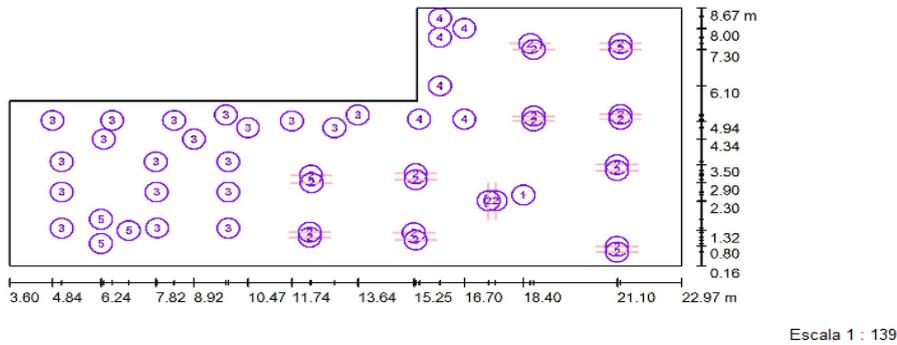


Ilustración 22 Lista de luminarias propuestas empleadas en simulación.



**Distribución de luminarias**

En la siguiente imagen, se muestra la ubicación de las luminarias existentes y las que se proponen cambiar en el local.



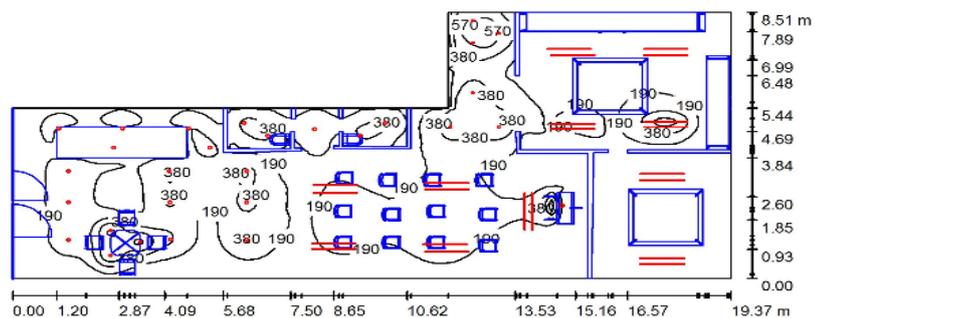
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	PHILIPS ALUline 111 75W 24D
2	22	PHILIPS BN130C 1xLED10S/830 L1185
3	19	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827
4	6	PSM 1761.IP20 KOZA
5	3	PSM 1828 NAOMI

Ilustración 23. Distribución de luminarias.

**Resultados de la simulación**

En este apartado, se muestra la distribución de la intensidad lumínica en la zona comercial con las luminarias propuestas, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de la Ilustración 16.



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:139

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	210	32	948	0.150
Suelo	31	151	6.43	564	0.043
Techo	73	64	20	394	0.308
Paredes (9)	57	80	6.70	475	/

Plano útil:  
 Altura: 0.850 m

Ilustración 24. Gráfico de valores de iluminancia mantenida.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 28 de 36

Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.

Como se observa, el local, después de la sustitución de las luminarias, seguiría cumpliendo las recomendaciones de la norma y se ajustan mejor que con las luminarias actuales. Se mejoran los valores de iluminación en los baños, ya que en el caso anterior existía sobre-iluminación. Las zonas de circulación cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma. Asimismo siguen cumpliéndose los valores de URG y Ra establecidos.

Con la nueva distribución de luminarias, se obtiene un valor de eficiencia energética de  $2,97 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$ , menor que con la distribución actual ( $8,6 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$ ), lo cual es favorable.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 29 de 36

## 5. PROPUESTAS DE MEJORA

A la hora de buscar propuestas de mejora se analizará todos los aspectos por igual. Se busca minimizar las pérdidas de energía y eliminar los consumos innecesarios.

A continuación, se listan las propuestas sugeridas con el fin de reducir el consumo energético en el local y aumentar así la eficiencia energética.

### ❖ ILUMINACIÓN

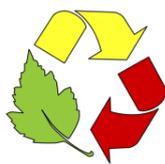
En cuanto a eficiencia energética de iluminación, la tecnología LED es el líder en su campo gracias a la fusión de cinco tecnologías: electricidad, electrónica, óptica, difusión del calor y nuevos materiales. Debido a las potenciales ventajas de los LED se propone la sustitución de luminarias actuales del local por una tecnología LED equivalente a su potencia lumínica.

Tener en cuenta que no todas las luminarias están encendidas las ocho horas de la jornada de trabajo se analizará si se recomiendan cambiar todas las lámparas propuestas.

#### Propuestas

Para realizar los cálculos se han utilizado estos datos generales:

- Días activos al año: 293 días.
- Coste aproximado de mano de obra: 3,15 €/lámpara
- Coste energía actual: 0,19 €/kWh
- Coste energía estimado a 2-3 años: 0,22 €/kWh



**1. Se propone cambiar 22 halogenuros de 60 W de la zona de exposición, por tecnología LED, en concreto por Pentura Mini LED de Philips**

- Horas diarias: 6 horas de media.
- Coste halógeno 60 W: 11.45 €/unidad
- Coste LED 14 W: 35.95 €/unidad
- Vida útil estimada halógeno: 3.500 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

	<b>Propuesta 1</b>
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	860
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	77%
<b>Ahorro anual en €</b>	522
<b>Amortización en años</b>	1,65

*Ilustración 25. Resultados para la sustitución de halógenos de 60 W.*

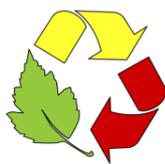
El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 860 € se estima un ahorro anual de 522 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar a una recuperación del coste inicial en casi dos años. Se estima que el ahorro energético de la energía consumida actualmente por los 22 halogenuros anualmente en el local sería de un 77 %.

**2. Se propone cambiar 19 LEDs, 11 LEDs de 20 W y el resto de 16.5 W de la recepción y de los baños por LEDs de 11 W de CoreLine Recessed Spot de Philips**

- Horas diarias: 5 horas de media.
- Coste LED 20 W: 13.48 €/unidad
- Coste LED 11 W: 29,95 €/unidad
- Vida útil estimada LED: 50.000 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

	<b>Propuesta 2</b>
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	629
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	45%
<b>Ahorro anual en €</b>	55
<b>Amortización en años</b>	11,43

*Ilustración 26 Resultados para la sustitución de LEDs.*



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 31 de 36

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 629 € se estima un ahorro anual de 55 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial de alrededor de 11 años. Se estima que el ahorro energético de la energía consumida actualmente por este tipo luminaria anualmente en el local sería de un 45 %.

### 3. Se propone cambiar 1 halógeno de 300 W de la sala de exposición, por PHILIPS ALUline 111 75 W

- Horas diarias: 5 horas de media.
- Coste halógeno 300 W: 18,25 €/unidad
- Coste halógeno 75 W: 45.65 €/unidad
- Vida útil estimada halógeno: 3.500 horas
- Vida útil estimada LED: 50.000 horas

	Propuesta 3
Coste inversión tecnología (m.o. incluida) (€)	27
% Ahorro anual de energía consumida	66%
Ahorro anual en €	72
Amortización en años	0,38

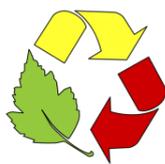
Ilustración 27. Resultados para la sustitución de halógeno de 300 W.

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 27 € se estima un ahorro anual de 72 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial en torno a cuatro meses. Se estima que el ahorro energético sería de un 66 % respecto al consumo anual del halógeno de 300W.

### 4. Resumen de las propuestas de iluminación.

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Total
Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)	860	629	27	1.517
% Ahorro anual de energía consumida	77%	45%	66%	62%
Ahorro anual en €	522	55	72	649
Amortización en años	1,65	11,43	0,38	2,34

Ilustración 28. Tabla resumen de las propuestas de iluminación.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 32 de 36

Existe un criterio que reduce a propuestas viables todas aquellas con una amortización menor de 3 años, entre 3 y 4 años resulten dudosas, y mayor de 4 años no rentables. Se tiene en cuenta las tres propuestas de forma conjunta se obtiene un periodo de amortización de menos de dos años y medio. Por lo que se aconseja la sustitución de todas las luminarias propuestas, aunque se obtendrán mejores tiempos de amortización sin sustituir la tecnología LED ya existente en el establecimiento.

### ❖ AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA

Como se vio en el apartado 2 “Información de consumo” un buen ajuste de la potencia contratada supone un ahorro. El ahorro no es muy grande, pero al no suponer ningún coste de inversión se considera, cuanto menos necesario estudiar la posibilidad de realizarlo.

La potencia contratada en este establecimiento es de 9.2 kW. Como se vio en el apartado 2 esta potencia sería insuficiente para este establecimiento. Según los datos de la suma de las potencias de todos los aparatos consumidores es 17.5 kW. Pero en la encuesta realizada y teniendo en cuenta el número de trabajadores es imposible que todas las máquinas estén en funcionamiento, no suele saltar el diferencial, por lo que se aconseja mantener la potencia contratada. Se recomienda analizar la potencia contratada en un futuro si la demanda energética aumenta debida a uso de los equipos disponibles que actualmente están en desuso, ya que pueden ser penalizados por lo que incrementará la factura eléctrica.

### ❖ EQUIPOS

Para eliminar los consumos en OFF (Stand-By) de todos los equipos presentes en el local se propone instalar enchufes programables y/o regletas de enchufes. El consumo en OFF lo realizan los equipos que están apagados pero no desconectados totalmente de la red.

Los enchufes temporales son más cómodos, pero las regletas de enchufes son una buena opción y algo más económica si se asegura de que los trabajadores van a apagar las regletas correctamente cuando terminen su jornada laboral. También se debe considerar la alternativa de combinar las dos opciones. Por ejemplo, instalar una regleta y conectarla a un enchufe programable. De ese modo se podría conectar varios aparatos que estén colocados



en un mismo sitio y agruparlos bajo un mismo enchufe (incluyendo ordenadores, lectores de tarjetas, datafonos, etc). Se propone, a continuación un cambio de equipo que refleja un gran consumo, al tratarse de un equipo poco eficiente.

### Propuestas

Para realizar los cálculos se han utilizado estos datos generales:

- Días activos al año: 293 días.
- Coste energía actual: 0,19 €/kWh
- Coste energía estimado a 2-3 años: 0,22 €/kWh
- Vida útil: 100.000 horas (estimada).

#### **1. Se propone cambiar las placas de cocina de 1000 W por otro similar más eficiente, Placa Eléctrica Tristar KP6185 de 500 W**

- Horas diarias: 4 horas
- Coste placa eléctrica existente: 30.07 €(precio orientativo)
- Coste placa eléctrica más eficiente: 15.01€

	<b>Propuesta 1</b>
<b>Coste inversión (m.o. incluida) (€)</b>	30
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	50%
<b>Ahorro anual en €</b>	110
<b>Amortización en años</b>	0,27

*Ilustración 29. Resultados para la sustitución de la placa de eléctrica.*

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 30.07€ se estima un ahorro anual de 110 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial de aproximadamente en 4 meses. Se estima que el ahorro energético de la energía consumida total anualmente en el local sería de un 50 %.

Una interesante propuesta sería la sustitución de las placas por un microondas convencional, la potencia sería menor que las placas de inducción actuales y además el tiempo de uso sería también menor, por lo que se obtiene un ahorro.



## ❖ CLIMATIZACIÓN

Se aconseja que la temperatura dentro del local, en concreto en los sectores ocupados, no supere una diferencia de 10 grados con respecto al exterior para así ahorrar en consumo eléctrico.

En la siguiente tabla, se va a mostrar ejemplos de distintas actividades laborales, con los parámetros del ambiente térmico para distintas aplicaciones según la UNE-EN ISO 7730:

Tipo de actividad	Calidad térmica	Temperatura Operativa		Velocidad media (max)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Oficina	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Auditorio	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Cafetería	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Aula	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Guardería	A	23,5±1	20±1	0,18	0,13
Comercio (clientes sentados)	B	23,5±2,5	20±3,5	0,15	0,13
Comercio (clientes de pie)	B	23±3	19±4	0,16	0,12
Grandes almacenes	B	23±3	19±4	0,16	0,12

Ilustración 30. Condiciones de consigna según la UNE-EN ISO 7730

Se propone cambiar las condiciones de consigna, recomendándose unas condiciones de 20 °C y 45 % de humedad relativa. De esta forma se evita un gran consumo producido por el continuo funcionamiento de una de las bombas de calor. Se considera que mediante esta medida se reduciría el encendido de 6 h que está actualmente, según la encuesta a, 4 h. Ya que de este modo se conseguirían las temperaturas que se proponen y no necesitaría estar continuamente en funcionamiento.

Sería aconsejable un estudio de las posibles fugas del local, con la cámara térmica. La zona acristalada del local contiene cámaras de aire como única forma de mejorar el aislamiento térmico en cerramientos verticales. Por ello, se propone el insuflado de lana de roca, es una solución económica y sin obra, ya que aprovecha la pared existente y mediante unos agujeros en la pared.



**1. La actuación para mejorar su aislamiento consiste en insuflar aislante de lana de roca Rockwool 001 o bolitas EPS de Neopor en todos los muros.**

- Valor U superficie antes de aislar el local: 1,62 W/m<sup>2</sup>K (estimado)
- Valor U superficie envolvente después de aislar el local: 1,21 W/m<sup>2</sup>K (estimado)
- Coste por m<sup>2</sup> de insuflado: 14 €
- Coste en climatización en el local: 1816 €
- Superficie a aislar: 118.23m<sup>2</sup> (Altura del establecimiento 3 m)

	<b>Propuesta 1</b>
<b>Coste inversión (m.o. incluida) (€)</b>	1.655
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	50%
<b>Ahorro anual en €</b>	213
<b>Amortización en años</b>	7,76

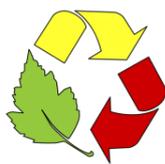
*Ilustración 31. Aislamiento del local, costes obtenidos de [www.aislaenverde.net](http://www.aislaenverde.net)*

Por lo que se obtiene un ahorro considerable en climatización, reduciendo un 50% el consumo de la electricidad destinada a la climatización. Es decir del total, de la factura anual de 1.707€ reduciremos 213€ Recuperando la inversión en unos 8 años. Obteniendo ahorros netos a partir del octavo año.

### ❖ AGUA CALIENTE SANITARIA

Para disminuir el gasto en agua caliente, se aconseja la colocación de perlizadores en cada uno de los grifos (2 €unidad). Esto supone un ahorro estimado del 40 % al 60 % de la energía destinada a A.C.S. Se trata de unos dispositivos que mezclan aire y agua reduciendo su consumo, lo que conlleva el consiguiente ahorro económico y protección del medio ambiente. Aunque aparentemente el volumen de agua es el mismo, los perlizadores permiten reducir el caudal de agua sin disminuir la presión.

De esta forma se ahorra de 4 a 6 litros de cada 10 y la instalación es muy sencilla, se coloca el perlizador y se cierra la llave de paso entorno al 50-60 %.



INFORME INDIVIDUAL	Código	EAR
	Fecha	Abril 2016
	Página	Página 36 de 36

## 5. CONCLUSIONES

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros más importantes mostrados en el estudio:

- El “Enclave de Arte y Restauración” tiene una potencia contratada de 9.2 kW. Consume unos 7.26 kWh de energía anualmente, de los cuales un 26 % van dedicados a los equipos, un 44 % a la iluminación y un 25 % a climatización. Además la factura anual en electricidad asciende a los 1.707 € anuales.

Respecto a las propuestas estudiadas las siguientes se aconsejan:

- En cuanto a iluminación, el cambio de halógenos de 60 W por tecnología LED, se trata de una propuesta muy rentable, con una inversión relativamente baja. De esta forma se consigue un ahorro energético, en la luminaria existente del 77 % con un periodo de amortización de un año y ocho meses. La sustitución de halógeno de 300 W se obtiene un ahorro de 72€ anuales con una recuperación de la inversión en 4 meses.
- Respecto a los equipos se propone sustituir la placa eléctrica de 1.000W por una Tristar KP6185 de 500W, obteniendo un ahorro de 110€ y una recuperación de la inversión en 4 meses.
- En el apartado de climatización, se recomendará programar una temperatura de consigna cercana a los 20 °C y con una humedad relativa del 40 %, debido al gran consumo de la bomba de calor cuando se programa a una temperatura fuera de estos rangos. Además se ha estudiado el insuflado de lana de roca en todos los muros con un coste de 1.655€ y una reducción del 50% del consumo de climatización, obteniendo un periodo de retorno de la inversión cercano a 8 años.
- Para el agua caliente sanitaria, se aconseja la instalación de perlizadores en los grifos, ya que con ellos se consiguen ahorros del 40 al 60 % en agua.

---

**FIN DEL INFORME**

---



INFORME INDIVIDUAL

Código

Restaurarium

Fecha

Mayo 2016

Universidad de Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## **INFORME INDIVIDUAL RESTAURARIUM**

INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 2 de 29

## INFORME INDIVIDUAL RESTAURARIUM

### Localización de la auditoría:

RESTAURARIUM SOFIA LABORDA. Avda. Tenor Fleta, 120 Local Dcho.

**Local dedicado a:** Restauración de antigüedades y venta de muebles.

**Equipo auditor:** Diego García Corcés

### Alcance y finalidad de la auditoría:

Análisis de la situación actual en cuanto a consumo energético de tipo eléctrico en las instalaciones del local objeto de estudio.

La finalidad es cuantificar el consumo de todos los equipos y sistemas que utilizan energía eléctrica en las instalaciones. A través del análisis de la información recabada y del resultado de distintas mediciones y parámetros de consumo, se pretenden identificar los sistemas consumidores, con el objetivo de sugerir mejoras que puedan suponer un ahorro energético y disminuyendo así sus costes.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 3 de 29

**CONTENIDO DEL INFORME**

**0. PRESENTACIÓN.....4**

DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL .....5

HORARIO Y OCUPACIÓN .....6

**1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES.....7**

**2. INFORMACIÓN DE CONSUMO .....9**

TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA .....10

TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA .....11

TÉRMINO DE POTENCIA .....11

IMPORTE.....13

**3. ESTUDIO ENERGÉTICO .....14**

**4. ESTUDIO LUMÍNICO .....16**

NORMATIVA .....16

SIMULACIÓN .....17

    Lista de luminarias .....17

    Distribución de luminarias .....18

    Resultados de la simulación .....19

VEEI .....22

SIMULACIÓN CON LUMINARIAS PROPUESTAS.....22

    Lista de luminarias .....22

    Distribución de luminarias .....23

    Resultados de la simulación .....24

**5. PROPUESTAS DE MEJORA .....25**

ILUMINACIÓN .....25

EQUIPOS.....27

CLIMATIZACIÓN.....28

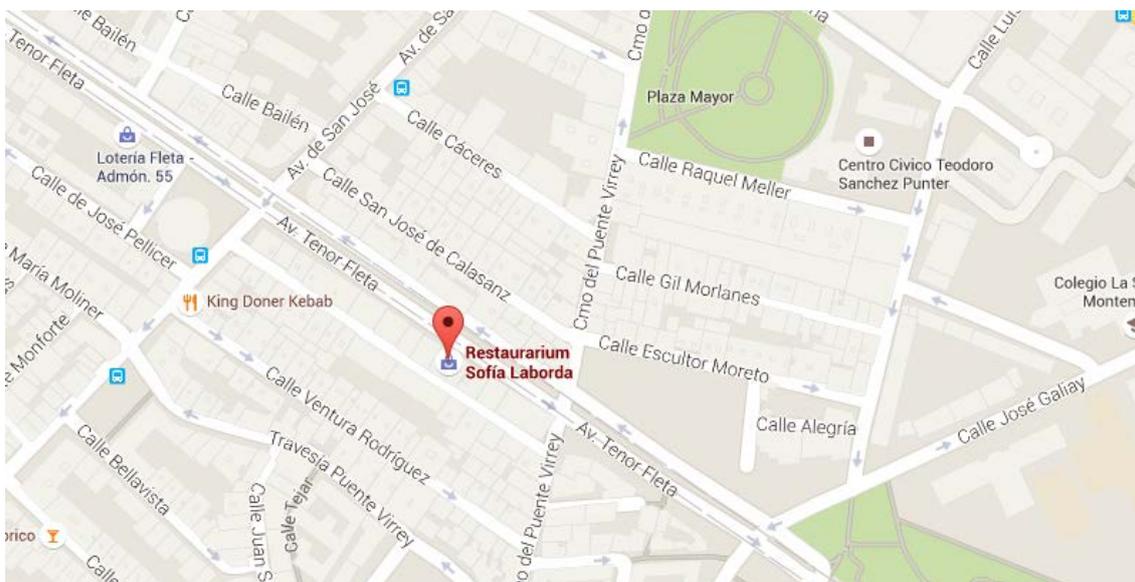
AGUA CALIENTE SANITARIA.....28

**6. CONCLUSIONES .....29**



## 0. PRESENTACIÓN

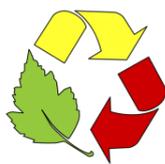
El local se encuentra situado en la Avda. Tenor Fleta, 120 Local Dcho. Se trata de una calle estrecha y sin edificios que bloqueen su fachada. La fachada del local tiene orientación Suroeste, por lo que cuenta con radiación solar directa durante parte del día con una superficie de 66,2 m<sup>2</sup>. En las *Ilustraciones 1 y 2* pueden observarse más detenidamente la ubicación del establecimiento, así como su entorno más próximo.



*Ilustración 1. Ubicación del establecimiento.*

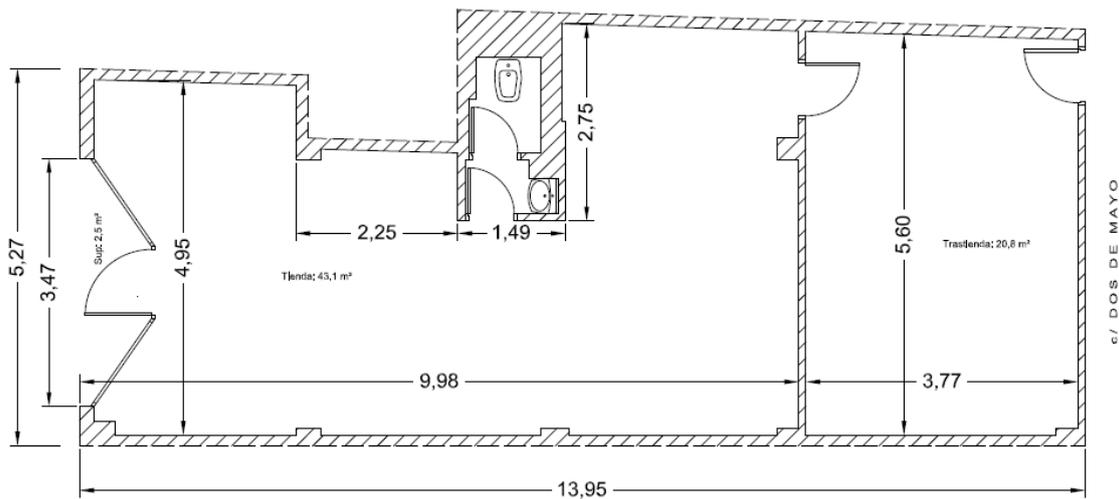


*Ilustración 2. Vista detallada de la fachada.*



### ❖ DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL

Se trata de un local de 66,2 m<sup>2</sup>, distribuidas en tres estancias. Las estancias en las que se divide se pueden apreciar en la *Ilustración 3*.

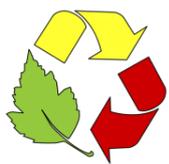


*Ilustración 3. Esquema de la distribución en planta, (Elaboración propia).*

El establecimiento se encuentra en un calle amplia donde tiene horas de luz, aunque la exposición del local a la luz natural es escasa debido a la profundidad del establecimiento.

Tiene una sala principal, la tienda, donde se atiende a los clientes además de exponerse todos los artículos restaurados. La otra estancia, la trastienda, donde se realizan las tareas de restauración, por lo tanto tiene lugar el uso mayoritario de los equipos.

Restaurarium es un taller donde las funciones básicas que realizan son: restauración, renovación y transformación. En ocasiones las piezas a intervenir, necesitan más bien un cambio, dando a los muebles y objetos una segunda vida transformándolos y renovándolos con técnicas de decoración.



### ❖ HORARIO Y OCUPACIÓN

La empresa auditada permanece ocupada una media de 8 horas al día. Se encuentra abierto todos los días de la semana menos sábados por las tardes, domingo y festivos. El horario de apertura del centro de restauración se muestra en la siguiente tabla.

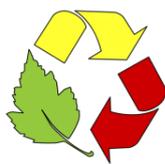
	<b>Horario de mañanas</b>	<b>Horario de tardes</b>
<b>Lunes a viernes laborables</b>	10:30 h a 13:00 h	17:00 h a 20:00 h
<b>Sábados</b>	10:30 h a 13:00 h	Cerrado
<b>Domingos y festivos</b>	Cerrado	Cerrado

*Tabla 4. Jornada laboral.*

Este establecimiento cuenta con una empleada y se le realiza un cuestionario para conocer las costumbres que pueden tener en el local, que provoquen una demanda energética. Como en este caso el encendido de las luminarias que dan a la calle hasta las 00:00h. Además, según la carga de trabajo existente la estancia dentro del establecimiento puede ser superior a las 8h.

El estado del ambiente puede ser influyente a la hora de auditar y hemos tenido factores en cuenta como:

- Conocer las sensaciones de los trabajadores
- Temperatura: Sensación de Calor/Frío.
- Humedad: Sequedad de ojos.
- Iluminación: Cansancio de ojos.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 7 de 29

## 1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES

A continuación se identifican los centros consumidores de energía, mediante una clasificación de los distintos centros consumidores presentes en el local para poder identificar ahorros energéticos potenciales, tan importante en una auditoría:

• **Illuminación:** En este grupo engloba todos los equipos de los distintos sectores que tienen como función principal proveer los valores de luminosidad necesaria para poder desarrollar la actividad laboral en condiciones aceptables de confort y seguridad. Se tiene que verificar:

- Tipo y número de elementos existentes.
- Comparativa del planos con la realidad.
- Grado de conservación.

• **Equipos:** Incluye todos los equipos ofimáticos así como el resto de dispositivos electrónicos de carácter general que son utilizados por los empleados para la gestión del negocio u otras actividades. Conociendo sus distintos horarios de uso.

• **Climatización:** Se han inventariado los equipos destinados a aclimatar el local durante las distintas épocas del año. En la inspección In-Situ deberemos de tener estos aspectos en cuenta:

- Protocolo de encendido/apagado
- Analizar el estado de las calderas
- Analizar el estado de los difusores y de los ventiladores.

• **Otros:** Engloba los equipos que no entran en ninguna de las clasificaciones anteriores y que no se haya cuantificado su potencia, el consumo restante del indicado en las facturas que no sea cubierto mediante el cálculo teórico del resto de equipos. Será atribuido a estos en el apartado de otros cuando se analice los consumos.



A continuación se muestran las tablas 5 y 6 del inventario lumínico, de climatización y ofimático del centro de restauración:

ILUMINACIÓN							
Luminaria	Tipo de lámpara	Potencia lámpara (W)	Potencia Balasto (W)	Número de grupos	Número de lámparas	Número total	Potencia total (W)
Fluorescente 2x36W	Tubo fluorescente	36		3	2	6	216
Downlight 2x26W	Downlight	26		11	2	22	572
LEDs 9W	LEDs	9		17	1	17	153
<b>TOTAL</b>							<b>941</b>

Tabla 5. Inventario de equipos de iluminación.

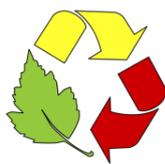
CLIMATIZACIÓN			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Bomba de calor	1	3.500	3.500
<b>Total</b>			<b>3.500</b>

Tabla 6. Inventario de equipos de climatización.

Como se observa en las tablas, este local cuenta con una bomba de calor, siendo su uso tanto para calefacción como para refrigeración. Destacar que, ante la imposibilidad de acceder a la placa de características, se estima la potencia de las bombas de calor. La bomba de calor que se encuentra en la recepción, está en funcionamiento raras ocasiones. A continuación, el inventario con los distintos equipos que se registró en la visita al local, tan necesario para proyectos de eficiencia energética:

EQUIPOS			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Radio	1	24	24
Teléfono fijo	1	30	30
Hervidero	1	2.200	2.200
Router	1	24	24
Aspiradora	1	80	80
Sierra eléctrica	1	600	600
Cafetera	1	750	750
Nevera	1	800	800
Microondas	1	800	800
Motor Grúa	1	180	180
Foco	1	250	250
<b>TOTAL</b>			<b>5.738</b>

Tabla 7. Inventario de equipos.



## 1. INFORMACIÓN DE CONSUMO

La energía primaria del centro de restauración es energía eléctrica. A continuación se muestran las características más representativas del contrato de suministro eléctrico existente para la realización del estudio.

CONTRATO ELÉCTRICO	
<b>Empresa suministradora</b>	Endesa energía S.A
<b>Tarifa de acceso</b>	2,0 A
<b>Modo de facturación</b>	Único periodo (sin discriminación horaria)
<b>Potencia contratada</b>	3,45 kW
<b>Penalización por reactiva</b>	No

*Ilustración 8. Características del contrato eléctrico actual.*

Respecto a la facturación del establecimiento solo se dispone de dos facturas de marzo a abril y de julio a agosto de 2015. Para poder realizar un estudio energético más completo, se calcula mediante el consumo acumulado (kWh) de la factura de marzo-abril tanto el consumo como el coste de la factura de enero-febrero, siendo la factura de enero-febrero el inicio de la facturación anual. Se ha realizado el mismo método para la factura de mayo-junio, ya que mediante el acumulado en la facturación anterior y posterior, se obtiene el consumo en ese periodo por la diferencia de consumos. Por lo que se obtiene consumos y costes reales.

Para poder calcular las facturas de los cuatro meses posteriores a agosto, no se tiene ningún dato. Por ello, se utiliza la herramienta de extrapolación obteniendo los consumos y costes de los 4 periodos posteriores, es decir, septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Teniendo una estimación de los posibles consumos en Restaurarium en un año natural.

Además para realización de un estudio energético más completo, se desglosa la información de las facturas disponibles y extrapoladas mes a mes, consumo de energía eléctrica (kWh) y su coste (€), como se observa en la siguiente tabla:



RESUMEN FACTURACIÓN ELÉCTRICA				
	Coste total (€)	Consumo eléctrico (kWh)	Coste diario (€/día)	Consumo diario (kWh/día)
ene-15	42	159	1,36	5,14
feb-15	38	136	1,34	4,85
mar-15	55	202	1,78	6,52
abr-15	47	182	1,57	6,08
may-15	45	178	1,45	5,75
jun-15	46	142	1,54	4,74
jul-15	25	52	0,85	1,75
ago-15	22	52	0,71	1,68
sep-15	50	193	1,60	6,23
oct-15	44	172	1,48	5,74
nov-15	49	191	1,58	6,15
dic-15	45	174	1,49	5,81
<b>TOTAL</b>	<b>508</b>	<b>1.835</b>		
<b>PROMEDIO</b>			<b>1,40</b>	<b>5,04</b>

Tabla 9. Datos de consumo y coste recogidos de facturas.

\* Datos estimados de enero, febrero, abril y mayo. Datos extrapolados septiembre, octubre, noviembre, diciembre.

### ❖ TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA

A continuación, se representa en la *Ilustración 10* el consumo diario de energía activa que tiene lugar en el establecimiento:

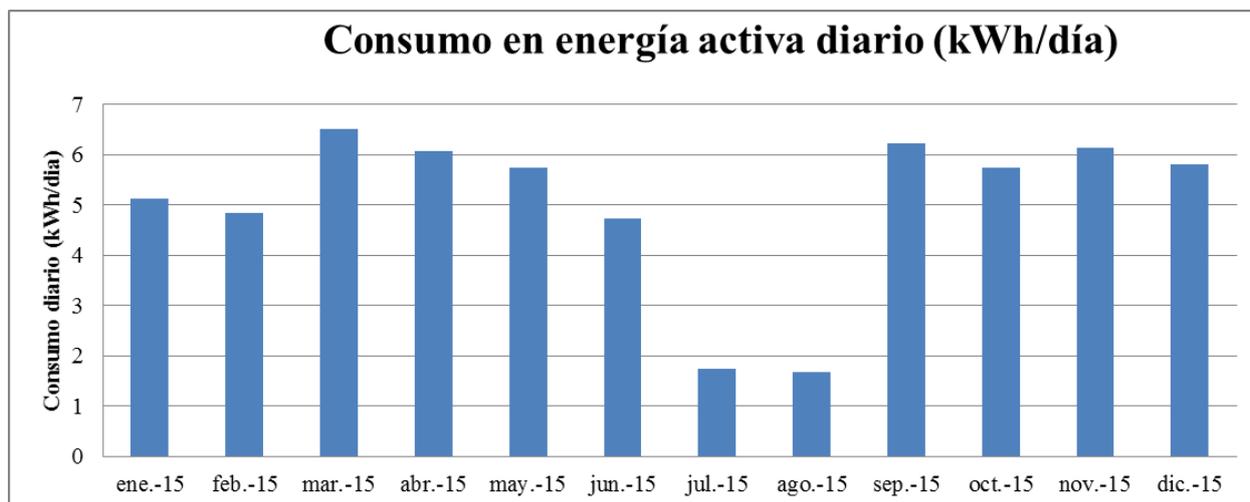
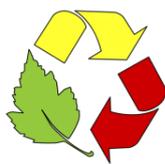


Ilustración 10. Consumo eléctrico (kWh) diario.

Se observa cómo el menor consumo tiene lugar en los periodos con las temperaturas más cálidas. Debido a su orientación, profundidad y a la poca superficie acristalada. Estas condiciones climatización, hace que los meses de verano no se utilice prácticamente la bomba de calor, reduciendo de forma considerable el consumo en estos dos meses. El



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 11 de 29

resto del año se da uso a la bomba de calor porque la zona acristalada del local no cuenta con cámara de aire y los cerramientos de la puerta trasera no están en buenas condiciones. Se concluye que el consumo energético depende de la carga y tipo de trabajo que se vaya a realizar, ya que no es lo mismo restaurar un mueble que transformarlo completamente, se usaran distintos equipos.

El consumo en iluminación se mantiene constante siendo los factores más variables la climatización y el consumo de equipos. Se identifica como ahorro potencial la iluminación ya que no depende de ningún factor externo.

#### ❖ TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA

El establecimiento no consume energía reactiva puesto que tiene instalada una batería de condensadores de 15 kvar.

#### ❖ TÉRMINO DE POTENCIA

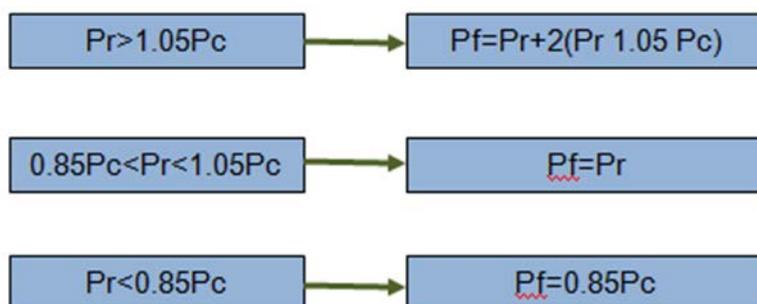
La estructura de la tarifa de acceso a redes, se divide un término de potencia fija y un término de energía variable en función del periodo de tarifación. La facturación correspondiente al término de potencia será el resultado de multiplicar la potencia a facturar en cada período tarifario por el término de potencia correspondiente. En el mercado libre, es decir, a través de una empresa comercializadora existen tres situaciones posibles:

- Si la potencia que se consume realmente ( $P_r$ ) se encuentra entre 1,05 y 0,85 veces la potencia contratada ( $P_c$ ), se factura ( $P_f$ ) la potencia que se ha consumido realmente.
- Si la potencia consumida realmente ( $P_r$ ) es mayor que 1.05 veces la potencia contratada ( $P_c$ ), la potencia facturada ( $P_f$ ) se calcula de la siguiente manera:

$$P_f = P_r + 2(P_r - 1,05P_c)$$



- Si la potencia es menor que el 85% de la potencia contratada, se factura el 85% de la potencia contratada.



Siendo PC la potencia contratada y PR la potencia registrada (datos de máxímetros).

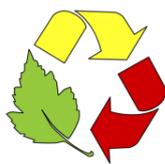
### Restaurarium

La potencia contratada en este establecimiento es de 3.45 kW, por lo que las ratios a las que está sometida sin incurrir a penalización ni bonificación son los siguientes:

- $0,85 \cdot 3,45 = 2,9325$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por debajo de este valor se bonificará.
- $1,05 \cdot 3,45 = 3,625$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por encima de este valor se penalizará.

Al tratarse de una potencia inferior a 15 kW, la acometida de la instalación eléctrica no cuenta con máxímetros, motivo por el cual en las facturas eléctricas no se refleja este dato, el cual es fundamental para poder determinar con cierta seguridad si la potencia contratada se ajusta a lo que requiere la instalación. La única forma de saber si la potencia contratada está bien ajustada es sumando el consumo de todos los equipos si estuvieran conectados a la vez, lo que supone:

$$941 \text{ W (iluminación)} + 5738 \text{ W (equipos)} + 3500 \text{ W (climatización)} = 10.179 \text{ W}$$



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 13 de 29

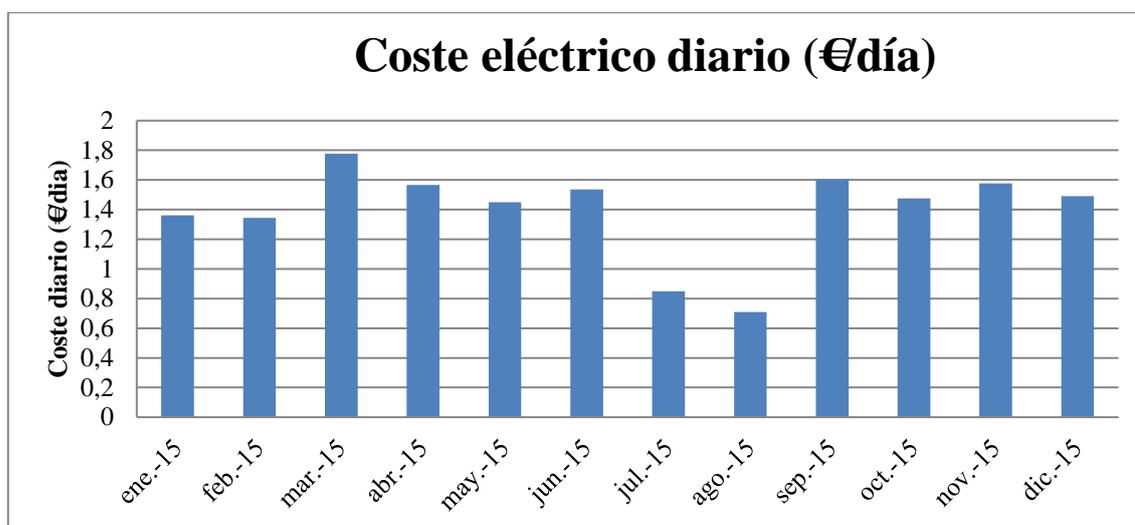
La suma de las potencias es de 10,179 kW y la potencia contratada es menor. Pero, hay que remarcar que es imposible que todos los equipos estén enchufados a la vez, por incompatibilidad de número de trabajadores con máquinas que podrían estar en uso para ello vamos hacer una estimación real:

$$1238W \text{ (máquinas)} + 512 \text{ (iluminación)} + 300 W \text{ (climatización)} = 2.050W$$

La suma de la estimación de los tres principales consumidores alcanza los 2,05 kW. Siendo la potencia contratada menor que la potencia que se ha estimado. Por lo que no habrá que someter a estudio bajar la potencia contratada. Además la menor potencia posible de contratar en el mercado es de 3,75kW.

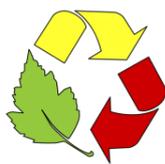
### ❖ IMPORTE

A continuación, se representa en la *Ilustración 11* el coste diario de energía activa que tiene lugar en el establecimiento:



*Ilustración 11. Importe económico diario.*

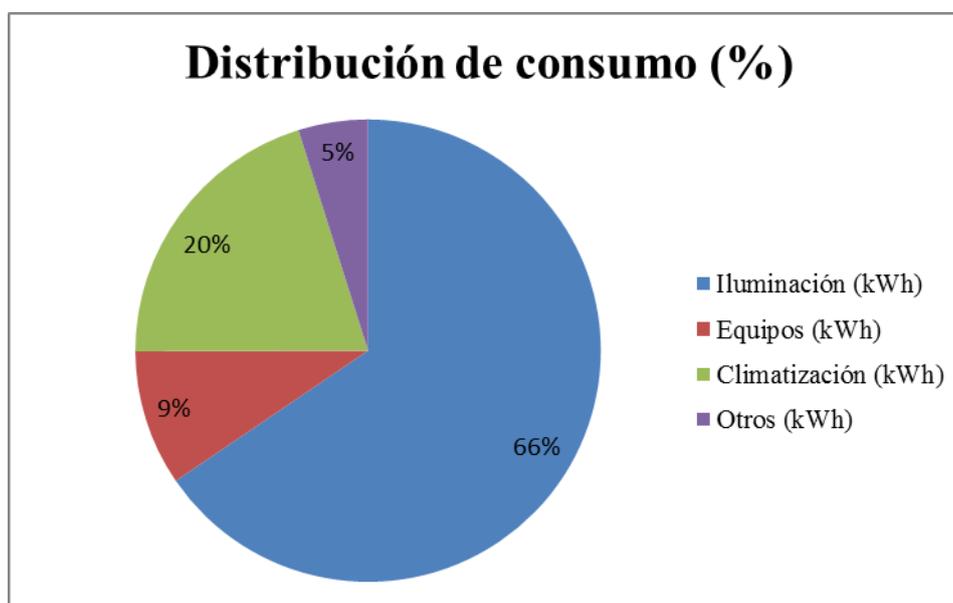
Como es lógico, la tendencia del importe económico de las facturas es proporcional al consumo energético de cada periodo. En los meses de julio y agosto, el consumo de 0,7€/día es bajo debido a la poca actividad en estos meses. Mientras en el resto de meses se alcanza un coste diario entre 1,3 €/día y 1,7€/día. Siendo importante reducir al mínimo esta cantidad sabiendo que la tendencia del precio de la energía eléctrica aumente, incrementando el coste aunque se realice un consumo similar al de periodos anteriores.



## 2. ESTUDIO ENERGÉTICO

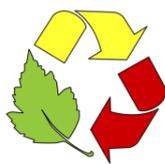
En la *ilustración 12* se muestra los datos estimados sobre la distribución del consumo de energía eléctrica perteneciente al periodo auditado, valores tomados en 2015.

CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR TIPO DE EQUIPOS				
Iluminación (kWh)	Equipos (kWh)	Climatización (kWh)	Otros (kWh)	TOTAL (kWh)
1.227	168	372	92	1.858



*Ilustración 12. Balance energético y gráfico de distribución del consumo para Restaurarium.*

Según las ratios consultadas referentes a este tipo de establecimientos, la principal fuente de consumo es la iluminaria, con un 66% en Restaurarium. Al tratarse de un local dedicado a labores artesanales, el uso de equipos es esporádico y el consumo debido a la climatización no es un consumo elevado, a pesar de la existencia de cerramientos en mal estado en la trastienda. De la *ilustración 12* se deduce que, la iluminación de local tiene un alto potencial de ahorro energético y se valorará el económico.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 15 de 29

Por otro lado, el consumo de climatización respecto al total de la demanda es de un 20% y un 9% para los equipos. El análisis de la distribución de la electricidad consumida en el establecimiento es coherente a su actividad.

Además, se ha incluido un apartado “otros” de un 5% para agrupar elementos auxiliares. Se trata de equipos no habituales enchufados a la red que son puntuales, energía adicional usada en los arranques de encendidos y otros posibles consumos energéticos extra, estos equipos presentan un consumo pequeño si se consideran individualmente, pero en conjunto se trata de un consumo notable.



### 3. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, en el comercio es necesario el uso de luminarias eléctricas para suplir las carencias de la iluminación natural. Mediante el estudio luminotécnico se va a determinar la situación actual del local en lo que respecta a iluminación. En concreto se ha empleado el software Dialux v4.12.

#### ❖ NORMATIVA

La iluminación debe contribuir al bienestar, eliminando las causas de posibles molestias y proporcionando un ambiente visual agradable y seguro en condiciones de escasa o nula iluminación natural. Para asegurar estas premisas, se desarrolló la norma UNE EN-12464-1:2012 Donde se consulta, Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. La citada norma especifica criterios de diseño de iluminación, en términos de cantidad y calidad, para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores.

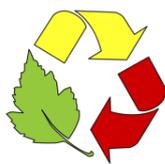
Teniendo en cuenta las tareas que se realizan en este local, se han extraído de la normativa los siguientes valores que se muestran en la *Ilustración 13*.

Parámetros Lumínicos				
Lugar o Actividad	$E_{min}$ (lx)	$E_m$ (lx)	UGR	Ra
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	22	80
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	22	80
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1.500	22	80

*Ilustración 13. Parámetros lumínicos recomendados según norma UNE EN-12464-1.*

**Em: Iluminancia mantenida.** Parámetro que cuantifica la cantidad de luz en una superficie, a mayor valor mayor es la iluminación existente.

**UGR: Índice de deslumbramiento unificado.** Parámetro de calidad que determina el grado de deslumbramiento de la iluminación. A mayor valor mayor es el grado de deslumbramiento, lo cual es negativo.



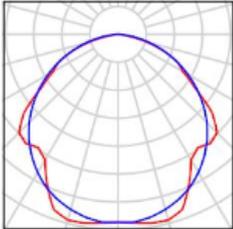
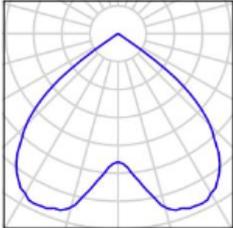
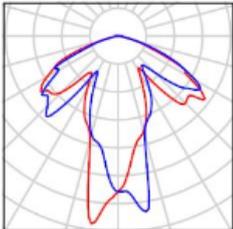
**Ra: Índice de reproducción cromática.** Este parámetro de calidad determina la capacidad de reproducción de colores de las lámparas en comparación con una fuente de luz natural ideal. A mayor valor mejor es la reproducción de colores.

❖ **SIMULACIÓN**

Se ha realizado la simulación de la situación lumínica actual de todo el local, siguiendo el siguiente orden:

**Lista de luminarias**

Se muestran las luminarias y lámparas empleadas en la simulación. Se debe tener en cuenta que algunos tipos de luminarias no estaban en la base de datos del programa con el que se ha realizado este estudio, por lo que se han escogido aquellas con unas características similares.

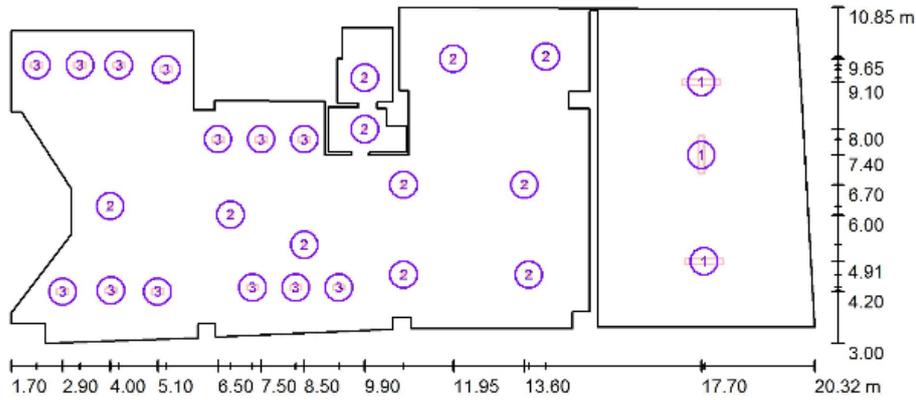
<p>3 Pieza</p> <p>AIRFAL D0271 DELTA T5 2x39W HF DOUBLE LAMPHOLDER + REFLECTOR ALUMINIO DE2A0                  N° de artículo: D0271                  Flujo luminoso (Luminaria): 4702 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 6200 lm                  Potencia de las luminarias: 78.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 48 81 97 100 76                  Lámpara: 2 x T16 39W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>11 Pieza</p> <p>Glamox TRR205975 TRAVEL-R200 2311 226 SI                  N° de artículo: TRR205975                  Flujo luminoso (Luminaria): 1999 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm                  Potencia de las luminarias: 50.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 71 100 100 100 56                  Lámpara: 2 x TC-TEL 26W (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>14 Pieza</p> <p>RZB 501040.009 Standard                  N° de artículo: 501040.009                  Flujo luminoso (Luminaria): 470 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 470 lm                  Potencia de las luminarias: 9.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 35 76 98 100 100                  Lámpara: 1 x 9W LED Modul 830 (Factor de corrección 1.000).</p>		

*Ilustración 14. Lista de luminarias empleadas en simulación.*



**Distribución de luminarias**

En la *Ilustración 15* se muestra la ubicación de las luminarias en el local.



Escala 1 : 134

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	3	AIRFAL D0271 DELTA T5 2x39W HF DOUBLE LAMPHOLDER + REFLECTOR ALUMINIO DE2A0
2	11	Glamox TRR205975 TRAVEL-R200 2311 226 SI
3	14	RZB 501040.009 Standard

*Ilustración 15. Distribución de luminarias.*

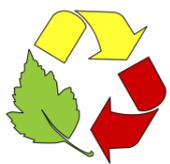


**Resultados de la simulación****RENDERS**

Se muestra el render generado por DiaLux 4.2, imagen en 3D representado la distribución de las luminarias de carácter permanente.



*Ilustración 16. Render de la situación lumínica del local.*



### GRÁFICO DE VALORES (Em)

En este apartado se muestra la distribución de la intensidad lumínica en el establecimiento, se recomienda cumplir los valores expuestos en la tabla de la *Ilustración 13*. Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.

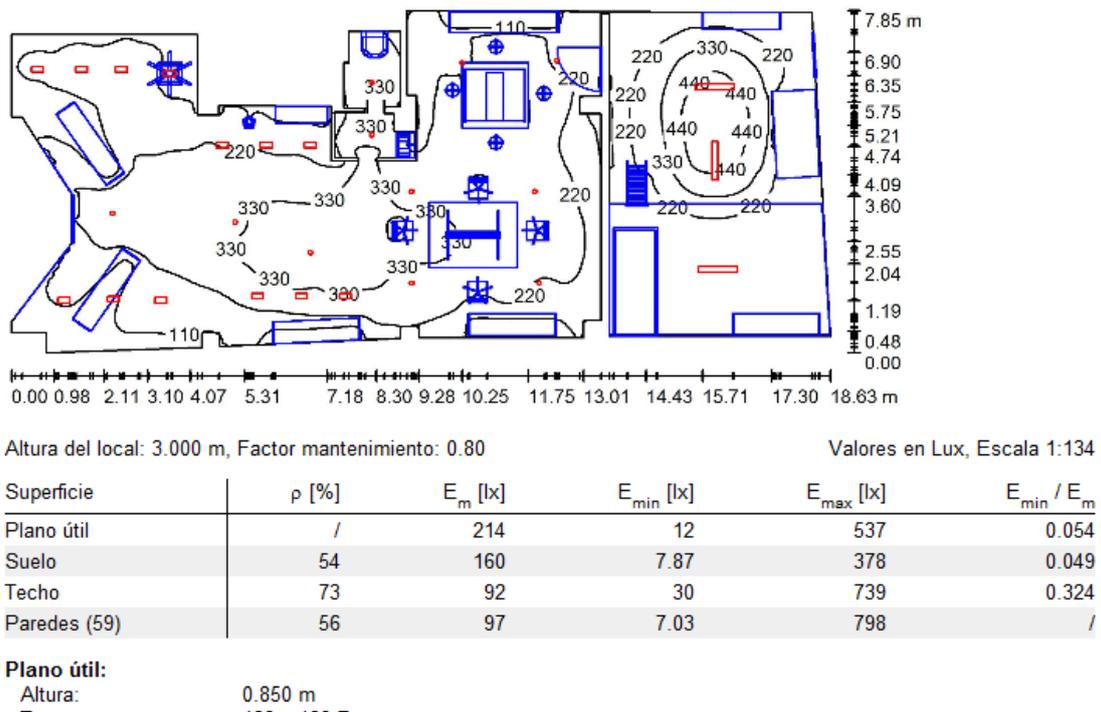
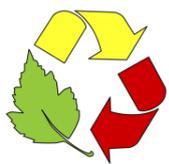


Ilustración 17. Gráfico de valores de iluminancia mantenida.

En este caso, el local cumple con las recomendaciones de la norma UNE 12464.1 en todos espacios. Excepto en los baños, que está por encima del valor recomendado. Las zonas de circulación cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma. Aun así recordar que la norma UNE es una recomendación, no hay ninguna obligatoriedad de cumplimiento, aunque si es altamente recomendable tener unos valores cercanos a los que propone la norma.



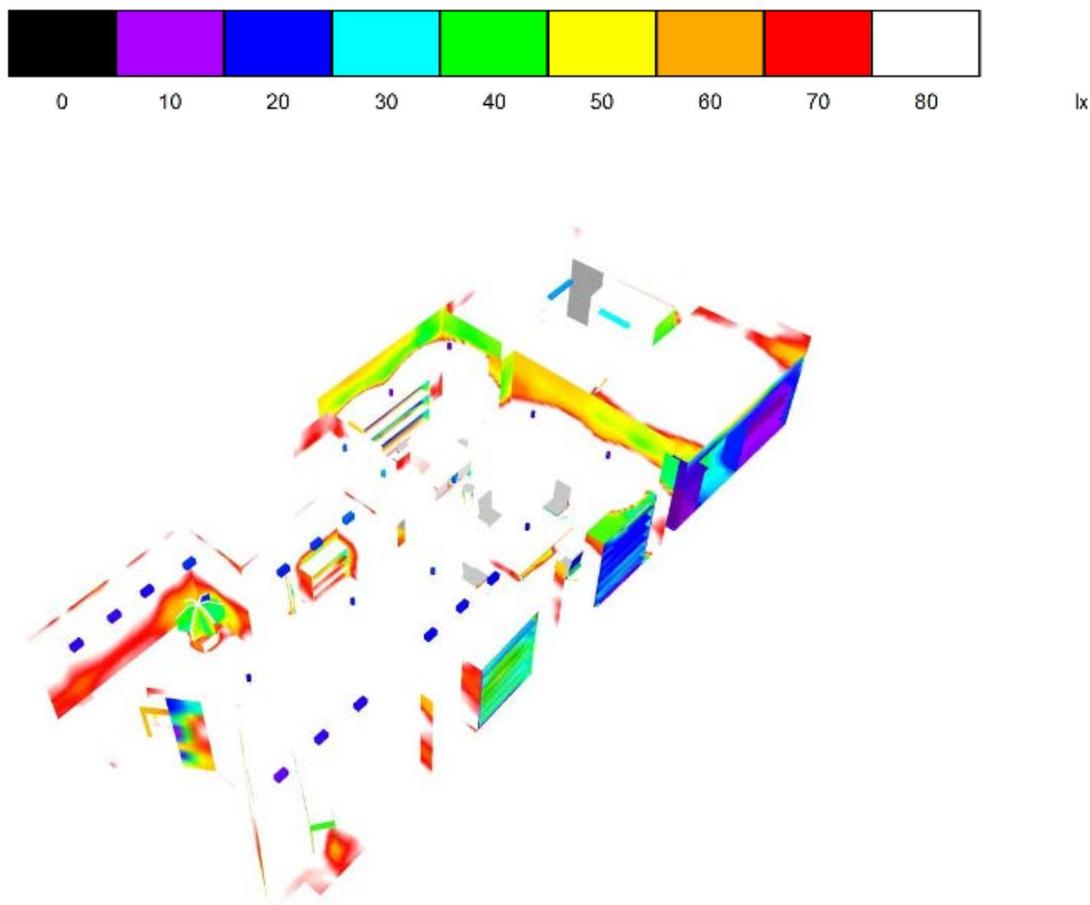


Ilustración 18. Gráfico en colores en falso de la iluminancia del establecimiento.

### **Determinación del parámetro URG**

El valor de estos parámetros depende de las lámparas usadas en las luminarias. En ningún caso se superan los valores establecidos por la normativa en ningún sector. Por lo tanto no existen zonas donde la iluminación provoque molestias, a no ser que se mire directamente a las luminarias.

### **Determinación del parámetro Ra**

El valor de estos parámetros depende directamente de las lámparas usadas en las luminarias. La normativa recomienda valores mayores de 80 en los distintos sectores de este local y de 40 para las áreas de circulación. En este local se utilizan luminarias de diversos tipos, en todos ellos se cumple con la normativa.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 22 de 29

#### ❖ VEEI

El valor de eficiencia energética de iluminación, o VEEI, es un valor que tiene como unidades el W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux y se define como :

$$VEEI = \frac{\text{Potencia instalada} * 100}{\text{Superficie} * E_m}$$

Según el HE 3 del CTE, este valor es mejor cuanto más se acerque a 0 y, en caso de locales de restauración no debe superar el valor de “8”. En este caso se ha obtenido un valor 2,63 siendo válido ya que es menor de 8.

#### ❖ SIMULACIÓN DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS

Mediante un estudio luminotécnico similar al anterior se va a determinar la situación del local con las nuevas luminarias propuestas en este informe (véase apartado 5. Propuestas de mejora-iluminación).

#### Lista de luminarias

Se proponen dos tipos de luminarias nuevas, que se muestran a continuación. Se trata de una luminaria tipo led, que sustituye los fluorescentes de 2 x 36W por la regleta perteneciente a la gama de productos CoreLine LED BN121C de 40W. También se va a sustituir las 11 Downlight 2 x 26W por CoreLine Downlight DN130B D165 de 20W que se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales. Se ha realizado el cambio de todas las luminarias de Restaurarium a tecnología led en DiaLux.



Las luminarias nuevas instaladas se muestran a continuación:

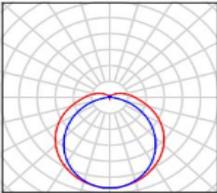
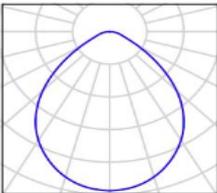
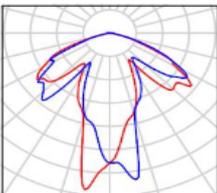
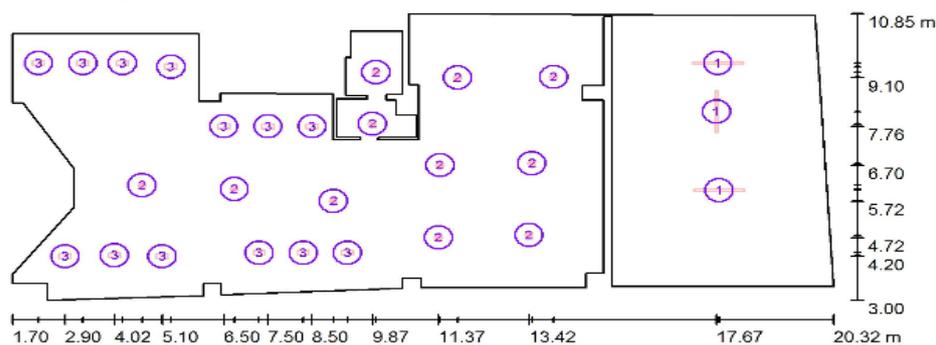
<p>3 Pieza PHILIPS BN121C L1200 1xLED38S/830                  N° de artículo:                  Flujo luminoso (Luminaria): 3800 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 3800 lm                  Potencia de las luminarias: 40.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 91                  Código CIE Flux: 42 72 90 91 100                  Lámpara: 1 x LED38S/830/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>11 Pieza PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830                  N° de artículo:                  Flujo luminoso (Luminaria): 1100 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 1100 lm                  Potencia de las luminarias: 11.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 61 90 98 100 100                  Lámpara: 1 x LED10S/830/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>14 Pieza RZB 501040.009 Standard                  N° de artículo: 501040.009                  Flujo luminoso (Luminaria): 470 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 470 lm                  Potencia de las luminarias: 9.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 35 76 98 100 100                  Lámpara: 1 x 9W LED Modul 830 (Factor de corrección 1.000).</p>		

Ilustración 19. Lista de luminarias propuestas empleadas en simulación.

**Distribución de luminarias**

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las luminarias existentes y las que se proponen cambiar en el local.

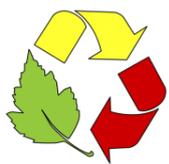


Escala 1 : 134

**Lista de piezas - Luminarias**

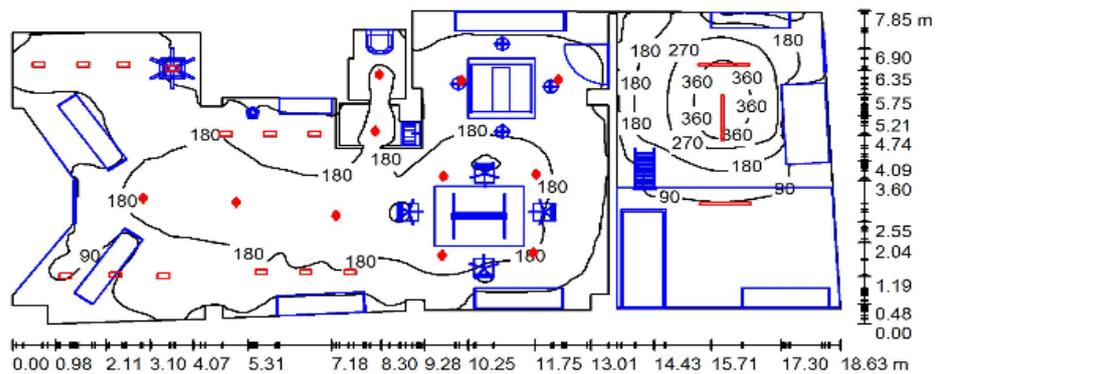
N°	Pieza	Designación
1	3	PHILIPS BN121C L1200 1xLED38S/830
2	11	PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830
3	14	RZB 501040.009 Standard

Ilustración 20. Distribución de luminarias.



**Resultados de la simulación**

En este apartado se muestra la distribución de la intensidad lumínica en el establecimiento con las luminarias propuestas, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de la *Ilustración 13*. Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:134

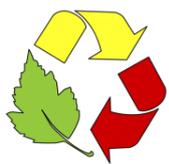
Superficie	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	145	7.55	412	0.052
Suelo	54	107	5.00	276	0.047
Techo	73	66	15	670	0.222
Paredes (59)	56	74	3.24	521	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m

*Ilustración 21. Gráfico de valores de iluminancia mantenida.*

Como se puede observar, después de la sustitución de las luminarias, seguiría cumpliendo las recomendaciones de la norma y se ajustan mejor que con las luminarias actuales. Además se mejoran los valores de iluminación en el baño, se corrige la sobreiluminación que existe. En el caso de la trastienda se modera la zona lumínica ya que es elevada actualmente, para trabajos donde la intensidad lumínica tenga que ser mayor en esta zona se recomienda el uso de flexos que se disponen en el establecimiento. Las zonas de circulación cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma. Asimismo siguen cumpliéndose los valores de URG y Ra establecidos.

Con la nueva distribución de luminarias se obtiene un valor de eficiencia energética de 3,59 W/m<sup>2</sup>/100lx, mayor que con la distribución actual (2,63 W/m<sup>2</sup>/100lx), la cual continúa dentro de los límites establecidos aunque haya aumentado.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 25 de 29

## 4. PROPUESTAS DE MEJORA

Se buscan propuestas de mejora en todos los aspectos por igual. Minimizando las pérdidas de energía y eliminar consumos innecesarios. A continuación se listan las propuestas sugeridas con el fin de reducir el consumo energético en el local y aumentar así la eficiencia energética.

### ❖ ILUMINACIÓN

Debido a que no todas las luminarias están encendidas las ocho horas de la jornada de trabajo durante un año, en las propuestas no se recomienda siempre cambiar todas las lámparas ya que puede no ser rentable.

En relación a eficiencia energética de iluminación, la tecnología LED es el líder en su campo gracias a la fusión de cinco tecnologías: electricidad, electrónica, óptica, difusión del calor y nuevos materiales. Debido a las ventajas de los LED se propone varios cambios de los distintos tipos de lámparas actuales del local por una tecnología LED equivalente a su potencia lumínica.

#### Propuestas

Para realizar los cálculos se han utilizado estos datos generales:

- Días activos al año: 283 días.
- Coste aproximado de mano de obra: 3,15 €/lámpara
- Coste energía actual: 0,19 €/kWh
- Coste energía estimado a 2-3 años: 0,22 €/kWh



**1. Se propone cambiar 3 fluorescentes de 2x36 W de la zona de la trastienda y por una tecnología LED CoreLine LED BN121C de 40W.**

- Horas diarias: 4 horas de media.
- Coste fluorescentes 2x36W W: 23,45 €/unidad
- Coste LED 40 W: 35,6 €/unidad
- Vida útil estimada del fluorescente: 10.000 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

	<b>Propuesta 1</b>
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	116
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	44%
<b>Ahorro anual en €</b>	30
<b>Amortización en años</b>	3,84

*Ilustración 22. Resultados para la sustitución de los fluorescentes de 2x36W.*

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 116 € se estima un ahorro anual de 30 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial de casi 4 años.

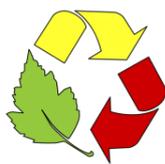
Se estima que el ahorro energético de la energía consumida actualmente por los 3 fluorescentes anualmente en el local sería de un 44%.

**2. Se propone cambiar 11 downlights de 2x26W por una tecnología LED PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830 de 11 W.**

- Horas diarias: 4 horas de media.
- Coste downlight 2x26 W: 12,35 €/unidad
- Coste LED 11 W: 29,95 €/unidad
- Vida útil estimada del downlight: 1.500 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

	<b>Propuesta 2</b>
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	364
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	79%
<b>Ahorro anual en €</b>	108
<b>Amortización en años</b>	3,37

*Ilustración 23. Resultados para la sustitución de los downlights de 2x26W.*



El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 364 € se estima un ahorro anual de 108 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial de aproximadamente 3 años y cuatro meses. Se estima que el ahorro energético de la energía consumida actualmente por los 11 downlights anualmente en el local sería de un 79%.

### 3. Resumen de las propuestas de iluminación.

	Propuesta 1	Propuesta 2	Total
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	116	364	<b>480</b>
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	44%	79%	<b>62%</b>
<b>Ahorro anual en €</b>	30	108	<b>138</b>
<b>Amortización en años</b>	3,84	3,37	<b>3,47</b>

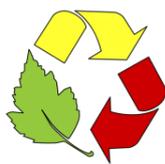
*Ilustración 25. Resumen de las propuestas de iluminación.*

Se aconseja la sustitución de luminarias desde el punto de vista energético, ya que se reduce en un 62% el consumo de energía eléctrica por las luminarias, mientras que desde el punto de vista económico tiene una rentabilidad dudosa ya que existe un criterio que reduce a propuestas viables todas aquellas con una amortización menor de 3 años, entre 3 y 4 años resulten dudosas, y mayor de 4 años no rentables.

### ❖ EQUIPOS

Para eliminar los consumos en OFF (Stand-By) de todos los equipos presentes en el local se propone instalar enchufes programables y/o regletas de enchufes. El consumo en OFF lo realizan los equipos que están apagados pero no desconectados totalmente de la red. Los enchufes temporales son más cómodos, pero las regletas de enchufes son una buena opción y algo más económica si se apaga las regletas correctamente cuando termine la jornada laboral.

También se debe considerar la alternativa de combinar las dos opciones. Por ejemplo, instalar una regleta y conectarla a un enchufe programable. De ese modo, se podría conectar varios aparatos que estén colocados en un mismo sitio y agruparlos bajo un mismo enchufe (incluyendo ordenadores, lectores de tarjetas, datafonos, etc). Como puede observarse en el



estudio energético el consumo en equipos es muy pequeño siendo complicado disminuir este consumo ya que es un consumo mínimo para cubrir las actividades del establecimiento.

### ❖ CLIMATIZACIÓN

Se aconseja que la temperatura dentro del local, en concreto en los sectores ocupados, no supere una diferencia de 10 grados con respecto al exterior para así ahorrar en consumo eléctrico.

En la siguiente tabla se va a mostrar ejemplos de distintas funciones laborales con sus parámetros del ambiente térmico para distintas aplicaciones según la UNE-EN ISO 7730:

Tipo de actividad	Calidad térmica	Temperatura Operativa		Velocidad media (max)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Oficina	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Auditorio	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Cafetería	B	24,5±2,5	22±3	0,18	0,15
Aula	B	24,5±1,5	22±2	0,18	0,15
Guardería	A	23,5±1	20±1	0,18	0,13
Comercio (clientes sentados)	B	23,5±2,5	20±3,5	0,15	0,13
Comercio (clientes de pie)	B	23±3	19±4	0,16	0,12
Grandes almacenes	B	23±3	19±4	0,16	0,12

*Ilustración 26. Condiciones de consigna según la UNE-EN ISO 7730*

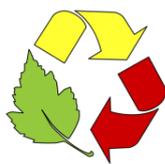
Se propone cambiar las condiciones de consigna, recomendándose unas condiciones de 20°C y 45% de humedad relativa. De esta forma se evita un consumo producido por el funcionamiento de una de las bombas de calor durante los meses de invierno. Se considera que mediante esta medida se reduciría el encendido de la bomba de calor manteniendo las temperaturas de confort.

Se aconseja realizar periódicamente la limpieza y mantenimiento de los filtros de la bomba de calor, este mantenimiento debería realizarse al menos una vez al año.

### ❖ AGUA CALIENTE SANITARIA

Para disminuir el gasto en agua caliente se aconseja la colocación de perlizadores en cada uno de los grifos (2 €unidad). Esto supone un ahorro estimado del 40% al 60% de la energía destinada a A.C.S. Se trata de unos dispositivos que mezclan aire y agua reduciendo su consumo, lo que conlleva el consiguiente ahorro económico y protección del medio ambiente. Aunque aparentemente el volumen de agua es el mismo, los perlizadores permiten reducir el caudal de agua sin disminuir la presión.

De esta forma se ahorra de 4 a 6 litros de cada 10 y la instalación es muy sencilla, se coloca el perlizador y se cierra la llave de paso entorno al 50-60%.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Restaurarium
	Fecha	Mayo 2016
	Página	Página 29 de 29

## 5. CONCLUSIONES

Se muestra un resumen de los parámetros más importantes mostrados en el estudio:

El establecimiento Restararium tiene una potencia contratada de 3.45 kW. Consume unos 1.476 kWh de energía durante los 12 meses auditados, de los cuales un 66% van dedicados a la luminaria, un 20% a la climatización y un 9% a los equipos. Además la factura en electricidad asciende a los 446 €

Respecto a las propuestas de mejora, se propone llevar a cabo las siguientes:

- En cuanto a iluminación, se aconseja el cambio de los fluorescentes de 2x36 W por tecnología LED, ya que se trata de una propuesta muy rentable, con una inversión relativamente baja. De esta forma se consigue un ahorro energético, sobre estas luminarias, del 44% con un periodo de amortización de dos años. Además, se aconseja el cambio de los downlights de 2x26 W por tecnología LED, ya que se trata de una propuesta muy rentable, con una inversión relativamente baja. De esta forma se consigue un ahorro energético, sobre estas luminarias, del 79% con un periodo de amortización de un año y diez meses.
- En el apartado de climatización se recomendará programar una temperatura en verano de 26 °C y en invierno de 20 °C o unos valores cercanos a estos, como indica la UNE-EN ISO 7730, debido al gran consumo de la bomba de calor cuando se programa a una temperatura fuera de estos rangos. También se recomienda el mantenimiento y limpieza de los filtros al menos una vez al año.
- Se recomienda revisar los cerramientos de la trastienda, se observó una franja en la parte inferior de la puerta elevando el consumo para aclimatar el local en los meses de frío y cierzo. Se estima un coste no superior a 10€ en los materiales, sin necesidad de contratar a personal especializado.
- Respecto al agua caliente sanitaria (ACS), se aconseja la instalación de perlizadores en los grifos, ya que con ellos se consiguen ahorros del 40 al 60% en agua.

---

**FIN DEL INFORME**

---



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 1 de 32



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**

## **INFORME INDIVIDUAL TERAPIDERM**

INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 2 de 32

## INFORME INDIVIDUAL TERAPIDERM

### Localización de la auditoría:

TERAPIDERM. C/ Concepción Arenal, 22-24 (Tomas Bretón).

**Local dedicado a:** Centro Médico de estética.

**Equipo auditor:** Diego García Corces

### Alcance y finalidad de la auditoría:

Análisis de la situación actual en consumo energético de tipo eléctrico en las instalaciones del local objeto de estudio.

La finalidad es cuantificar el consumo de todos los equipos y sistemas que utilizan energía eléctrica en las instalaciones. A través del análisis de la información recabada y del resultado de distintas mediciones y parámetros de consumo, se pretenden identificar los sistemas consumidores, con el objetivo de sugerir mejoras que puedan suponer un ahorro energético y disminuyendo así sus costes.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 3 de 32

## CONTENIDO DEL INFORME

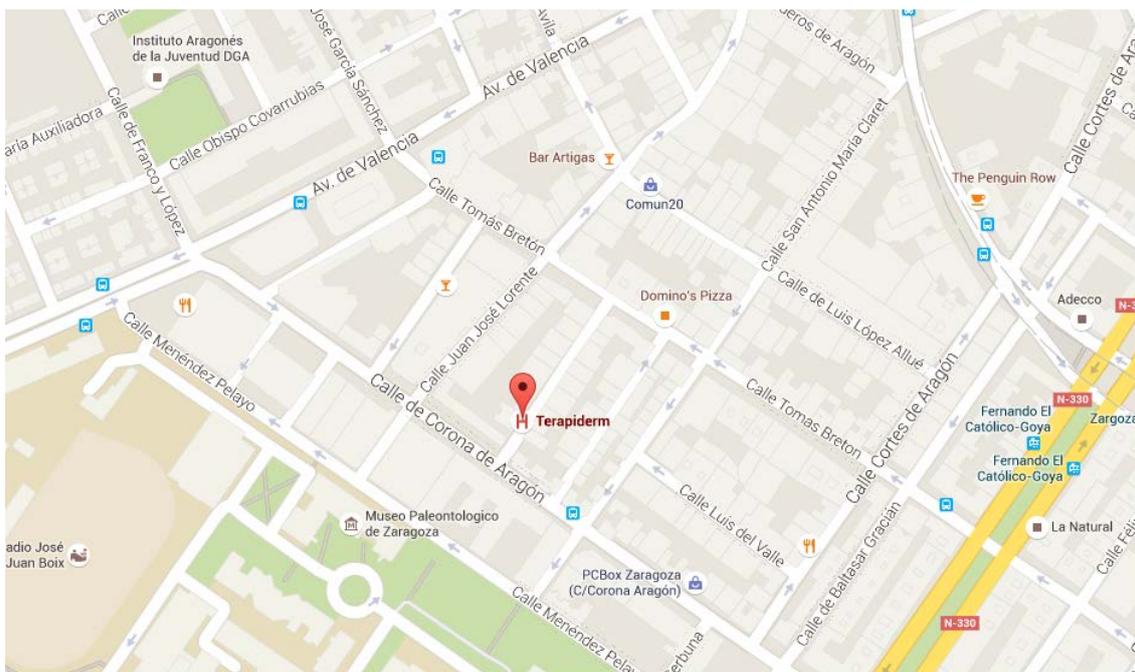
<b>0. PRESENTACIÓN</b> .....	<b>4</b>
DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL .....	5
HORARIO Y OCUPACIÓN .....	6
<b>1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES</b> .....	<b>7</b>
<b>2. INFORMACIÓN DE CONSUMO</b> .....	<b>9</b>
TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA .....	11
TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA .....	12
TÉRMINO DE POTENCIA .....	12
IMPORTE .....	14
<b>3. ESTUDIO ENERGÉTICO</b> .....	<b>15</b>
<b>4. ESTUDIO LUMÍNICO</b> .....	<b>16</b>
NORMATIVA .....	16
SIMULACIÓN .....	17
Lista de luminarias .....	17
Distribución de luminarias .....	19
Resultados de la simulación .....	20
VEEI .....	23
SIMULACIÓN CON LUMINARIAS PROPUESTAS.....	23
Lista de luminarias .....	23
Distribución de luminarias .....	24
Resultados de la simulación .....	25
<b>5. PROPUESTAS DE MEJORA</b> .....	<b>27</b>
ILUMINACIÓN .....	27
AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA .....	30
EQUIPOS.....	31
CLIMATIZACIÓN .....	31
AGUA CALIENTE SANITARIA.....	31
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>



## 0. PRESENTACIÓN

El local se encuentra situado en la calle Concepción Arenal, 22-24, 50005 Zaragoza. Se trata de una calle estrecha y con edificios de cinco plantas. Por lo tanto, no cuenta con radiación solar directa durante todo del día.

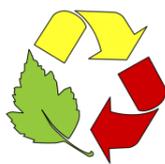
En las *Ilustraciones 1 y 2* pueden observarse más detenidamente la ubicación del establecimiento, así como su entorno más próximo.



*Ilustración 1. Ubicación del centro médico.*

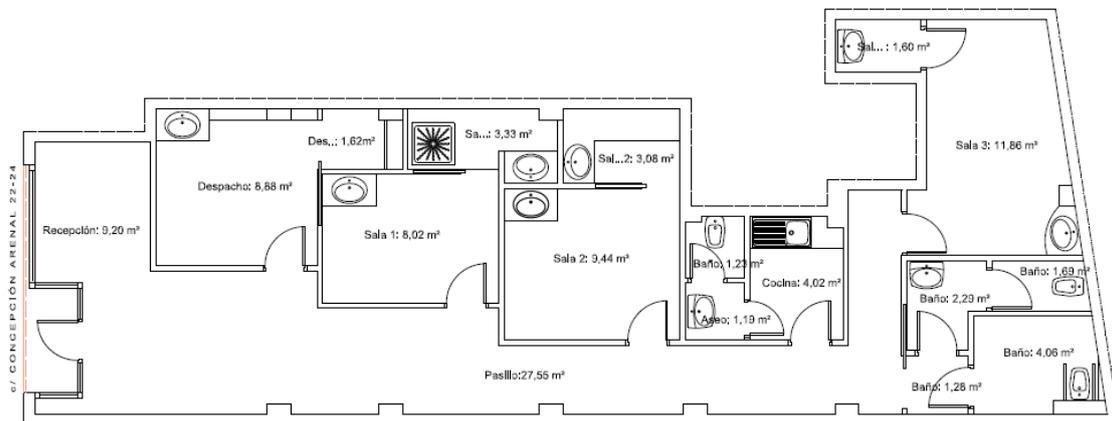


*Ilustración 2. Vista detallada de la fachada.*



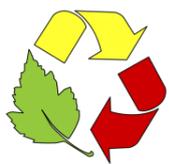
❖ **DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL**

Se trata de un local de 95 m<sup>2</sup> el cual tiene una planta distribuida en siete estancias. Las cuales se distribuyen en: las salas de consulta, que son cuatro, sala de espera, sala de descanso y aseos. Las estancias en las que se divide se pueden apreciar en la *Ilustración 3*.



*Ilustración 3. Plano CAD de la planta del establecimiento. Elaboración propia.*

Entrando al local se encuentra la recepción donde informan de los tratamientos y realizan cualquier tipo de consulta estética. En la misma recepción hay un sofa donde los clientes esperan su turno. A lo largo del pasillo se encuentran las salas dedicadas a las consultas. Al final del pasillo se dispone una sala de descanso para los trabajadores con un baño y una pequeña cocina. Al fondo del establecimiento existe una cuarta sala de consulta.



## ❖ HORARIO Y OCUPACIÓN

Este establecimiento cuenta con dos empleados, por lo que permanecen ocupados una media de 8 horas al día. Se encuentra abierto todos los días de la semana menos domingos y festivos. El horario de apertura del establecimiento se muestra en la siguiente tabla.

	Horario de mañanas	Horario de tardes-noches
<b>Lunes a Viernes laborables</b>	10:00 h a 13:00 h	16:00 h a 21:00 h
<b>Sábados</b>	10:00 h a 13:00 h	16:00 h a 21:00 h
<b>Domingos y festivos</b>	Cerrado	Cerrado

*Ilustración 4. Jornada laboral.*

También se recauda información acerca de las costumbres que pueden provocar una demanda energética. Como en este caso, el encendido de las luminarias que dan a la calle hasta las 00:00 h, el cierre del establecimiento por vacaciones un par de semanas en julio. Además, se tendrá en consideración el estado del ambiente, influyente a la hora de auditar:

- Conocer las sensaciones de los trabajadores
- Temperatura: Sensación de Calor/Frío.
- Humedad: Sequedad de ojos.
- Iluminación: Cansancio de ojos.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 7 de 32

## 1. INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES

A continuación se identifican y se clasifican los distintos focos consumidores de energía, tan importante en una auditoría:

• **Iluminación:** En este grupo se engloban todos los equipos de los distintos sectores que tienen como función principal la de proveer los valores lumínicos necesarios para poder desarrollar la actividad laboral en condiciones aceptables de confort y seguridad. Habrá que verificar:

- Tipo y número de elementos existentes.
- Comparativa de los planos lumínicos con la realidad.
- Grado de conservación.

• **Equipos:** Aquí se incluyen todos los equipos ofimáticos así como el resto de dispositivos electrónicos de carácter general que son utilizados por los empleados para la gestión del negocio u otras actividades. Conociendo sus distintos horarios de uso.

• **Climatización:** Se han inspeccionado los equipos destinados a aclimatar el local durante las distintas épocas del año. En la inspección In-Situ se debe de tener estos aspectos en cuenta:

- Protocolo de Encendido/Apagado
- Analizar el estado de las calderas
- Analizar el estado de los difusores y de los ventiladores.

• **Otros:** Aquí se engloban los equipos que no entran en ninguna de las clasificaciones anteriores y cuya potencia no se haya cuantificado, el consumo restante del indicado en las facturas que no sea cubierto mediante el cálculo teórico del resto de equipos, será atribuido a estos en el apartado correspondiente donde se analicen los consumos anuales.



A continuación se muestran las tablas del inventario lumínico, climatización y equipos del local a auditar.

ILUMINACIÓN							
Luminaria	Tipo de lámpara	Potencia lámpara (W)	Potencia Balasto (W)	Número de grupos	Número de lámparas	Número total	Potencia total (W)
Halógena 1x3W	Halógena	3		1	14	14	42
Halógena 2x75W	Halógena	75		2	4	8	600
Incandescente 1x60W	Incandescente	60		1	17	17	1.020
Fluorescente 4x58W	Fluorescente	232	11	1	17	17	4.131
Led 20x5W	Led	100		1	1	1	100
<b>Total</b>							<b>5.893</b>

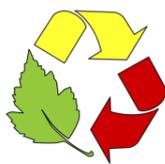
*Ilustración 5. Tablas inventario de equipos de iluminación.*

CLIMATIZACIÓN			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Máquina de aire	1	3650	3.650
Split	1	2500	2.500
<b>Total</b>			<b>6.150</b>

*Ilustración 6. Tablas inventario de equipos de climatización.*

Como se observa, el local cuenta con un Split situado en el despacho y la sala de espera. Se usan tanto para calefacción como para refrigeración. Mientras la máquina de aire distribuye calefacción y refrigeración al resto del local. Los usuarios tienen que tener una temperatura de confort por lo que, se formularon varias preguntas sobre el uso de esta máquina de aire, pudiendo ser potencialmente un gran consumidor de electricidad. Preguntas como:

- La temperatura en invierno
- Posibles deficiencias en la distribución y calidad de la calefacción
- Periodicidad de revisión
- ¿Se utilizan radiadores eléctricos portátiles en invierno?
- ¿Existe programa de limpieza de los filtros de la máquina de aire?
- Se intentó ver si todas las bridas, tuberías, válvulas estaban aisladas
- ¿Se considera un uso apropiado de la máquina de aire?



Destacar que, ante la imposibilidad de acceder a la placa de características, se ha estimado la potencia de la máquina de aire ya que estaba encima del techo falso.

El tiempo de uso de cada uno de los equipos es relativo, ya que depende de los tratamientos que se lleven a cabo en ese momento. De todas maneras se intenta averiguar, preguntando por los tratamientos más habituales para poder llegar a conclusiones sobre el tiempo de uso de cada uno de ellas. El listado de equipos presentes en el local, es el siguiente:

EQUIPOS			
Nombre	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Portatil	2	300	600
Teléfono fijo	2	30	60
Camilla ecopostural	2	275	550
Máquina de vibraciones	1	75	75
Plexer	1	30	30
Sincros	1	280	280
Máquina de presoterapia	1	80	80
Máquina de Carboterapia	1	150	150
Váscula	1	28	28
Centrifugadora	1	120	120
Nevera LG 6R1815A	2	875	1.750
Lavadora Balay 1s76l	1	900	900
Secadora SC908	1	1.875	1.875
Microondas	1	800	800
Cafetera	1	750	750
Ecografo	1	500	500
Sorisa DE-6000	1	4.400	4.400
Flexo Lupa	2	12	24
Extractor baños	1	250	250
Router	1	24	24
<b>Total</b>			<b>13246</b>

Ilustración 7. Tablas inventario de equipos.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 10 de 32

## 2. INFORMACIÓN DE CONSUMO

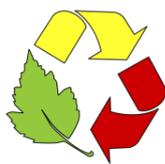
La fuente energética de “TERAPIDERM” es energía eléctrica. A continuación, se muestran las características más representativas del contrato de suministro eléctrico existente para la realización del estudio.

CONTRATO ELÉCTRICO	
<b>Empresa suministradora</b>	Gas Natural Fenosa
<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>Modo de facturación</b>	Por periodos (P1, P2 y P3)
<b>Potencia contratada</b>	20,57 kW; 20,57 kW; 20,57 kW
<b>Penalización por reactiva</b>	Si

*Ilustración 8. Características del contrato eléctrico actual.*

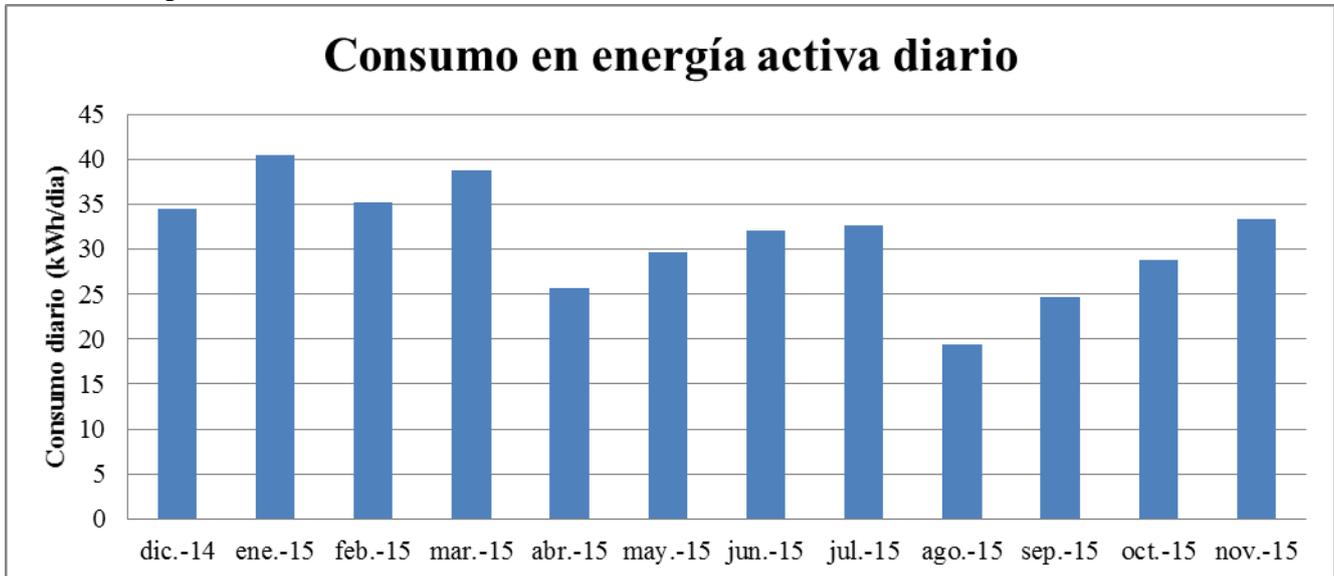
RESUMEN FACTURACIÓN ELÉCTRICA				
	Coste total (€)	Consumo eléctrico (kWh)	Coste diario (€/día)	Consumo diario (kWh/día)
<b>dic-14</b>	340	1.070	10,98	34,50
<b>ene-15</b>	332	1.134	11,84	40,49
<b>feb-15</b>	325	1.089	10,49	35,14
<b>mar-15</b>	366	1.162	12,18	38,74
<b>abr-15</b>	292	795	9,42	25,65
<b>may-15</b>	284	892	9,48	29,72
<b>jun-15</b>	318	993	10,24	32,02
<b>jul-15</b>	343	1.011	11,07	32,60
<b>ago-15</b>	253	584	8,42	19,47
<b>sep-15</b>	269	767	8,68	24,74
<b>oct-15</b>	322	866	10,73	28,87
<b>nov-15</b>	335	1.035	10,79	33,39
<b>TOTAL</b>	<b>3.778</b>	<b>11.397</b>		
<b>PROMEDIO</b>			<b>10,36</b>	<b>31,28</b>

*Ilustración 9. Datos de consumo y coste recogidos de facturas.*



## ❖ TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA

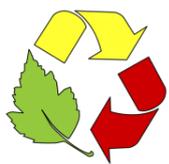
Se representa el consumo medio diario de kWh en los meses del año 2015:



*Ilustración 10. Consumo eléctrico (kWh) diario.*

Durante verano, cuando las temperaturas exceden los 35°C o en invierno, cuando las temperaturas descienden por debajo de 4°C, la mayoría de los sistemas de calefacción y aire acondicionado alcanzan su máxima capacidad. La eficiencia del sistema disminuye cuando funciona cerca de su máxima capacidad. Por lo que se consume mucha electricidad y se obtiene menor confort. Sólo unos cuantos días de temperaturas extremas pueden causar que la factura sea notablemente más alta.

Se puede observar cómo el mayor consumo se da en durante en el mes de enero de 2015 siendo una de las causas el frío. Debido a su orientación, profundidad y a la poca superficie acristalada del local el consumo en iluminación y equipos se mantiene constante lo que hace que el factor más variable e influyente sea la climatización en el caso de este local.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 12 de 32

## ❖ TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA

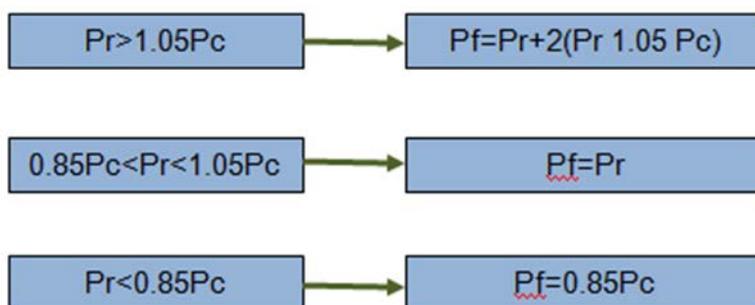
El establecimiento no consume energía reactiva puesto que tiene instalada una batería de condensadores de 15 kVAr.

## ❖ TÉRMINO DE POTENCIA

La estructura de la tarifa de acceso a redes se divide un término de potencia fija y un término de energía variable en función del periodo de tarifación.

La facturación correspondiente al término de potencia será el resultado de multiplicar la potencia a facturar en cada período tarifario por el término de potencia correspondiente. A través de una empresa comercializadora existen tres situaciones posibles:

- Si la potencia que se consume realmente ( $P_r$ ) se encuentra entre 1.05 y 0.85 veces la potencia contratada ( $P_c$ ), se factura ( $P_f$ ) la potencia que se ha consumido realmente.
- Si la potencia consumida realmente ( $P_r$ ) es mayor que 1.05 veces la potencia contratada ( $P_c$ ), la potencia facturada ( $P_f$ ) se calcula de la siguiente manera:
 
$$P_f = P_r + 2(P_r - 1.05P_c)$$
- Si la potencia es menor que el 85 % de la potencia contratada, se factura el 85 % de la potencia contratada



Siendo  $P_c$  la potencia contratada y  $P_r$  la potencia registrada (datos de máxímetros).



### **“Terapiderm”**

La potencia contratada en este establecimiento para cada uno de los periodos es de 20.57 kW, por lo que los rangos a los que está sometida sin incurrir a penalización ni bonificación son los siguientes:

- $0.85 \cdot 20.57 = 17.48$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por debajo de este valor se bonificará.
- $1.05 \cdot 20.57 = 21.59$  kW. Si la potencia registrada se encuentra por encima de este valor se penalizará.

Al tratarse de una potencia mayor a 15 kW, la acometida de la instalación eléctrica cuenta con maxímetros, motivo por el cual en las facturas eléctricas se refleja este dato, que es fundamental para poder determinar con cierta seguridad si la potencia contratada se ajusta a lo que requiere la instalación. En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos de los maxímetros.

	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
P1	8	4	4	2	1	2	1	2	1	1	1	-
P2	11	11	11	11	8	8	9	10	5	7	8	-
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

*Ilustración 11. Tabla datos de maxímetros.*

Ningún mes se ha sobrepasado el valor de la potencia contratada. En la mayoría de los casos la potencia registrada por el maxímetro se encuentra por debajo de la potencia contratada.

En apartados posteriores se estudiará si conviene cambiar la potencia contratada.



❖ **IMPORTE**

Se representa el coste medio diario de kWh en los meses del año 2015:

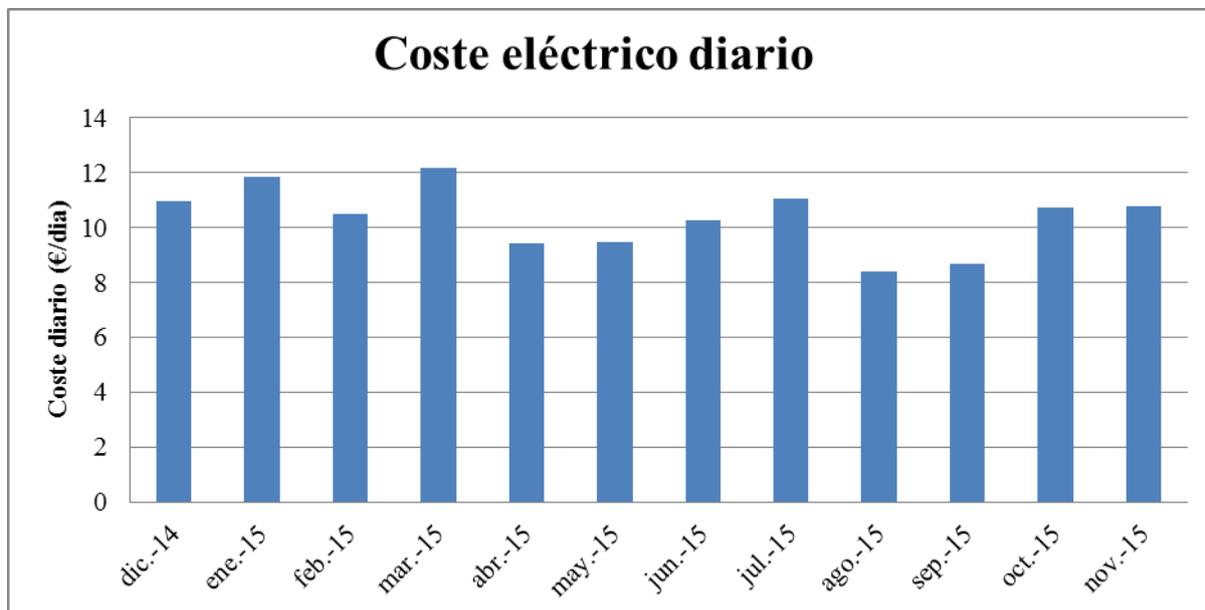
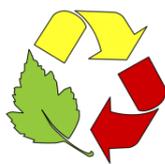


Ilustración 12. Importe económico diario.

Como es lógico, la tendencia del importe económico es proporcional al consumo energético de cada periodo, esto se debe a que el importe más significativo es el relativo a la energía activa consumida. Además de no existir penalización por energía reactiva y siendo los demás conceptos fijos (potencia contratada, impuesto eléctrico, impuesto por equipos). Se llega a alcanzar el importe de 12€/diario en consumo de electricidad, el cual es bastante elevado siendo el mínimo de 8,25€por día.

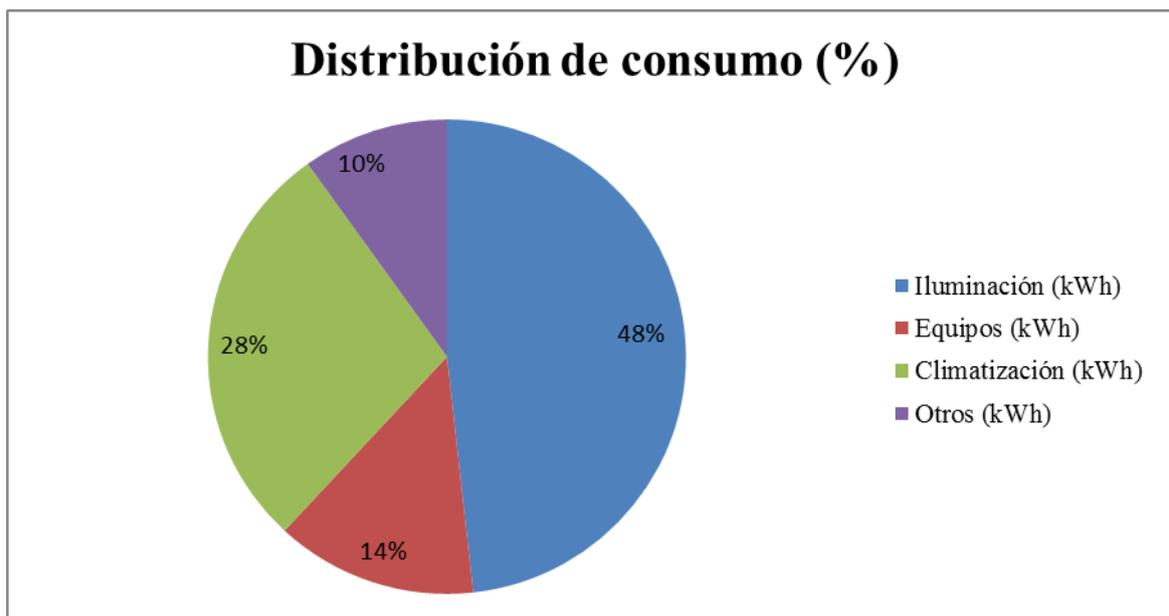
La importancia de reducir este ratio es debido a que el precio de la energía eléctrica va en aumento, se espera que cada año el importe se vaya incrementando aunque se realice un consumo similar al de periodos anteriores.



### 3. ESTUDIO ENERGÉTICO

En la *ilustración 13* se muestran los datos estimados sobre la distribución del consumo de energía eléctrica perteneciente al consumo eléctrico anual, valores tomados en 2015 para el establecimiento estético.

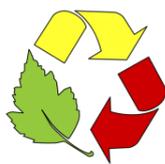
CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR TIPO DE EQUIPOS				
Iluminación (kWh)	Equipos	Climatización (kWh)	Otros (kWh)	TOTAL
5.750	1.627	3.360	1.181	11.918



*Ilustración 13. Balance energético y gráfico de distribución del consumo para el establecimiento Terapiderm*

Como se observa en el gráfico el mayor consumidor de energía eléctrica procede de las luminarias. Siendo las salas de consulta donde mayor consumo de electricidad se produce. La demanda eléctrica se eleva hasta el 48 % por lo que se tiene un gran margen de ahorro energético y económico que se valorará en el propio informe

El segundo consumidor de energía eléctrica se debe a la climatización del local, que asciende hasta un 28 % de la demanda eléctrica, alcanzando en invierno una demanda de calefacción de 1.622 kWh y en verano de 1.738 kWh. Teniendo en cuenta el uso habitual de los equipos, la energía consumida por ellos asciende hasta un 14 % de la electricidad consumida.



## 4. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

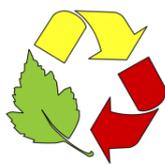
Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, es necesario el uso de luminarias eléctricas para suplir las carencias de la iluminación natural. Mediante el estudio luminotécnico se va a determinar la situación actual del local en lo que a iluminación se refiere. En concreto se ha empleado el software Dialux v4.12.

### ❖ **NORMATIVA**

La iluminación debe contribuir al bienestar, eliminando las causas de posibles molestias y proporcionando un ambiente visual agradable y seguro aún en condiciones de escasa o nula iluminación natural. Para asegurar estas premisas, se desarrolló la norma UNE EN-12464-1:2012 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. La citada norma especifica criterios de diseño de iluminación, en términos de cantidad y calidad, para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores.

La iluminación en locales como este, que tiene una parte sanitaria y otra comercial debe servir a dos objetivos fundamentales: garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes, y contribuir a una atmósfera en la que el paciente se sienta confortable. La existencia de distintas tareas en diferentes espacios, requieren de un tratamiento específico, pues no se tratará igual la iluminación de un quirófano, que de la lavandería, una sala de consulta:

- Recepción y salas de espera: de 300 a 600 lux.
- Salas de consulta y examen: de 400 a 1000 lux
- Quirófanos (general): de 300 a 1000 lux
- Laboratorios: de 400 a 1000 lux.
- Habitaciones (general): entre 50 y 300 lux.
- Alumbrado nocturno: entre 10 y 50 lux.



Teniendo en cuenta las tareas que se realizan, se ha extraído de la normativa los siguientes valores que se muestran en la *Ilustración 14*.

Parámetros Lumínicos				
Lugar o Actividad	$E_{min}$ (lx)	$E_m$ (lx)	UGR	Ra
Recepción	300	450	19	80
Quirófano	300	450	19	80
Laboratorio	400	500	19	80
Habitaciones	50	150	19	80
Salas de consulta	400	450	19	80
Alumbrado nocturno	10	25	25	40

*Ilustración 14. Parámetros lumínicos recomendados según norma UNE EN-12464-1.*

**Em: Iluminancia mantenida.** Parámetro que cuantifica la cantidad de luz en una superficie, a mayor valor mayor es la iluminación existente.

**UGR: Índice de deslumbramiento unificado.** Parámetro de calidad que determina el grado de deslumbramiento de la iluminación. A mayor valor de UGR, mayor es el grado de deslumbramiento, lo cual es negativo.

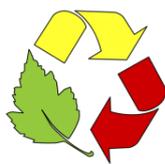
**Ra: Índice de reproducción cromática.** Este parámetro de calidad determina la capacidad de reproducción de colores de las lámparas en comparación con una fuente de luz natural ideal. A mayor valor mejor es la reproducción de colores.

## ❖ SIMULACIÓN

Se ha realizado la simulación de todo el local mediante el software DiaLux 4.12, realizando un estudio exhaustivo y conciso de los parámetros que nos compete para las propuestas mejoras en iluminación:

### Lista de luminarias

A continuación se muestran las luminarias y lámparas empleadas en la simulación, de características similares a las presentes en el local. Se debe tener en cuenta que algunos tipos de luminarias no estaban en la base de datos del programa con el que se ha realizado este estudio, por lo que se han escogido aquellas con unas características similares.



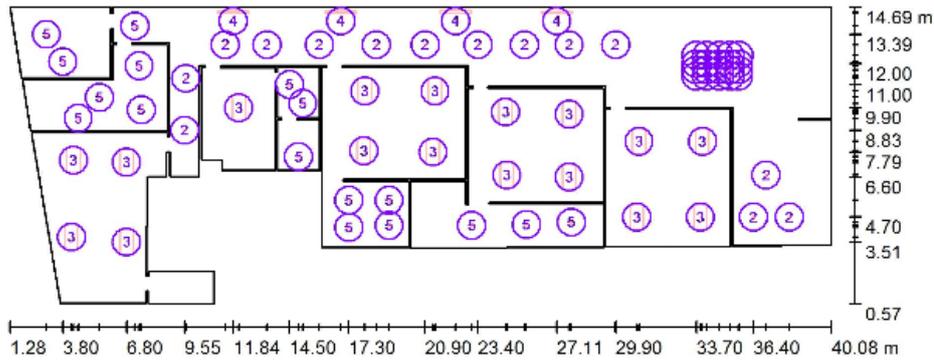
20 Pieza	<p>LAMP 9241110 RING IP65 LED                      N° de artículo: 9241110                      Flujo luminoso (Luminaria): 215 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 215 lm                      Potencia de las luminarias: 6.5 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 85 93 98 100 100                      Lámpara: 1 x COB 5W (Factor de corrección 1.000).</p>		
14 Pieza	<p>MODULAR 102753XX K-3 ES50                      N° de artículo: 102753XX                      Flujo luminoso (Luminaria): 401 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 404 lm                      Potencia de las luminarias: 50.0 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 80 96 99 100 100                      Lámpara: 1 x ES50 Philips 50W25° (Factor de corrección 1.000).</p>		
17 Pieza	<p>Nardeen VWHI 4/40W RS HPF                      N° de artículo: VWHI                      Flujo luminoso (Luminaria): 7392 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 11200 lm                      Potencia de las luminarias: 160.0 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 58 88 98 100 66                      Lámpara: 4 x T38 40W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		
4 Pieza	<p>PETRIDIS 92217_ SLOTLIGHT WW 1x80W T16                      N° de artículo: 92217_                      Flujo luminoso (Luminaria): 4850 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 6550 lm                      Potencia de las luminarias: 80.0 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 57 84 97 100 74                      Lámpara: 1 x T16 80W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		
17 Pieza	<p>SOLAR 9501106 NIKOR DLP-60-W                      N° de artículo: 9501106                      Flujo luminoso (Luminaria): 894 lm                      Flujo luminoso (Lámparas): 1230 lm                      Potencia de las luminarias: 60.0 W                      Clasificación luminarias según CIE: 100                      Código CIE Flux: 43 86 99 100 73                      Lámpara: 1 x DULUXSTAR 21W (Factor de corrección 1.000).</p>		

Ilustración 15. Lista de luminarias empleadas en simulación.



**Distribución de luminarias**

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las luminarias en el local, se destaca la existencia de muchos puntos de luz, se podría valorar la disminución.



Escala 1 : 278

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	20	LAMP 9241110 RING IP65 LED
2	14	MODULAR 102753XX K-3 ES50
3	17	Nardeen VWHI 4/40W RS HPF
4	4	PETRIDIS 92217_ SLOTLIGHT WW 1x80W T16
5	17	SOLAR 9501106 NIKOR DLP-60-W

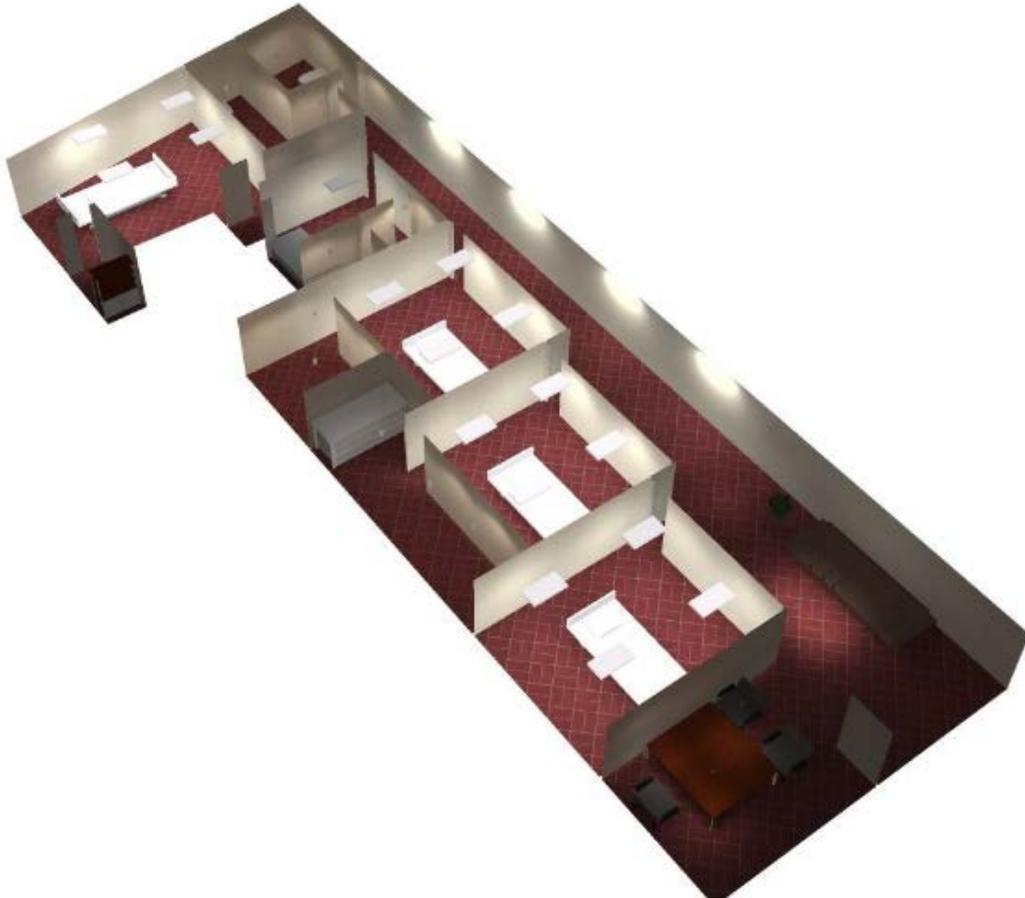
*Ilustración 16. Distribución de luminarias.*



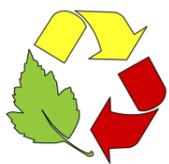
## **Resultados de la simulación**

### **Render**

Se muestra el render de la simulación realizada donde se puede ver la reproducción del local con la simulación de la distribución de las luminarias de carácter permanente.

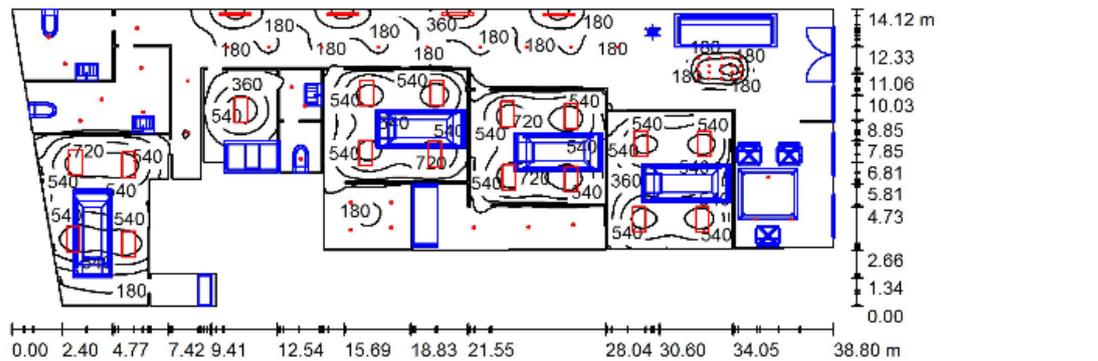


*Ilustración 17. Render de la situación lumínica del local.*



**Gráfico de valores (Em)**

En este apartado se muestra la distribución de la intensidad lumínica en la zona comercial, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de la *Ilustración 14*. Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:278

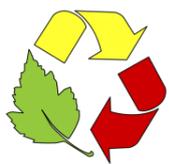
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	281	5.65	866	0.020
Suelo	30	195	4.20	620	0.022
Techo	70	71	6.24	531	0.088
Paredes (116)	51	126	4.44	2836	/

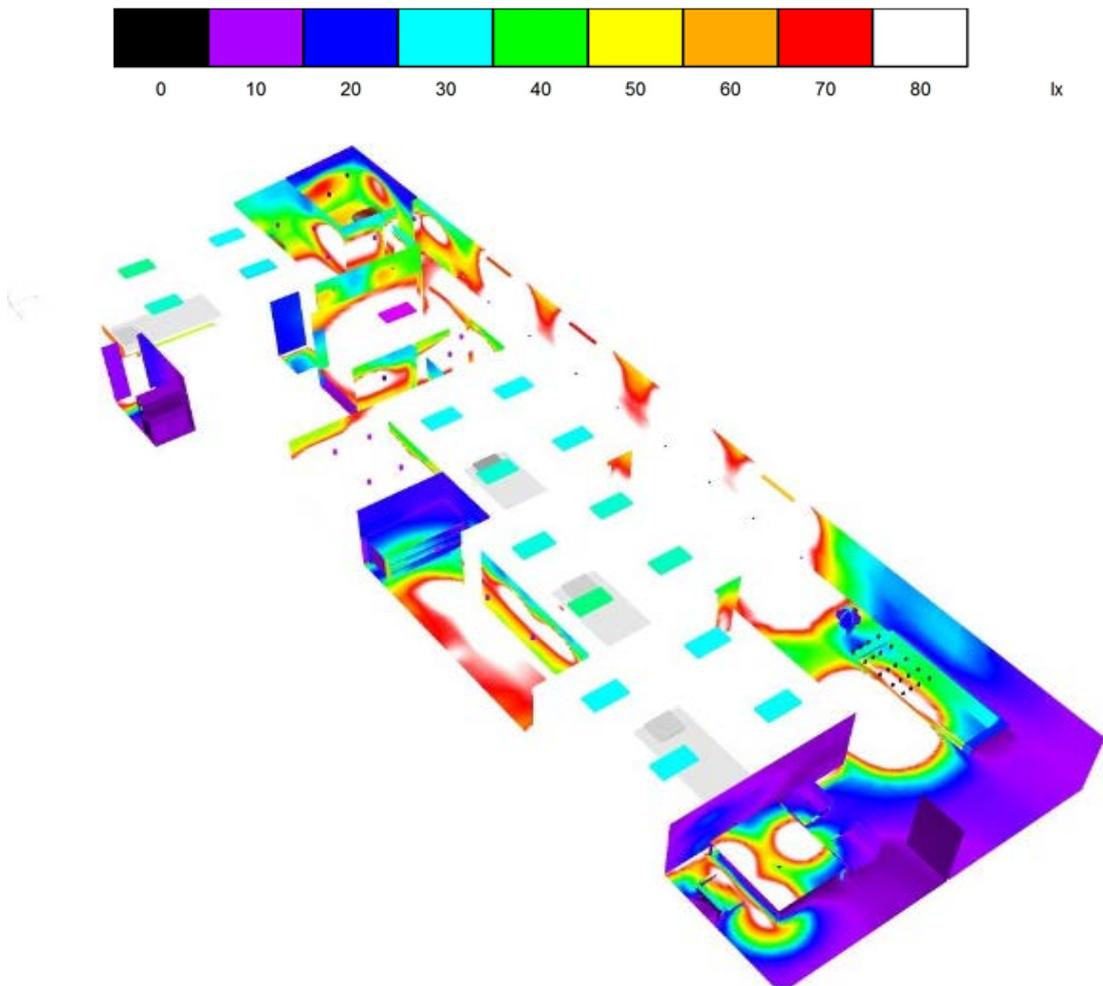
Plano útil:

Altura: 0.850 m

*Ilustración 18. Gráfico de valores de iluminancia mantenida.*

En este caso, el local cumple con las recomendaciones de la norma UNE 12464.1 en todos espacios. Se puede ver que hay sobre-iluminación en algunas zonas, siendo razonable al tratarse de un establecimiento de este tipo. Las zonas de circulación cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma. Aun así recordar que la norma UNE simplemente es una recomendación, no hay ninguna obligatoriedad de cumplimiento, aunque si es recomendable tener unos valores cercanos a los que propone la norma.





*Ilustración 19. Gráfico en colores en falso de la iluminancia de la planta calle.*

### **Determinación del parámetro URG**

El valor de estos parámetros depende de las lámparas usadas en las luminarias. En ningún caso se superan los valores establecidos por la normativa en ningún sector. Por lo tanto no existen zonas donde la iluminación provoque molestias, a no ser que se mire directamente a las luminarias.

### **Determinación del parámetro Ra**

El valor de estos parámetros depende directamente de las lámparas usadas en las luminarias. La normativa recomienda valores mayores de 80 en los distintos sectores de este local y de 40 para las áreas de circulación. En este local se utilizan luminarias de diversos tipos, en todos ellos se cumple con la normativa.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 23 de 32

### ❖ VEEI

El valor de eficiencia energética de iluminación, o VEEI, es un valor que tiene como unidades el W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux y se define como :

$$VEEI = \frac{\text{Potencia instalada} * 100}{\text{Superficie} * E_m}$$

Según el HE 3 del CTE, este valor es mejor cuanto más se acerque a 0 y, en caso de locales de restauración no debe superar el valor de “8”.

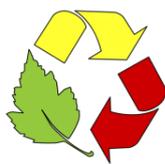
En este caso se ha obtenido un valor 7.7 siendo válido ya que es menor de 8.

### ❖ SIMULACIÓN DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS

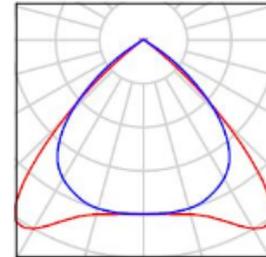
Mediante un estudio luminotécnico similar al anterior, se va a determinar la situación del local con las nuevas luminarias propuestas en este informe (véase apartado 5. Propuestas de mejora-iluminación).

#### Lista de luminarias

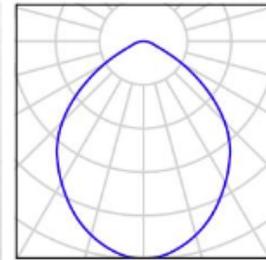
Respecto a los halógenos de 2x75 W se propone el modelo CoreLine Recessed Spot de 11 W de Philips, es una gama de puntos de luz empotrados diseñada para sustituir a las luminarias halógenas. Los tubos fluorescentes de 4x58 W se sustituyen en la simulación por las placas Maxos LED para TTX400 de 30 W, que ofrecen el mejor ahorro de energía a la vez que proporcionan altos niveles de iluminación con las temperaturas de color y factores de deslumbramiento requeridos, importantes en salas de consultas. También se ha sustituido en la simulación las bombillas incandescentes de 60 W CoreLine DN130B de 22 W. Las luminarias elegidas crean un efecto de iluminación natural siendo más agradable a la vista además de una buena relación precio-consumo, el listado es el siguiente:



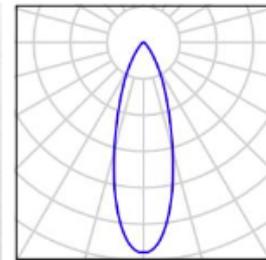
PHILIPS 4MX400 G3 581 1xLED40S/830 PSD WB  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4000 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm  
 Potencia de las luminarias: 29.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 66 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED40S/830/- (Factor de corrección 1.000).



PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 2100 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 2100 lm  
 Potencia de las luminarias: 22.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 61 91 98 100 100  
 Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).

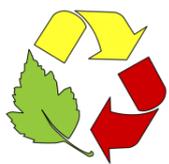


PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/840  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 650 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 650 lm  
 Potencia de las luminarias: 11.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 91 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED6-32-/840 (Factor de corrección 1.000).



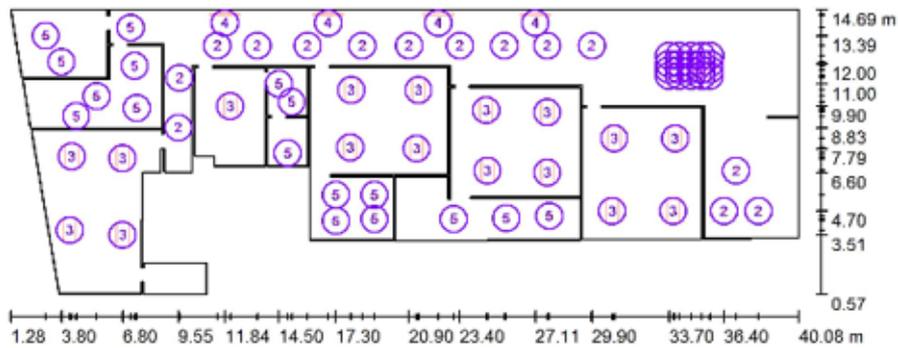
*Ilustración 20. Lista de luminarias propuestas empleadas en simulación.*

El panel de LEDs situado en la entrada del establecimiento se mantiene fijos, ya que el consumo es mínimo además de tener una finalidad más estética que lumínica. Los 4MX400 se van situar en las salas de consultas donde la luminosidad tiene que ser mayor. Las DN130B se colocan en el resto de salas donde existe actividad mientras la última luminaria propuesta RS141B se sitúa en las zonas de tránsito. Esta distribución se aprecia mejor en el siguiente apartado.



**Distribución de luminarias**

En la siguiente imagen, se muestra la ubicación de las luminarias existentes y las que se proponen cambiar en el local.



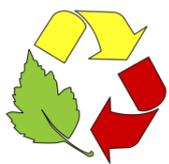
Escala 1 : 278

- 14 MODULAR 102753XX K-3 ES50
- 34 PHILIPS 4MX400 G3 581 1xLED40S/830 PSD WB
- 20 PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830
- 19 PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/840

*Ilustración 21. Distribución de luminarias.*

**Resultados de la simulación**

En este apartado, se va a mostrar la distribución de la intensidad lumínica en la zona comercial con las luminarias propuestas, siendo recomendado cumplir los valores expuestos en la tabla de la *Ilustración 14*. Las gráficas de los valores de intensidad lumínica mostradas están referidas a nivel de espacio de trabajo, es decir, a 85 centímetros de altura del nivel del suelo.





INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 27 de 32

## 5. PROPUESTAS DE MEJORA

A la hora de buscar propuestas de mejora se hara en todos los aspectos por igual. Se buscará minimizar las pérdidas de energía y eliminar los consumos innecesarios. A continuación, se listan las propuestas sugeridas con el fin de reducir el consumo energético en el local y aumentar así la eficiencia energética.

### ❖ ILUMINACIÓN

A continuación se explican brevemente la tecnología usada y las propuestas realizadas, debido a que no todas las luminarias están encendidas las ocho horas de la jornada de trabajo todo el año laboral en las propuestas se estudiará por separado.

En tema de eficiencia energética de iluminación, la tecnología LED es el líder en su campo gracias a la fusión de cinco tecnologías: electricidad, electrónica, óptica, difusión del calor y nuevos materiales. Debido a las potenciales ventajas de los LED se incluyen varios estudios de cambio de las distintos tipos de lámparas actuales del local por una tecnología LED equivalente a su potencia lumínica.

#### Propuestas

Para realizar los cálculos se han utilizado estos datos generales:

- Días activos al año: 290 días.
- Coste aproximado de mano de obra: 3,15 €/lámpara
- Coste energía actual: 0,19 €/kWh
- Coste energía estimado a 2-3 años: 0,22 €/kWh

#### **1. Se propone cambiar 17 fluorescentes de 4x58 W de las salas de consulta por 34 placas Maxos LED para TTX400 de 30 W**

- Horas diarias: 3 horas de media.
- Coste 4x58 W: 9,95 €/unidad
- Coste LED 30 W: 29,95 €/unidad
- Vida útil estimada fluorescente: 10.000 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas



	Propuesta 1
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	1125
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	74%
<b>Ahorro anual en €</b>	772
<b>Amortización en años</b>	1,46

*Ilustración 23. Resultados para la sustitución de fluorescentes 4x58 W*

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 1125 € se estima un ahorro anual de 772 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial en un año y medio.

Se estima que el ahorro energético sería de un 74 % de la energía consumida actualmente por los 17 fluorescentes anualmente en el local.

**2. Se propone cambiar 4 halógenos 2x75 W del pasillo por una tecnología por 8 CoreLine Recessed Spot de 11W**

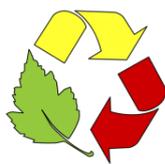
- Horas diarias: 5 horas de media.
- Coste halógeno 2x75 W: 19.99 €/unidad
- Coste LED 11 W: 39,95 €/unidad
- Vida útil estimada halógeno: 1.500 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

	Propuesta 2
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	345
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	85%
<b>Ahorro anual en €</b>	159
<b>Amortización en años</b>	2,17

*Ilustración 24. Resultados para la sustitución de fluorescentes de 2x75 W.*

El coste de la inversión inicial de compra de los equipos sería de 345 € se estima un ahorro anual de 159 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial de aproximadamente en dos años y tres meses.

Se estima que el ahorro energético de la energía consumida por esta luminaria anualmente en el local sería de un 85 %.



### 3. Se propone cambiar 17 bombillas incandescentes de 60 W por 17 DN130B de 22W

- Horas diarias: 1 hora de media.
- Coste incandescentes de 60 W: 4,95 €/unidad
- Coste LED 20 W: 10,99 €/unidad
- Vida útil estimada incandescentes: 1.500 horas
- Vida útil estimada de LED: 50.000 horas

	<b>Propuesta 3</b>
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	240
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	67%
<b>Ahorro anual en €</b>	43
<b>Amortización en años</b>	5,60

Ilustración 25. Resultados para la sustitución de 17 bombillas incandescentes de 60 W.

El coste de la inversión inicial de compra de las luminarias sería de 240 € se estima un ahorro anual de 43 € en concepto de energía consumida en la tarifa eléctrica, dando lugar una recuperación del coste inicial en torno a cinco años y ocho meses años. Este periodo es elevado debido a las pocas horas de uso que tienen estas luminarias. Aunque desde el punto económico no sea rentable, el ahorro energético sustituyendo esta luminaria en el local sería de un 67 % respecto a la actual.

### 4. Resumen de las propuestas de iluminación.

	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2</b>	<b>Propuesta 3</b>	<b>Total</b>
<b>Coste inversión tecnología LED (m.o. incluida) (€)</b>	1125	345	240	<b>1.710</b>
<b>% Ahorro anual de energía consumida</b>	74%	85%	67%	<b>75%</b>
<b>Ahorro anual en €</b>	772	159	43	<b>973</b>
<b>Amortización en años</b>	1,46	2,17	5,60	<b>1,76</b>

Ilustración 26. Tabla resumen de las propuestas de iluminación.

Existe un criterio que reduce a propuestas viables todas aquellas con una amortización menor de 3 años, entre 3 y 4 años resulten dudosas, y mayor de 4 años no rentables. Este criterio hace que la tercera propuesta no sea viable económicamente.

Sin embargo, teniendo en cuenta que si se consideran las tres propuestas de forma conjunta se obtiene un periodo de amortización de poco más de un año, se aconseja la sustitución de todas las luminarias propuestas.



❖ **AJUSTE DE POTENCIA CONTRATADA**

Como se vio en el apartado 2 (Información de consumo) un buen ajuste de la potencia contratada supone un ahorro. El ahorro no es muy grande, pero al no suponer ningún coste de inversión se considera, cuanto menos necesario estudiar la posibilidad de realizarlo.

**Terapiderm**

La potencia contratada en este establecimiento es de 20.57 kW. Como se vio en el apartado 2 esta potencia es excesiva. Según los datos de los máxímetros las potencias máximas registradas en los distintos periodos son las siguientes:

- Periodo 1 = 8 kW.
- Periodo 2 = 11 kW.
- Periodo 3 = 0 kW.

Teniendo en cuenta las potencias activas normalizadas mostradas en la *Ilustración 15* y, que por normativa la potencia contratada del periodo 1 debe ser menor o igual que la del periodo 2 y esta, a su vez, menor o igual que la del periodo 3 se aconseja reducir la potencia contratada, en los tres periodos, a un valor de 16,454 kW, ya que es necesario dejar un poco de holgura para no incurrir en futuras penalizaciones por sobrepasar dicho valor.

**Tabla de potencias activas normalizadas**

Intensidad (A)	Potencias normalizadas (kW)							
	Monofásicos				Trifásicos			
	U=127 V	U=133 V	U=220 V	U=230 V	3x127/220 V	3x133/230 V	3x220/380 V	3x230/400 V
1,5	0,191	0,200	0,330	0,345	0,572	0,598	0,987	1,039
3	0,381	0,399	0,660	0,690	1,143	1,195	1,975	2,078
3,5	0,445	0,466	0,770	0,805	1,334	1,394	2,304	2,425
5	0,635	0,665	1,100	1,150	1,905	1,992	3,291	3,464
7,5	0,953	0,998	1,650	1,725	2,858	2,988	4,936	5,196
10	1,270	1,330	2,200	2,300	3,811	3,984	6,582	6,928
15	1,905	1,995	3,300	3,450	5,716	5,976	9,873	10,392
20	2,540	2,660	4,400	4,600	7,621	7,967	13,164	13,856
25	3,175	3,325	5,500	5,750	9,526	9,959	16,454	17,321
30	3,810	3,990	6,600	6,900	11,432	11,951	19,745	20,785
35	4,445	4,655	7,700	8,050	13,337	13,943	23,036	24,249
40	5,080	5,320	8,800	9,200	15,242	15,935	26,327	27,713
45	5,715	5,985	9,900	10,350	17,147	17,927	29,618	31,177
50	6,350	6,650	11,000	11,500	19,053	19,919	32,909	34,641
63	8,001	8,379	13,860	14,490	24,006	25,097	41,465	43,648

*Ilustración 27. Tabla de potencias activas normalizadas*

De esta forma se obtendría un ahorro medio mensual de 50 € lo que supondría un ahorro anual de 600 € Como puede verse se consigue un gran ahorro, por lo que se aconseja disminuir la potencia contrata.



## ❖ EQUIPOS

Para eliminar los consumos en OFF (Stand-By) de todos los equipos presentes en el local se propone instalar enchufes programables y/o regletas de enchufes. El consumo en OFF lo realizan los equipos que están apagados pero no desconectados totalmente de la red. Los enchufes temporales son más cómodos, pero las regletas de enchufes son una buena opción y algo más económica si se tiene la seguridad de que los trabajadores van a apagar las regletas correctamente cuando terminen su jornada laboral.

También se debe considerar la alternativa de combinar las dos opciones. Por ejemplo, instalar una regleta y conectarla a un enchufe programable. De ese modo se podría conectar varios aparatos que estén colocados en un mismo sitio y agruparlos bajo un mismo enchufe (incluyendo ordenadores, lectores de tarjetas, datafonos, etc).

## ❖ CLIMATIZACIÓN

Estabilización de la temperatura de programación a una temperatura de confort establecida, 22 °C en invierno y 26 °C en verano. Esta medida no supondría ningún coste para el local, su inversión es nula. Se aconseja que la temperatura dentro del local, en concreto en los sectores ocupados, no supere una diferencia de 10 grados con respecto al exterior para así ahorrar en consumo eléctrico.

Se aconseja realizar periódicamente la limpieza y mantenimiento de los filtros de las bombas de calor y de los Split de aire acondicionado, este mantenimiento debería realizarse al menos una vez al año, con esto se conseguirían ahorros de hasta un 10 %.

## ❖ AGUA CALIENTE SANITARIA

Para disminuir el gasto en agua caliente, se aconseja la colocación de perlizadores en cada uno de los grifos (2 €unidad). Esto supone un ahorro estimado del 40 % al 60 % de la energía destinada a A.C.S. Se trata de unos dispositivos que mezclan aire y agua reduciendo su consumo, lo que conlleva el consiguiente ahorro económico y protección del medio ambiente. Aunque aparentemente el volumen de agua es el mismo, los perlizadores permiten reducir el caudal de agua sin disminuir la presión.

De esta forma se ahorra de 4 a 6 litros de cada 10 y la instalación es muy sencilla, se coloca el perlizador y se cierra la llave de paso entorno al 50-60 %.



INFORME INDIVIDUAL	Código	Terapiderm
	Fecha	Junio 2016
	Página	Página 32 de 32

## 6. CONCLUSIONES

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros más importantes mostrados en el estudio:

- El establecimiento estético tiene una potencia contratada de 20.57 kW. Consume unos 11.858 kWh de energía anualmente, de los cuales un 48 % van dedicados a la iluminación del establecimiento, un 28 % a la climatización y un 14 % a climatización. Además la factura anual en electricidad asciende a los 3.770 € anuales.

Respecto a las propuestas:

- Iluminación: Uso de sensores de presencia, dispositivo electrónico equipado de sensores que responden a un movimiento físico. Para zonas de poco uso como pueden ser los cuartos dentro de las salas de consulta. Instalación de interruptores temporales en los baños, para evitarnos consumos innecesarios.

En cuanto a la luminaria se aconseja el cambio de halógenos de 2x75 W, fluorescentes de 4x58 W y bombillas incandescentes de 60 W por tecnología LED. De esta forma se consigue un ahorro energético, del 75 % con periodos de amortización de un año y diez meses con un coste de inversión de 1.710€ Se recomienda el ajuste de la potencia contratada reduciéndola, en los tres periodos, a un valor de 16,454 kW se ahorraría 600€de anualmente.

- Climatización: se recomienda programar una temperatura en verano de 22 °C y en invierno de 26 °C o unos valores cercanos a estos, debido al gran consumo de la bomba de calor cuando se programa a una temperatura fuera de estos rangos. También se recomienda el mantenimiento y limpieza de los filtros al menos una vez al año.
- Agua caliente sanitaria: se aconseja la instalación de perlizadores en los grifos, ya que con ellos se consiguen ahorros del 40 al 60 % en agua.

---

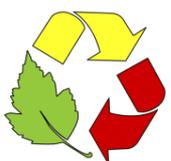
**FIN DEL INFORME**

---





**INFORME INDIVIDUAL**  
**CDM José Garcés**



**INFORME INDIVIDUAL CENTRO DEPORTIVO MUNICIPAL  
JOSÉ GARCÉS**

**Localización de la auditoría:**

Centro Deportivo Municipal José Garcés, Calle Tetuán, 1, 50007 Zaragoza.

**Local dedicado a:** Centro deportivo

**Equipo auditor:** Diego García Corcés.

**Alcance y finalidad de la auditoría:**

Estudio energético de cara a determinar el rendimiento eléctrico equivalente (REE), así como el rendimiento total de la instalación. Se realizará un estudio de viabilidad económica de cara a determinar el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de la instalación de un sistema de cogeneración.

Con el objetivo de sugerir mejoras que puedan suponer un ahorro energético y disminuyendo así sus costes.



## Contenido del informe

<b>0. PRESENTACIÓN .....</b>	<b>4</b>
❖ DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL.....	5
❖ HORARIO Y OCUPACIÓN.....	8
<b>1. DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DEL CDM.....</b>	<b>11</b>
<b>2. ESTUDIO ENERGÉTICO.....</b>	<b>12</b>
❖ MARCO LEGAL .....	12
❖ RENDIMIENTO ELÉCTRICO EQUIVALENTE .....	13
❖ DEMANDA ELÉCTRICA.....	¡Error! Marcador no definido.
❖ DEMANDA TÉRMICA.....	¡Error! Marcador no definido.
- CONSUMO TÉRMICO PARA REFRIGERACIÓN.....	13
- DEMANDA PARA CALENTAR ACS.....	18
❖ BALANCE ENERGÉTICO .....	25
❖ ELECCIÓN DEL MOTOR DE COGENERACIÓN .....	27
<b>4. ESTUDIO ECONÓMICO.....</b>	<b>33</b>
❖ ESTUDIO ECONÓMICO SIN COGENERACIÓN.....	33
❖ ESTUDIO ECONÓMICO CON COGENERACIÓN.....	34
❖ INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	35
❖ PREVISIÓN DE AHORRO ECONÓMICO EN GN.....	37
❖ INVERSIÓN DE VIABILIDAD.....	39
❖ CÁLCULO DEL VAN Y DEL TIR.....	40
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>



## 0. PRESENTACIÓN

El C.D.M. José Garcés es un edificio situado entre las calles Neptuno, Nayim, Santa Gema y Tetuán en Zaragoza. Con dirección: C/ Tetuán 1, 50007, Zaragoza



*Ilustración 1. Ubicación del centro de deportivo.*



*Ilustración 2. Vista detallada de la fachada.*



### ❖ DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL

En el complejo deportivo se realiza distintas actividades que se distribuyen en cuatro volúmenes. La superficie de la parcela consta de 8478 m<sup>2</sup> y la superficie total del complejo es de 17639 m<sup>2</sup>. Estas son las distintas plantas que existen:

- Planta -1, de 5.077 m<sup>2</sup>

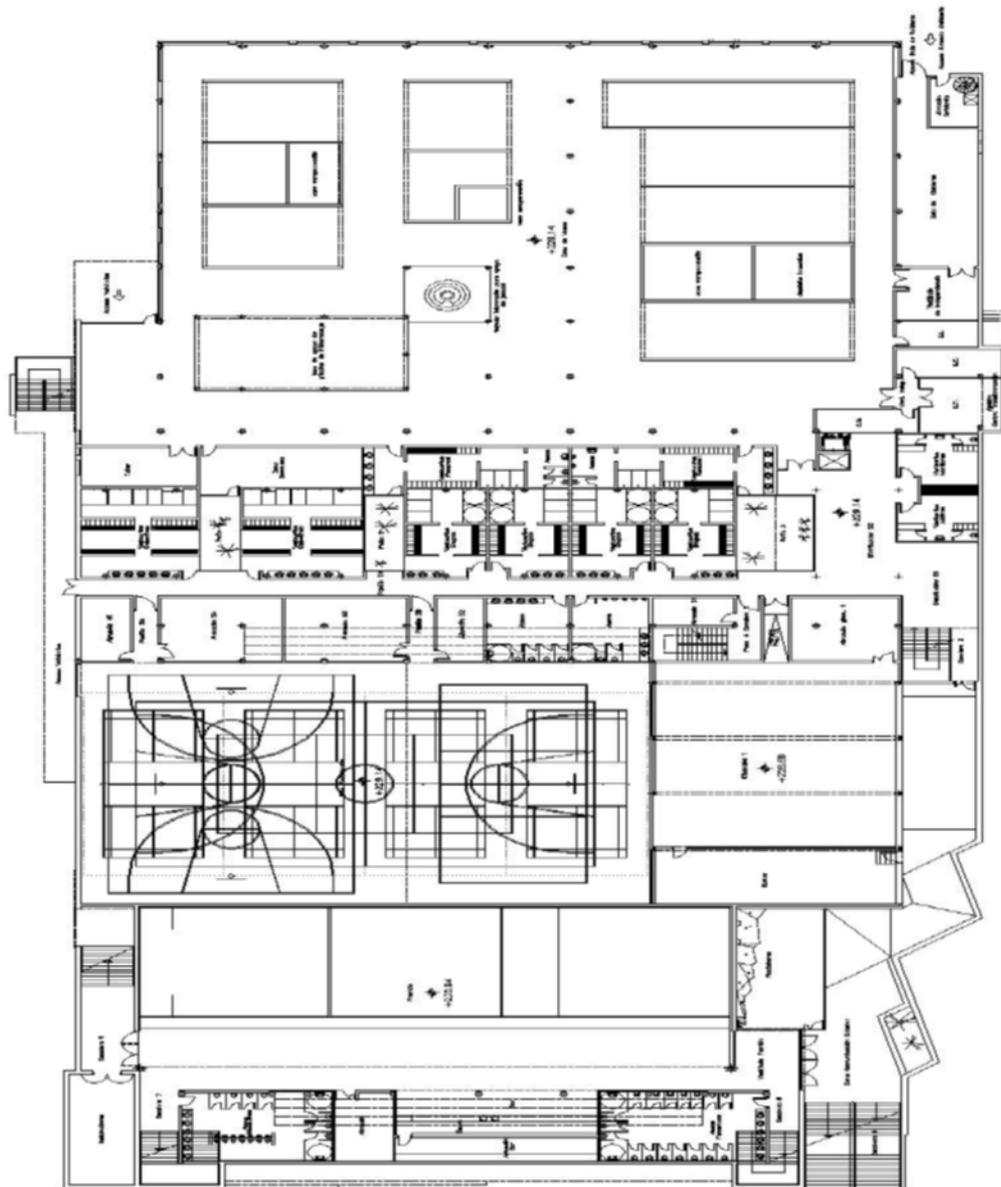
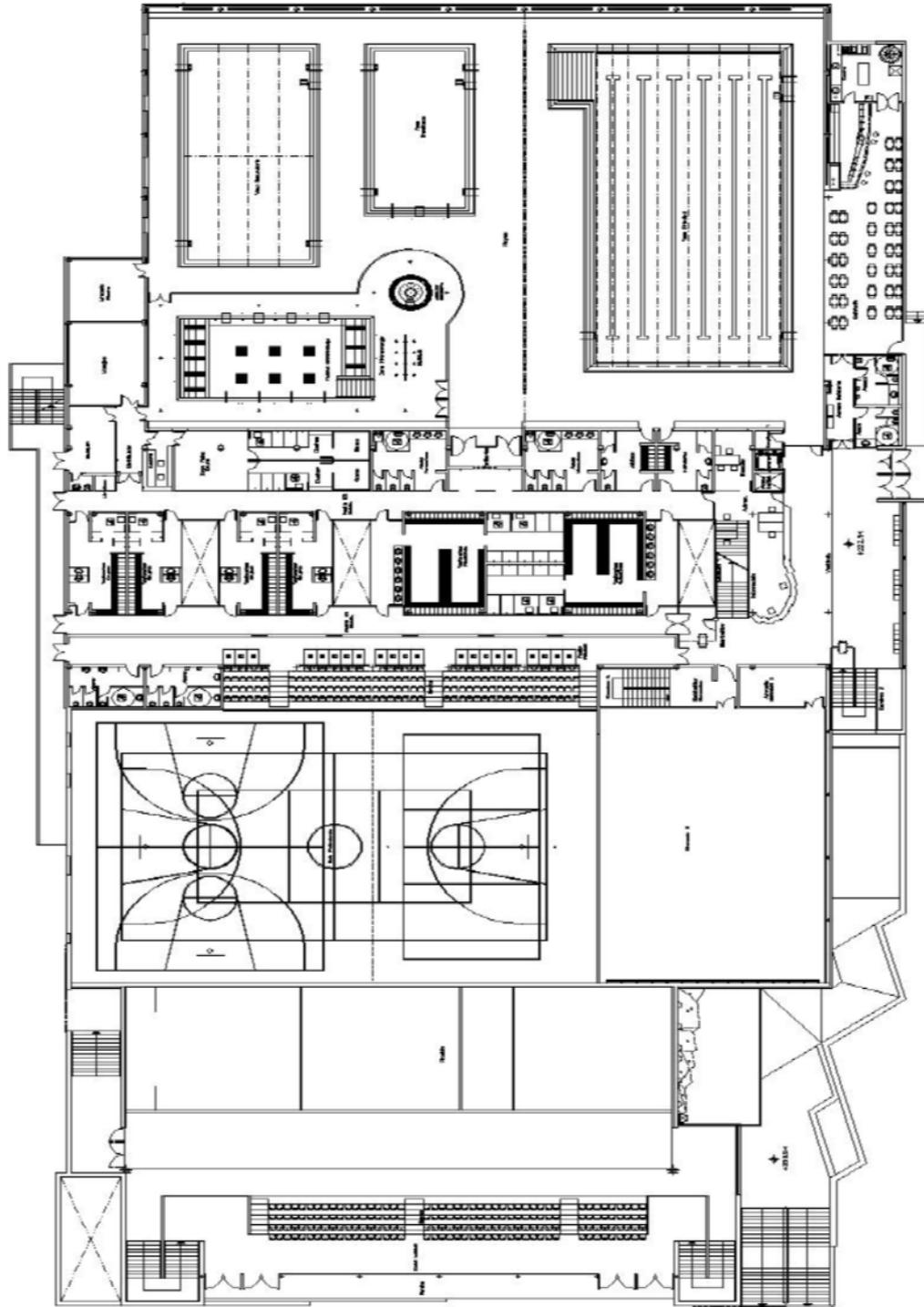


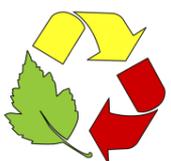
Ilustración 3. Esquema de la distribución de la planta -1



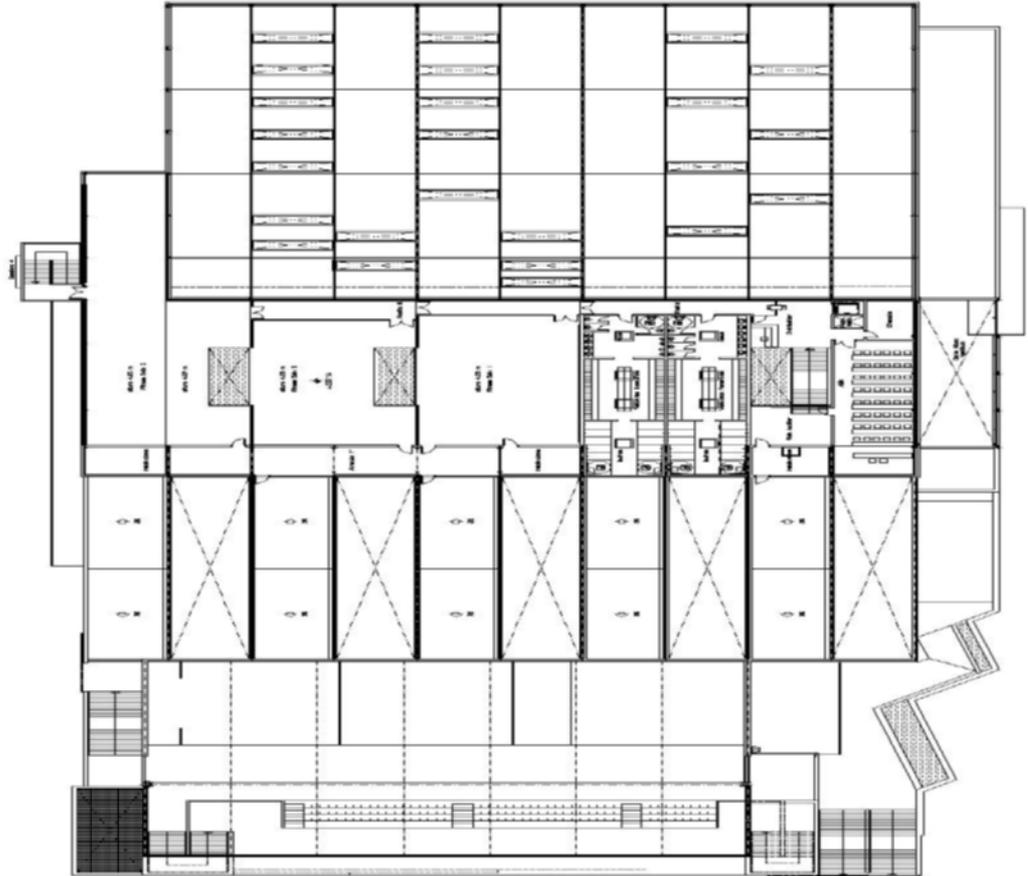
- Planta 0, de 4.916 m<sup>2</sup>



*Ilustración 4. Esquema de la distribución de la planta 0*



- Planta +1, de 2.810 m<sup>2</sup>

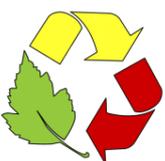


*Ilustración 5. Esquema de la distribución de la planta 1*

### **Primer volumen**

El volumen destinado a piscinas se distribuye tanto en la planta -1 como en la planta 0. En la planta -1 se encuentra la zona reservada a la depuración y a los vasos de las piscinas, también se hallan en dicha sala técnica las instalaciones generales del edificio: centro de transformación, grupo electrógeno, cuadro general de baja tensión, sala de calderas.

En la planta 0, donde encontraremos un vaso o piscina principal, un vaso secundario y otro de enseñanza. La zona de playas se completa con un balneario urbano donde encontraremos un jacuzzi y una piscina de hidromasaje.



### **Segundo volumen**

El segundo volumen ocupa las plantas -1, 0 y +1. En la planta -1 se encuentran los accesos y vestuarios destinados a la zona de pabellón, frontón, zona de escalada y salas polideportivas. También como el acceso a la sala técnica y a los vestuarios de los trabajadores. En la planta 0 se hallan la entrada al Centro Deportivo, control, el recibidor, así como las zonas de vestuarios de piscina y primeros auxilios, acceso a las gradas del pabellón, acceso a la sala polideportiva 2 y una cafetería a la que se puede acceder tanto desde dentro del centro como desde el exterior.

La planta +1 está reservada a un gimnasio donde encontraremos dos salas fitness y una tercera estancia cardiovascular con sus vestuarios, y la zona correspondiente a la administración del centro.

### **Tercer volumen**

En este volumen se localizan el pabellón polideportivo, gimnasio 1, todas ellas en la planta -1 y el gimnasio 2 que se encuentra en la planta 0.

### **Cuarto volumen**

El último volumen está formado por un frontón cubierto con gradas que dispone de dos accesos, uno por el cual el público desde la calle Santa Gema puede acceder y otro para los usuarios desde la planta -1. En la pared del frontón, por su parte exterior, se ubica un rocódromo.

El Complejo Deportivo Municipal se completa con un aparcamiento exterior destinado a los usuarios del propio centro.



## ❖ HORARIO Y OCUPACIÓN

El C.D.M. José Garcés no tiene ningún receso en su actividad laboral, distribuye su ocupación para los trabajadores con el siguiente horario:

HORARIO	CDM JOSÉ GARCÉS	HOMSA SPORT
Lunes a Viernes	7:00h a 23:00h	8:00h a 23:00h
Sábados	8:00h a 23:00h	9:00h a 20:00h
Domingos y festivos	15:00h a 23:00h	9:00h a 14:00h

*Ilustración 6. Tabla del horario de apertura.*

Para el resto de las horas se encuentra una persona encargada del mantenimiento del Centro Deportivo Municipal, para que el siguiente día de apertura se encuentre todo en disposición de apertura y proporcionar los servicios habituales. Estas actividades se centran en el calentamiento de los vasos, recirculación de ACS.

El CDM José Garcés abre sus puertas al público del 1 de septiembre al 31 de julio (331 días), excepto la zona de piscinas que lo hace del 1 de septiembre al 30 de junio (300 días). En este tiempo el centro permanece totalmente cerrado 3 días. El mes de Agosto queda cerrado al público y se reserva para tareas de mantenimiento y limpieza.

El Centro Deportivo tiene una plantilla de 77 trabajadores que dan su servicio en diferentes áreas y procedentes de distintas empresas:

EMPRESA	PERSONAL
Ayuntamiento de Zaragoza	2
Eulen Sport	14
Eulen Limpieza	10
Homsa	25
Entidades deportivas (cursillo)	20
Trabajadores eventuales	6
<b>Total</b>	<b>77</b>

*Ilustración 7. Tabla de distribución de trabajadores.*

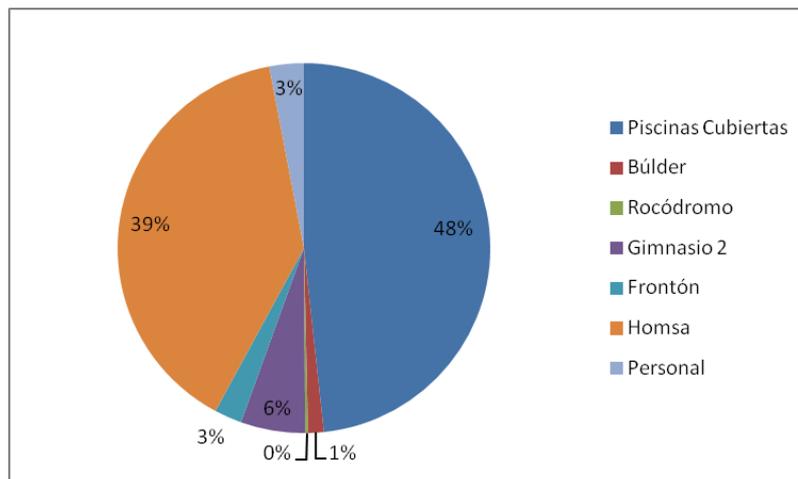


## 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DEL CDM

La siguiente *ilustración 8 y 9* nos muestra la distribución de los distintos usos en el año 2014, año que se obtiene los datos:

ESPACIO	TIPO DE ENTRADA	USOS
Piscinas Cubiertas	Abonos	73.653
	Accesos colectivos	10.565
	Bono	21.783
	Cursillos	49.126
	Entrada individual	6.083
Búlder	Bono	3.297
	Entrada individual	1.274
Rocódromo		788
Gimnasio 2		18.668
Frontón		7.982
Homsa		130.606
Personal		10.000
<b>Total usos</b>		<b>333.825</b>

*Ilustración 8 Tabla de los usos del CDM José Garcés.*



*Ilustración 9 Gráfica de la distribución de los usos.*



## 2. ESTUDIO ENERGÉTICO

### Marco Legal del mercado eléctrico.

Cualquier instalación de cogeneración tiene que cumplir con la reglamentación vigente, que este caso es el REAL DECRETO 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

En los países Europeos los criterios para “reconocer” una Planta de producción como de “Régimen Especial”, son principalmente dependiendo de la Eficiencia Energética. En España, el RD661/2007, establece que para reconocer una Planta de Cogeneración alimentada con combustible convencional, como de Régimen Especial, debe presentar un REE superior al valor mínimo fijado por dicho RD.

Aunque actualmente la nueva reglamentación no apoya este tipo de tecnología ya que, el Artículo 3 de RD1/2012, Supresión de los incentivos económicos para las nuevas instalaciones, nos dice:

1. Se suprimen los valores de las tarifas reguladas, primas y límites previstos en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, para todas las instalaciones que se encuentren en el ámbito de aplicación del presente real decreto-ley.
2. Se suprimen el complemento por eficiencia y el complemento por energía reactiva, regulados en los artículos 28 y 29, respectivamente, del Real Decreto 661/2007, de 25 de Mayo, para todas las instalaciones que se encuentren en el ámbito de aplicación del presente real decreto-ley que son:
  - Cogeneración y energía residual.
  - Energía Renovable.
  - Residuos con valorización energética.
  - Tratamiento y reducción de residuos.

Para entender el funcionamiento del mercado eléctrico en el que se encuentra sumergido España, es fundamental el término “pool eléctrico”. El pool eléctrico, es gestionado por un operador independiente, OMIE, y se gestiona a través de una sesión diaria. La sesión diaria, o mercado diario, permite la presentación de ofertas para las 24 horas del día siguiente al de su cierre, a las 12:00h. Las ofertas se introducen a través de Unidades de Oferta (UOF), que



integran la producción de una o más centrales representadas por el mismo agente, o la demanda de un conjunto de consumidores suministrados por el mismo comercializador.

Los vendedores son las centrales de producción, tanto en régimen ordinario (gran hidráulica, nuclear y térmicas) como especial (eólica, solar, biomasa, cogeneración). Por otro lado están los compradores, que son la totalidad de los consumidores (domésticos e industriales).

### Electricidad.

El mercado diario según OMIE, como parte integrante del mercado de producción de energía eléctrica, tiene por objeto llevar a cabo las transacciones de energía eléctrica para el día siguiente mediante la presentación de ofertas de venta y adquisición de energía eléctrica. Por parte de los agentes del mercado va aumentando tímidamente hasta poder llegar a alcanzar este año un precio medio de **37.42€/MWh** como podemos ver en la siguiente tabla, en la que se divide el precio por cuatrimestres en este año 2016:

Contrato	Precio Mes Anterior	Precio Mes Actual	Diferencia (€/MWh)	Diferencia (%)
Q1 2016	29,42	<b>30,68</b>	1,26	4,3%
Q2 2016	36,38	<b>34,40</b>	-1,98	-5,4%
Q3 2016	43,95	<b>43,28</b>	-0,67	-1,5%
Q4 2016	41,75	<b>41,23</b>	-0,52	-1,2%
<b>Media y-t-y</b>	<b>37,90</b>	<b>37,42</b>	-0,48	-1,3%

*Ilustración 10. Tabla precio de MWh en el año 2016, fuente: OMIE.*

### Gas.

Los precios del crudo han tocado fondo en 2016. Ahora hay que seguir el comportamiento para saber la evolución del mercado en cuanto a Gas Natural. El Mercado Ibérico de Gas (España/Portugal) MIBGAS dice que el precio sigue cayendo (-10.4%) en enero de 2015 (17.4 €/MWh), (-6%) en febrero de 2015 (16.3), (-2.8%) en marzo (15.9) y se hunde (-13.8%) en abril de 2016 (13.7). La media acumulada en 2016 es de **16.09 €/MWh**.



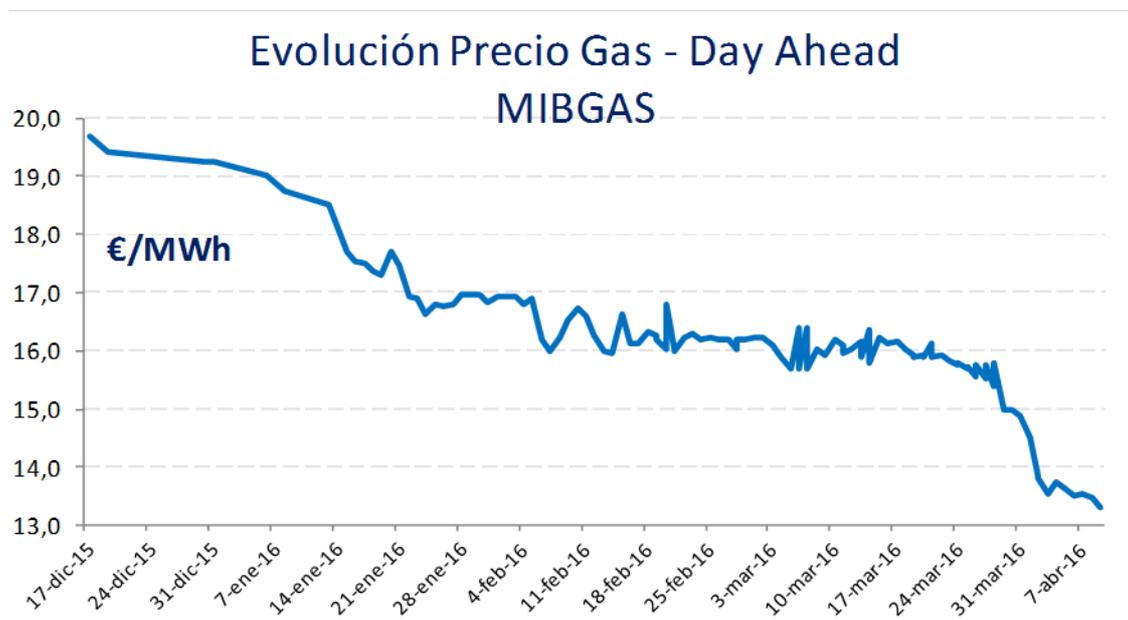


Ilustración 11. Tabla de la evolución del precio del Gas., fuente:MIBGAS.

### **Rendimiento Eléctrico Equivalente (REE)**

La fórmula para el cálculo del REE, como valor que el RD 661/2007 exige que supere el valor mínimo REE mínimo:

$$REE = \frac{E}{(Q - \frac{V}{RefH})}$$

Siendo:

- *RefH*: Valor de referencia del rendimiento para la producción separada de calor que aparece publicado en el anexo II de la Decisión de la Comisión de 21 de diciembre de 2006, por la que se establecen valores de referencia armonizados para la producción por separado de electricidad y calor, de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo o norma que lo transponga.



El Rendimiento Eléctrico Equivalente (REE) mínimo, según el RD 661/2007:

Tipo de combustible	REE
Combustible líquido en centrales con calderas	49%
Combustible líquido en motores térmicos	56%
Combustibles sólido	49%
Gas natural y GLP en motores térmicos	55%
Gas natural y GLD en turbinas de gas	59%
Otro combustibles	59%

*Ilustración 12. REE mínimo según el tipo de combustible usado.*

Cuando el combustible empleado en la instalación es Gas Natural, además la producción de energía es menor de un 1MW, el REE mínimo se ve reducido por legislación en un 10%:

$$\text{REE} = 49.5\%$$

Por otro lado, el valor de Ref H determinado por la legislación 0,9. Finalmente, la expresión de la ecuación del REE:

$$\text{REE} = \frac{W}{(F - \frac{Q}{0.9})} * 100$$

### **Demanda Eléctrica.**

El objetivo del informe es la reducción de la demanda eléctrica cubriendo la demanda térmica con la elección del motor de combustión interna alternativo. Aunque nuestro motor de cogeneración requiere de un consumo eléctrico para alimentar algunos elementos que van a participar en el sistema de cogeneración como pueden ser bombas, aerorefrigeradores, etc. Además de garantizar el suministro de electricidad para el CDM José Garcés.

A continuación se presenta el tipo de contrato y la demanda eléctrica del CDM José Garcés durante un año:



<b>CONTRATO ELÉCTRICO</b>	
<b>Empresa suministradora</b>	Gas Natural Fenosa
<b>Tarifa de acceso</b>	3.1 A
<b>Modo de facturación</b>	3 periodos
<b>Potencia contratada</b>	400 kW (Valle,Llano, Punta)
<b>Penalización por reactiva</b>	Si

Ilustración 13. Tipo de contrato eléctrico.

<b>DEMANDA ELÉCTRICA</b>	
<b>Mes</b>	<b>(kWh)</b>
<b>Enero</b>	112768
<b>Febrero</b>	101335
<b>Marzo</b>	106495
<b>Abril</b>	114690
<b>Mayo</b>	124710
<b>Junio</b>	140022
<b>Julio</b>	82439
<b>Agosto</b>	66521
<b>Septiembre</b>	143846
<b>Octubre</b>	143732
<b>Noviembre</b>	126323
<b>Diciembre</b>	124879
<b>Total</b>	<b>1387760</b>

Ilustración 14. Demanda eléctrica (kWh).

## Demanda Térmica.

### 1. Consumo térmico anual para la refrigeración en el CDM José Garcés.

Para conocer la demanda energética por refrigeración se calcula la carga térmica por refrigeración del edificio. Esta demanda de frío, se define como la cantidad necesaria de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. confort humano).

Las variables que afectan el cálculo de cargas térmicas son numerosas, frecuentemente difíciles para definir en forma precisa, y no siempre están en cada momento mutuamente relacionadas. Además, cambian extensamente en magnitud durante un período de 24 horas. Vamos a analizar unas de esas variables



### Carga térmica por transmisión

La carga térmica por transmisión a través de los diferentes cerramientos del CDM José Garcés es una ganancia de calor sensible. En su cálculo se utilizan los diferentes coeficientes en función del material de los cerramientos del edificio:

- Cerramientos exteriores: muros, paredes, puertas, techos y cubiertas que den al exterior.
- Cerramientos exteriores con superficies acristaladas.
- Cerramientos interiores adyacentes a locales no climatizados.

Carga térmica por transmisión a través de cerramientos exteriores es:

$$Q_{cerr\ ext} = K_{cerr} \times A_{cerr} (T_e - T_i)$$

Donde:

$Q_{cerr}$  Carga térmica por transmisión a través de cerramientos exteriores. [W]

$K_{cerr}$  Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento [ W / m<sup>2</sup> · °C ]

$A_{cerr}$  Superficie del cerramiento exterior. [ m<sup>2</sup> ]

$T_e$  Temperatura exterior de proyecto. [°C ]

$T_i$  Temperatura interior según condiciones de proyecto. [ °C ]

### Coefficientes de transmisión

Para poder efectuar el cálculo de la carga térmica por transmisión es necesario conocer los diferentes valores de los coeficientes de transmisión térmica para los diferentes tipos de cerramientos. Y para conocerlo, utilizamos la norma NBE-TC 79 Condiciones Térmicas en los Edificios. Según esta norma ‘para un cerramiento formado por un material homogéneo de conductividad térmica  $\lambda$  y espesor L, con coeficientes superficiales de transmisión de calor  $h_i$  y  $h_e$ , el coeficiente de transmisión de calor k, también llamado de «aire- aire», viene dado por la expresión:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{h_e}$$



Donde:

$k$  Coeficiente de conductividad térmica del cerramiento. [ W / m<sup>2</sup> · °C ]

$\lambda$  Coeficiente de conductividad térmica. . [ W / m · °C ]

$h$  Coeficiente superficial de transmisión de calor. [ W / m · °C ]

$1/\lambda$ : Resistencia superficial. [ m<sup>2</sup> · °C / W ]

### Carga térmica por radiación

La radiación solar atraviesa las superficies translúcidas y transparentes e incide sobre las superficies interiores calentándolas, como pueden ser la parte del pabellón polideportivo donde el techo es de plástico, lo que incrementa la temperatura del ambiente. Las cargas por radiación se obtienen como:

$$Q_{rad} = A \times R \times f$$

Donde:

$Q_{rad}$  Carga térmica por radiación.[W]

$A$  Superficie traslúcida expuesta a la radiación. [m<sup>2</sup>]

$R$  Radiación solar que atraviesa un vidrio sencillo, tabulada para cada latitud. [W/ m<sup>2</sup>]

$f$  Factor de corrección de la radiación



### Carga térmica por iluminación

La carga térmica por iluminación produce ganancias de calor sensible. Si cálculo se presenta mediante:

$$Q_{ilum} = FTI \times Pi$$

Donde:

$Q_{ilum}$  Carga térmica por iluminación. [ W ]

$FTI$  Factor Tipo Iluminación

(fluorescente = 1,20 e incandescente=1).

$Pi$  Potencia eléctrica útil de iluminación instalada. [ W ]

### Carga térmica por ocupante

La carga térmica debida a los ocupantes de un local se determina a través de los calores establecidos de calor sensible y de calor latente producido por una persona en función de la temperatura ambiente y la actividad que se realice. Se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_{ocupantes} = N_{ocupantes} \times (q_{sen} + q_{lat})$$

Donde:

$Q_{ocupantes}$  Carga térmica sensible y latente por ocupantes.[W]

$N_{ocupantes}$  Número de ocupantes.

$q_{sen}$  Calor sensible de un ocupante en función de la temperatura ambiente y la actividad humana. [ W/persona ]

$q_{lat}$  Calor latente de un ocupante en función de la temperatura ambiente y la actividad humana. [ W/persona ]



Cuadro de Actividad	28°C		27°C		26°C		24°C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente.	Sensible	Latente.	Sensible	Latente.
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	56	64	52	70	47
Oficinista con actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo físico	134	291	140	291	145	285	151	268

*Ilustración 15 Valores de calor sensible y latente en función de la temperatura ambiente y de la actividad humana (IT.IC.05 Normas Generales de Cálculo del RITE).*



### Cálculo de la carga térmica de refrigeración CDM José Garcés

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las distintas ganancias de refrigeración del CDM.

Mes	Carga térmica por transmisión (W)	Carga térmica por Radiación (W)	Carga térmica por Iluminación (W)	Demanda de Aire Acondicionado (W)	Demanda Frío (kWh)
Enero	5757	31592	7225	23060	18448
Febrero	5840	32043	7329	23389	18711
Marzo	6759	37089	8483	27072	21658
Abril	11002	60370	13807	44066	35253
Mayo	11268	61829	14141	45131	36105
Junio	16873	92585	21175	67581	54064
Julio	16115	88428	20224	64546	51637
Agosto	15744	86393	19759	63061	50449
Septiembre	13500	74080	16943	54073	43258
Octubre	11154	61207	13999	44676	35741
Noviembre	6704	36786	8413	26851	21481
Diciembre	7264	39862	9117	29096	23277
<b>Total</b>	<b>127980</b>	<b>702265</b>	<b>160615</b>	<b>512603</b>	<b>410082</b>

*Ilustración 16. Resumen de cargas térmicas de frío.*

La demanda de frío se estima en **410.082 kWh/año**.

## 2. Demanda energética para calentar agua caliente sanitaria (ACS)

### Descripción de la red de agua sanitaria

Las instalaciones térmicas del CDM José Garcés están formadas por un sistema centralizado de calderas que calientan agua y da servicio al sistema de ACS y calefacción.

Para las necesidades de calefacción y producción de agua caliente sanitaria se utilizan dos grupos de calderas y a través de un grupo de bombeo se calientan los acumuladores de ACS. El sistema de ACS está formado por dos depósitos ACS que acumulan 10.000 litros cada uno, a través de intercambiadores externos los cuales van dedicados a baños y vestuarios.

El consumo de ACS es uno de los parámetros importantes a la hora de realizar el estudio ya que supone un consumo constante a lo largo del año, lo que garantiza el continuo funcionamiento de la planta de cogeneración.



### Demanda térmica para ACS

La demanda térmica para ACS es el consumo necesario para calentar agua desde la temperatura de servicio de la red de distribución hasta la temperatura de suministro de agua caliente para los diferentes servicios sanitarios. Al ser el sistema de ACS abierto, la demanda térmica para producir ACS dependerá de la temperatura del suministro de agua y de la época del año (verano/invierno) y del clima (cálido/frío). Se ha de considerar también que la producción de ACS no es constante durante todo el día.

El cálculo de la demanda energética mensual para calentar ACS puede conocerse según esta ecuación:

$$Q_{ACS} = \frac{\rho_{agua} \times C_p \times V_{ACS}}{3600} (T_{ACS} - T_{sum})$$

Donde:

$Q_{ACS}$  Consumo de energía térmica mensual necesario para producir ACS.

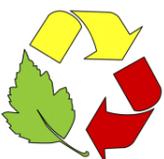
$\rho_{agua}$  Densidad del agua

$C_p$  Calor específico del agua a presión constante.

$V_{ACS}$  Consumo diario de ACS. [ m<sup>3</sup>/día ]

$T_{ACS}$  Temperatura deseada para ACS (para Centros Deportivos es 60°C)

$T_{sum}$  Temperatura del agua suministrada por la red.



### Consumo térmico anual para producir ACS en el CDM José Garcés.

El consumo general de ACS varía en función de la hora del día y de la estación del año. Seguidamente se expone el consumo aproximado del CDM José Garcés facilitado por el propio CDM, diferenciando los meses más cálidos (de Abril a Septiembre) y los meses más fríos (de Octubre a Marzo).

De Abril a Septiembre el consumo medio diario ronda los 65 litros por usuario y día. Por lo tanto, ciframos el consumo diario en estos meses en:

$$65 \text{ l/usuarios} \cdot \text{día} \cdot 915 \text{ usuarios} = 59.475 \text{ l/día}$$

De Octubre a Marzo el consumo medio diario ronda los 125 litros por usuario y día. Por lo tanto, ciframos el consumo diario en estos meses en:

$$125 \text{ l/usuarios} \cdot \text{día} \cdot 915 \text{ usuarios} = 114.375 \text{ l/día}$$

Para efectuar el cálculo de la demanda térmica anual para generar ACS en el CDM José Garcés, necesitamos conocer las temperaturas del agua de suministro de red en función del mes.

Temperatura del suministro de la red (°C)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura [°C]	8	9	11	14	17	19	22	24	18	15	11	8

Ilustración 17. Temperaturas del agua de suministro de red.

Obteniendo los resultados mensuales de la demanda energética, así como la anual:

Mes	Demanda Agua Caliente (kWh)
Enero	81015
Febrero	59272
Marzo	46376
Abril	53956
Mayo	24472
Junio	11731
Julio	8582
Agosto	8582
Septiembre	12696
Octubre	37356
Noviembre	74512
Diciembre	91232
<b>Total</b>	<b>509782</b>

Ilustración 18. Demanda de ACS

La carga de producción de ACS se estima en **509.782 kWh/año**.



## Flujo Energético

El centro tiene dos fuentes de energía la electricidad y el gas. El gas es utilizado en todos aquellos procesos que se necesita calentar como calefacción, climatización de piscinas y ACS. La electricidad está presente en mayor o menor medida en todos los procesos y necesidades de la instalación.

Para un mayor entendimiento de la distribución de las distintas demandas se realiza es siguiente diagrama de flujo:

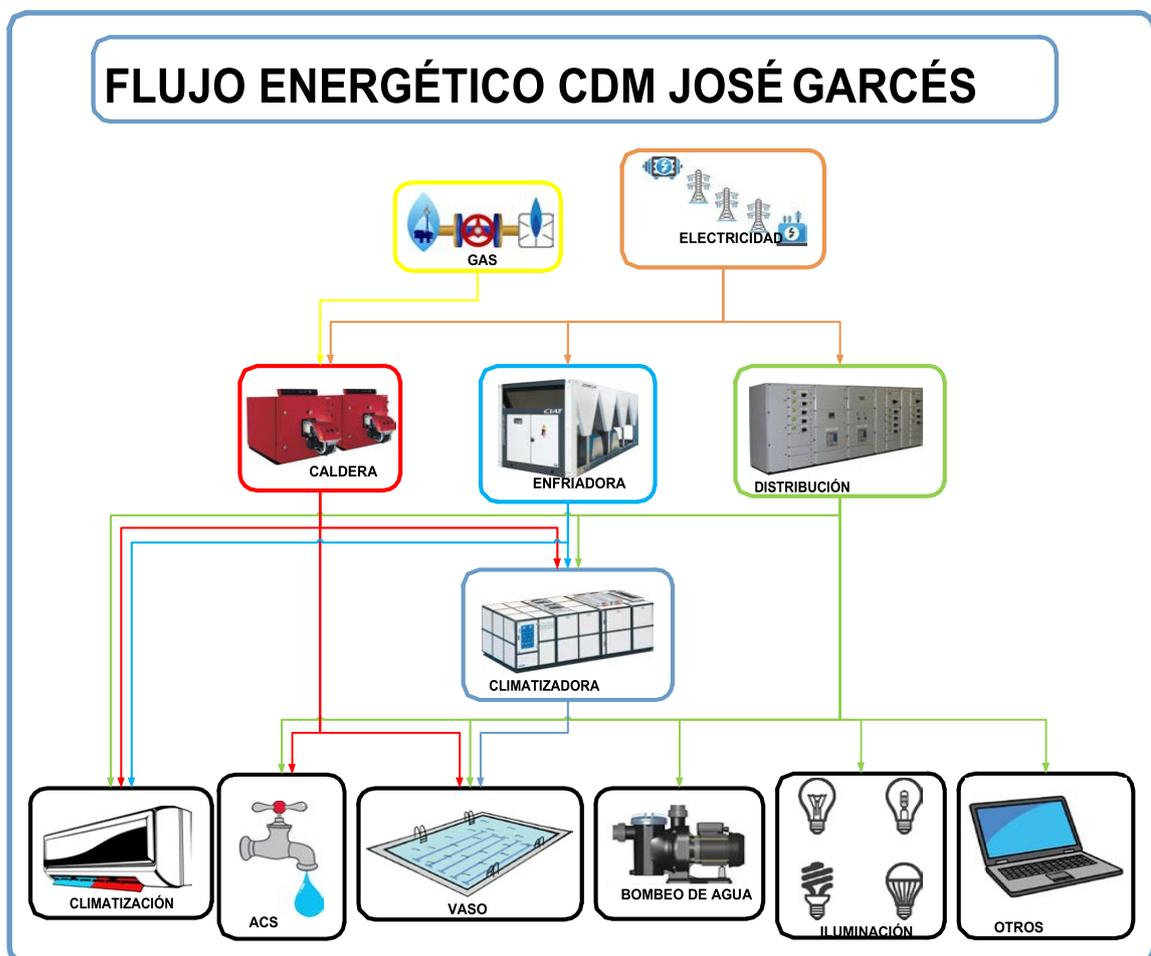
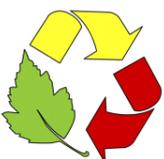


Ilustración 19. Diagrama de flujo energético.

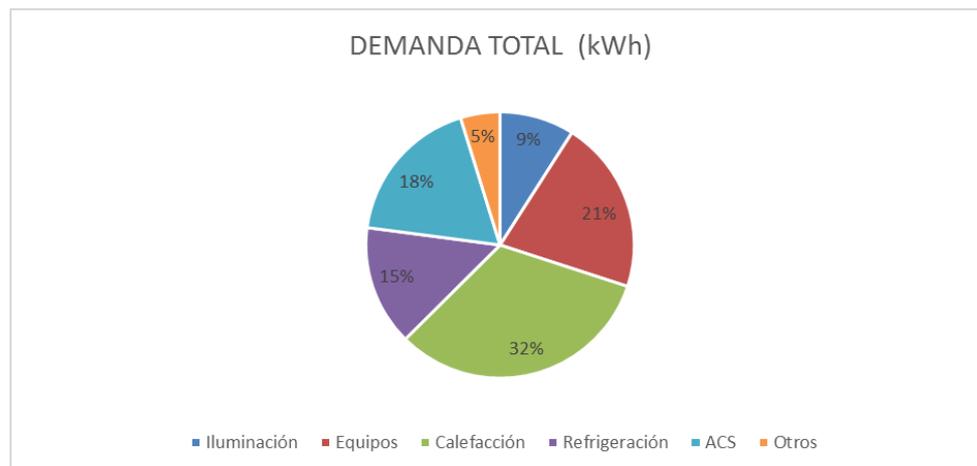


## Demanda Energética

Según los datos recopilados en el Jose Garcés tanto de equipos, de luminarias, de ACS y de climatización y las facturas de electricidad y gas. Se puede resumir los datos arrojados por las anteriores consideraciones en la siguiente tabla:

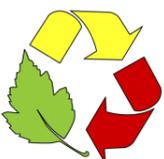
	DEMANDAS		Total (kWh)
	ELECTRICIDAD (kWh)	CALOR (kWh)	
Iluminación	253023		253023
Equipos	590858		590858
Calefacción		911583	911583
Refrigeración	410082		410082
ACS		509782	509782
Otros	133797		133797
<b>Consumo total</b>	<b>1387760</b>	<b>1421365</b>	<b>2809125</b>
<b>Coste total (€)</b>	<b>201708</b>	<b>86699</b>	<b>288407</b>

*Ilustración 20. Distribución de la demanda de Energía Primaria.*



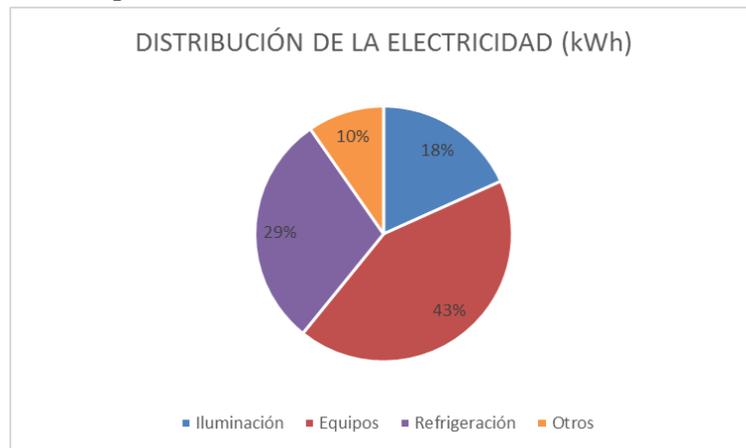
*Ilustración 20. Gráfica de la distribución de las demandas.*

Se observa la posibilidad de un ahorro potencial puede ser el consumo dedicado a la climatización, es decir, calefacción con 32% y la refrigeración con 21% de la demanda total y la producción de ACS. Por lo que, se propone en este informe la producción de esa demanda térmica de una forma más eficiente con la instalación de un motor de cogeneración, considerando la opción de incluir la demanda de frío, actualmente se cubre con demanda eléctrica necesitando una mayor inversión en equipos. Siendo la otra opción, mantener el suministro eléctrico de la enfriadora existente en el CDM José Garcés.



Otro camino para la reducción del consumo energético sería auditar las diferentes instalaciones y equipos para conocer la eficiencia tanto del edificio como la de los equipos.

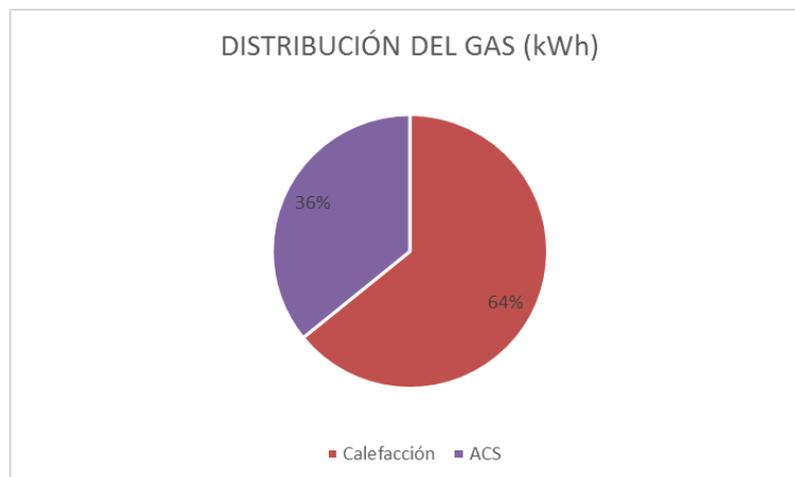
A continuación se representa la distribución de la electricidad consumida en un año:



*Ilustración 21. Distribución de la electricidad.*

Se observa que un 29% de la electricidad consumida total procede de la enfriadora, pudiendo reducir el consumo a través de la producción de frío de forma más eficiente.

A continuación se representa la distribución del gas consumido en un año:



*Ilustración 21. Distribución del Gas.*

De los 1.421.365 kWh consumidos de gas al año el 36% se destinan al ACS mientras el 64% a la calefacción. Por lo que se tiene un ahorro potencial si se consiguen las mismas consignas de confort consumiendo menos.



## Elección del motor de cogeneración

La elección del equipo generador es el paso más relevante y delicado en la reducción de los costes energéticos, ya que, es importante tanto la elección del distribuidor, el combustible, además de cubrir todas las demandas.

Al ser consumos térmicos poco elevados, se opta por la tecnología de motor alternativo de combustión interna (MCIA). Además se elige el gas natural como combustible, ya que es un suministro ya existente en el CDM José Garcés, además de ser el más rentable y el de menor impacto medioambiental

Para la elección del modo de trabajo de la instalación se tiene que conocer la distribución de las demandas energéticas, como se ha desglosado anteriormente. Por eso, para el CDM José Garcés se consideran dos opciones es la trigeneración, se cubre así la demanda de frío y de calor. La segunda opción es usar el motor para cubrir la demanda de calor.

En el siguiente esquema, se explica el funcionamiento de la opción 1, la trigeneración:

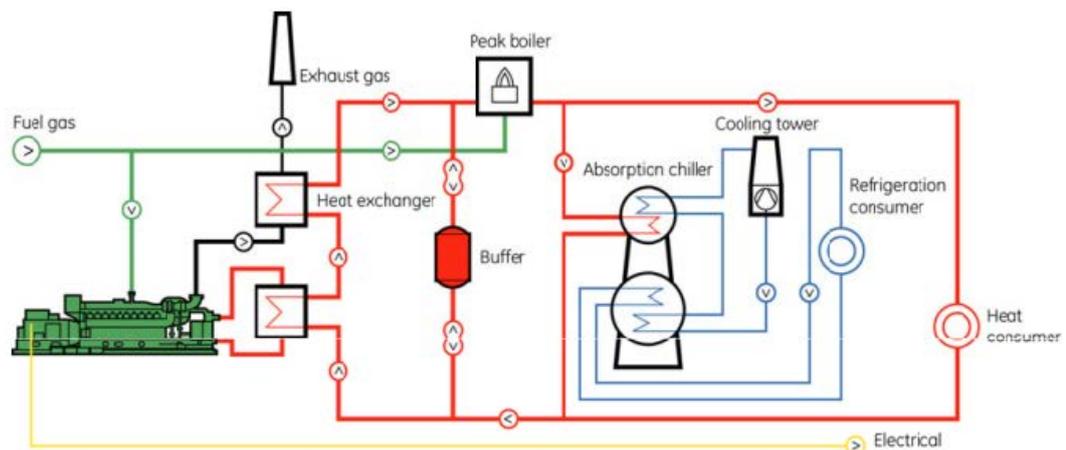
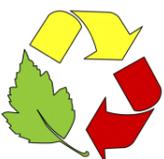


Ilustración 22. Esquema de la instalación 1.



En el siguiente esquema, se explica el funcionamiento de la opción 2, la cogeneración. Debido a que nuestra demanda térmica no es elevada solo necesitaremos un motor y no dos como se muestra en el esquema:

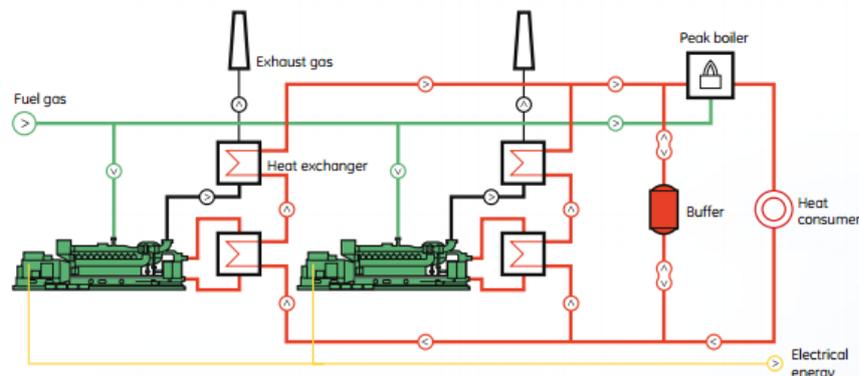
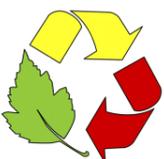


Ilustración 23. Esquema de la instalación 2.

Para la elección del motor, se usa la producción de kWt como factor determinante para entregado por el motor cubra toda la demanda. Se elige los motores Jenbacher para el estudio, en las especificaciones técnicas se encuentra la producción térmica en kWt a una temperatura 120°C por lo que se puede abastecer la demanda de calefacción a 75°C y para ACS a 45°C. Además de que la instalación actual cuenta con una torre de refrigeración cuyo modelo es Ciat LXH2150Z-HPS R407C, representando el 15% del consumo total del José Garcés. Por lo que la instalación necesita además del motor, un sistema de refrigeración por absorción.

Es una forma producir frío que aprovecha que las sustancias absorben calor al cambiar de estado, de líquido a gaseoso. Se basa en la capacidad que tienen algunas sustancias, como R134A, refrigerante de la torre de refrigeración de CDM José Garcés.



Siendo las demandas térmicas a satisfacer en cada uno de las opciones propuestas:

	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	ACS	Total
	(kWh)	(kWh)		(kWh)
Trigeneración	1130363	410082	509782	1540445
Cogeneración	1130363	0	509782	1130363

Ilustración 24. Demandas térmicas a satisfacer por el MCIA.

Alcanzando la cifra para la trigeneración de 1.540.445 kWh y para la cogeneración de 1.130.363 kWh.

Con los datos estimados se realiza una estimación de los requerimientos, teniendo en cuenta las horas de funcionamiento del motor, coincidiendo con las horas de apertura del CDM José Garcés y de las demandas actuales. Se analiza varias marcas y modelos siendo los más apropiados para nuestros requisitos, los siguientes motores generadores de combustión interna Googol RTA1340G1, Googol RTA1120G1 y Googol JTA3240G3:

RTA1340G1		
Eficiencia Eléctrica		39.53%
Eficiencia Mecánica		43.24%
Eficiencia Térmica		43.51%
Eficiencia Total		86.76%
Energía Generada en regimen continuo	kW	400
Consumo de gas al 100%	Nm <sup>3</sup> /hr	101.20

Ilustración 25. Características técnicas de RTA1340-G1

RTA1120G1		
Eficiencia Eléctrica		37.74%
Eficiencia Mecánica		41.82%
Eficiencia Térmica		43.86%
Eficiencia Total		85.68%
Energía Generada en regimen continuo	kW	320
Consumo de gas al 100%	Nm <sup>3</sup> /hr	84.78

Ilustración 26. Características técnicas de RTA1120-G1



JTA3240-G3		
Eficiencia Eléctrica		42,60%
Eficiencia Mecánica		43.82%
Eficiencia Térmica		44,52%
Eficiencia Total		95.28%
Energía Generada en regimen continuo	kW	1053
Consumo de gas al 100%	Nm3/hr	277,11

Ilustración 27. Características técnicas de JTA3240-G3

A continuación se calcula la energía eléctrica generada (W) el combustible usado por el motor (F) y el calor útil (Q). Además de asegurar el cumplimiento del REE en los modelos seleccionados:

MOTOR	Energía eléctrica generada (kWh)	Consumo de GN (F) (kWh)	Producción térmica (Q) (kWh)	REE
RTA1340G1	644339	1609650	709213	78,42%
RTA1120G1	474192	1304625	574926	71,22%
JTA3240-G3	1855597	4343750	1813424	79,68%

Ilustración 28. Cálculo de la producción térmica anual de los motores Googlo a estudio.

El único MCIA de los sometidos a estudio, que cubre la demanda térmica incluyendo la demanda de frío es el motor JTA3240-G3, además de cubrir un 20% extra de la demanda térmica, en el posible caso de que se incremente la demanda térmica.

### **Demanda continua de calor y electricidad:**

Si se combina la producción de calor en el CDM José Garcés y la de electricidad mediante un sistema de cogeneración. Hay que entender que sin un consumo de calor continuo no hay producción de electricidad. Si no se genera electricidad abasteciendo la demanda eléctrica no tiene sentido el módulo de cogeneración. Los sistemas de cogeneración son adecuados para instalaciones con un factor de utilización elevado. La siguiente tabla resume el potencial beneficio de un sistema de cogeneración para distintos niveles de horas de funcionamiento:



Horas/Año funcionamiento	Beneficio del Motor de Cogeneración
2000	Muy improbable
3000	Improbable
4000	Posible
5000	Apropiado
6000	Muy apropiado

Ilustración 29. Factor funcionamiento para viabilidad del módulo de cogeneración. Fuente: BOSCH.

En el CDM José Garcés no existe pausa en su actividad energética el motor va a estar funcionando a lo largo del año 4575 horas, descontando ya las horas por mantenimiento y de cierre de ciertos consumidores durante los meses de Julio y Agosto

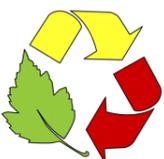
- **Los precios de la energía:**

Con toda probabilidad un sistema de cogeneración será económicamente viable, cuando se incremente la ratio entre el precio de la electricidad y el precio del gas. La siguiente tabla muestra una valoración de la rentabilidad de forma aproximada del precio de la electricidad con el coste del gas:

Ratio del precio de la electricidad con el precio del gas	Beneficio del Motor de Cogeneración
1:01	Muy improbable
2:01	Improbable
3:01	Posible
4:01	Apropiado
5:01	Muy apropiado

Ilustración 30. Ratio de precio electricidad/gas para del módulo de cogeneración. Fuente: BOSCH

La ratio según el precio de la electricidad y del gas en España, como ya hemos comentado anteriormente dichos precios, obtenemos un ratio dentro del 3:1 por lo que nos situamos en una posición de Posible beneficio.



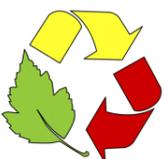
El sistema de cogeneración estará en funcionamiento continuo, debido a que el centro deportivo tiene una demanda sin recesos, al tener que mantener las instalaciones como la piscina a la temperatura adecuada, 24 horas/día, durante 7 días a la semana y durante 52 semanas anuales, es decir 8646 h/año aproximadamente. Se han descontado 96 horas/año debido a paradas por mantenimiento de la instalación de cogeneración:

Horas/día	Días/año	Horas/año	Disponibilidad	Horas de Funcionalidad
24	305	4575	93%	4529

*Ilustración 28. Horas estimadas de funcionamiento del sist. Cogeneración en el CDM José Garcés*

Se calcula los parámetros W, F y Q, ya definidos, para dar como resultado el REE, y el rendimiento de la instalación (R). Hay que considerar que Q es la producción de calefacción y agua caliente por lo que este valor no siempre coincide con la energía calorífica producida por el motor, Q será como máximo igual a la demanda térmica.

- **F:** El consumo de gas natural mensual del motor, se ha multiplicado la potencia consumida por el motor por las horas de funcionamiento.
- **W:** La energía eléctrica producida se ha obtenido multiplicado la potencia eléctrica producida por el motor de cogeneración por las horas mensuales de funcionamiento y por la disponibilidad del 93%
- **Q:** El calor útil ha sido obtenido sumando todas las demandas de potencias térmicas mensuales satisfechas por el motor de cogeneración multiplicadas por las horas mensuales de funcionamiento y por la disponibilidad.



A continuación se muestra la tabla con los parámetros W, F y Q calculados para Googlo JTA3240-G3:

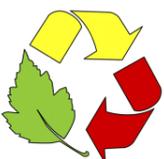
	DEMANDA DE COMBUSTIBLE	ENERGIA ELÉCTRICA	CALOR ÚTIL
Mes	F (kWh)	W (kWh)	Q (kWh)
Enero	360375	157992	154473
Febrero	325500	142703	139524
Marzo	360375	157992	154473
Abril	371070	152856	154473
Mayo	360375	157992	149490
Junio	348750	152856	149490
Julio	384323	157951	154473
Agosto	360375	157951	154473
Septiembre	360375	157951	154473
Octubre	348750	152896	149490
Noviembre	384323	152856	149490
Diciembre	360375	157992	154473
<b>Total</b>	<b>4324965</b>	<b>1859988</b>	<b>1818795</b>

Ilustración 31. Parámetros F, W y Q en kWh.

Despejando la formula obtenemos el REE y el rendimiento de la instalación retomamos las formulas anteriores:

$$- REE = \frac{W}{(F - \frac{Q}{0.9})} \times 100 = 79.68\%$$

$$- R(\text{rendimiento de la instalación}) = \frac{W+Q}{F} = 85.05\%.$$



### 3. ESTUDIO ECONÓMICO

Destacar que los proyectos de este tipo requieren una inversión inicial muy alta y hace que el estudio económico sea importante, hay que ser consciente si esta inversión inicial va a ser recuperada y cuando lo será. Por eso es muy importante saber cuáles son los costes antes de tener la instalación de cogeneración, con el fin de compararlos con los costes después de la propuesta. Se realizan los cálculos para conocer la ventaja económica que supone realizar este tipo de instalación.

A partir del motor seleccionado, Google JTA3240-G3, se consulta con el fabricante su coste para realizar un cálculo del gasto que supondría el funcionamiento de la instalación de cogeneración.

Además de comprobar el ahorro económico que supone la instalación, se realizarán los cálculos típicos de rentabilidad sobre este tipo de proyectos. De esta forma comprobaremos rentabilidad que se consigue, y la recuperación de la inversión.

#### **Estudio Económico SIN cogeneración**

Las facturas que afronta el CDM José Garcés antes de la instalación de cogeneración se componen de un consumo eléctrico para abastecer servicios de refrigeración, equipos, luminaria y del consumo de gas para el ACS y calefacción



- **Factura Eléctrica SIN cogeneración.**

La factura eléctrica actual en el año 2014 del CDM tiene un coste de 201.595 € como refleja la tabla:

ELECTRICIDAD	Coste (€)	Consumo (kWh)
Enero	16183	112768
Febrero	15364	11335
Marzo	15649	106495
Abril	17111	114690
Mayo	18259	124710
Junio	21070	140022
Julio	11113	82439
Agosto	8250	66521
Septiembre	21597	143846
Octubre	21179	143732
Noviembre	18051	126323
Diciembre	17768	124879
<b>Total</b>	<b>201595</b>	<b>1297760</b>

Ilustración 32. Consumo y coste eléctrico en el año 2014 del CDM Jose Garcés

- **Factura Gas SIN Cogeneración**

La factura de Gas se resume en la siguiente tabla:

GAS	Coste (€)	Consumo (kWh)
Enero	14063	230052
Febrero	12713	207791
Marzo	10516	171593
Abril	8202	134516
Mayo	6275	102624
Junio	4942	85479
Julio	1925	30357
Agosto	558	7636
Septiembre	1298	19935
Octubre	7128	116211
Noviembre	8486	139483
Diciembre	10793	176456
<b>Total</b>	<b>86899</b>	<b>1422133</b>

Ilustración 33.. Consumo y coste gas en el año 2014 del CDM Jose Garcés



Por lo tanto, se concluye que para satisfacer todas las demandas del CDM José Garcés tenemos que gastar 288.494 € a lo largo un año.

### **Estudio Económico CON Cogeneración**

Este apartado se ocupa del estudio de la viabilidad de la instalación, se calculan los costes previstos de electricidad y gas natural una vez instalada la cogeneración.

Tras la instalación del sistema de cogeneración, el calor generado por el motor se autoabastece térmicamente el CDM José Garcés mediante la demanda eléctrica también será abastecida por el motor de combustión alternativa. Por lo que el ahorro potencial se encuentra en la reducción de la factura eléctrica. Podemos valorar la venta de electricidad en el caso de excesos de producción kW eléctrico.

En este apartado se hará un balance entre lo que produce nuestro motor de combustión interna y cuánto costaría la instalación comparándolo con lo que se pagaba anteriormente. Por lo tanto, con la instalación de cogeneración la demanda se desplaza hacia un consumo de gas natural, pero con una mayor eficiencia reduciendo los costes energéticos finales. Además, pudiendo obtener ingresos por venta de electricidad excedente.

#### **Factura Gas CON cogeneración:**

El gasto de gas natural se destina al consumo del motor de combustión interna de la instalación de cogeneración y además también se consume Gas Natural. Precio de consumo de gas natural, en nuestro caso, atendiendo a las facturas proporcionadas por el CDM José Garcés, se obtiene un precio medio de **0.062 €/kWh**. Se calculará el gasto económico del consumo de gas del motor Googlo JTA3240-G3.

A continuación, podemos ver el consumo de Gas Natural necesario para la cogeneración:

MOTOR	Consumo de GN (F) (kWh)	Coste (€)
Googlo JTA3240-G3	4343750	269313

*Ilustración 34. Consumo y coste de Gas Natural tras un año de funcionamiento (4575horas) del sistema de Cogeneración.*



Conocido el consumo y coste de Gas Natural y cubierta la demanda eléctrica del CDM José Garcés a lo largo de un año se compara con lo que se paga actualmente entre electricidad y de gas.

Coste Electricidad+Gas Actual (€)	Coste Gas Cogeneración (€)	Ahorro (€)
288494	269313	19182

Ilustración 35. Ahorro en los costes energéticos con el sistema de Cogeneración

En conclusión, el gasto de gas natural correspondiente a la demanda térmica con la instalación de cogeneración asciende a **269.313 €/año** ahorrando **19.182 €/año** en la factura eléctrica.

- **Ingresos por venta de energía eléctrica:**

En el proceso de la cogeneración y de abastecer la demanda térmica se produce energía eléctrica. El motor Google JTA3240-G3 es capaz de producir 1.860.000 kWh siendo nuestra demanda eléctrica 1.297.760 kWh. Se tiene un exceso de 562.240 kWh.

Se procede al cálculo de los ingresos por la venta de energía eléctrica, para ello nos basaremos en los datos contenidos en el Boletín de ACOGEN (Asociación Española de Cogeneración) donde recogen en un artículo la previsible evolución de los mercados energéticos, las cuales son realizadas por un analista externo reflejando datos objetivos sin suponer en ningún modo influencia por ACOGEN, por lo que daremos como válidos todos los datos usados a partir de ellos.

Vamos hacer la media del precio de venta de la electricidad *de la Ilustración 10* de los años 2016 y las previsiones de 2017, 2018 y 2019. Siendo un precio de venta de **0,040055 €/kWh**

Por lo que los ingresos totales por venta de electricidad ascienden a **22.520 €/año**.



- **Balance Económico.**

Indicar que dicho ahorro se ha sido obtenido de la siguiente forma:

$$\text{Balance Económico} = -\text{Ingreso venta electricidad} - \text{Coste GN cogenerado} + \text{Coste de Electricidad} + \text{Coste de GN actual}$$

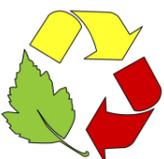
Balance Económico (€)
-41702

Obteniendo un balance económico negativo quiere decir que se obtiene un beneficio de **41 702 €** anuales. Esto quiere decir que la instalación energéticamente es rentable aunque consumamos más Gas Natural la factura eléctrica es mínima, incluso se obtiene excedentes para devolver a la red.

**Inversión y Viabilidad.**

Se efectúa una valoración del posible presupuesto necesario para la instalación del sistema de cogeneración:

- Grupo Generador Googlo JTA3240-G3: **183 735 €**
- Instalación eléctrica: **2 845 €**
- Sistema de gestión y control: **4 558 €**
- Sistemas de recuperación de calor: **19 771 €**
- Auxiliares **6 068 €**
  - Instalación de Gas
  - Sistema de relleno y trasiego de aceite lubricante
  - Sistema de ventilación
  - Sistema de aislamiento acústico
- Ingeniería y Dirección de Obra: **12 334 €**



FORME INDIVIDUAL	Código	CDM José Garcés
	Fecha	Febrero 2016
	Universidad de Zaragoza	

- Obra Civil: **3 000 €**
- Administración: Tasas, visados, licencias: **3 000€**
- Derechos Cías Distribuidoras: **3 000€**

**Total: 238 313€**

Se hace un análisis económico, determinándose el periodo de retorno simple (PRS). Este cálculo, también llamado “payback”, es uno de los más utilizados a la hora de evaluar la viabilidad y rentabilidad de una inversión de forma rápida. Este criterio consiste en que se marca un tiempo máximo para que la inversión sea recuperada sin tener en cuenta la variación temporal del dinero. La principal limitación como herramienta para el estudio de viabilidad económica es que no considera los beneficios generados más allá del momento en el que se recupera la inversión.

El período de retorno simple se calcula como el cociente de la inversión estimada para el proyecto de la planta de cogeneración y el ahorro económico anual esperado:

$$PRS = \frac{I_0}{Ahorro\ Económico}$$

Siendo  $I_0$  la inversión inicial que habría que hacer para la instalación del motor, según el presupuesto calculado de **238 313 €**

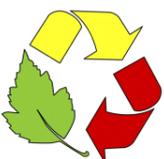
Por lo tanto, el “pay back” siendo el ahorro económico de **41 702 €/año**:

$$PRS = 5.7 \text{ años} \approx 6 \text{ años}$$

Se calcula el precio por producir el kWe durante este periodo de inversión:

$$\text{Precio } kWe \text{ generado} = \frac{(\text{Precio Inversión de la instalación} + \text{Combustible GN del Motor}) * PRS}{V * PRS}$$

Siendo el precio de kWe=**0.2729 €/kWe**



### Cálculo del VAN y del TIR

El valor actual neto (VAN) se caracteriza porque al contrario que el payback, tiene en cuenta la variación del dinero, esto es porque el dinero se devalúa con el tiempo debido a la inflación. El VAN representa el aumento o disminución del valor de un proyecto en términos económicos, es decir, si la inversión producirá beneficios por encima de la rentabilidad producida.

Se calcula como la diferencia entre el valor actual de los flujos de cajas (positivos o negativos) que produce una inversión y la inversión inicial requerida. Siendo la fórmula para calcularlo:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

- **FC<sub>t</sub>; Flujo de Caja**, se tiene en cuenta Ingresos por ventas y los costes que produce el sistema de cogeneración. Se ha calculado ya nuestro flujo de caja, obteniendo un valor de:

$$FC_t = 41\,702\text{€}$$

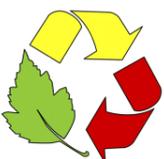
- **n**; Vida útil de la instalación de cogeneración, elegimos un valor superior al PRS calculado ya que los beneficios se irán devaluando aunque el motor tenga una vida útil mayor a 10 años, estamos analizando en cuanto años se amortizará y producirá beneficios, elegimos:

$$n = 10 \text{ años}$$

- **k**; Es el indicador de devaluación. El valor de referencia para el tipo de interés del mercado es del 10 %

Sustituyendo los valores, se obtiene un VAN positivo:

$$VAN = 16\,298 \text{ €}$$



DATOS	
Coste Inicial	-238313
Ahorro 1	41702
Ahorro 2	41702
Ahorro 3	41702
Ahorro 4	41702
Ahorro 5	41702
Ahorro 6	41702
Ahorro 7	41702
Ahorro 8	41702
Ahorro 9	41702
Ahorro 10	41702
<b>VAN</b>	<b>16298</b>

*Ilustración 36. Cálculo en Excel del VAN*

Esto indica que a partir de los 10 años se obtiene beneficios por la instalación del motor de combustión interna de la marca Googlo JTA3240-G3. Se consigue, por lo tanto, una disminución de los costes energéticos de CDM José Garcés.

El TIR se podría definir como el rendimiento del proyecto, la inversión a realizar por el motor de cogeneración producirá una rentabilidad mayor que el coste de la instalación. De tal forma que al igual que el VAN, éste es un dato que interesa al inversor.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

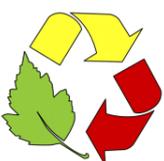
$$TIR = 12\%$$



DATOS	
Coste Inicial	-238313
Ingreso 1	41702
Ingreso 2	41702
Ingreso 3	41702
Ingreso 4	41702
Ingreso 5	41702
Ingreso 6	41702
Ingreso 7	41702
Ingreso 8	41702
Ingreso 9	41702
Ingreso 10	41702
<b>TIR</b>	<b>12%</b>

*Ilustración 36. Cálculo en Excel del TIR*

En conclusión, el VAN obtenido en el estudio de la implantación de un sistema de cogeneración en el CDM José Garcés, es positivo. Lo que significa que el proyecto generará ingresos más allá del retorno del capital invertido en el proyecto y financiado totalmente con fondos ajenos o no.



## 4. CONCLUSIONES

- Un proyecto de inversión puede aceptarse con un valor del VAN y con un TIR positivos. Uno de los mayores inconvenientes de la implantación de un sistema de cogeneración es el riesgo financiero que corre debido a la variación del precio de los combustibles y de la electricidad.

Por lo tanto, teniendo en cuenta estos criterios el proyecto se acepta ya que hemos obtenido valores positivos. Por lo que con una inversión en el CDM José Garcés de 238 313 € será amortizada aproximadamente en 6 años ya que ahorramos cada año respecto a las facturas actuales 41 702 € Logrando las siguientes ventajas, tan importantes en el tema de la eficiencia energética:

- Se trata de un recurso gestionable, renovable y competitivo
  - Creación directa e indirecta de empleo
  - Energía limpia, sostenible y reducción de Gases de Efecto Invernadero
  - No afecta a la actividad del CDM José Garcés, pudiendo provocar pérdidas durante la instalación
  - Reducción de la energía primaria necesaria en el CDM.
  - Reducción de la dependencia energética del exterior.
  - Punto negativo es la operación de una nueva instalación energética va a suponer más trabajo, más problemas de mantenimiento, etc.
- El rendimiento del proceso de cogeneración del CDM José Garcés es de 85% y con un rendimiento eléctrico equivalente superior al mercado por la ley.
  - El sistema de tricogeneración con Gas Natural, presenta unos costes de generación eléctrica competitivos con otras energías renovables. Por lo tanto, aunque la inversión inicial sea elevada, se considera que la instalación de cogeneración es rentable y que el periodo de amortización es razonable.



- Se concluye que las instalaciones pequeñas, las inferiores a 1 Mw, están más favorecidas frente a las grandes por la legislación vigente, que es la que marca las tarifas a y complementos a percibir por el cogenerador. Estimulando la cogeneración entre los pequeños productores, un enorme mercado potencial, que no se plantearían la fuerte inversión de la instalación de una cogeneración sino hubiera unos atractivos retornos de caja.

---

---

**FIN DEL INFORME**

---

---

