

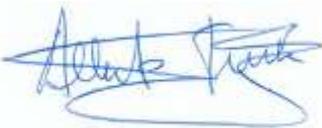


INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA **AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

(Distrito 6)

| | |
|------------|---------------------|
| Nº OFERTA | CO_1306 |
| Nº INFORME | IN_1306_16_20150916 |

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

| | |
|---|-----------|
| 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO..... | 1 |
| 1.1 Datos generales del centro | 1 |
| 1.2 Planos y distribución | 2 |
| 1.3 Envoltente y cerramientos..... | 5 |
| 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS..... | 6 |
| 1.4.1 Unidades Terminales..... | 6 |
| 1.5 Iluminación..... | 12 |
| 1.5.1 Iluminación interior | 13 |
| 1.5.2 Iluminación exterior | 14 |
| 1.5.3 Sistemas de control | 14 |
| 1.5.4 Condiciones de funcionamiento..... | 14 |
| 1.6 Otros equipos | 15 |
| 1.7 Resumen de potencias instaladas | 16 |
| 2. CONSUMOS ANUALES..... | 17 |
| 2.1 Consumos eléctricos | 17 |
| 2.2 Consumos térmicos..... | 19 |
| 2.3 Consumos energéticos totales | 19 |
| 2.4 Índices energéticos..... | 20 |
| 2.4.1 Índices energéticos eléctricos | 20 |
| 2.4.2 Índices energéticos térmicos..... | 20 |
| 3. MEDICIONES REALIZADAS..... | 21 |
| 3.1 Medidas eléctricas..... | 21 |
| 3.1.1 Registros trifásicos | 21 |
| 3.1.2 Registros monofásicos..... | 24 |
| 3.2 Medida de nivel de iluminación | 26 |
| 3.3 Medidas térmicas..... | 26 |
| 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad | 26 |
| 3.4 Análisis termográfico..... | 29 |
| 3.5 Certificación energética | 29 |
| 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO | 30 |
| 4.1 Desglose de consumos eléctricos..... | 30 |
| 4.2 Desglose de consumos térmicos | 31 |
| 4.3 Contribución de energías renovables | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 5. ACTUACIONES PROPUESTAS | 32 |
| 5.1 Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED. | 32 |
| 6. MEJORAS RECOMENDADAS | 34 |
| 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior | 34 |
| 6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control..... | 36 |
| 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES | 38 |
| 7.1 Energía solar térmica..... | 38 |
| 7.2 Biomasa | 38 |
| 7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo | 38 |
| 8. RESUMEN | 40 |

| | | |
|---|---|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

| | |
|--|--|
| Denominación del Centro | Oficina Distrito 6 (Innovación y Tecnología, Colaboración Ciudadana) |
| Dirección | Calle Salinas, 4 |
| | Edificio Administrativo |
| Tipo de edificio | |
| Persona de Contacto (Nombre, tlf, email) | Pepe García (Conserje).952 768705 |
| Número de edificios | 1 |
| Referencia Catastral | 1424205UF3412S0001PU |

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Distrito 16** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Salinas** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general Distrito 6



Imagen 2 Vista aérea del Distrito 6

| EDIFICIO | Nº plantas | Superficie Construida. m2 | Nº personas | Horario | Año de construcción | Año última reforma |
|----------|------------|---------------------------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Bloque 1 | 3 | 102,02 | 8 | 7:15-15:15 | Siglo XVI | 2015 |

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

1.2 Planos y distribución

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

| USO | Planta 0 | Planta 1 | Planta 2 | Planta 3 | Sup. Total (m2) |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| Administrativo | 26 | 37 | 35 | -- | 98 |
| Aseos | 5 | -- | -- | -- | 5 |
| Otros | -- | -- | -- | 15 | 15 |
| Usos múltiples | 16 | -- | -- | -- | 16 |
| Zonas comunes | 27 | 24 | 13 | 10 | 74 |
| Sup. Total (m2) | 73 | 61 | 48 | 25 | 208 |

Tabla 3 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a fines administrativos abarca el 51% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 39%.

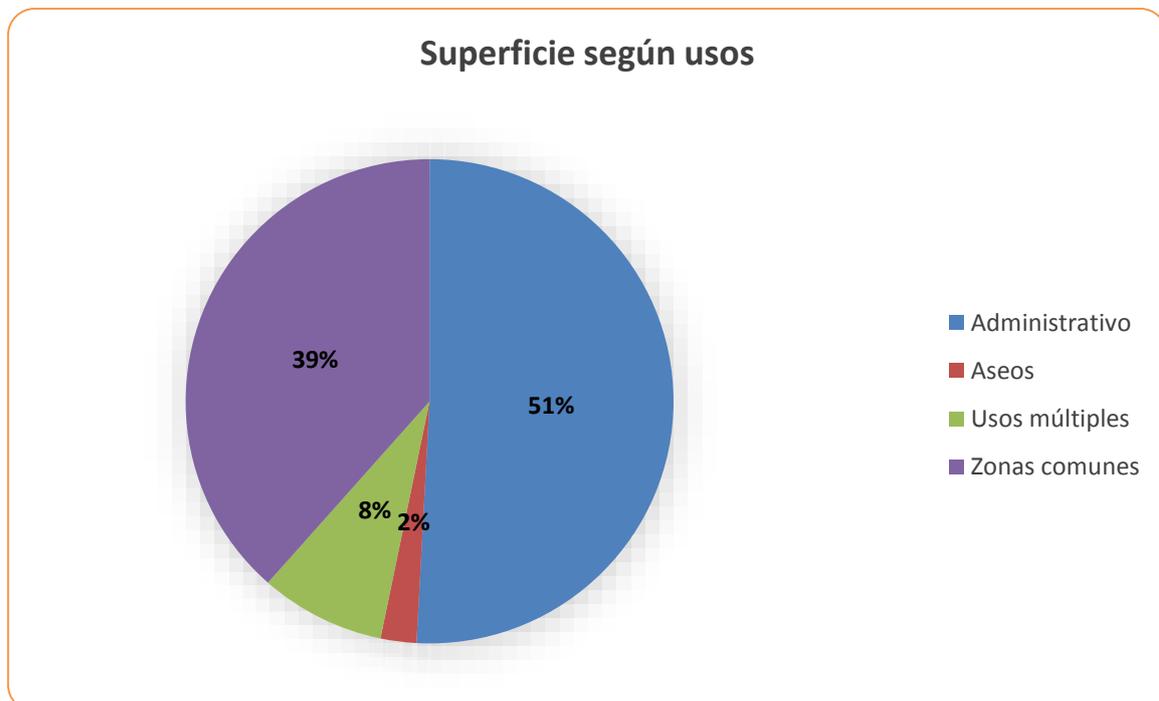
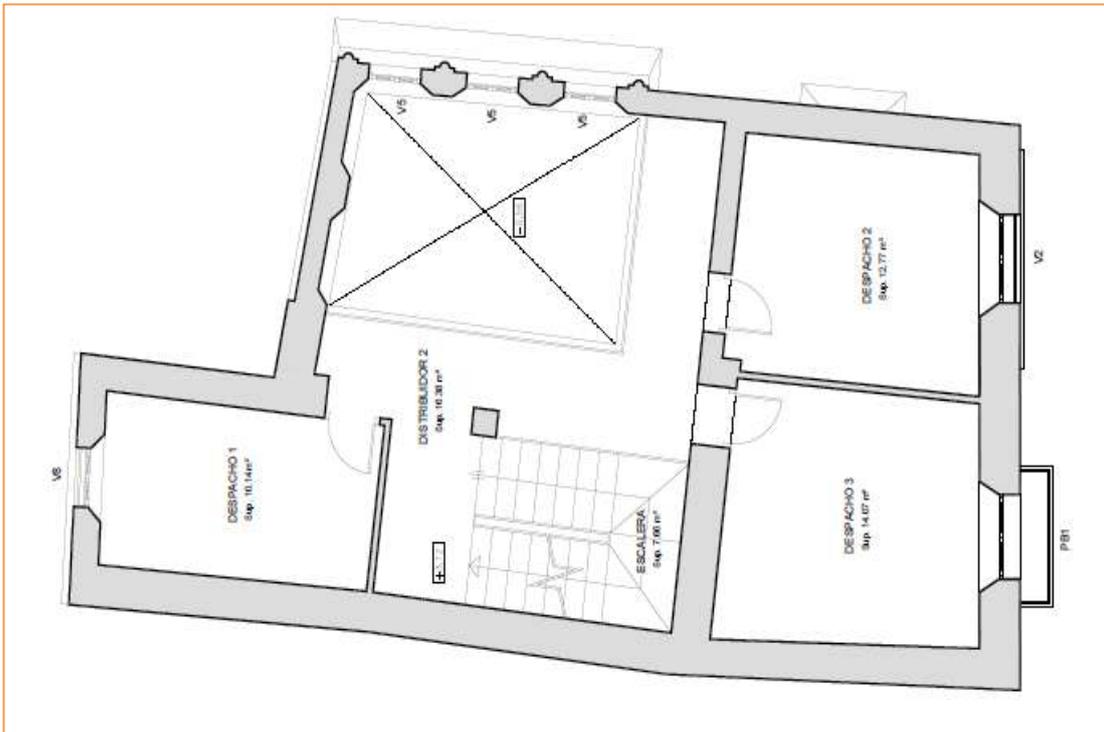


Gráfico 1 Superficie según Usos

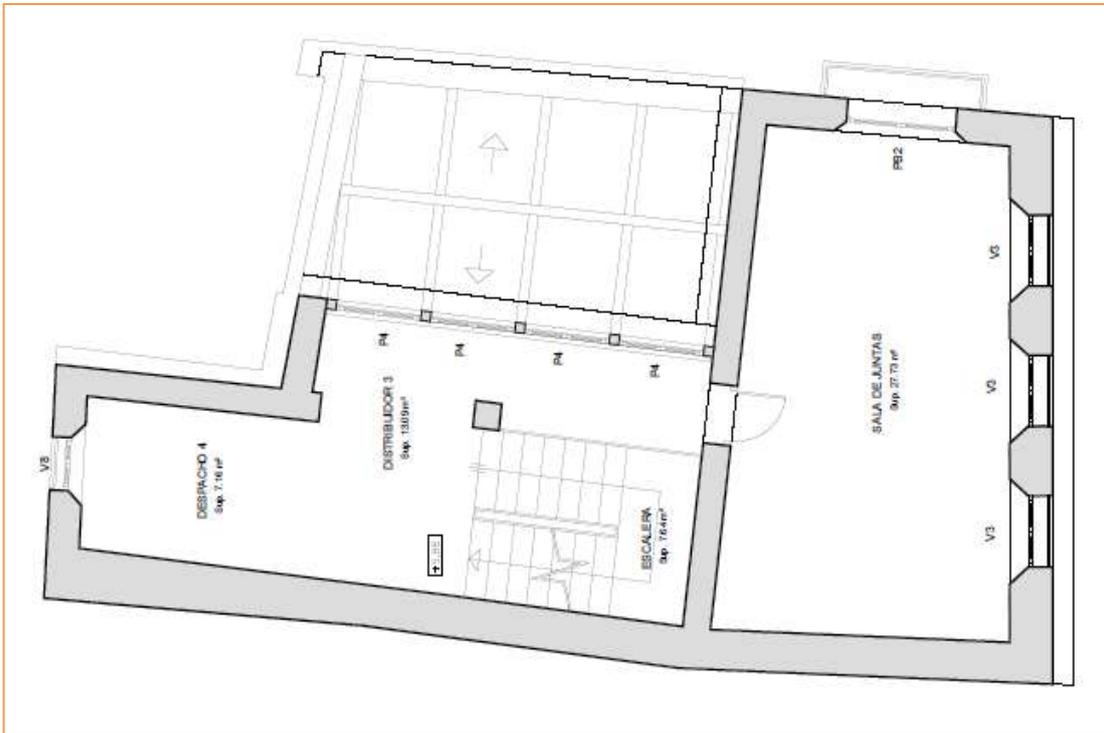
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



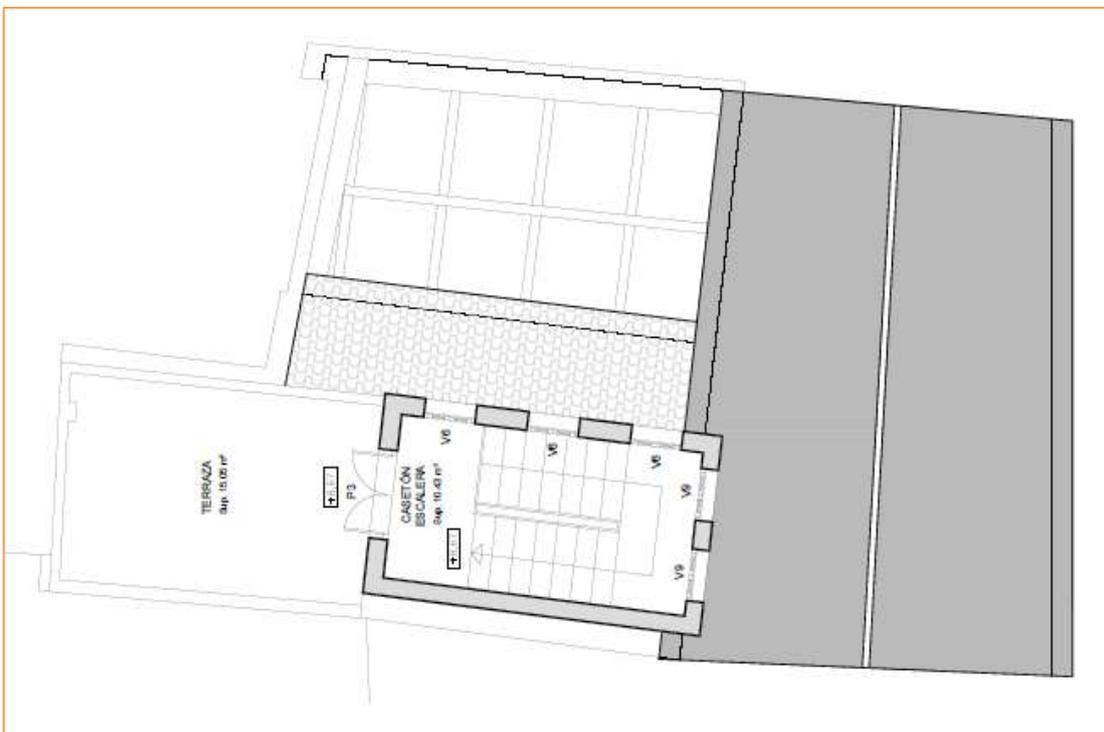
Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera



Plano 3 Planta Segunda



Plano 4 Planta Tercera

1.3 Envoltente y cerramientos

El edificio en el que se encuentra la sede del Distrito 6 es una casa señorial del siglo XVI, que fue restaurado en 1991.

Actualmente el edificio conserva su estructura primitiva, destacando el patio, símbolo principal de este tipo de construcciones, con columna, arcos de medio punto, los balcones y la portada. Si algo caracteriza a las casas andaluzas en su adaptación a las condiciones climáticas, traducida en los materiales utilizados, en la protección de los rayos solares y del calor y la incorporación de la vegetación y el agua

La segunda planta de la misma es de nueva construcción, así como el techado del patio, a dos aguas y con estructura de madera.

Tras la restauración de 1991, en 2015 se llevó a cabo una reforma en la que se cambió la puerta principal de entrada, además, se realizaron las obras pertinentes para alojar una instalación de climatización aunque esta no se haya instalado. La próxima reforma será el cambio de las puertas de la segunda planta, que se sustituirán por otras de las mismas características.

Las ventanas del edificio se caracterizan por el marco de madera y su acristalamiento con vidrio simple.

En las siguientes imágenes se puede ver los diferentes tipos de carpintería existentes:



Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro consta de un sistema de calefacción compuesto por emisores térmicos portátiles con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran. En una de las estancias existe un equipo de expansión directa portátil que da servicio de calefacción en invierno y de refrigeración en verano.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

El centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio en el centro.

1.4.1 Unidades Terminales

A continuación se resumen las características técnicas de las diferentes unidades de tratamiento de que consta el centro para cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración por zonas:

Radiadores

El centro consta de un sistema de calefacción compuesto por radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

| Característica | Tipo 1 |
|----------------------|-----------------------|
| Unidad terminal | Radiador eléctrico |
| Servicio | Calefacción |
| Tipo | Suelo |
| Marca | FM |
| Modelo | RW-MINI |
| Cantidad | 1 |
| Número de elementos | 7 |
| Batería calor | Resistencia eléctrica |
| Pot. Calorífica (kW) | 0,90 |

Tabla 4 Características de radiadores instalados



Imagen 4 Tipología de radiadores instalados

Aerotermos

| Característica | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | Tipo 4 |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Unidad terminal | Calefactor portátil | Calefactor portátil | Calefactor portátil | Calefactor portátil |
| Tipo | Suelo | Suelo | Suelo | Suelo |
| Servicio | Calefacción | Calefacción | Calefacción | Calefacción |
| Edificio | Distrito 6 | Distrito 6 | Distrito 6 | Distrito 6 |
| Planta | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Zona de tratamiento | Despacho 2 | Despacho 3 | Sala de Juntas | Sala de Juntas |
| Marca | Rowenta | Rowenta | Comelec | Diana |
| Modelo | SO 2330 | SO 2330 | - | Simoun |
| Cantidad | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Batería calor | Resistencia eléctrica | Resistencia eléctrica | Resistencia eléctrica | Resistencia eléctrica |
| Pot. Calorífica (kW) | 2,40 | 2,40 | 2,00 | 2,00 |
| Pot. Abs. (kW) | 2,40 | 2,40 | 2,00 | 2,00 |
| Meses de funcionamiento | Diciembre-Enero | Diciembre-Enero | Diciembre-Enero | Diciembre-Enero |

Tabla 5 Características técnicas de **aerotermos** instalados



Imagen 5 Tipología de **aerotermos** instalados. Calefactor Despacho 2 y Despacho 3



Imagen 6 Tipología de **aerotermos** instalados. Calefactor Sala de Juntas

Unidades - Expansión directa

El centro consta de un equipo de deshumectación portátil ubicado en el Despacho 3 destinado al tratamiento de calefacción y refrigeración de dicha estancia.

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Nº generador | 1 |
| Generador | Deshumectadora compacta - Portátil |
| Edificio | Distrito 6 |
| Planta | 1 |
| Ubicación equipo | Despacho 3 |
| Zona de tratamiento | Despacho 3 |
| Servicio | Calefacción y refrigeración |
| Combustible | Electricidad |
| Tipo funcionamiento | Aire-Aire |
| Condensación / Evaporación | Aire |
| Marca | Olimpia |
| Modelo | Ellisse HP |
| Refrigerante | R410a |
| Potencia Frigorífica (kW) | 2,50 |
| Potencia Absorbida Frío (kW) | 0,88 |
| EER | 2,84 |
| Potencia Calorífica (kW) | 2,40 |
| Potencia Absorbida Calor (kW) | 0,75 |
| COP | 3,20 |
| Mes inicio calefacción | Noviembre |
| Mes final calefacción | Marzo |
| Mes inicio refrigeración | Abril |
| Mes final refrigeración | Octubre |
| días/semana | L-V |
| horario funcionamiento (mañana) | 07:15-15:30 |
| Sistema de gestión centralizado | No |
| Control - encendido / apagado | Manual |

Tabla 6 Características técnicas de **unidades de expansión directa** instaladas



*Imagen 7 Tipología de **unidades de expansión directa** instaladas – BdC deshumectadora portátil – Despacho 3*

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

| Zona | Superficie Calefactada (m2) | Pot. Calorífica (kW) | Ratio (W/m2) |
|----------------|-----------------------------|----------------------|---------------|
| Administrativo | 64,71 | 12,10 | 186,99 |
| Total | 64,71 | 12,10 | 186,99 |

Tabla 7 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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



Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

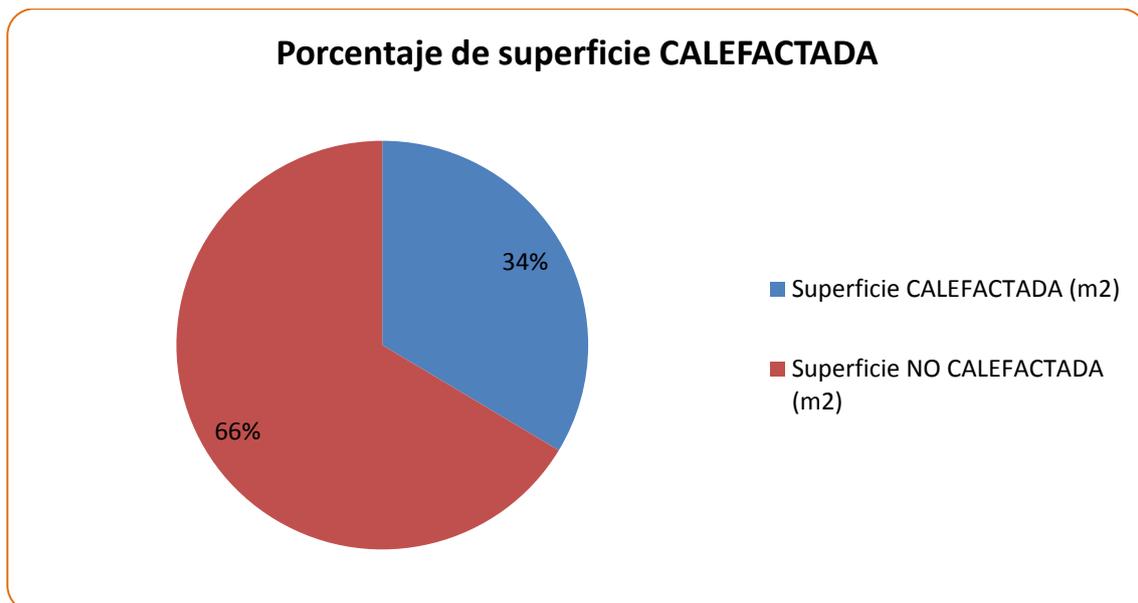


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

| Zona | Superficie Refrigerada (m2) | Pot. Frigorífica (kW) | Ratio (W/m2) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|---------------|
| Administrativo | 14,07 | 2,50 | 177,68 |
| Total | 14,07 | 2,50 | 177,68 |

Tabla 8 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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



Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

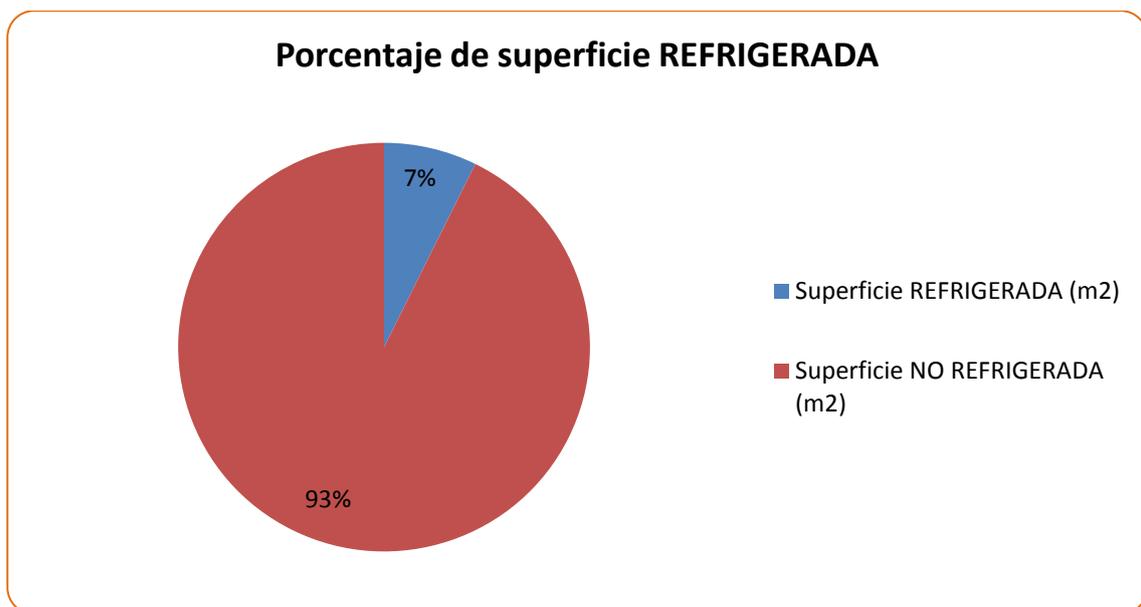


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 2,25 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

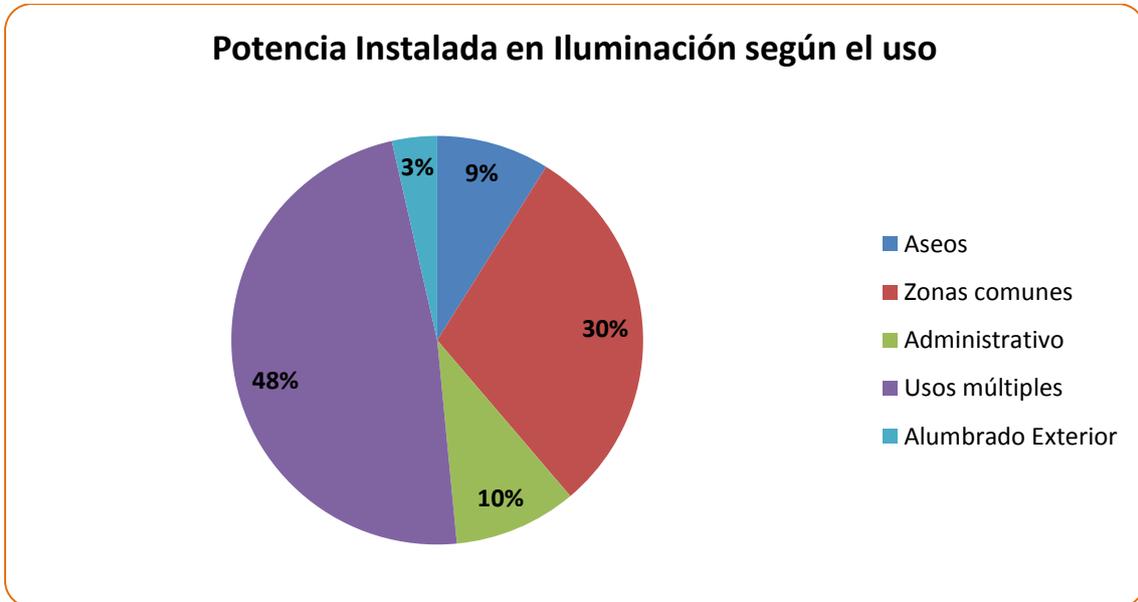


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

En el siguiente gráfico se muestran los distintos tipos de lámparas instalados y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el conjunto del centro.

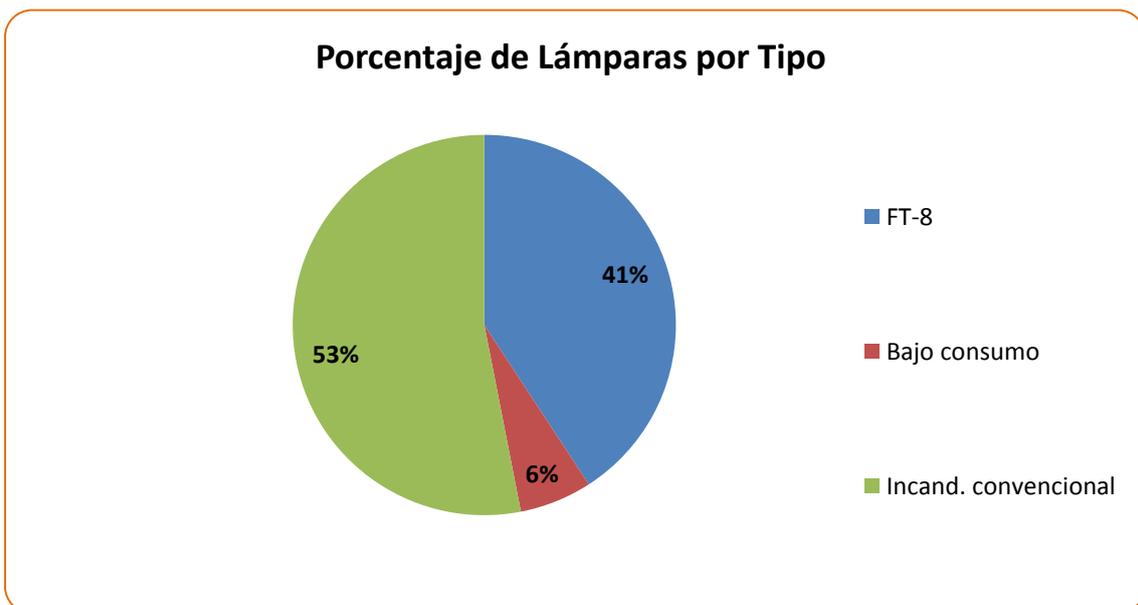


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

| Tipo | Nº Lum. | Pot.(kW) |
|----------------------|-----------|-------------|
| EM | 13 | 0,67 |
| FT-8 | 13 | 0,67 |
| 1 | 10 | 0,41 |
| 18 | 6 | 0,13 |
| 58 | 4 | 0,28 |
| 2 | 3 | 0,26 |
| 36 | 3 | 0,26 |
| - | 33 | 1,20 |
| Incand. convencional | 23 | 0,65 |
| 1 | 23 | 0,65 |
| 40 | 5 | 0,20 |
| 25 | 18 | 0,45 |
| Halogenuros | 3 | 0,30 |
| 1 | 3 | 0,30 |
| 100 | 3 | 0,30 |
| Bajo consumo | 3 | 0,05 |
| 1 | 3 | 0,05 |
| 18 | 3 | 0,05 |
| Incand. halógena | 4 | 0,20 |
| 1 | 4 | 0,20 |
| 50 | 4 | 0,20 |
| Total general | 46 | 1,87 |

Tabla 9 Resumen de lámparas instaladas

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

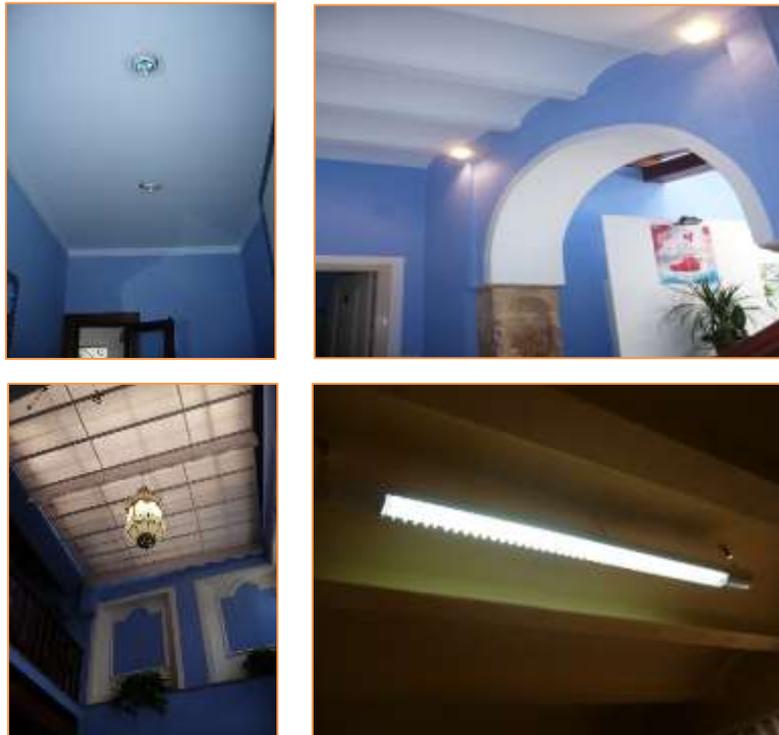


Imagen 8 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

En la fachada del edificio se encuentran adosas cuatro luminarias modelo Villa con lámparas de halogenuro metálico de 150 W cada una, todas pertenecientes al alumbrado público de la ciudad.

1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

| | | |
|---|---|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

1.6 Otros equipos

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

| Tipos de Equipos | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|--------------------------------|------------|---------------------|
| Electrodoméstico | 1 | 0,098 |
| Nevera Pequeña | 1 | 0,098 |
| 98 | 1 | 0,098 |
| Informático | 11 | 3,485 |
| Impresora | 3 | 0,585 |
| (en blanco) | 1 | 0 |
| 300 | 1 | 0,3 |
| 285 | 1 | 0,285 |
| Ordenador | 3 | 1,05 |
| 350 | 3 | 1,05 |
| Ordenadores | 4 | 1,4 |
| 350 | 4 | 1,4 |
| Impresora-Fotocopiadora | 1 | 0,45 |
| 450 | 1 | 0,45 |
| Otros | 3 | 0,191 |
| RAC | 3 | 0,191 |
| 47 | 2 | 0,094 |
| 97 | 1 | 0,097 |
| Sonido | 2 | 0,022 |
| Radio | 1 | 0,007 |
| 7 | 1 | 0,007 |
| Equipo de Música | 1 | 0,015 |
| 15 | 1 | 0,015 |
| Unidades de tratamiento | 6 | 10,58028 |
| Calefactor | 4 | 8,8 |
| 2000 | 2 | 4 |
| 2400 | 2 | 4,8 |
| Radiador eléctrico | 1 | 0,9 |
| 900 | 1 | 0,9 |
| Des-humectadora | 1 | 0,88028 |
| 880,28 | 1 | 0,88028 |
| Total general | 23 | 14,37628 |

Tabla 10 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

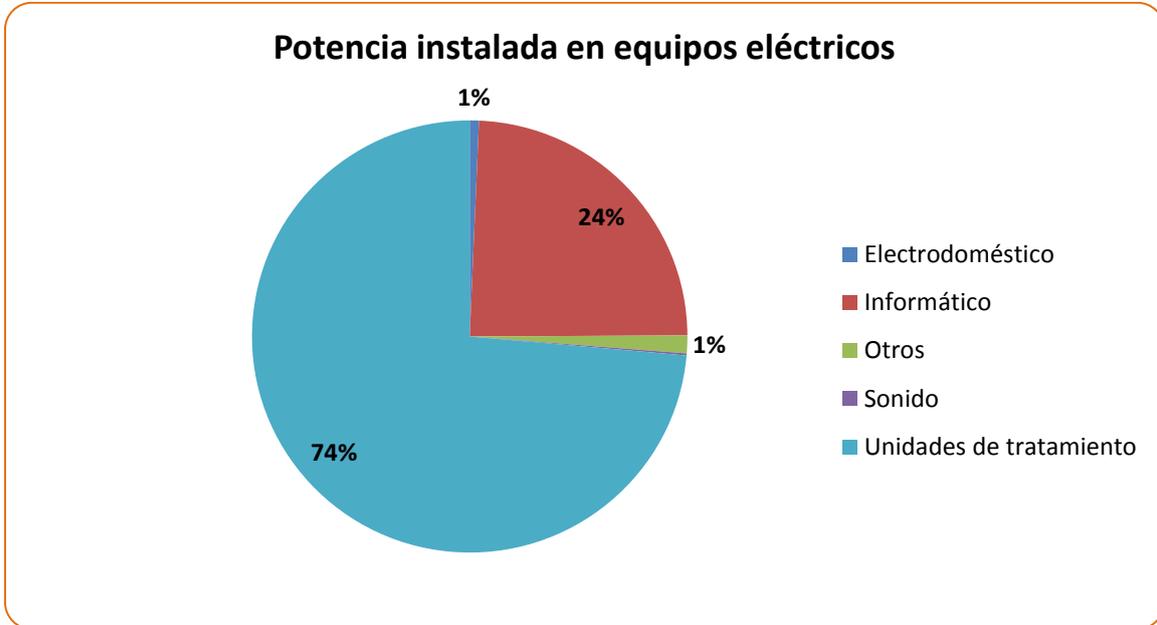


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 TablaResumen de potencias instaladas

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

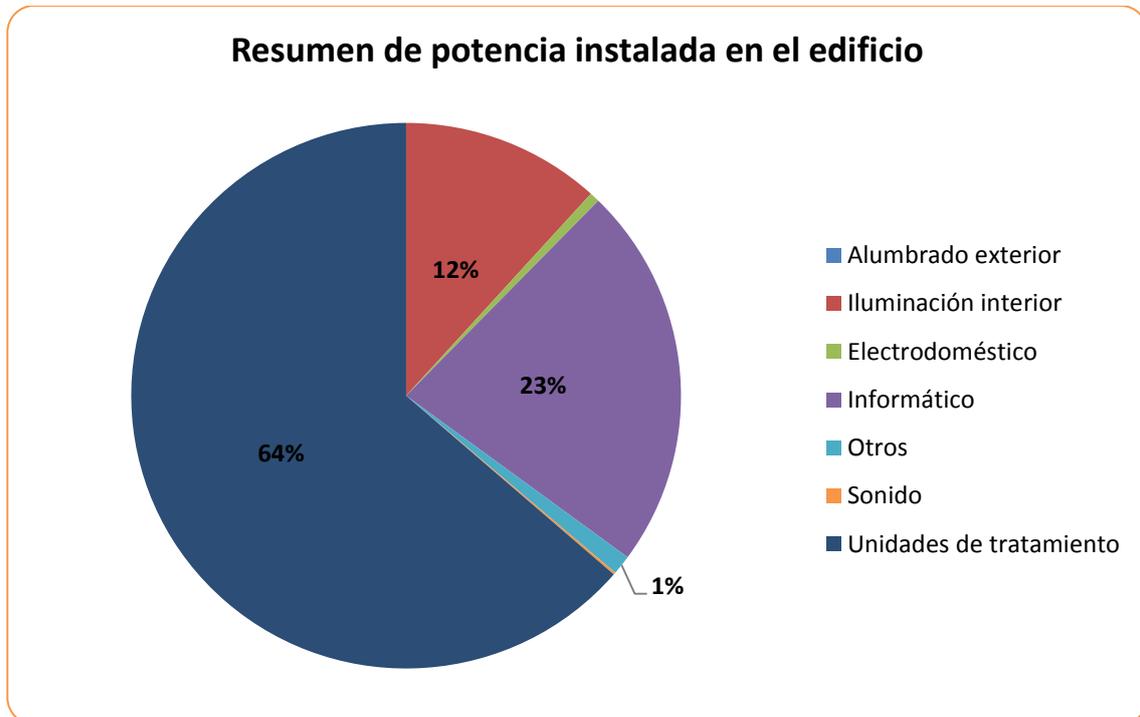


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

| | | |
|---|---|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

| | | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----|
| CUPS | ES0031103007977003MFOF | Tarifa de acceso | 2.0 |
| CONDICIONES DE CONTRATACION | | | |
| | | P1 | |
| Potencia contratada (kW) | | 6,57 | |
| Término de potencia (€/kW año) | | 42,043426 | |
| Término de energía (€/kWh) | | 0,130995 | |

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Enero de 2014 hasta Diciembre de 2014.

| Fecha inicio | Fecha Fin | Consumo P1 (kWh) | Facturado Reactiva (€) | Base imponible (€) |
|--------------|------------|------------------|------------------------|--------------------|
| 30/12/2013 | 26/02/2014 | 1.112 | 0,00 € | 195,80 € |
| 26/02/2014 | 29/04/2014 | 718 | 0,00 € | 145,76 € |
| 29/04/2014 | 27/06/2014 | 488 | 0,00 € | 107,25 € |
| 27/06/2014 | 28/07/2014 | 195 | 0,00 € | 49,82 € |
| 28/07/2014 | 29/08/2014 | 389 | 0,00 € | 76,26 € |
| 29/08/2014 | 28/09/2014 | 335 | 0,00 € | 70,82 € |
| 28/09/2014 | 29/10/2014 | 346 | 0,00 € | 73,46 € |
| 29/10/2014 | 26/11/2014 | 336 | 0,00 € | 67,16 € |
| 26/11/2014 | 30/12/2014 | 165 | 0,00 € | 48,45 € |

Tabla 11 Facturación eléctrica

A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva.

| | P1 |
|---|------|
| Potencia contratada (kW) | 6,57 |
| Potencia máxima en registro trifásico (kW) | 3,8 |

Tabla 12 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada, se trata de una **Tarifa 2.0** sin lectura de maxímetro de manera que no se propone ajuste de potencia. Sin embargo, se observa que el pico máximo de potencia registrada durante la semana está acorde con la potencia contratada.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

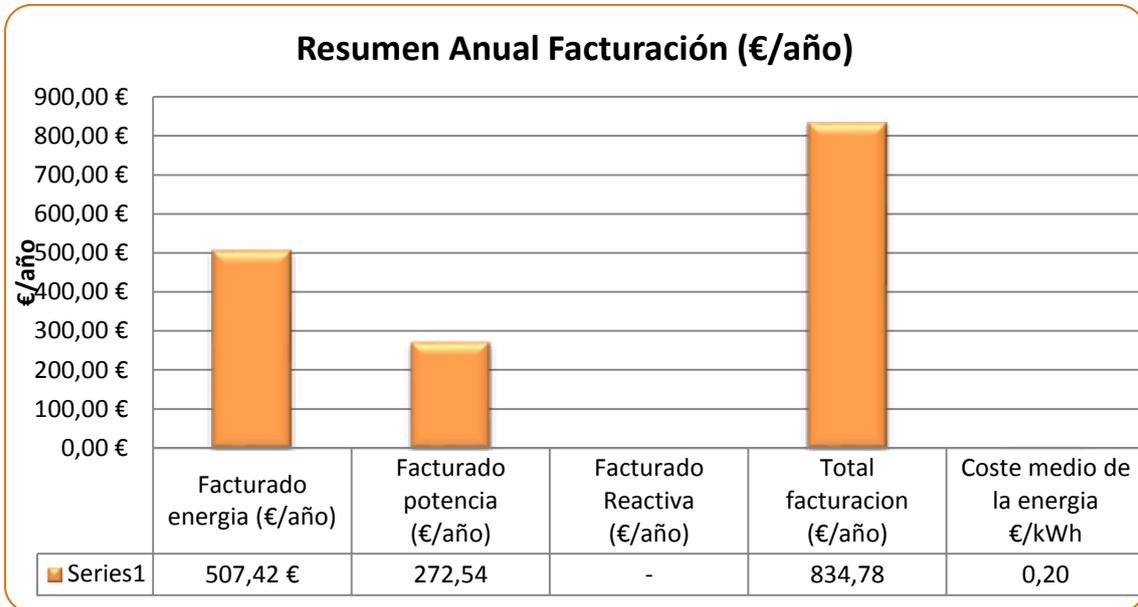


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

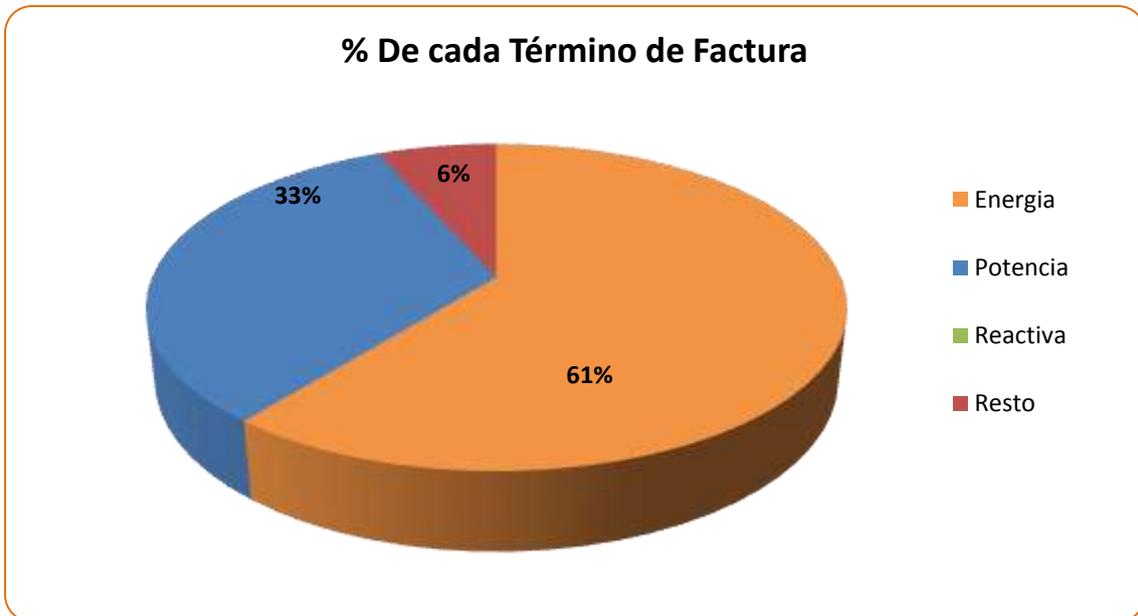


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

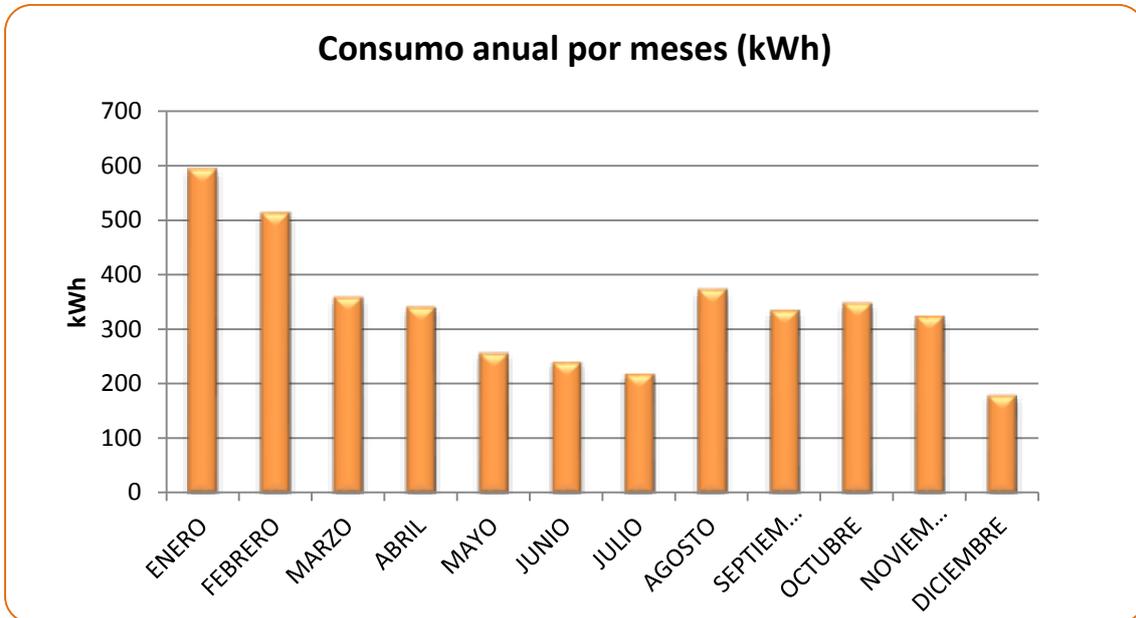


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

| | |
|------------------------------------|--------|
| Total Consumo energía (kWh) | 4.084 |
| Total Facturación (€) | 834,78 |
| Media mensual de consumo (kWh/mes) | 340 |
| Media mensual de coste (€/mes) | 69,57 |
| Coste medio energía (€/kWh) | 0,204 |

Tabla 13 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

2.2 Consumos térmicos

No existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

2.3 Consumos energéticos totales

| | Electricidad | Combustible (PCI) | Total |
|-------------------|--------------|-------------------|----------|
| Consumo (kWh/año) | 4.084,00 | - | 4.084,00 |
| Coste (€/año) | 834,78 | - | 834,78 |

Tabla 14 Consumos energéticos anuales totales

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

2.4 Índices energéticos

Para finalizar esta revisión del estado energético de la instalación, se incluyen varios índices de eficiencia energética.

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el 1 de Enero y el 31 de Diciembre de 2014.

| PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS | |
|--|----------|
| Nº de personas que utilizan la instalación | 8 |
| Superficie total (m ²) | 207,57 |
| Pot. Instalada iluminación interior(kW) | 1,8712 |
| Pot. Instalada alumbrado exterior (kW) | 0,08 |
| Pot. instalada equipos eléctricos (kW) | 14,67628 |
| Pot. eléctrica total instalada (kW) | 16,63 |

Tabla 15 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

| ÍNDICES ELÉCTRICOS | |
|--------------------------------------|----------|
| kWh/año | 4.084,00 |
| €/kWh | 0,20 |
| kWh/m ² Total | 19,68 |
| €/m ² Total | 4,02 |
| kWh/persona uso | 510,50 |
| €/persona uso | 104,35 |
| Ton CO ₂ /año | 1,63 |
| Kg CO ₂ /m ² | 7,85 |
| Pot. Iluminación en W/m ² | 9,40 |

Tabla 16 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

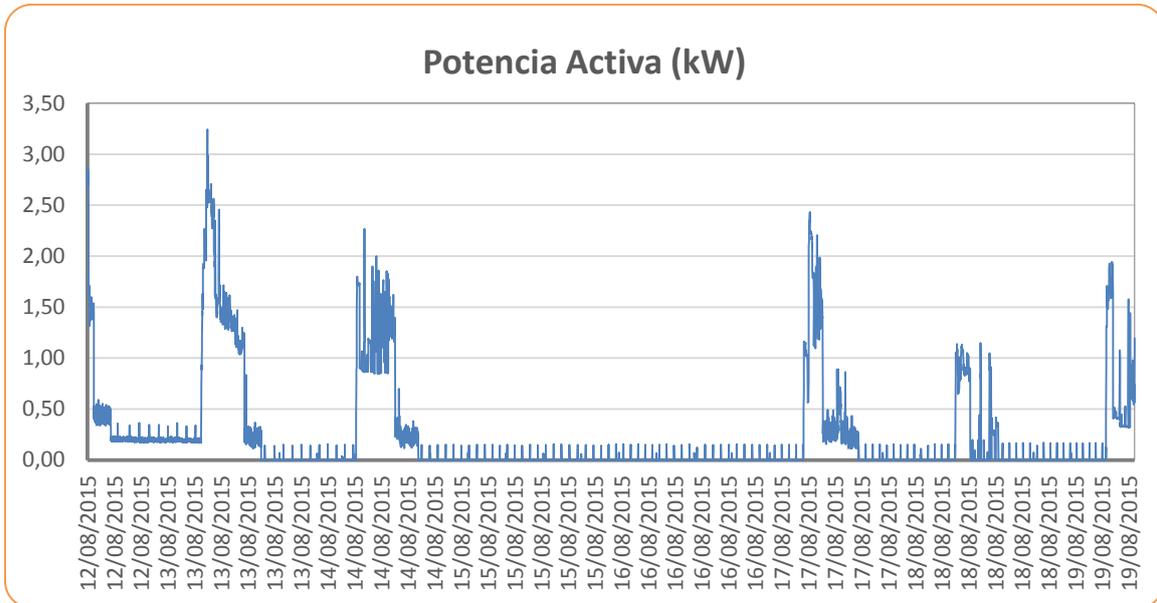


Gráfico 13 Datos de registro de potencia activa desde el 12/08/2015 al 19/08/2015

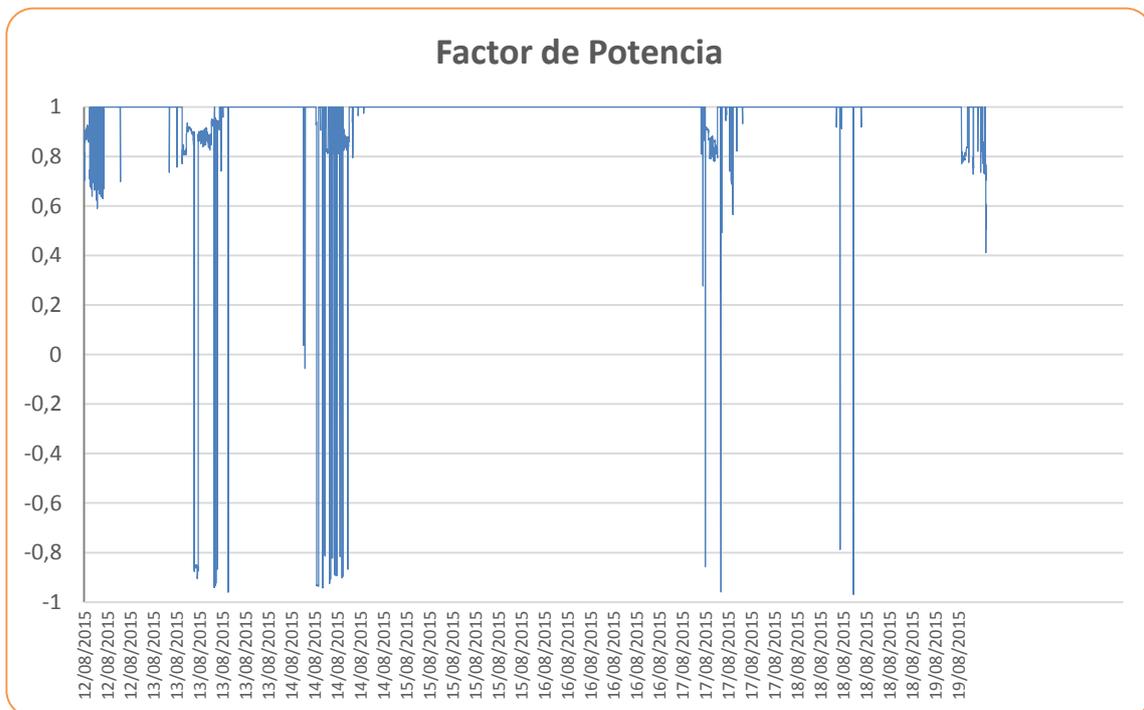


Gráfico 14 Factor de potencia trifásico registrado

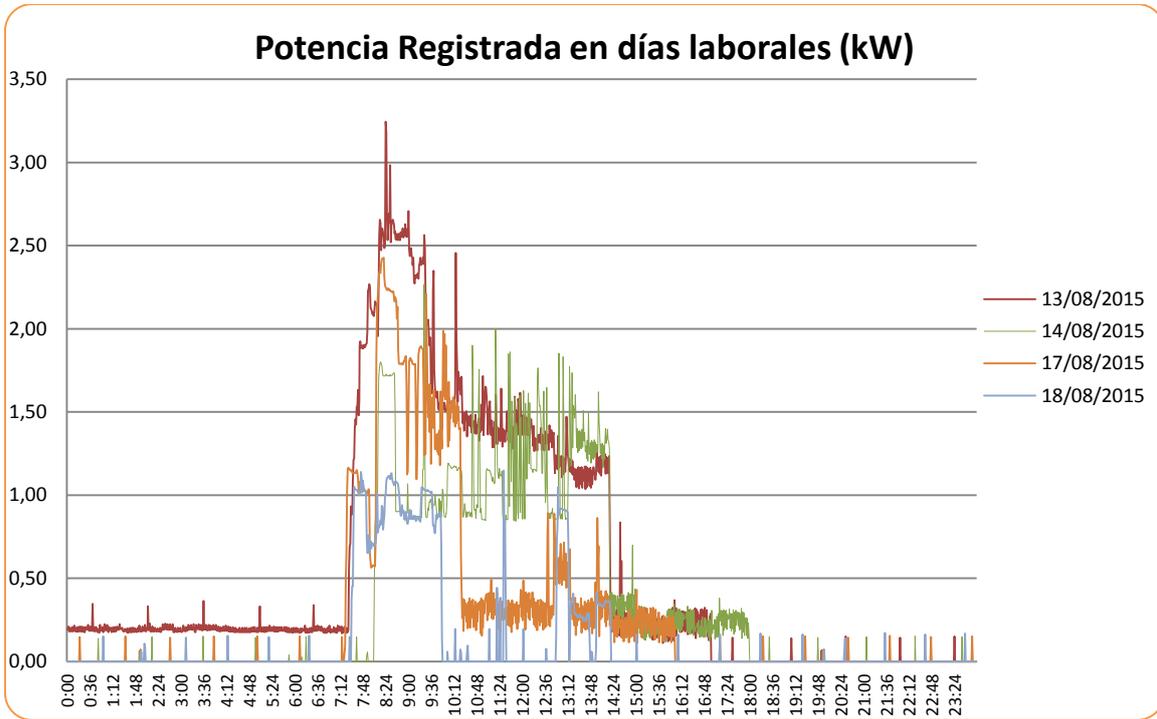


Gráfico 15 Potencia registrada en días laborales (kW)

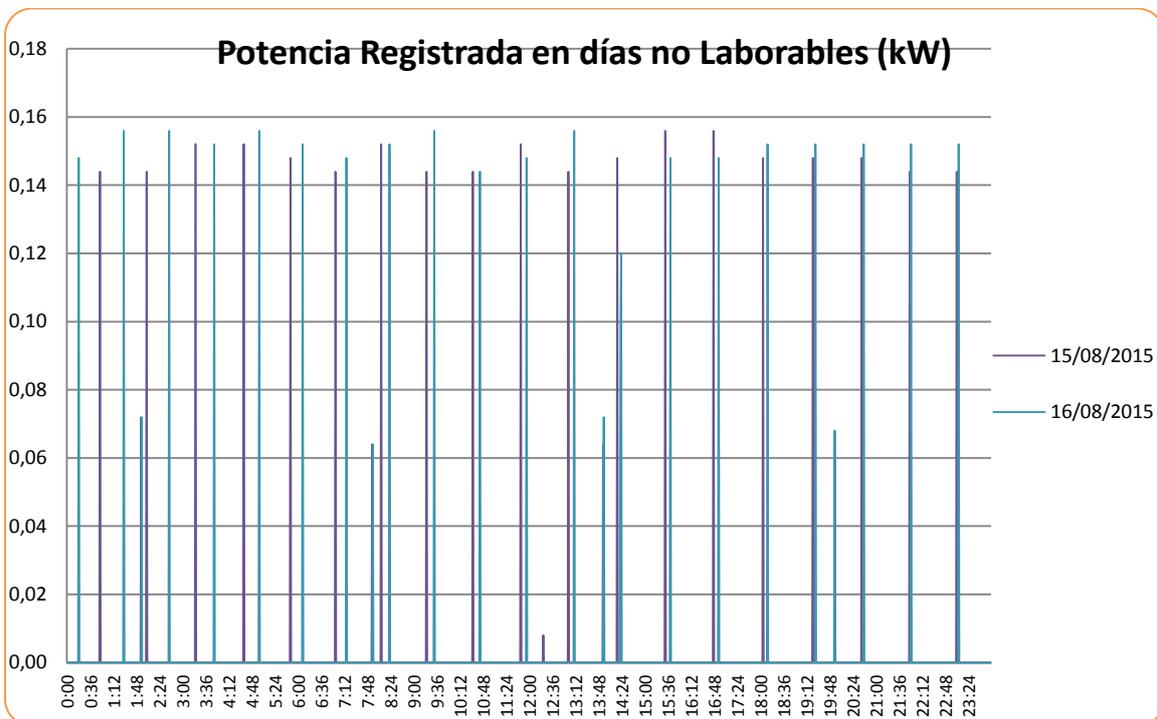


Gráfico 16 Potencia registrada en días no laborables (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos no se observa una demanda de potencia fija fuera de horario de las instalaciones.

Los días laborales podemos observar que tienen un comportamiento homogéneo, con un horario de funcionamiento marcado entre las 7:00 y las 14:00, en el cual el edificio es cuando es utilizado en su mayor parte.

Durante el fin de semana, se observa que el edificio se encuentra fuera de uso, los picos de consumo registrados hacen referencia a los equipos eléctricos que funcionan de manera permanente.

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

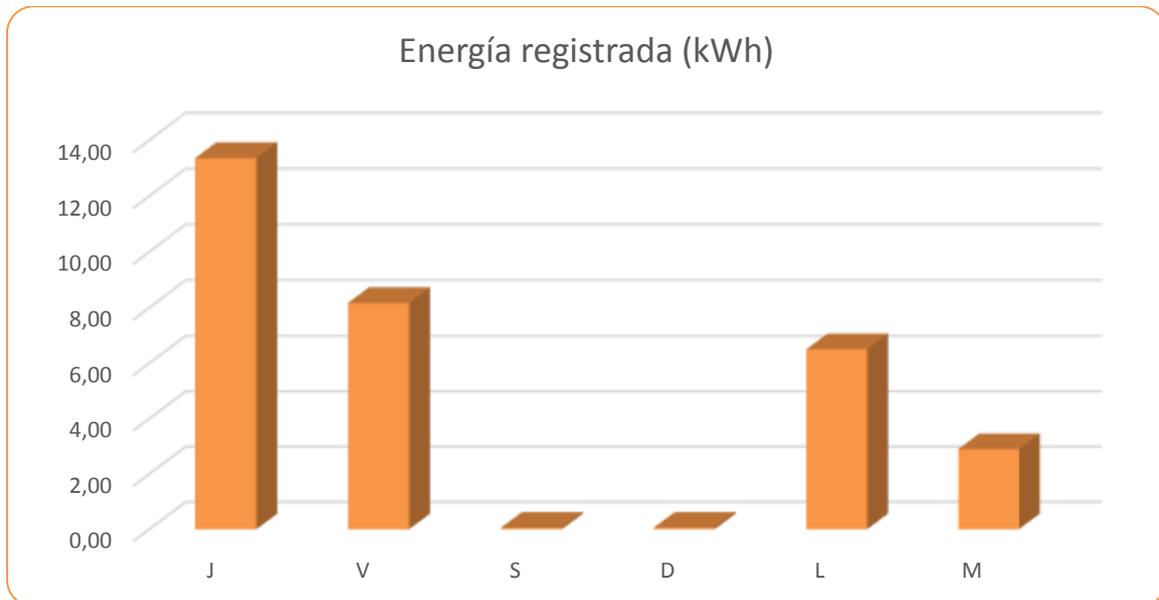


Gráfico 17 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 7,73 kWh y durante los días festivos prácticamente nulo. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 162,85 kWh para el mes de Agosto, existe un desvío respecto al valor facturado del anterior año debido a la estimación de consumos en la facturación eléctrica y a la variabilidad de usos del edificio.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Illuminación planta baja.**

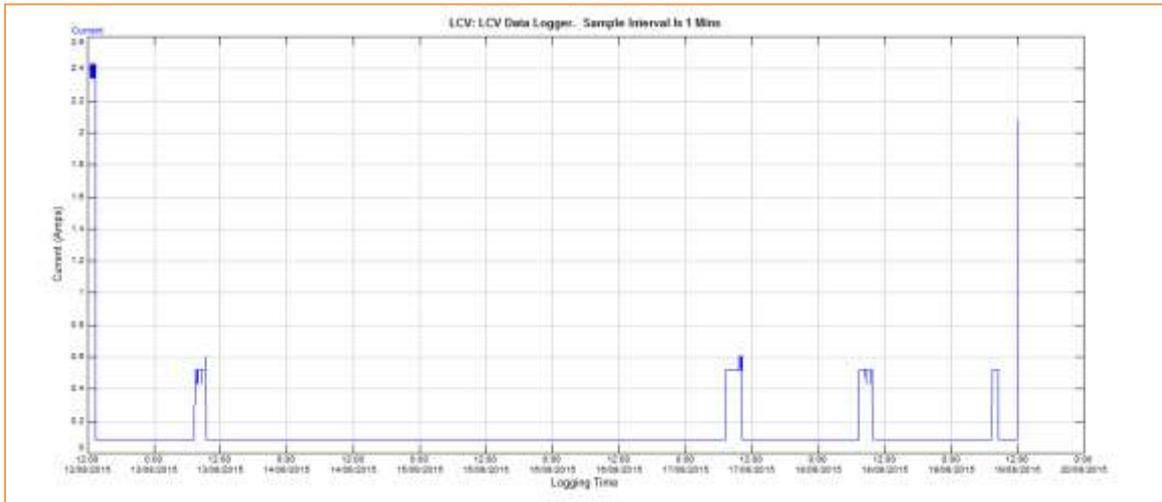


Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en iluminación planta baja.

- **Illuminación despachos.**

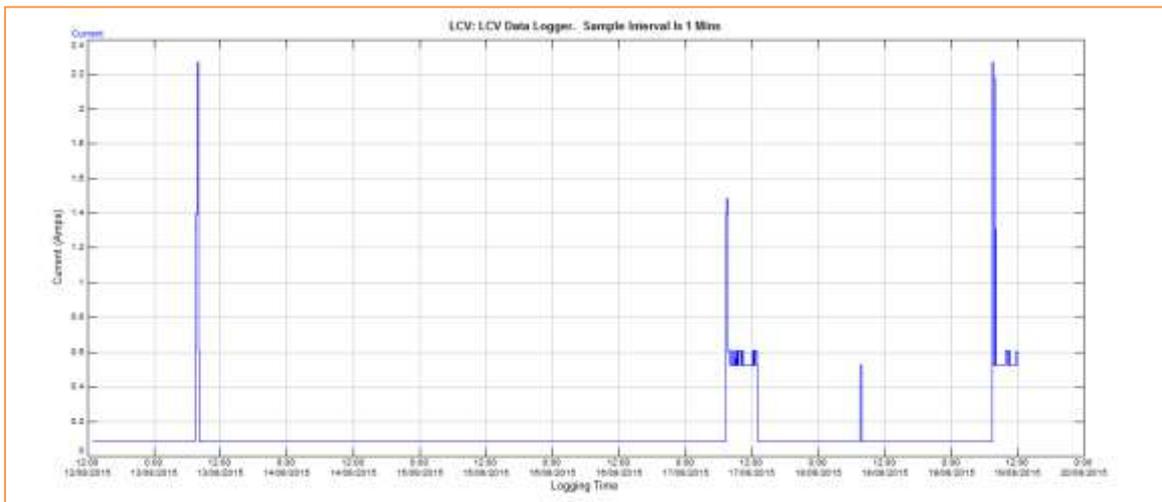


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en iluminación despachos.

- **Iluminación de Sala de juntas.**

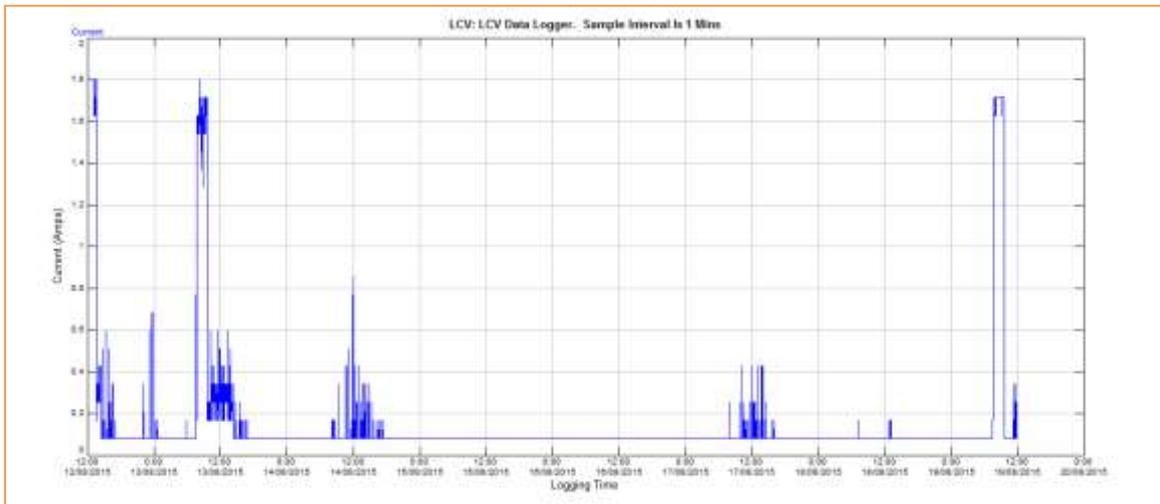


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Iluminación de Sala de Juntas.

Los registros permiten obtener un horario medio de iluminación de las estancias en las que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Iluminación planta baja: 3 h aproximadamente.
- Iluminación despachos: 3 h aproximadamente.
- Sala de Juntas: 1 h aproximadamente.

Como vemos según los registros el edificio no tiene mucho uso, al no estar completo de ocupación.

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lx. (El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría).

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

| Edificio | Planta | Ubicación | Potencia (W) | Área (m^2) | Iluminancia Media (lux) | Valor s/ Norma (lux) | VEEI |
|--------------------|--------|----------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------|
| Edificio Principal | 0 | Zaguán | 25 | 3,94 | 195 | 150 | 3,25 |
| Edificio Principal | 0 | Hall | 25 | 6,83 | 350 | 150 | 1,05 |
| Edificio Principal | 0 | Recepción | 278,4 | 15,98 | 422 | 300 | 4,13 |
| Edificio Principal | 0 | Distribuidor 1 | 225 | 8,08 | 152 | 150 | 18,32 |
| Edificio Principal | 0 | Aseo hombres | 100 | 2,19 | 195 | 150 | 23,42 |
| Edificio Principal | 0 | Aseo mujeres | 100 | 2,38 | 130 | 150 | 32,32 |
| Edificio Principal | 0 | Escalera PB-P1 | 25 | 7,66 | 180 | 150 | 1,81 |
| Edificio Principal | 1 | Despacho 2 | 86,4 | 12,77 | 280 | 300 | 2,42 |
| Edificio Principal | 1 | Despacho 3 | 86,4 | 14,07 | 329 | 300 | 1,87 |
| Edificio Principal | 1 | Escalera P1-P2 | 25 | 7,66 | 340 | 150 | 0,96 |

Tabla 17 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancias son acordes a los recomendados.

3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en el registro de temperatura y humedad en una estancia representativa del centro.

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

| Estación | Temperatura operativa ($^{\circ}C$) | Humedad relativa (%) |
|----------|---------------------------------------|----------------------|
| Verano | 23...25 | 45...60 |
| Invierno | 21...23 | 40...50 |

Tabla 18 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo comprendido entre los días 23/06/2015 y 30/06/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Despacho 1 (Planta primera) – Orientación N

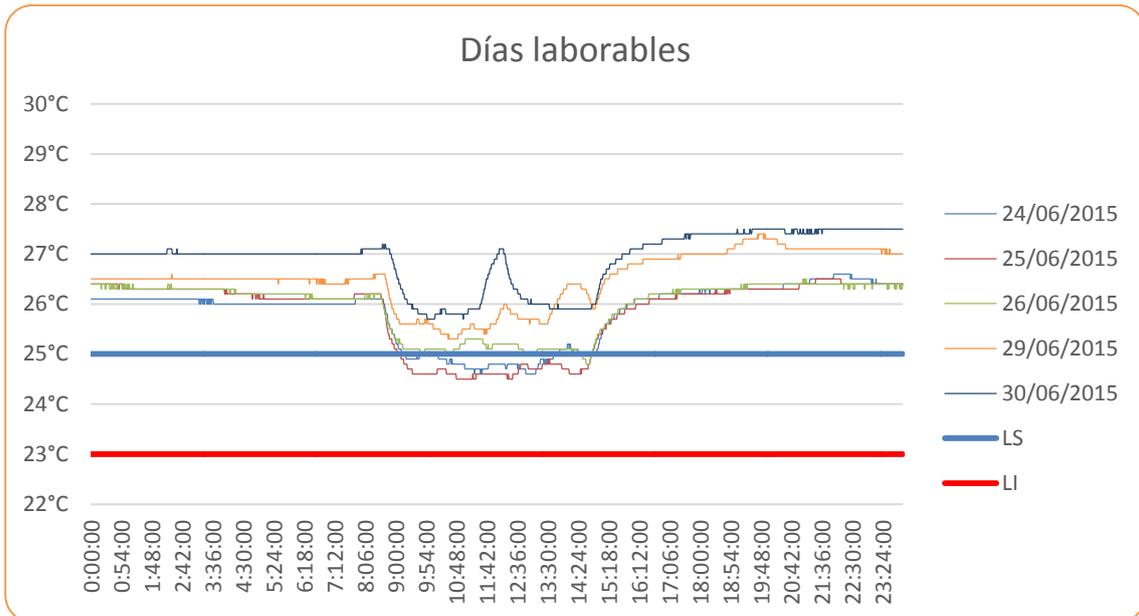


Gráfico 21 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

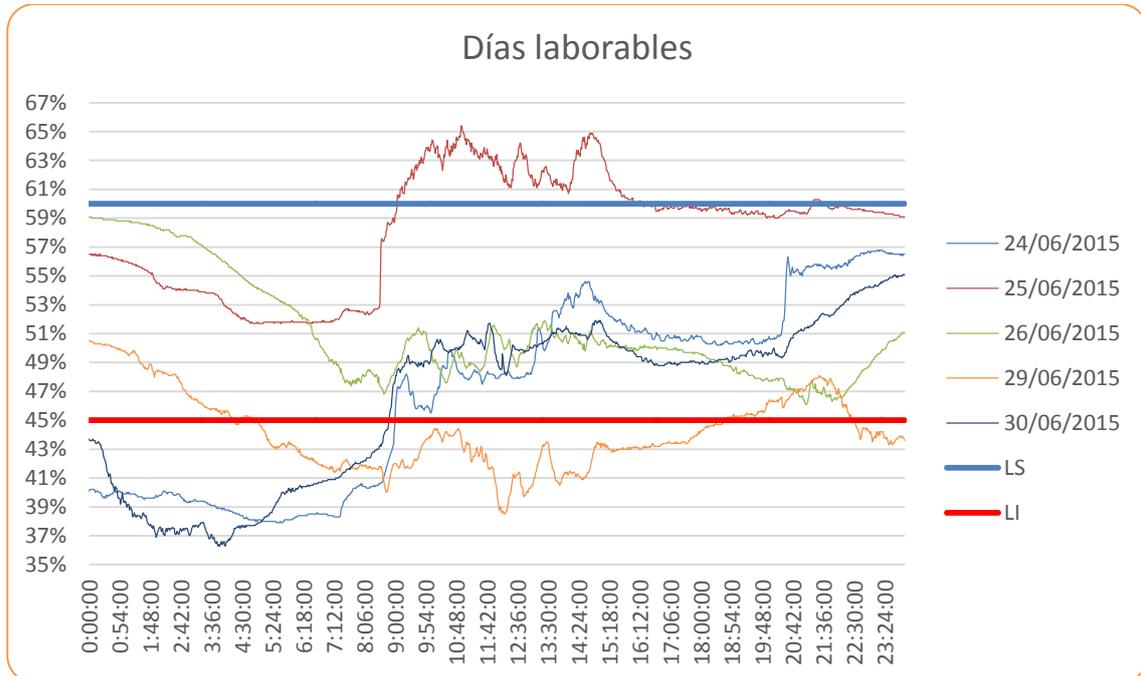


Gráfico 23 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

La zona donde se ha registrado la temperatura y la humedad relativa no consta de sistema de refrigeración.

Durante los días laborables (lunes-viernes) la temperatura comienza a descender a partir de las 08:50h desde los 26-27°C coincidiendo con el inicio de la actividad en el centro y con la ventilación natural de la zona. A las 09:50h la temperatura alcanza los 24,5-26°C y a partir de ahí se mantiene

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

uniforme hasta las 15:00h, cuando cesa la actividad en el centro. La temperatura se mantiene fuera del intervalo requerido por la normativa durante gran parte del periodo de ocupación, aunque no es muy significativo teniendo en cuenta además que esta zona no cuenta con sistema de refrigeración mecánica.

Se puede observar que durante los fines de semana no existe actividad alguna en esta zona, ya que el centro permanece cerrado.

Exceptuando momentos puntuales, la humedad relativa se sitúa dentro de los límites requeridos por la normativa durante el horario de ocupación, oscilando entre el 43 y 65%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes, aunque no significativas.** Hay que tener en cuenta que esta zona no cuenta con sistema alguno de refrigeración mecánico. En general las temperaturas se encuentran entre los 25°C y los 26°C, lo cual indica un aporte insuficiente de refrigeración, situándose por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C), aunque no es significativo.

3.4 Análisis termográfico

El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

3.5 Certificación energética

Se trata de un edificio del siglo XV, es un edificio de interés cultural, por lo que no requiere certificado energético.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

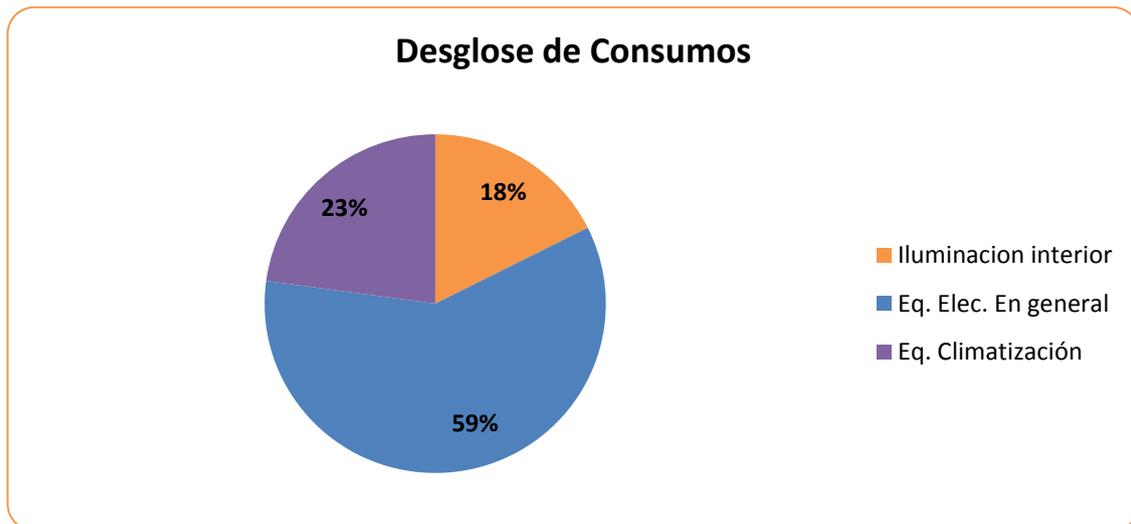


Gráfico 25 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 1%.

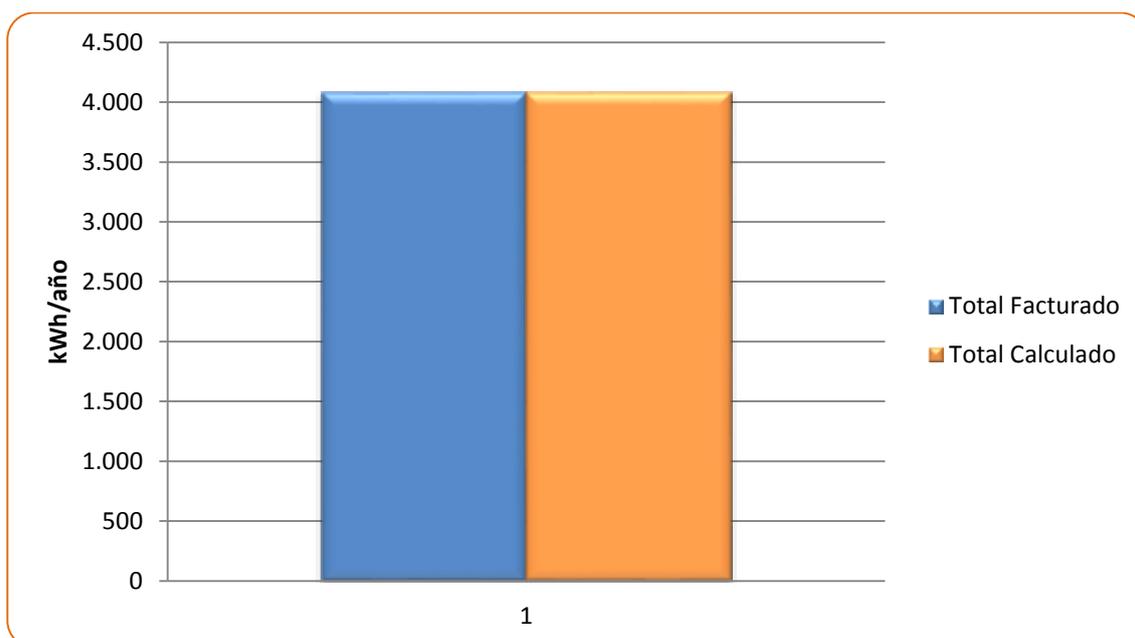


Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

4.2 Desglose de consumos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

4.3 Contribución de energías renovables

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

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

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

Descripción de la mejora

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

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

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



Imagen 9 Tubo LED

Aplicación de la mejora

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

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

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

| | P1 | P2 | P3 |
|--|---------|---------|---------|
| Condiciones de contratación de energía (€/kWh) | 0,13100 | 0,00000 | 0,00000 |
| Porcentaje de consumo de iluminación por periodo | 100,00% | 0,00% | 0,00% |

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

| | |
|------------------------------------|----------|
| Precio de la energía (cent€/kWh) | 11,51875 |
| Precio de la potencia (€/kW y año) | 42,04 |

Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

| Ahorro energético anual | | | Ahorro económico | | | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO ₂ evitadas |
|-------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|---------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh | De la mejora | Del edificio | Por energía | Por potencia | Total | € | Años | Ton/año |
| | % | % | €/año | €/año | €/año | | | |
| 474 | 65,92% | 11,61% | 54,63 € | 23,40 € | 78,03 € | 1.401,66 € | 17,96 | 0,19 |

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

| | | |
|---|---|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

6. MEJORAS RECOMENDADAS

6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

Descripción actuación: Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

Descripción de la medida

Los detectores de presencia, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo.

Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.



Imagen 10 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

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

Aplicación de la mejora

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

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

Ahorro energético

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

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.

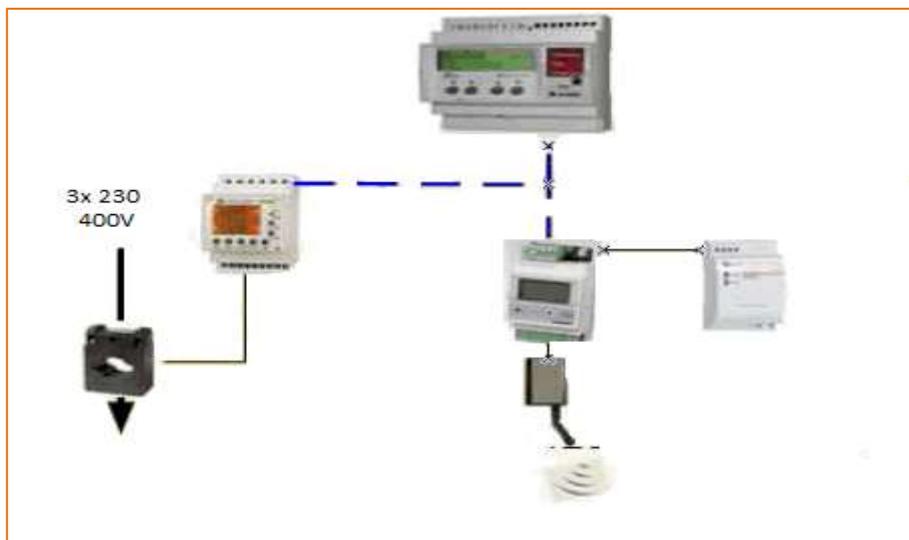


Imagen 11 Esquema de sistema de monitorización

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.

Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

| | | |
|---|---|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

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

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de equipos portátiles de expansión directa, además de los radiadores y calefactores portátiles con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, junto con las limitaciones de acceso y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

La incertidumbre existente actualmente en España en cuanto a la regulación normativa en relación a la producción energética mediante energías renovables y el nuevo sistema de retribución basado en un precio de mercado más unos incentivos variables en bases a diferentes tipologías de instalaciones, ha dejado como única alternativa viable la instalación fotovoltaica de autoconsumo con “inyección cero a la red” donde los excedentes producidos en lugar de verterlos a la red, se evita que se produzcan.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir actualmente los edificios o instalaciones para poder encajar una instalación fotovoltaica de estas características están los siguientes:

| | | |
|---|---|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 6 | 1306 |
| | | 16 |
| | | Rev.08 |

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año.
- Espacio disponible para ubicar las placas.

En este caso, al no existir en el centro una demanda eléctrica estable durante todos los días del año, la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaico de este tipo llevaría asociado un periodo de retorno muy elevado. Por este motivo no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

8. RESUMEN

A continuación se presenta una tabla resumen incluyendo todos los ahorros e inversiones asociadas a la implantación de las mejoras propuestas en esta auditoría:

| Propuestas de Mejora | Ahorro energético anual | | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO ₂ evitadas |
|--|-------------------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|
| | kWh | % ¹ | €/año | € ² | años | Ton/año |
| Sustitución iluminación por tecnología LED | 440 | 61,20% | 72,05 € | 2.568,35 € | 35,65 | 0,18 |
| TOTAL ELÉCTRICAS | 440 | 61,20% | 72,05 € | 2.568,35 € | 35,65 | 0,18 |

Tabla 19 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

La implantación de todas las actuaciones permitiría unos **ahorros económicos de 72,05 €/año** con un periodo de retorno de la inversión de aproximadamente **35,65 años**.

Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA