






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Polideportivo Paco Cantos)*

|            |                     |
|------------|---------------------|
| Nº OFERTA  | CO_1306             |
| Nº INFORME | IN_1306_75_20160203 |

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

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b> | <b>1</b>  |
| 1.1 Datos generales del centro .....                            | 1         |
| 1.2 Planos y distribución .....                                 | 3         |
| 1.3 Envolvente y cerramientos.....                              | 8         |
| 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....     | 10        |
| 1.4.1 Producción de ACS .....                                   | 11        |
| 1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....       | 12        |
| 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo .....                     | 14        |
| 1.4.4 Unidades Terminales.....                                  | 15        |
| 1.5 Iluminación.....  | 18        |
| 1.5.1 Iluminación interior .....                                | 19        |
| 1.5.2 Iluminación exterior .....                                | 20        |
| 1.5.3 Sistemas de control .....                                 | 21        |
| 1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....                        | 21        |
| 1.6 Otros equipos .....   | 22        |
| 1.7 Resumen de potencias instaladas .....                       | 24        |
| <b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>                                 | <b>25</b> |
| 2.1 Consumos eléctricos .....                                   | 25        |
| 2.2 Consumos térmicos.....                                      | 28        |
| 2.3 Consumos energéticos totales .....                          | 28        |
| 2.4 Índices energéticos.....                                    | 28        |
| 2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....                      | 28        |
| 2.4.2 Índices energéticos térmicos.....                         | 28        |
| <b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>                           | <b>29</b> |
| 3.1 Medidas eléctricas.....                                     | 29        |
| 3.1.1 Registros trifásicos .....                                | 29        |
| 3.1.2 Registros monofásicos.....                                | 32        |
| 3.2 Medida de nivel de iluminación .....                        | 34        |
| 3.3 Medidas térmicas .....                                      | 34        |
| 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....              | 34        |
| 3.4 Análisis termográfico.....                                  | 37        |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.5       | Certificación energética .....                                    | 38        |
| <b>4.</b> | <b>ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>                     | <b>39</b> |
| 4.1       | Desglose de consumos eléctricos.....                              | 39        |
| 4.2       | Desglose de consumos térmicos .....                               | 40        |
| 4.3       | Contribución de energías renovables .....                         | 40        |
| <b>5.</b> | <b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>                               | <b>41</b> |
| 5.1       | Sustitución de luminarias existentes por tecnología LED .....     | 41        |
| 5.2       | Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....                  | 43        |
| <b>6.</b> | <b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>                                 | <b>45</b> |
| 6.1       | Sistemas de regulación y control de la iluminación interior ..... | 45        |
| 6.2       | Implantación de un sistema de monitorización y control.....       | 47        |
| <b>7.</b> | <b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>     | <b>49</b> |
| 7.1       | Aerotermia para la generación térmica de ACS.....                 | 49        |
| 7.2       | Energía solar térmica.....  | 53        |
| 7.3       | Biomasa .....   | 53        |
| 7.4       | Fotovoltaica - Autoconsumo .....                                  | 54        |
| <b>8.</b> | <b>RESUMEN .....</b>  | <b>55</b> |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| Denominación del Centro | Polideportivo Paco Cantos       |
| Dirección               | Avda. Cánovas del Castillo, s/n |
| Tipo de edificio        | Centro Deportivo                |
| Persona de Contacto     | Pablo Bernabé: 952 761185       |
| Número de edificios     | 4                               |

Tabla 1 Resumen datos generales

- Las instalaciones del **Polideportivo Paco Cantos** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Cánovas del Castillo s/n** en la localidad de **Marbella**. Dichas instalaciones constan de 4 edificios; por un lado dos edificios de vestuarios, una oficina de radio y el bar/cafetería compuesto a su vez por tres edificios pequeños. Este polideportivo cuenta con dos campos de fútbol sala, tres pistas de tenis, una pista de baloncesto, tres pistas de pádel, una pista de frontón y una zona de recreo infantil entre otras instalaciones.



Imagen 1 Vista general de los distintos edificios del Polideportivo Paco Cano



*Imagen 2 Vista aérea del Polideportivo Paco Cano*

| EDIFICIO            | Nº plantas | Superficie Construida. m² | Nº personas | Horario  | Año de construcción | Año última reforma |
|---------------------|------------|---------------------------|-------------|--|---------------------|--------------------|
| Vestuarios Antiguos | 1          | 166,38                    | Variable    | -  | 1975                | -                  |
| Vestuario Nuevos    | 1          | 281,15                    | Variable    | -  | 2010                | -                  |
| Bar                 | 1          | 130,35                    | Variable    | Lunes – Sábados 9:00-20:00<br>Domingos y festivos 9:00-19.00 | -                   | 2010               |
| Radio-Taxi          | 1          | 44,24                     | 2 - 3       | -  | -                   | -                  |

*Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos*

El horario de funcionamiento del centro deportivo es de lunes a viernes de 9:00 a 23:00 mientras que los fines de semana es de 9:00 a 21:00.

Según el personal del centro, se estima que por el centro pasan al día unas 500 personas entre semana y en torno a 1000 los fines de semana para realizar las diversas actividades de las que consta el polideportivo.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 1.2 Planos y distribución

En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas para todo el polideportivo, en las tablas inferiores, se muestra la superficie en metros cuadrados para cada uno de los edificios que forman el centro deportivo.

| USO             | Planta 0 | Sup. Total (m2) |
|-----------------|----------|-----------------|
| Administrativo  | 59,27    | 59,27           |
| Aseos           | 327,22   | 327,22          |
| Cocina-comedor  | 32,59    | 32,59           |
| No habitable    | 5,30     | 5,30            |
| Otros           | 44,27    | 44,27           |
| Zonas comunes   | 29,49    | 29,49           |
| Sup. Total (m2) | 498,14   | 498,14          |

Tabla 3 Distribución de Superficie por usos – Polideportivo

### EDIFICIO VESTUARIOS ANTIGUOS

| USO             | Planta 0 | Sup. Total (m2) |
|-----------------|----------|-----------------|
| Administrativo  | 14,62    | 14,62           |
| Aseos           | 132,93   | 132,93          |
| Otros           | 12,38    | 12,38           |
| Sup. Total (m2) | 159,93   | 159,93          |

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos – Vestuarios Antiguos

### EDIFICIO VESTUARIOS NUEVOS

| USO             | Planta 0 | Sup. Total (m2) |
|-----------------|----------|-----------------|
| Administrativo  | 12,27    | 12,27           |
| Aseos           | 192,62   | 192,62          |
| No habitable    | 5,30     | 5,30            |
| Zonas comunes   | 29,49    | 29,49           |
| Sup. Total (m2) | 239,68   | 239,68          |

Tabla 5 Distribución de Superficie por usos – Vestuarios Nuevos

### EDIFICIO RADIO-TAXI

| USO             | Planta 0 | Sup. Total (m2) |
|-----------------|----------|-----------------|
| Administrativo  | 32,38    | 32,38           |
| Aseos           | 2,96     | 2,96            |
| No habitable    | 8,88     | 8,88            |
| Sup. Total (m2) | 44,22    | 44,22           |

Tabla 6 Distribución de Superficie por usos – Radio - Taxi

### BAR/CAFETERÍA

| USO                 | Planta 0<br>Edificio 1 | Planta 0<br>Edificio 2 | Planta 0<br>Edificio 3 | Sup. Total (m2) |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| Aseos               | 6,30                   | -                      | -                      | 6,30            |
| Cocina-comedor      | 32,59                  | -                      | -                      | 32,59           |
| Otros               | 4,56                   | -                      | 10,86                  | 15,42           |
| Porche <sup>1</sup> | -                      | 43,46                  | 32,59                  | 76,05           |
| Sup. Total (m2)     | 43,45                  | 43,46                  | 43,45                  | 130,36          |

Tabla 7 Distribución de Superficie por usos – bar/Cafetería

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada los aseos ocupa el 66% de la superficie total del centro , mientras que el resto se reparte entre los distintos usos, destacando el espacio dedicado a la administración con un 12%.

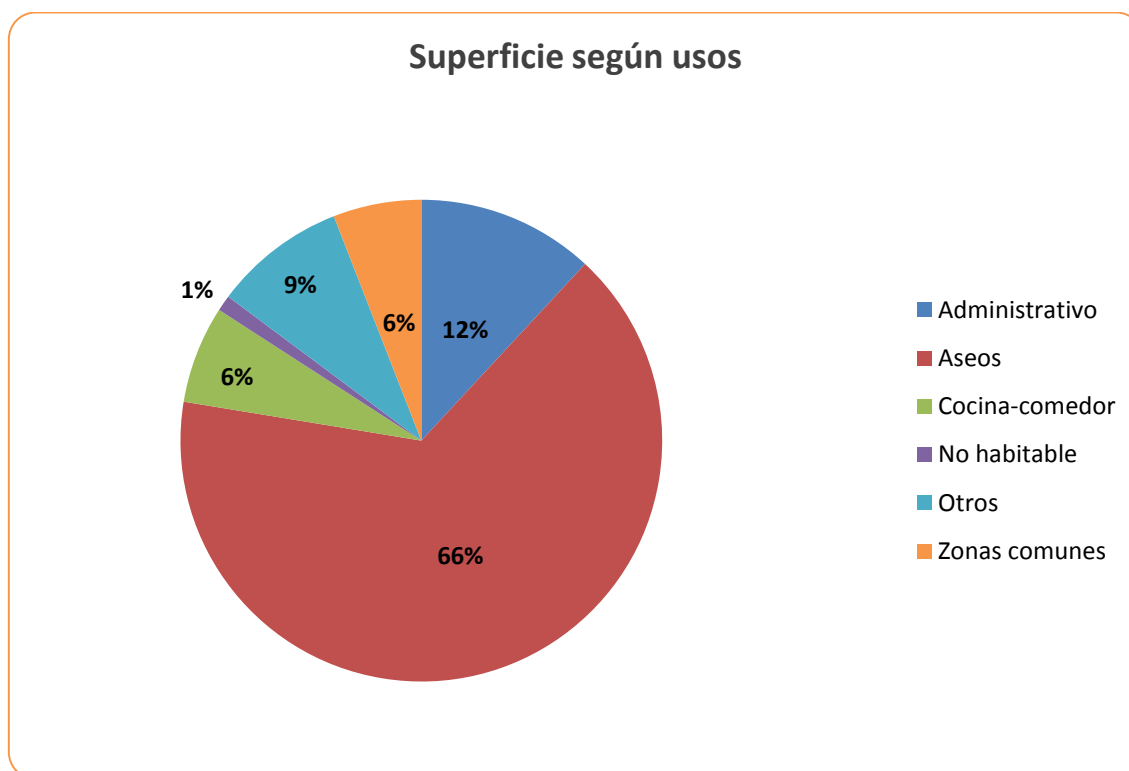


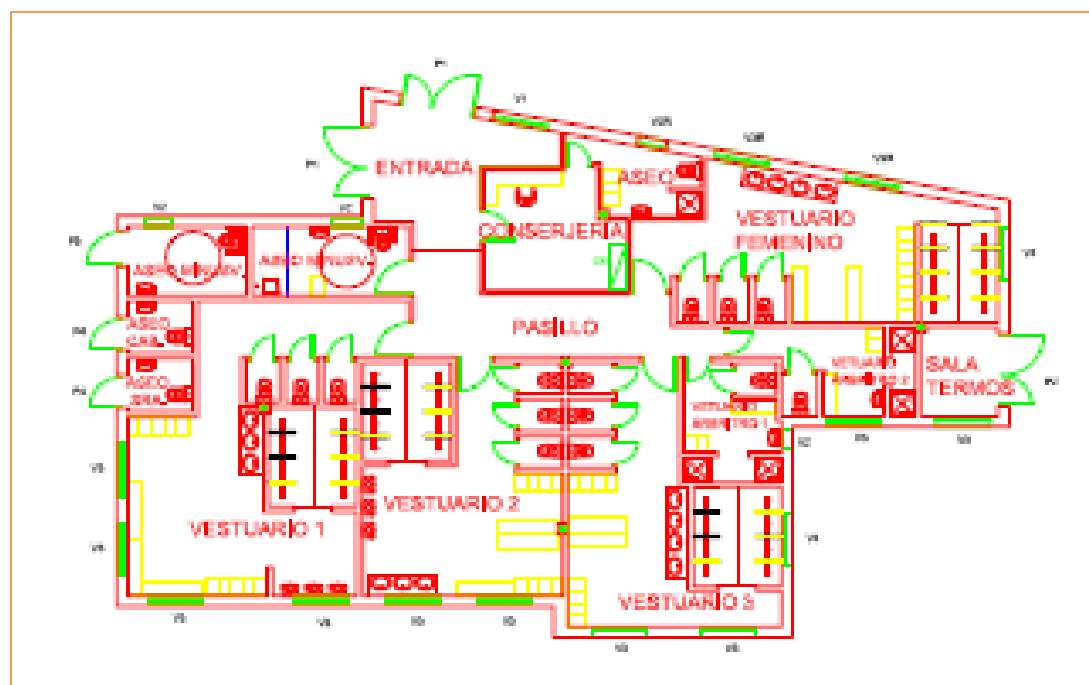
Gráfico 1 Superficie según Usos

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

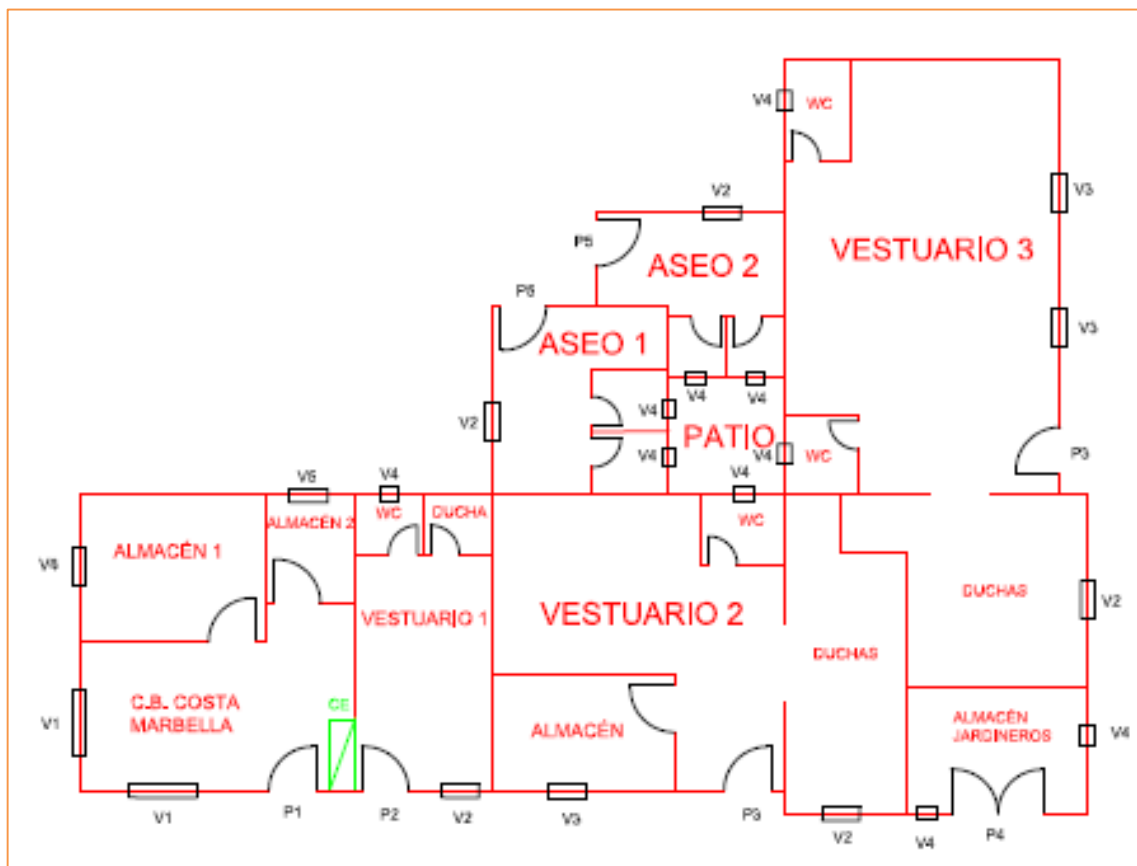
<sup>1</sup> Para la superficie útil total del polideportivo no se tiene en cuenta esta superficie al estar abierta al exterior y por tanto no conmutar a tales efectos como tal.



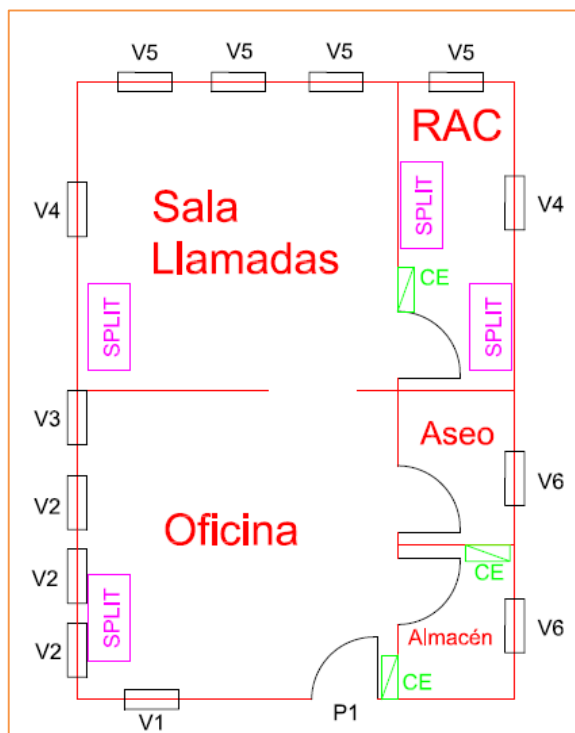
*Plano 1 Planta Baja – Plano general*



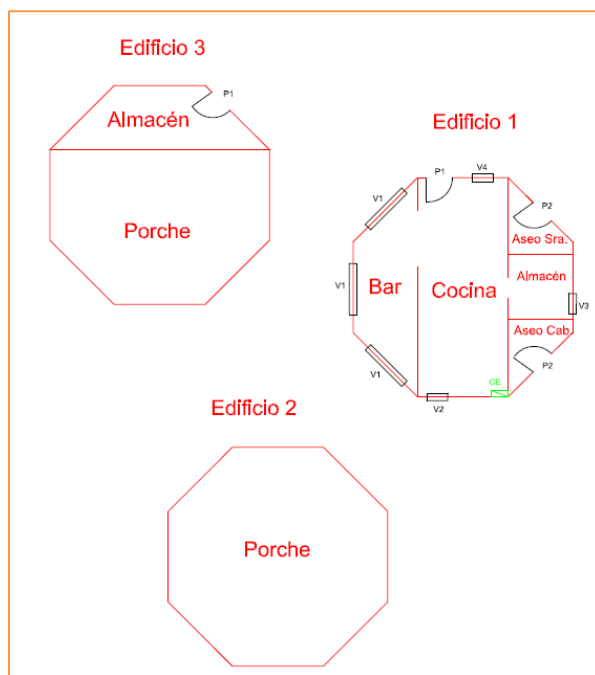
*Plano 2 Edificio Vestuarios Nuevo*



*Plano 3 Edificio Vestuarios Antiguos*



*Plano 4 Edificio Radio-taxi*



*Plano 5 Edificio Bar-Cafetería*

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

### 1.3 Envolvente y cerramientos

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran las normas MV, competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación fue desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación; y concretamente se editaron entre los años 30 y 70 las siguientes normas reguladoras de la envolvente térmica:

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio de los vestuarios antiguos, según la ficha catastral, fue construido en 1975; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

En los años posteriores, se fueron ampliando instalaciones, concretamente en el año 2010 se construyeron los nuevos vestuarios y los edificios pertenecientes al bar/cafetería sufrieron una reforma, de manera que la normativa correspondiente es la marcada por el CTE.

En 1999 se publica la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación que tiene como principal objetivo el de regular el sector de la edificación. En materia de reglamentación era preciso actualizar una reglamentación que había quedado profundamente obsoleta por lo que la ley insta y autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación mediante Real Decreto que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Los documentos básicos que regulan la envolvente térmica y los cerramientos son:

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

Las fachadas de los vestuarios se encuentran rematadas con un revoco continuo blanco y poseen una cubierta plana.

El edificio de radio taxi también presenta las mismas características en sus fachadas pero terminado en un color amarillo y la cubierta es plana compuesta por teja curva cerámica.

Los edificios pertenecientes al bar/cafetería son de planta octogonal formados por una estructura metálica en la que se apoya una cubierta inclinada compuesta por teja curva cerámica. Las fachadas también presentan un revoco continuo en color granate.

Las carpinterías de los cerramientos son de aluminio y PVC con cristal simple y de tipo corredera y abatible.

|   |                           |  |        |
|---|---------------------------|--|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA      |  | 1306   |
|   | AYUNTAMIENTO DE MARBELLA  |  | 75     |
|   | POLIDEPORTIVO PACO CANTOS |  | Rev.08 |

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

#### 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

La climatización de este centro deportivo, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y cubierta y unidades interiores de tipo pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

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.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo para dar servicio a los vestuarios.

|   |  |  |               |
|---|--|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> |  | <b>1306</b>   |
|   |  |  | <b>75</b>     |
|   |  |  | <b>Rev.08</b> |

#### 1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicados en las proximidades de los puntos de consumo:

| Edificio                   | Planta      | Zona             | Potencia eléctrica (kW) | Capacidad (litros) | Observaciones |
|----------------------------|-------------|------------------|-------------------------|--------------------|---------------|
| Edificios vestuarios nuevo | Sala Termos | Termo-acumulador | 8,00                    | 1000,00            | En servicio   |
| Edificios vestuarios nuevo | Sala Termos | Termo-acumulador | 8,00                    | 1000,00            | En servicio   |

*Tabla 8 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos*

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

#### 1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:

| Nº generador                    | 1  | 2  | 4  | 5  |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| Generador                       | Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1 | Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1 | Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1 | Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1 |
| Edificio                        | Radio-Taxi   | Radio-Taxi   | Radio-Taxi   | Radio-Taxi   |
| Planta                          | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Ubicación equipo                | Fachada Sur  | Fachada Sur  | Cubierta   | Cubierta   |
| Zona de tratamiento             | RAC  | RAC  | Oficina  | Sala Llamadas  |
| Servicio                        | Calefacción y refrigeración                                | Calefacción y refrigeración                                | Calefacción y refrigeración                                | Calefacción y refrigeración                                |
| Combustible                     | Electricidad   | Electricidad   | Electricidad   | Electricidad   |
| Tipo funcionamiento             | Aire-Aire  | Aire-Aire  | Aire-Aire  | Aire-Aire  |
| Condensación / Evaporación      | Aire   | Aire   | Aire   | Aire   |
| Tecnología                      | Compresor Scroll   | Compresor Scroll Inverter                                  | Compresor Scroll Inverter                                  | Compresor Scroll Inverter                                  |
| Marca                           | AIRWELL  | MITSUBISHI   | MUNDOCLIMA   | MUNDOCLIMA   |
| Modelo                          | GCN 12A RC410  | MUZ-GC35VA   | MUP-18 HL  | SIN ACCESO   |
| Refrigerante                    | R410a  | R410a  | R410a  | R410a  |
| Tipo unidad interior            | Pared-   | Pared-   | Pared-   | Pared-   |
| Potencia Frigorífica (kW)       | 3,50   | 3,50   | 5,28   | 3,22   |
| Potencia Absorbida Frío (kW)    | 1,12   | 1,08   | 1,64   | 1,11   |
| EER                             | 3,13   | 3,26   | 3,22   | 2,90   |
| Potencia Calorífica (kW)        | 3,78   | 4,00   | 5,42   | 3,22   |
| Potencia Absorbida Calor (kW)   | 1,11   | 1,06   | 1,69   | 1,16   |
| COP                             | 3,41   | 3,79   | 3,21   | 2,78   |
| Mes inicio calefacción          | Noviembre  | Noviembre  | Noviembre  | Noviembre  |
| Mes final calefacción           | Marzo  | Marzo  | Marzo  | Marzo  |
| Mes inicio refrigeración        | Mayo   | Mayo   | Mayo   | Mayo   |
| Mes final refrigeración         | Septiembre   | Septiembre   | Septiembre   | Septiembre   |
| días/semana                     | L-D  | L-D  | L-D  | L-D  |
| horario funcionamiento (mañana) | 9:00 - 23:00   | 9:00 - 23:01   | 9:00 - 23:03   | 9:00 - 23:00   |
| horario funcionamiento (tarde)  | No   | No   | No   | No   |
| Sistema de gestión centralizado | Control termostático por zonas                             | Control termostático por zonas                             | Control termostático por zonas                             | Control termostático por zonas                             |
| Observaciones                   | En servicio  | En servicio  | En servicio  | En servicio  |

Tabla 9 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



*Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización*

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

A continuación se resumen la potencia térmica total instalada en el centro para este tipo de equipos:

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| <b>Calefacción</b>   | <b>16,42 kW</b> |
| <b>Refrigeración</b> | <b>15,50 kW</b> |

*Tabla 10 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

#### 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

A continuación se resumen los grupos de bombeo existentes en el centro:

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| <b>Nº bomba</b>                    | <b>1</b>                   |
| <b>Circuito</b>                    | <b>Primario ACS</b>        |
| <b>Edificio</b>                    | Edificio Vestuarios Nuevos |
| <b>Ubicación</b>                   | <b>Sala de Termos</b>      |
| <b>Denominación</b>                | <b>B1</b>                  |
| <b>Tipo</b>                        | Rótor húmedo - simple      |
| <b>Marca</b>                       | WILO                       |
| <b>Modelo</b>                      | STAR-Z 15                  |
| <b>Año de instalación</b>          | <b>2010</b>                |
| <b>Variador de frecuencia</b>      | No                         |
| <b>Caudal (l/h)</b>                | 300,00                     |
| <b>Presión disponible (m.c.a.)</b> | -                          |
| <b>Potencia abs (kW)</b>           | 0,02                       |

*Tabla 11 Características grupos de bombeo*



*Imagen 6 Grupos de bombeo*

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

#### 1.4.4 Unidades Terminales

El centro consta de unidades interiores de tipo pared como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.

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

| Zona           | Superficie Calefactada (m2) | Pot. Calorífica (kW) | Ratio (W/m2)  |
|----------------|-----------------------------|----------------------|---------------|
| Administrativo | 32,38                       | 8,64                 | 266,83        |
| Otros          | 5,92                        | 7,78                 | 1.314,19      |
| <b>Total</b>   | <b>38,30</b>                | <b>16,42</b>         | <b>428,72</b> |

Tabla 12 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y la superficie calefactada en el centro:

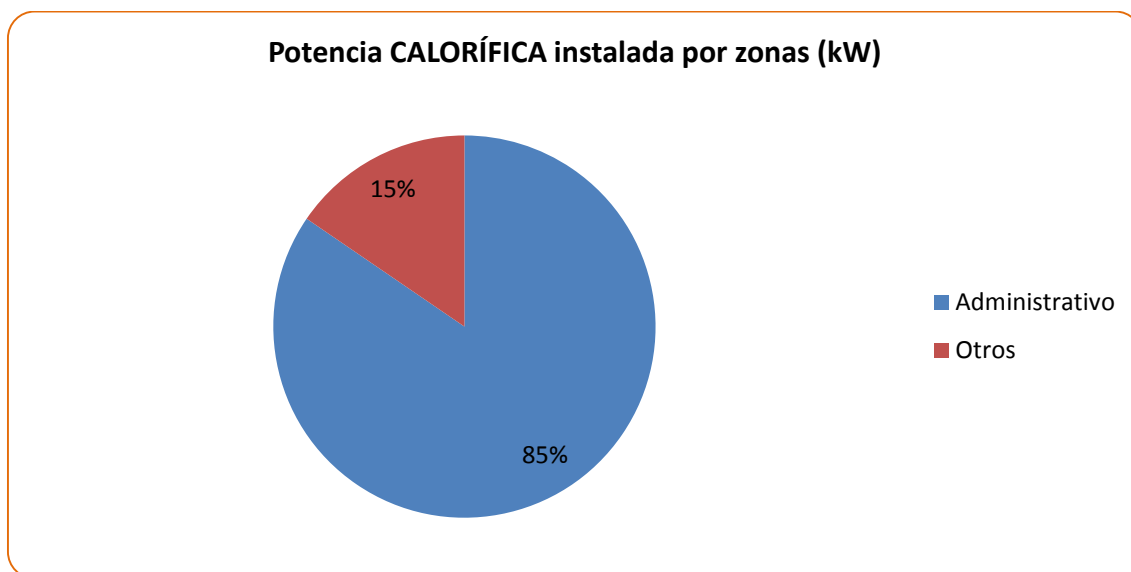


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

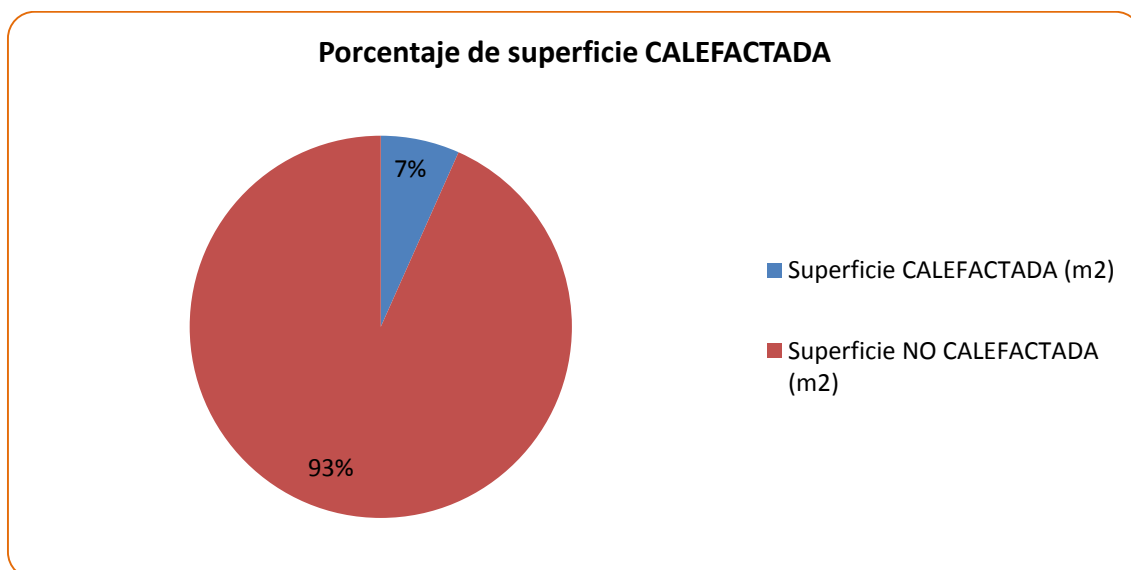


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

| Zona           | Superficie Refrigerada (m2) | Pot. Frigorífica (kW) | Ratio (W/m2)  |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|---------------|
| Administrativo | 32,38                       | 8,50                  | 262,51        |
| Otros          | 5,92                        | 7,00                  | 1.182,43      |
| <b>Total</b>   | <b>38,30</b>                | <b>15,50</b>          | <b>404,70</b> |

Tabla 13 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas y la superficie refrigerada en el centro:

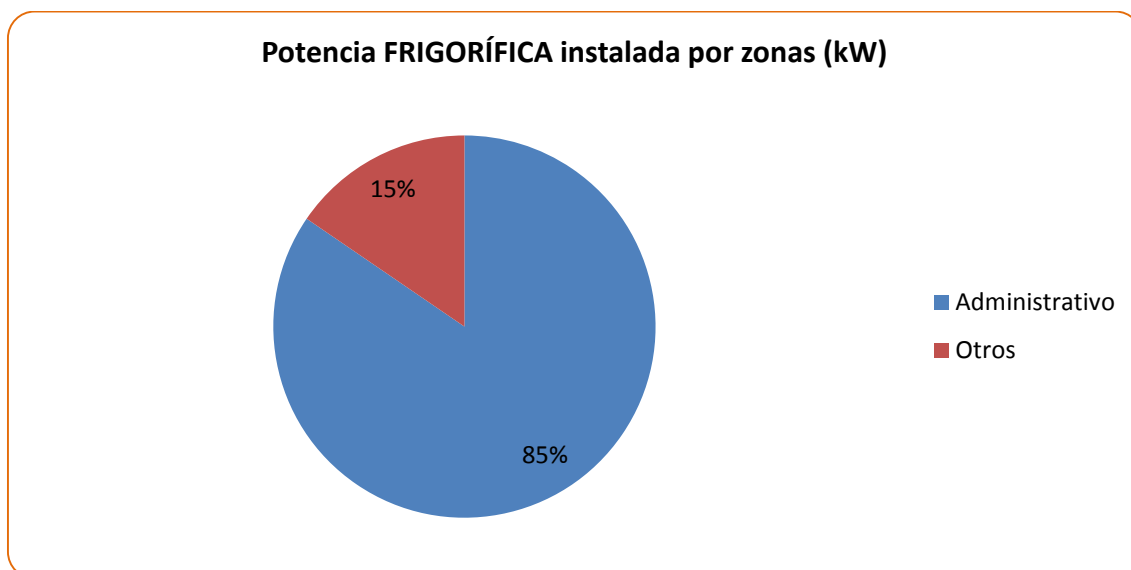


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

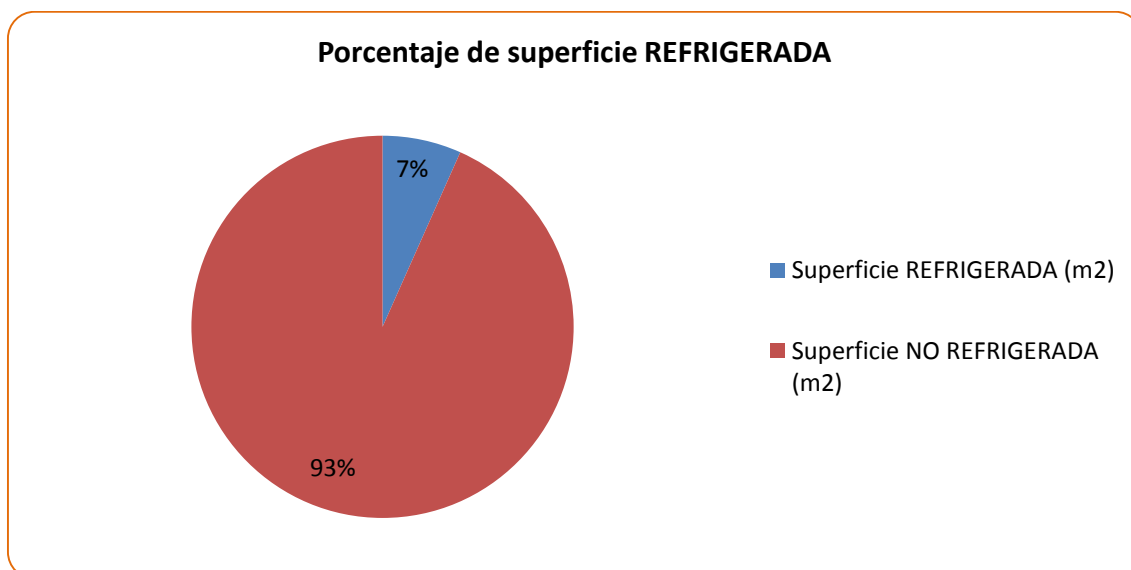


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 41,32 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 deportivo.

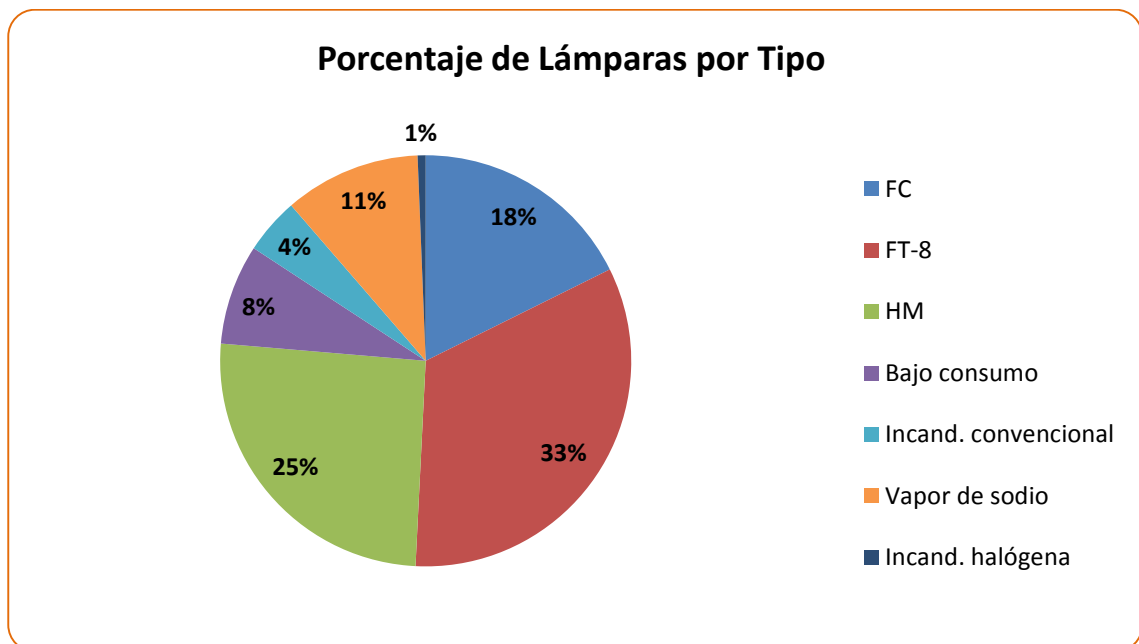


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 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                   | 64         | 4,02        |
| FT-8                 | 64         | 4,02        |
| 1                    | 29         | 1,25        |
| 36                   | 29         | 1,25        |
| 2                    | 35         | 2,76        |
| 36                   | 29         | 2,51        |
| 18                   | 6          | 0,26        |
| -                    | 48         | 1,69        |
| Incand. convencional | 12         | 0,48        |
| 1                    | 12         | 0,48        |
| 40                   | 12         | 0,48        |
| FC                   | 28         | 1,01        |
| 2                    | 28         | 1,01        |
| 18                   | 28         | 1,01        |
| Bajo consumo         | 6          | 0,07        |
| 1                    | 6          | 0,07        |
| 11                   | 6          | 0,07        |
| Incand. halógena     | 2          | 0,14        |
| 1                    | 2          | 0,14        |
| 70                   | 2          | 0,14        |
| <b>Total general</b> | <b>112</b> | <b>5,71</b> |

Tabla 14 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 7 Tipos de luminarias instaladas

### 1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

| Tipo                 | Nº Lum.    | Pot.(kW)     |
|----------------------|------------|--------------|
| EM                   | 3          | 0,22         |
| FT-8                 | 3          | 0,22         |
| 2                    | 3          | 0,22         |
| 36                   | 2          | 0,17         |
| 18                   | 1          | 0,04         |
| -                    | 136        | 35,39        |
| Incand. convencional | 2          | 0,10         |
| 1                    | 2          | 0,10         |
| 60                   | 1          | 0,06         |
| 40                   | 1          | 0,04         |
| HM                   | 81         | 26,58        |
| 1                    | 81         | 26,58        |
| 150                  | 5          | 0,90         |
| 250                  | 60         | 18,00        |
| 400                  | 16         | 7,68         |
| Bajo consumo         | 19         | 0,21         |
| 1                    | 19         | 0,21         |
| 11                   | 19         | 0,21         |
| Vapor de sodio       | 34         | 8,50         |
| 1                    | 34         | 8,50         |
| 250                  | 34         | 8,50         |
| <b>Total general</b> | <b>139</b> | <b>35,61</b> |

Tabla 15 Resumen de iluminación exterior

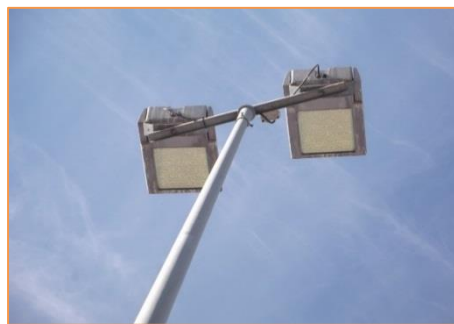
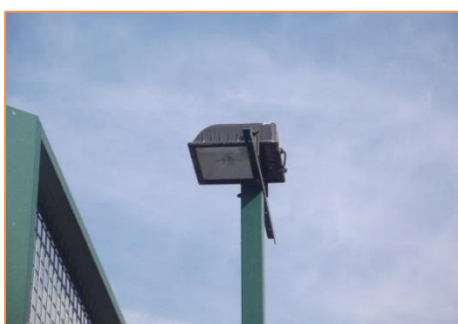


Imagen 8 Luminarias situadas en el exterior del edificio

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

### 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 del centro 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.

En el caso del alumbrado exterior de las pistas deportivas se estima que se activa de 19 a 23 horas en invierno, a las 21:00 horas en verano y en primavera y otoño a las 20:00 horas. Se mantiene encendido en todos los casos hasta las 23:00 horas aproximadamente. Por otro el alumbrado exterior propio de las zonas ajardinadas y fachadas se estima que se enciende de 20:00 a 6:00 horas.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

### 1.6 Otros equipos

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

| <b>Tipos de Equipos</b>       | <b>Nº Equipos</b> | <b>Potencia total (kW)</b> |
|-------------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Audiovisual</b>            | <b>4</b>          | <b>0,836</b>               |
| <b>Television Tubo</b>        | <b>1</b>          | <b>0,3</b>                 |
| 300                           | 1                 | 0,3                        |
| <b>Television LCD</b>         | <b>2</b>          | <b>0,5</b>                 |
| 250                           | 2                 | 0,5                        |
| <b>HDD Multimedia</b>         | <b>1</b>          | <b>0,036</b>               |
| 36                            | 1                 | 0,036                      |
| <b>Electrodoméstico</b>       | <b>34</b>         | <b>22,514</b>              |
| <b>Frigorífico</b>            | <b>4</b>          | <b>1,155</b>               |
| 250                           | 1                 | 0,25                       |
| 205                           | 1                 | 0,205                      |
| 350                           | 2                 | 0,7                        |
| <b>Lavavajillas</b>           | <b>1</b>          | <b>1</b>                   |
| 1000                          | 1                 | 1                          |
| <b>Microondas</b>             | <b>4</b>          | <b>3,19</b>                |
| 800                           | 3                 | 2,4                        |
| 790                           | 1                 | 0,79                       |
| <b>Cafetera</b>               | <b>5</b>          | <b>4,95</b>                |
| 900                           | 1                 | 0,9                        |
| 1000                          | 2                 | 2                          |
| 600                           | 1                 | 0,6                        |
| 1450                          | 1                 | 1,45                       |
| <b>Nevera</b>                 | <b>5</b>          | <b>1,005</b>               |
| 220                           | 3                 | 0,66                       |
| 110                           | 1                 | 0,11                       |
| 235                           | 1                 | 0,235                      |
| <b>Congelador</b>             | <b>2</b>          | <b>0,6</b>                 |
| 300                           | 2                 | 0,6                        |
| <b>Freidora</b>               | <b>1</b>          | <b>2</b>                   |
| 2000                          | 1                 | 2                          |
| <b>Kettle / Calienta agua</b> | <b>2</b>          | <b>4,56</b>                |
| 2280                          | 2                 | 4,56                       |
| <b>Botellero</b>              | <b>1</b>          | <b>0,11</b>                |
| 110                           | 1                 | 0,11                       |
| <b>Grifo de Cerveza</b>       | <b>1</b>          | <b>0,484</b>               |
| 484                           | 1                 | 0,484                      |
| <b>Molino café</b>            | <b>2</b>          | <b>0,36</b>                |
| 180                           | 2                 | 0,36                       |
| <b>Tostador</b>               | <b>2</b>          | <b>2</b>                   |
| 1000                          | 2                 | 2                          |
| <b>Thermomix</b>              | <b>1</b>          | <b>0,5</b>                 |
| 500                           | 1                 | 0,5                        |
| <b>Nevera arcón</b>           | <b>2</b>          | <b>0,5</b>                 |
| 250                           | 2                 | 0,5                        |
| <b>Surtidor agua</b>          | <b>1</b>          | <b>0,1</b>                 |
| 100                           | 1                 | 0,1                        |
| <b>Informático</b>            | <b>28</b>         | <b>5,6173</b>              |
| <b>Multifuncion</b>           | <b>1</b>          | <b>0,005</b>               |
| 5                             | 1                 | 0,005                      |
| <b>Ordenador sobremesa</b>    | <b>10</b>         | <b>3</b>                   |
| 300                           | 10                | 3                          |
| <b>Trituradora de papel</b>   | <b>1</b>          | <b>0,15</b>                |
| 150                           | 1                 | 0,15                       |
| <b>Impresora doméstica</b>    | <b>3</b>          | <b>0,79</b>                |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

| <b>Tipos de Equipos</b>   | <b>Nº Equipos</b> | <b>Potencia total (kW)</b> |
|---|-------------------|----------------------------|
| 200   | 1                 | 0,2                        |
| 300   | 1                 | 0,3                        |
| 290   | 1                 | 0,29                       |
| <b>Monitor PC</b>   | <b>4</b>          | <b>0,76</b>                |
| 190   | 4                 | 0,76                       |
| <b>Servidor</b>   | <b>2</b>          | <b>0,81</b>                |
| 350   | 1                 | 0,35                       |
| 460   | 1                 | 0,46                       |
| <b>Switch</b>   | <b>4</b>          | <b>0,072</b>               |
| 9   | 1                 | 0,009                      |
| 24  | 2                 | 0,048                      |
| 15  | 1                 | 0,015                      |
| <b>Cargador Cintas</b>  | <b>1</b>          | <b>0,0103</b>              |
| 10,3  | 1                 | 0,0103                     |
| <b>Router</b>   | <b>2</b>          | <b>0,02</b>                |
| 10  | 2                 | 0,02                       |
| <b>Otros</b>  | <b>3</b>          | <b>2,252</b>               |
| <b>Compresor</b>  | <b>2</b>          | <b>2,212</b>               |
| 12  | 1                 | 0,012                      |
| 2200  | 1                 | 2,2                        |
| <b>TPV</b>  | <b>1</b>          | <b>0,04</b>                |
| 40  | 1                 | 0,04                       |
| <b>Sonido</b>   | <b>2</b>          | <b>0,16</b>                |
| <b>Minicadena música</b>  | <b>1</b>          | <b>0,12</b>                |
| 120   | 1                 | 0,12                       |
| <b>Radio-CD</b>   | <b>1</b>          | <b>0,04</b>                |
| 40  | 1                 | 0,04                       |
| <b>Radiador eléctrico</b>   | <b>3</b>          | <b>5,2</b>                 |
| <b>Radiador electrico</b>   | <b>3</b>          | <b>5,2</b>                 |
| 2000  | 2                 | 4                          |
| 1200  | 1                 | 1,2                        |
| <b>Producción de frío y calor</b>                                 | <b>5</b>          | <b>6,405</b>               |
| <b>Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1</b> | <b>1</b>          | <b>1,12</b>                |
| 1,12  | 1                 | 1,12                       |
| <b>Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x2</b> | <b>1</b>          | <b>1,075</b>               |
| 1,075   | 1                 | 1,075                      |
| <b>Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x3</b> | <b>1</b>          | <b>1,36</b>                |
| 1,36  | 1                 | 1,36                       |
| <b>Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x4</b> | <b>1</b>          | <b>1,69</b>                |
| 1,69  | 1                 | 1,69                       |
| <b>Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x5</b> | <b>1</b>          | <b>1,16</b>                |
| 1,16  | 1                 | 1,16                       |
| <b>Distribución - Bombas</b>                                      | <b>1</b>          | <b>0,022</b>               |
| <b>Bomba</b>  | <b>1</b>          | <b>0,022</b>               |
| 22  | 1                 | 0,022                      |
| <b>Unidades de tratamiento</b>                                    | <b>6</b>          | <b>0,41</b>                |
| <b>Ventilador</b>   | <b>1</b>          | <b>0,06</b>                |
| 60  | 1                 | 0,06                       |
| <b>Extractor</b>  | <b>1</b>          | <b>0,15</b>                |
| 150   | 1                 | 0,15                       |
| <b>Unidad interior - Split</b>                                    | <b>4</b>          | <b>0,2</b>                 |
| 0,05  | 4                 | 0,2                        |
| <b>Termo eléctrico</b>  | <b>2</b>          | <b>16</b>                  |
| <b>Termo-acumulador eléctrico</b>                                 | <b>2</b>          | <b>16</b>                  |
| -   | 0                 | 0                          |
| 8000  | 2                 | 16                         |
| <b>Total general</b>  | <b>88</b>         | <b>59,4163</b>             |

Tabla 16 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.

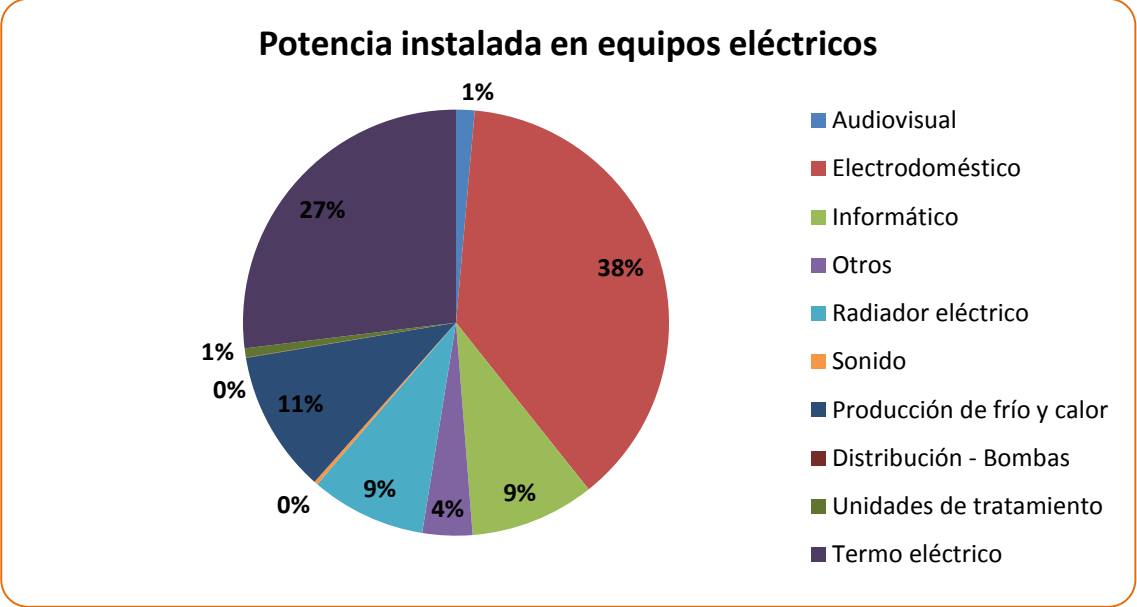


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

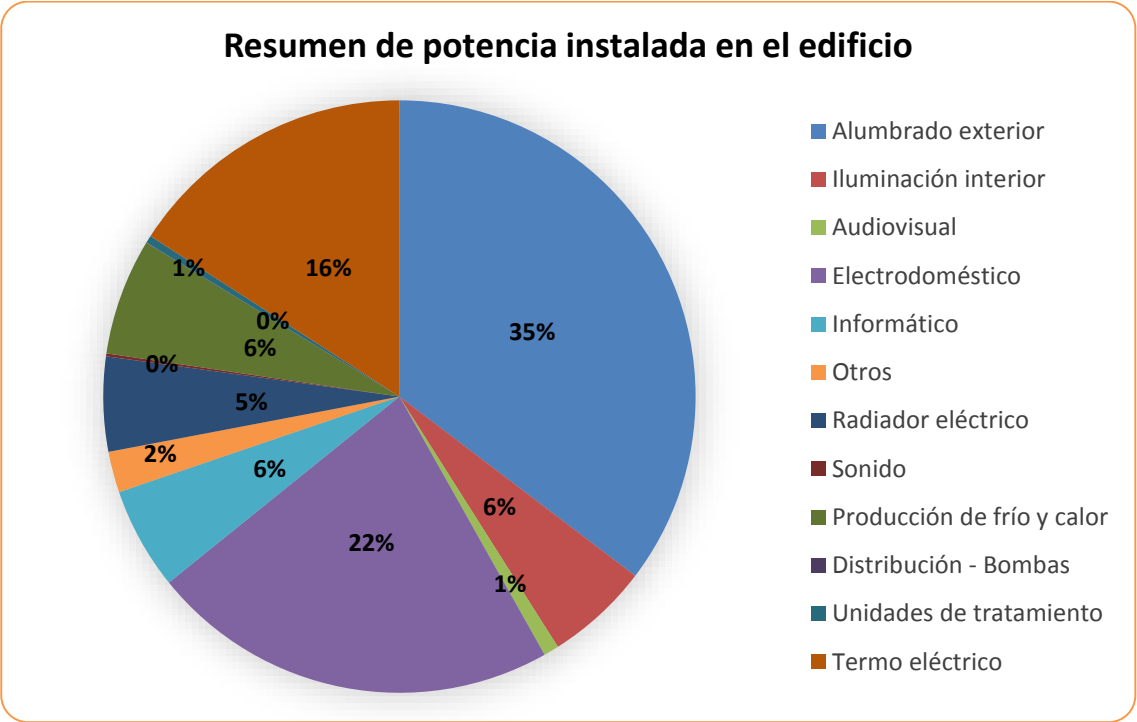


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 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:

|                                       |                        |                         |           |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|
| <b>CUPS</b>                           | ES0031103005345001HX0F | <b>Tarifa de acceso</b> | 3.0 A     |
| <b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>    |                        |                         |           |
|                                       | <b>P1</b>              | <b>P2</b>               | <b>P3</b> |
| <b>Potencia contratada (kW)</b>       | 15,78                  | 15,78                   | 15,78     |
| <b>Término de potencia (€/kW año)</b> | 40,728525              | 24,437115               | 16,29141  |
| <b>Término de energía (€/kWh)</b>     | 0,133261               | 0,10344                 | 0,069087  |

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Diciembre del 2013 hasta Noviembre del 2014.

| Fecha inicio | Fecha Fin  | Consumo P1 (kWh) | Consumo P2 (kWh) | Consumo P3 (kWh) | Potencia Maximétrica (kW) | Facturado Reactiva (€) | Base imponible (€) |
|--------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| 26/12/2013   | 27/01/2014 | 3.609            | 5.000            | 3.826            | 44 /43 /23                | 0,00                   | 1.986,12           |
| 27/01/2014   | 25/02/2014 | 3.515            | 4.969            | 3.542            | 47 /46 /23                | 0,00                   | 1.953,99           |
| 25/02/2014   | 25/03/2014 | 3.321            | 4.376            | 3.163            | 47 /46 /24                | 0,00                   | 1.816,72           |
| 25/03/2014   | 28/04/2014 | 2.013            | 5.745            | 3.752            | 43 /43 /24                | 0,00                   | 1.892,34           |
| 28/04/2014   | 26/05/2014 | 1.247            | 4.496            | 3.111            | 19 /41 /23                | 0,00                   | 1.223,41           |
| 26/05/2014   | 26/06/2014 | 1.243            | 4.763            | 3.472            | 23 /39 /26                | 0,00                   | 1.373,16           |
| 26/06/2014   | 25/07/2014 | 1.253            | 4.828            | 3.125            | 19 /39 /24                | 0,00                   | 1.284,29           |
| 25/07/2014   | 28/08/2014 | 1.363            | 6.161            | 3.896            | 20 /43 /23                | 0,00                   | 1.600,84           |
| 28/08/2014   | 24/09/2014 | 915              | 4.278            | 2.838            | 19 /40 /22                | 0,00                   | 1.127,34           |
| 26/09/2013   | 28/10/2013 | 1.406            | 6.152            | 3.583            | 34 /42 /22                | 0,00                   | 1.664,79           |
| 28/10/2014   | 25/11/2014 | 3.477            | 3.991            | 2.776            | 42,5 /39,9 /23,3          | 0,00                   | 1.707,46           |
| 25/11/2014   | 29/12/2014 | 3.433            | 4.474            | 3.233            | 43 /41 /22                | 0,00                   | 1.914,11           |

Tabla 17 Facturación eléctrica

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

|                                 | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Potencia contratada (kW)</b> | 15,78     | 15,78     | 15,78     |
| <b>Potencia registrada (kW)</b> | 47        | 46        | 26        |

Tabla 18 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es inferior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

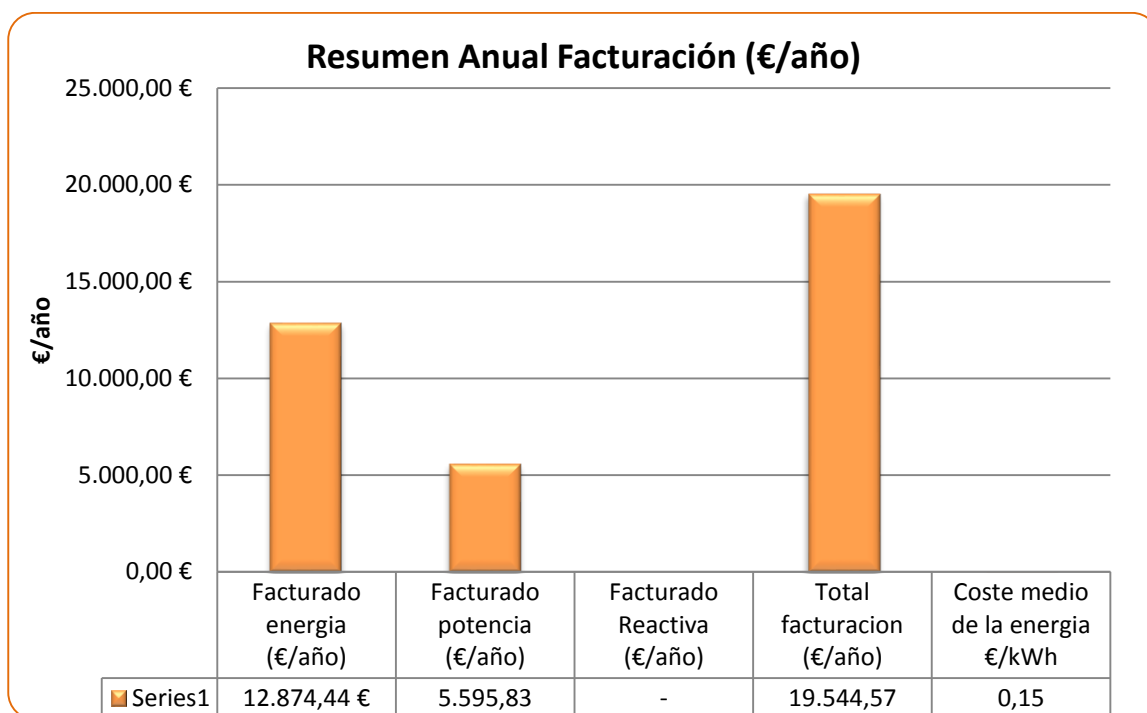


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

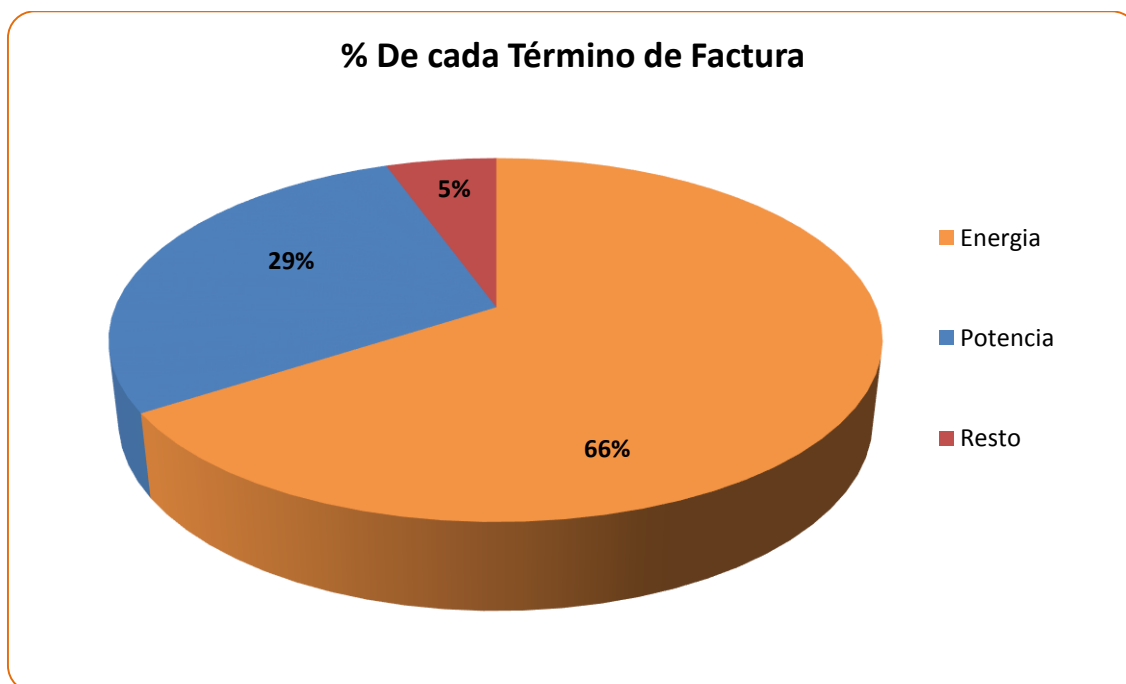


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

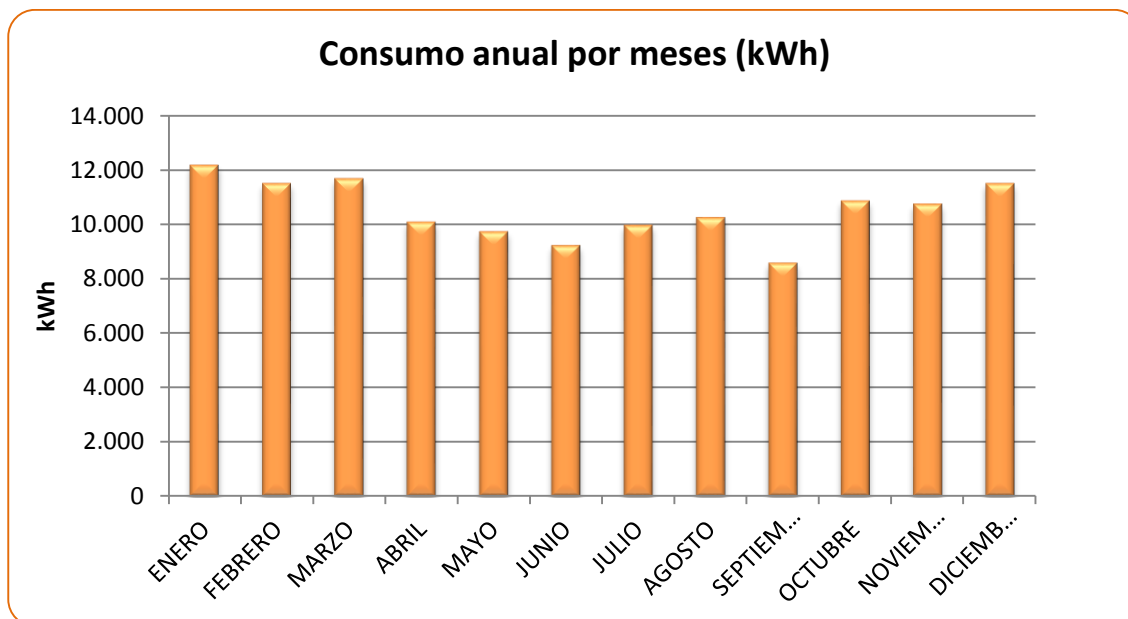


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

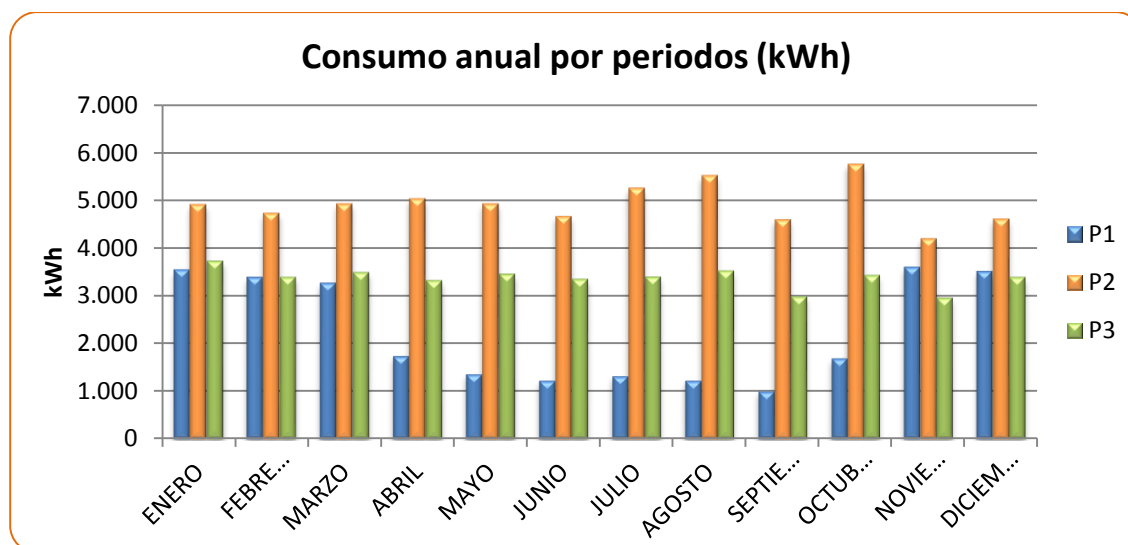


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Total Consumo energía (kWh)        | 126.345   |
| Total Facturación (€)              | 19.544,57 |
| Media mensual de consumo (kWh/mes) | 10.529    |
| Media mensual de coste (€/mes)     | 1.628,71  |
| Coste medio energía (€/kWh)        | 0,155     |

Tabla 19 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 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) | 126.345      | -                 | 126.345   |
| Coste (€/año)     | 19.554,57    | -                 | 19.554,57 |

Tabla 20 Consumos energéticos anuales totales

## 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 Diciembre de 2013 y Diciembre de 2014.

| PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS            |          |
|--|----------|
| Nº de personas que utilizan la instalación | Variable |
| Superficie total (m²)                      | 574,19   |
| Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)   | 5,71     |
| Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)   | 35,61    |
| Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)     | 44,92    |
| Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)        | 50,63    |

Tabla 21 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

| ÍNDICES ELÉCTRICOS       |            |
|--------------------------|------------|
| kWh/año                  | 126.345,00 |
| €/kWh                    | 0,15       |
| kWh/m² Total             | 220,04     |
| €/m² Total               | 34,04      |
| kWh/persona uso          | -          |
| €/persona uso            | -          |
| Ton CO <sub>2</sub> /año | 50,41      |
| Kg CO <sub>2</sub> /m²   | 87,80      |
| Pot. Iluminación en W/m² | 9,95       |

Tabla 22 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.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

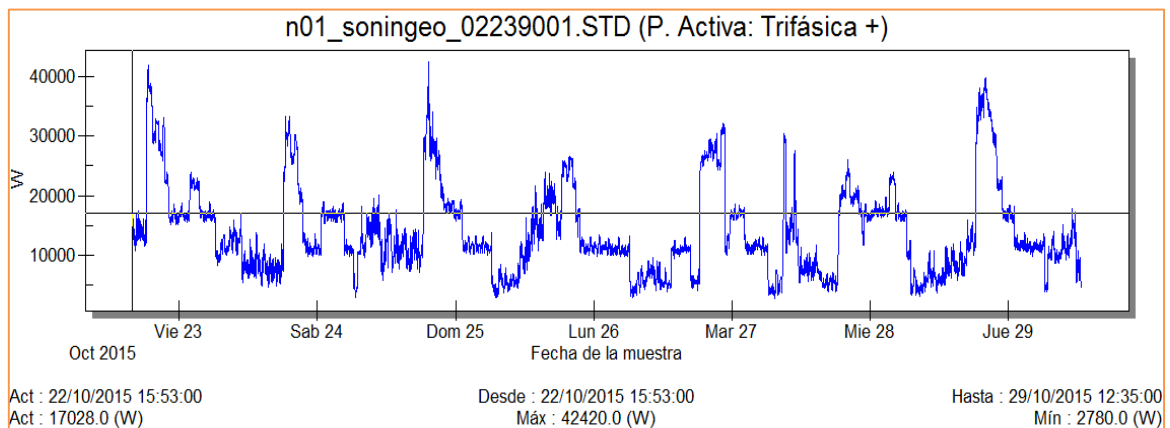


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 22/10/2015 al 29/10/2015

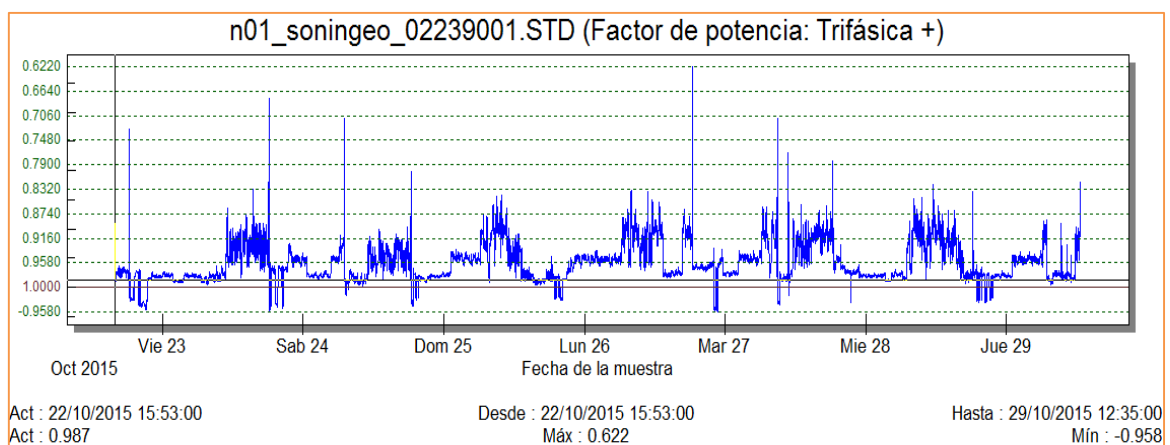


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días Laborables (kW)

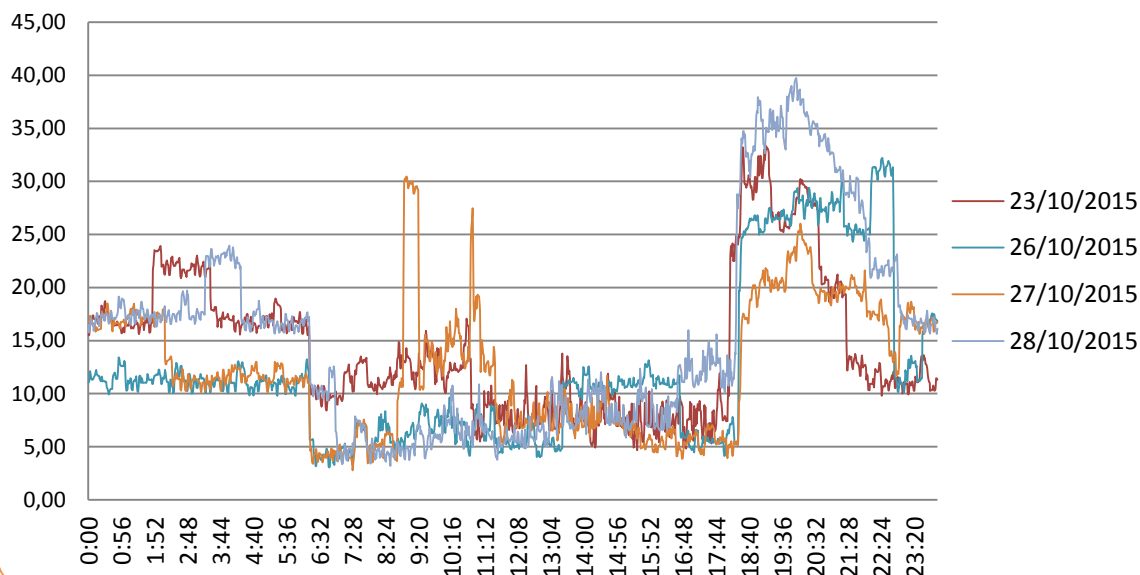


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborables (kW)

### Potencia Registrada en días festivos (kW)

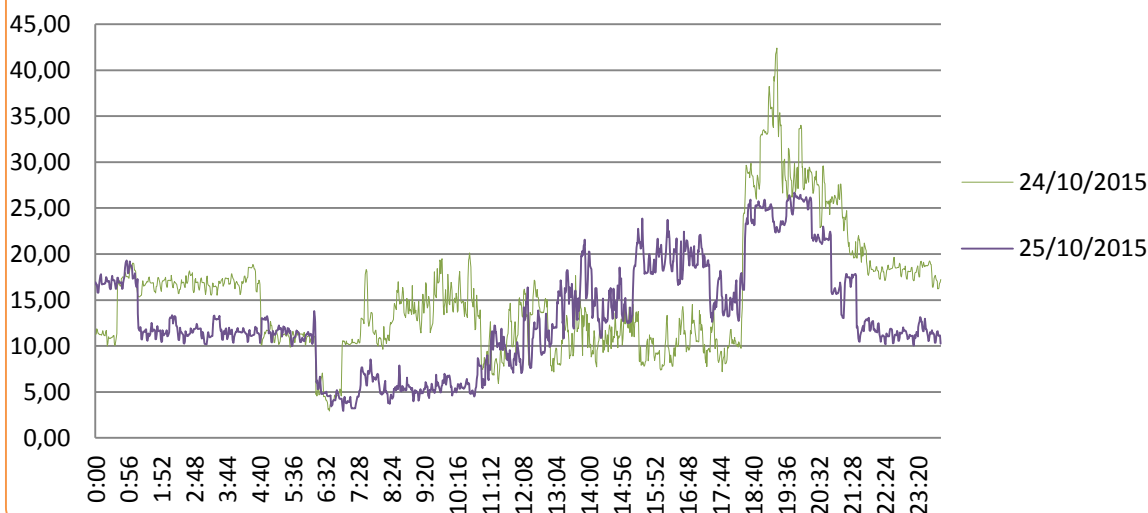


Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

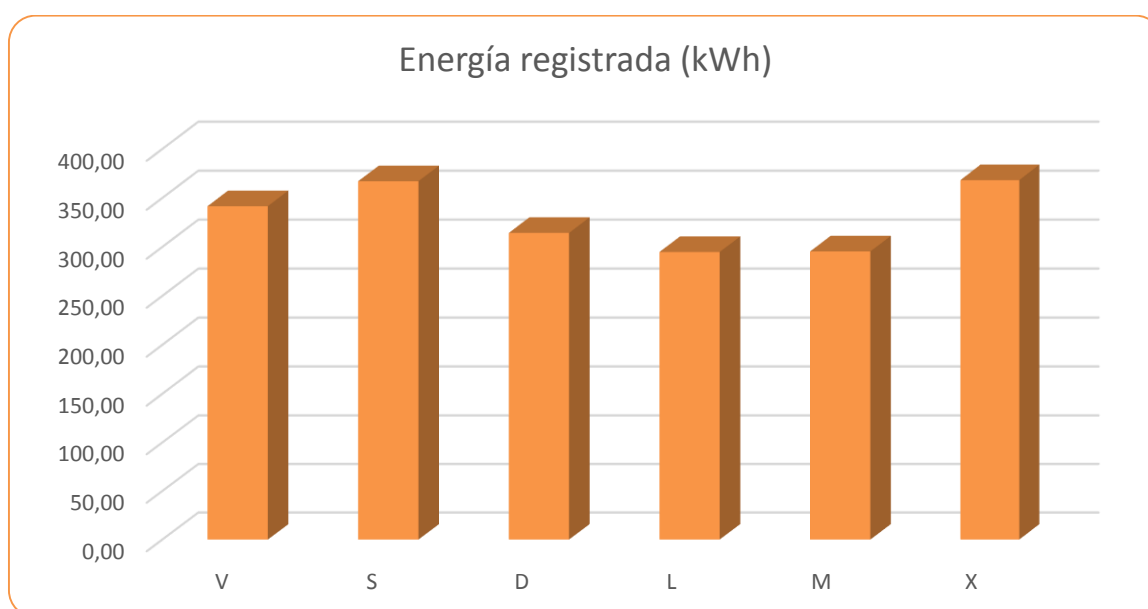
|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 30,41 kW , en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 6:00 y 18:00.

Durante los días laborables también se observa que desde las 18:00 hasta las 23:00 se hace uso de la iluminación de las pistas deportivas que dependiendo de la estación del año en que se encuentre se encienden más temprano o más tarde. Además también se observa que desde las 18:00 hasta las 6:00 se hace uso de la iluminación exterior de las zonas comunes.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y los termos eléctricos instalados.

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



*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días lectivos es de 324,99 kWh y durante los días festivos de 340,67 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 10.215,97 kWh para el mes de octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en octubre de 2014 de un 5,96% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

### 3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Vestuario 1, Vestuario masculino y aseo minusválidos.**

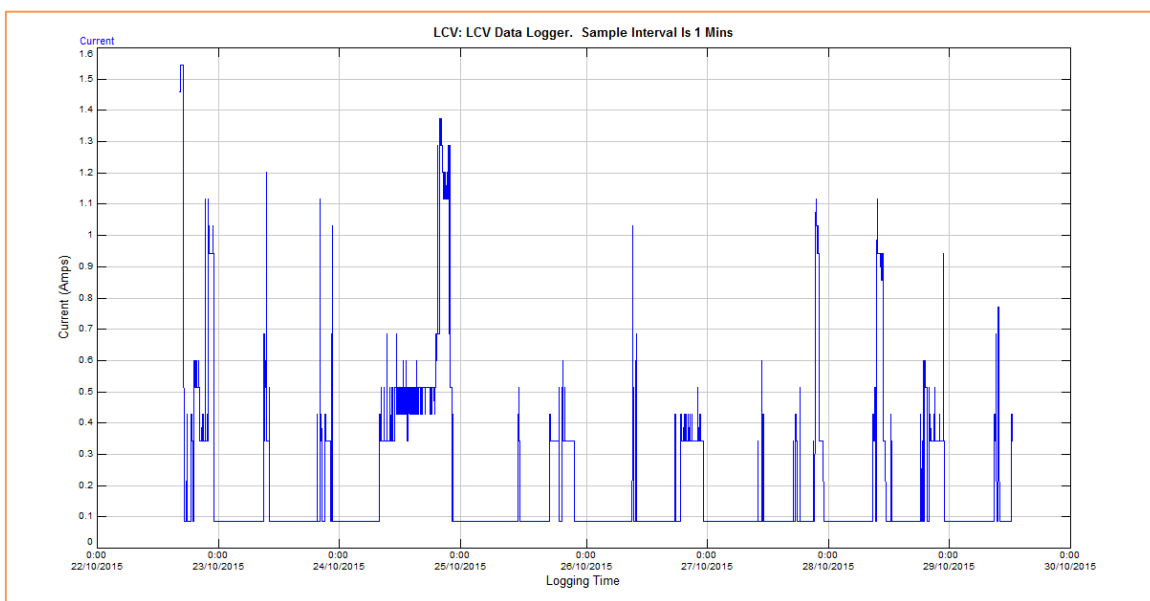


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en vestuarios y aseo minusválidos

- **Vestuario árbitro, vestuario 2 y vestuario femenino**

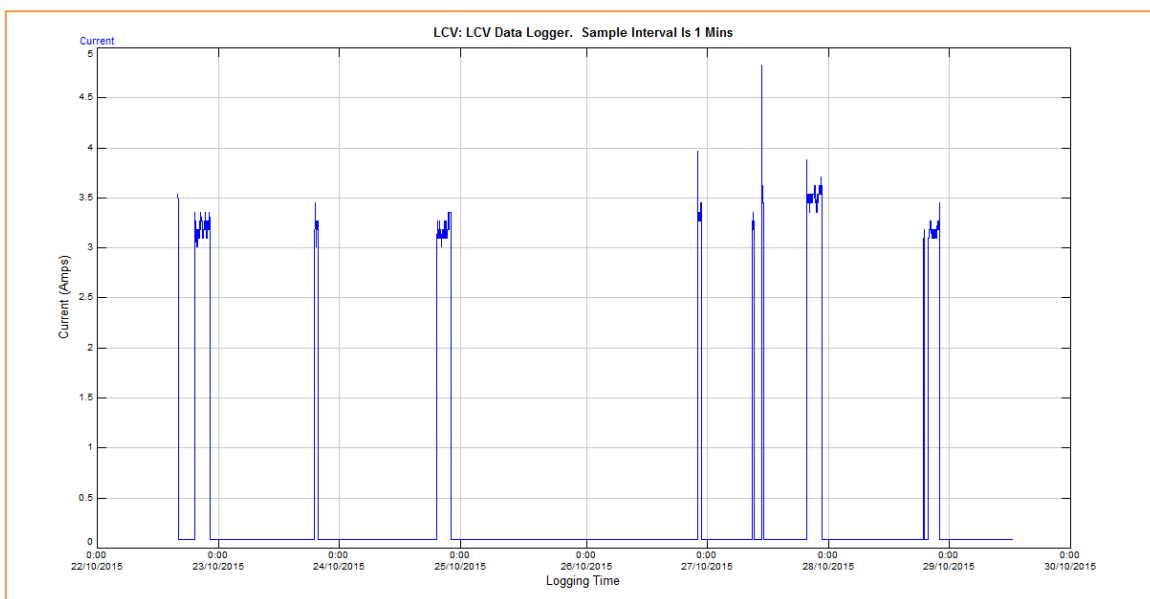
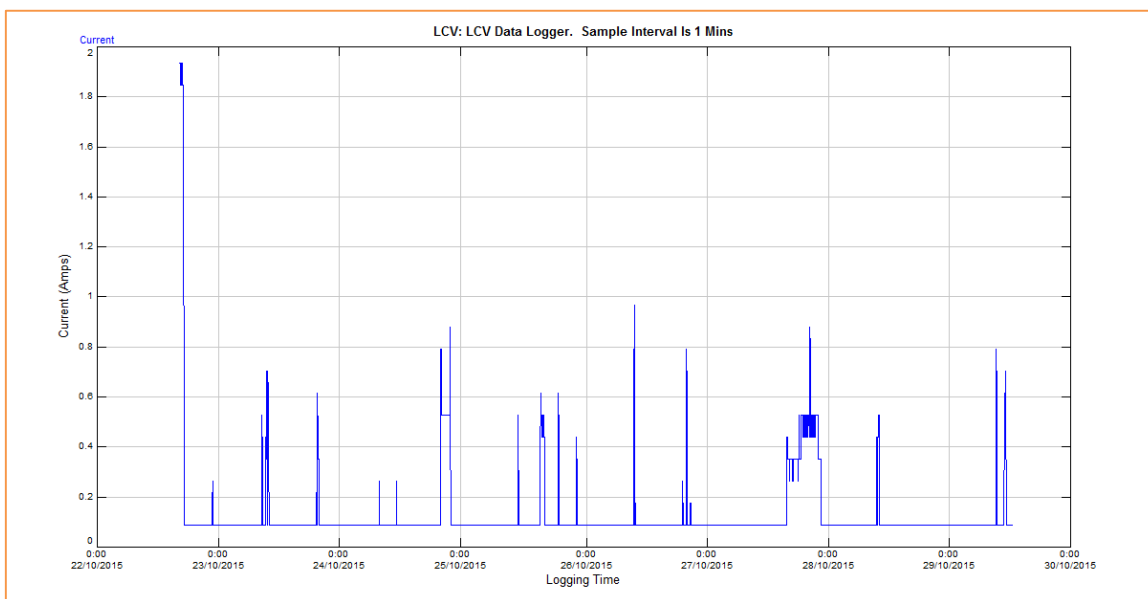


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en vestuarios

- **Alumbrado torre pista fútbol sala 2**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en torre pista fútbol sala 2*

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

- Vestuario 1, Vestuario masculino y aseo minusválidos: 0,98 h
- Vestuario árbitro, vestuario 2 y vestuario femenino
- Torre pista fútbol sala 2: 0,53 h

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

### 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.

| Ubicación                    | Potencia (W) | Área ( $m^2$ ) | Iluminancia Media (lux) | Valor s/ Norma (lux) | VEEI  |
|------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------|
| Pasillo                      | 108          | 16,17          | 207                     | 200                  | 3,23  |
| Vestuario 1 (Aseo)           | 180          | 3,61           | 238                     | 150                  | 12,57 |
| Vestuario 2 (Aseo)           | 108          | 3,60           | 266                     | 150                  | 11,28 |
| Vestuario 3 (Aseo)           | 108          | 3,60           | 353                     | 150                  | 8,50  |
| Vestuario Árbitro 1 (Duchas) | 43,2         | 1,87           | 610                     | 150                  | 3,79  |
| Vestuario Árbitro 1 (Aseo)   | 36           | 1,20           | 325                     | 150                  | 9,23  |
| Vestuario Árbitro 2 (Duchas) | 43,2         | 1,76           | 490                     | 150                  | 5,01  |
| Vestuario Árbitro 2 (Aseo)   | 36           | 1,20           | 390                     | 150                  | 7,69  |
| Vestuario femenino (Aseo)    | 108          | 3,60           | 295                     | 150                  | 10,17 |

Tabla 23 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa como los valores medidos de iluminancia son bastante superiores a los que marca la norma, destacando especialmente la ducha del vestuario árbitro 1 con un valor que cuadruplica el recomendado. Tan solo en el caso del pasillo la iluminancia es correcta.

También se observa que casi ninguna estancia cumple con los valores exigidos de eficiencia energética, debido a que son estancias muy pequeñas con una potencia instalada relativamente alta para esa superficie.

### 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 24 Condiciones interiores exigidas por el RITE

## REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 22/10/2015 y 29/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### - Conserjería

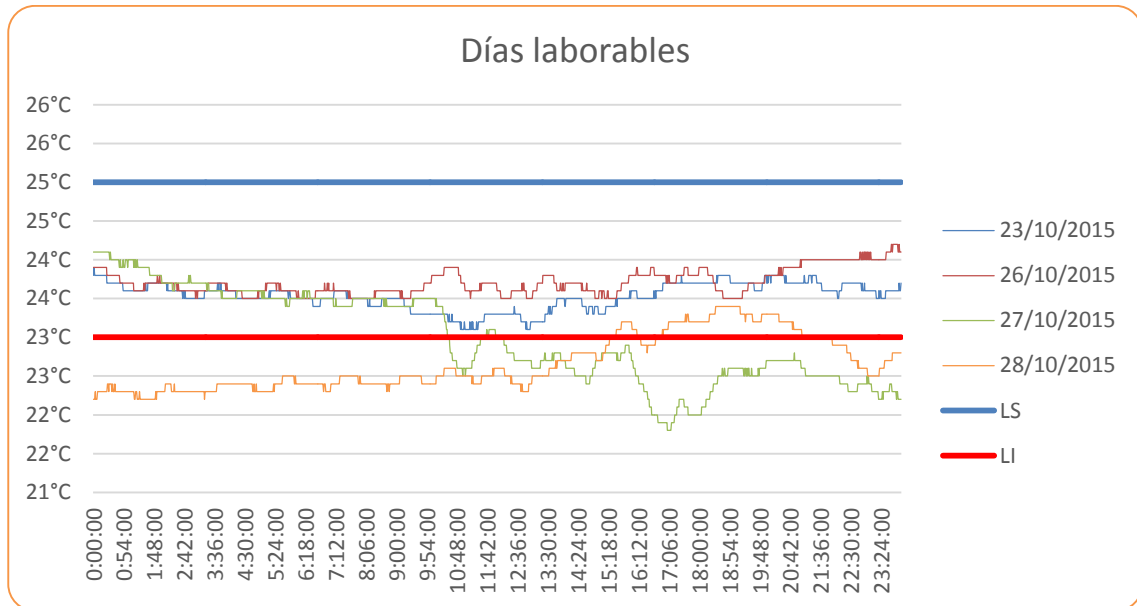
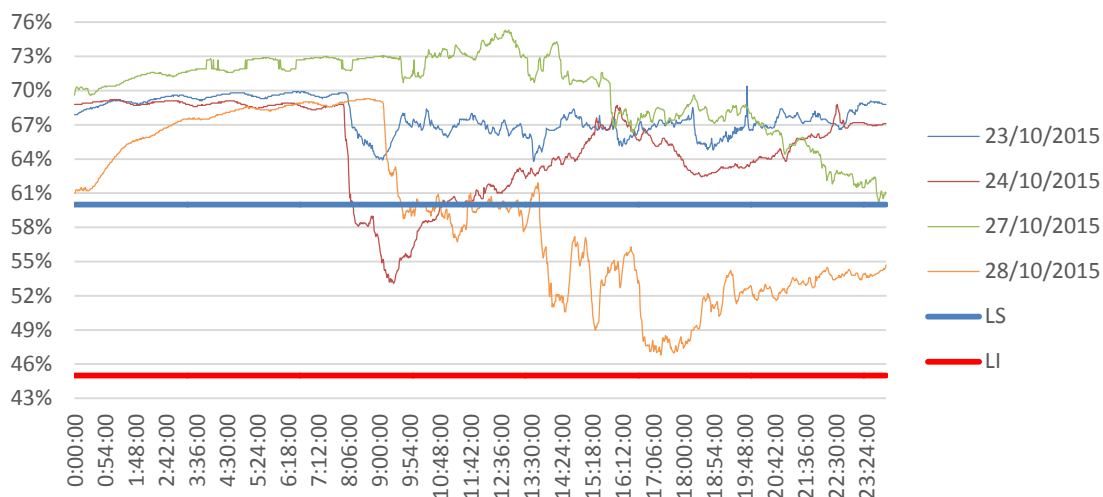


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



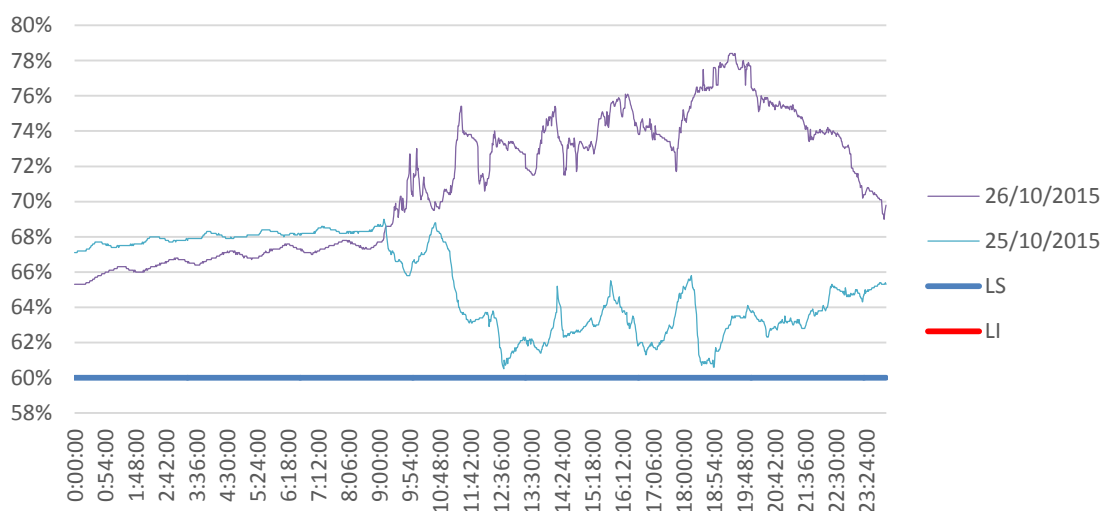
Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

### Días laborables



**Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables**

### Festivos y fines de semana



**Gráfico 25 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, únicamente consta con un radiador eléctrico para los meses de invierno.

La temperatura se puede considerar que se mantiene bastante uniforme a lo largo de toda la jornada oscilando entre los 23-24°C. El día 27 de octubre se observa que la temperatura a partir de las 10:30 horas comienza a descender hasta los 22°C coincidiendo con la ventilación natural de la estancia y de ahí se mantiene constante hasta las 18:00 horas cuando comienza a ascender ligeramente coincidiendo con el fin de la jornada laboral. Únicamente el día 28 de octubre que las temperaturas estuvieron por debajo de la zona de confort térmico se puede apreciar como por la

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

tarde, entre las 15:00 y las 22:00 horas, la temperatura aumenta unos 2°C puede que coincidiendo con el encendido del radiador instalado en la estancia.

En líneas generales se puede considerar que la temperatura ha estado dentro del intervalo de confort que marca el RITE sin superar en ningún caso el límite superior de 25°C que obliga el reglamento.

Se observa como los fines de semana la temperatura se mantiene constante sin apenas variaciones coincidiendo con el cese de la actividad esos días.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (60%), oscilando entre 58 y 75%, durante gran parte de la semana registrada. Únicamente el día 28 de octubre se mantiene por debajo coincidiendo con las horas de encendido del radiador, esto es debido al secado producido en el aire interior mediante este equipo.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** Hay que tener en cuenta que esta zona no cuenta con sistema alguno de refrigeración mecánico. En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25°C, lo cual indica un aporte adecuado de refrigeración, bajando de forma puntual del límite establecido por el RITE (23°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

Las instalaciones del Polideportivo Paco Cantos cuentan con seis edificios de los cuales cuatro no alcanzan los 50m<sup>2</sup> y por tanto están exentos de certificación energética, siendo estos los tres edificios correspondientes al bar y el de radio taxi. La calificación de los dos restantes se presenta a continuación:

Tras realizar la certificación energética del edificio de los antiguos vestuarios se ha obtenido una calificación D.

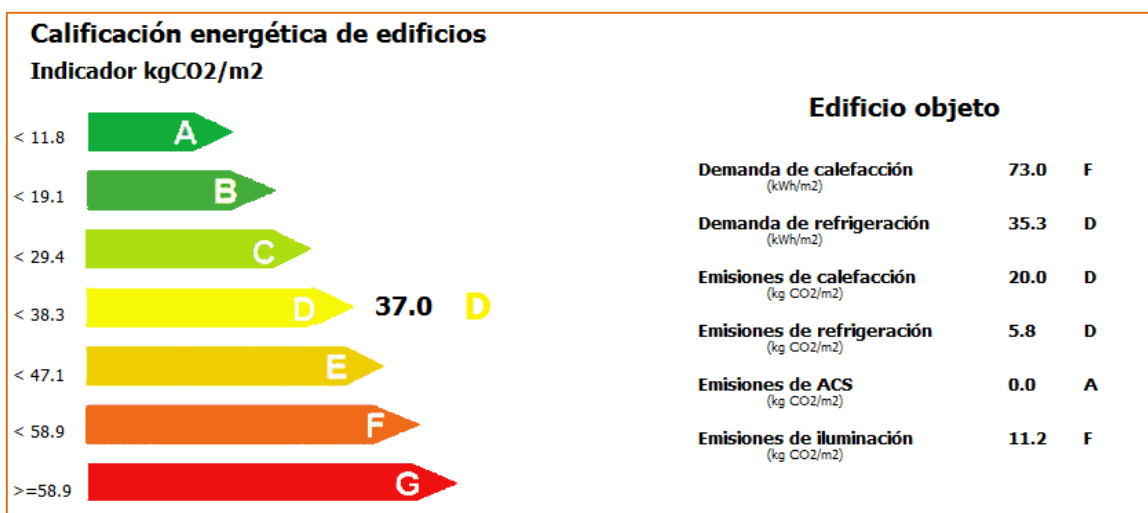


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético

Tras realizar la certificación energética del edificio de los nuevos vestuarios se ha obtenido una calificación D.

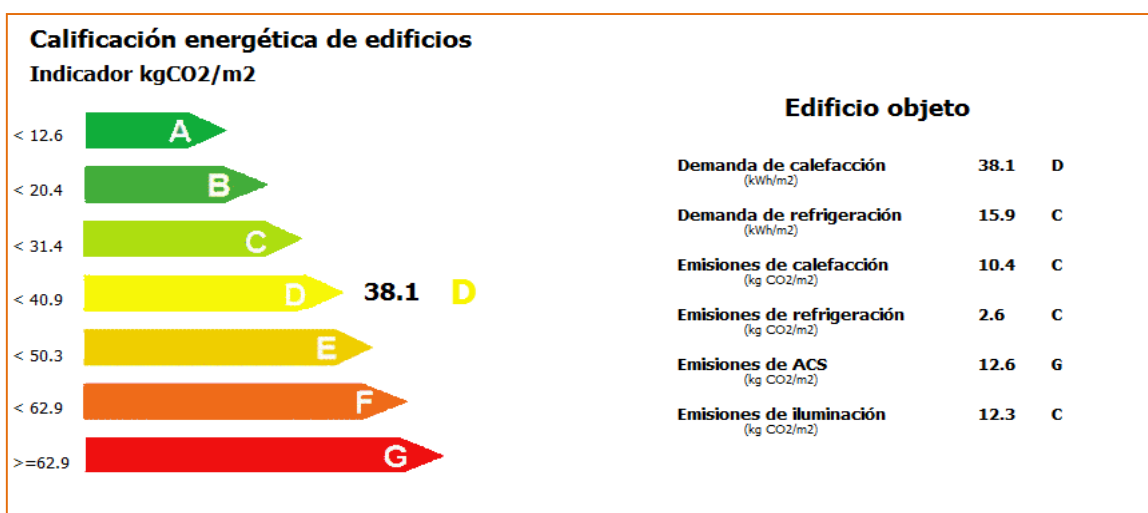


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjuntan los informes completos de la certificación energética del Polideportivo Paco Cantos.

#### 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:

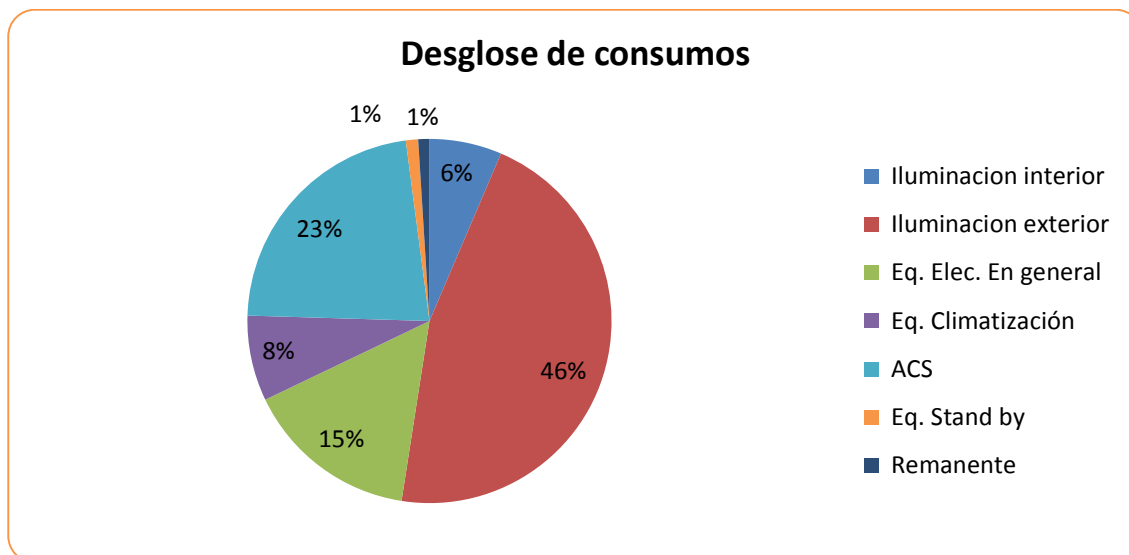


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación, los equipos de producción de agua caliente sanitaria y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde a los aparatos eléctricos que están en modo espera (stand by). Este apartado engloba, por ejemplo, a:

- Ordenadores, tanto de sobremesa como portátiles conectados a la red eléctrica.
- Impresoras, fotocopadoras y escáneres.
- Televisores, proyectores, dvd, etc.
- Teléfonos con base de recarga.
- Equipos de sonido.

Por último, aparece en el gráfico un porcentaje “Remanente” que se debe, entre otras cosas, a:

- Equipos eléctricos e iluminación que se puedan quedar encendidos cuando no se están utilizando.
- Aparatos eléctricos que estén a final de su vida útil y consuman más electricidad de la requerida para su funcionamiento normal. Esto puede suceder en neveras con compresores antiguos, balastos electromagnéticos de lámparas, bombas, etc.
- Diferencia entre las horas registradas durante el estudio con los analizadores de redes para la utilización de la iluminación y los equipos eléctricos y las horas de uso a lo largo del año.

Este porcentaje se encuentra en el rango aceptable para una instalación de estas características, pero, según lo explicado anteriormente, se recomienda examinar la instalación para localizar consumos evitables y revisar ciertos comportamientos para intentar reducir en la medida de lo posible este consumo energético.

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

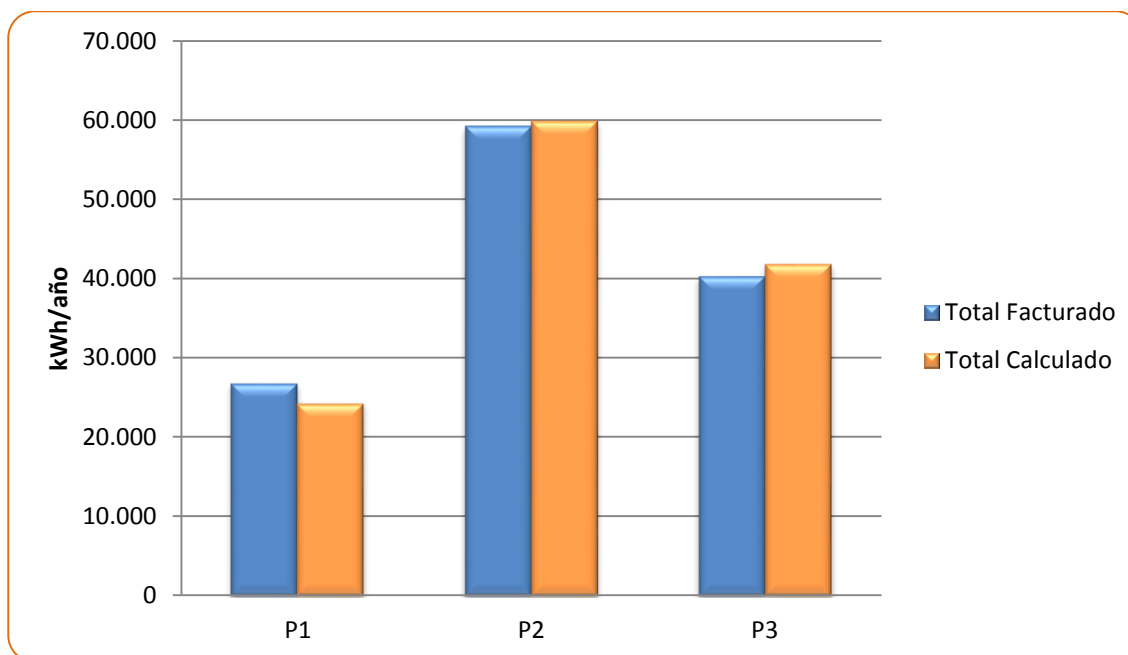


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

#### 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.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de luminarias existentes 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 11 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

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

### 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)   | 0,14721 | 0,11582 | 0,07950 |
| Porcentaje de consumo de iluminación por periodo | 23,38%  | 65,47%  | 11,14%  |

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| Precio de la energía (cent€/kWh)   | 11,91109 |
| Precio de la potencia (€/kW y año) | 28,54    |

### 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 <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|----------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | De la mejora | Del edificio | Por energía      | Por potencia | Total    | €               | Años           | Ton/año                            |
|                         | %            | %            | €/año            | €/año        | €/año    |                 |                |                                    |
| 4.285                   | 52,79%       | 3,39%        | 510,37 €         | 36,32 €      | 546,69 € | 6.596,04 €      | 12,07          | 1,71                               |

### 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.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

**Descripción actuación:** adecuación de la potencia contratada en cada periodo de facturación

### Descripción de la mejora

Adecuación de la potencia eléctrica contratada con la compañía eléctrica a la potencia que realmente demanda la instalación para de esa forma disminuir el valor económico del término de potencia en la facturación.

### Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demanda se encuentra en varios de los periodos facturados por encima de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Debido a la tipología de los equipos de medida eléctricos, la propuesta de ajuste de potencia no puede ser la óptima ya que la instalación no permite el aumento de potencia requerido. No obstante, se propone un aumento de la potencia eléctrica contratada cumpliendo con la normativa vigente y teniendo en cuenta las características actuales de la instalación.

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el maxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia que se propone.

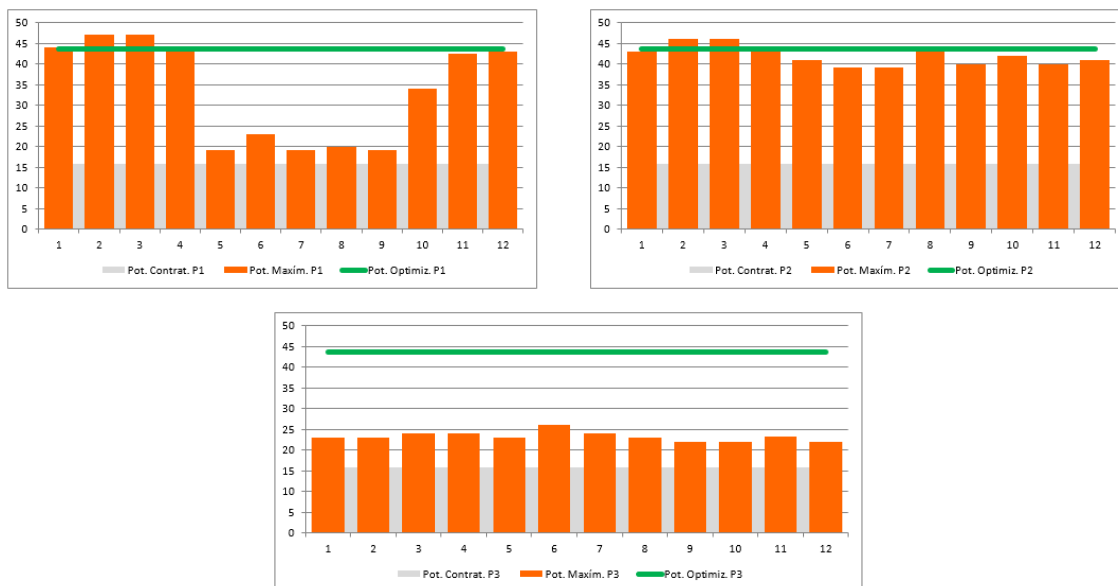


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda aumentar la potencia contratada a **43,64 / 43,64 / 43,64 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

#### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia a febrero de 2015 fijado para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% debido al impuesto eléctrico.

| Tipo de tarifa | P1 (€/kW año) | P2 (€/kW año) | P3 (€/kW año) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.0 A          | 42,81         | 25,69         | 17,12         |

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

#### Ahorros económicos

| POT CONTRATADA |       |       | POTENCIA RECOMENDADA |       |       | Ahorro económico<br>€/año |
|----------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|---------------------------|
| P1             | P2    | P3    | P1                   | P2    | P3    |                           |
| 15,78          | 15,78 | 15,78 | 43,64                | 43,64 | 43,64 | 2.369,16 €                |

#### Compartiva Coste Término de Potencia (€/año)

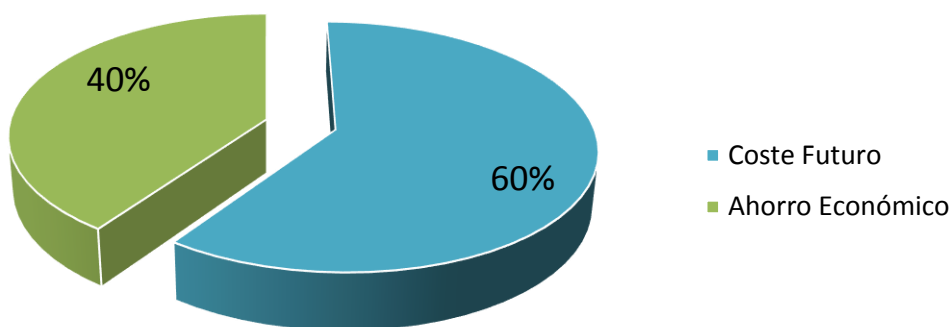


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

#### Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

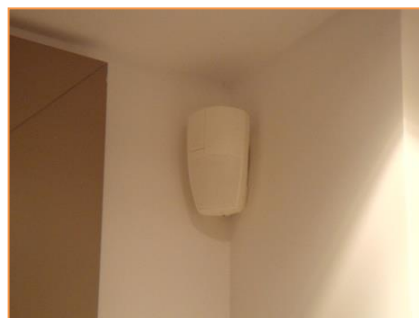
### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**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 12 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 regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

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.

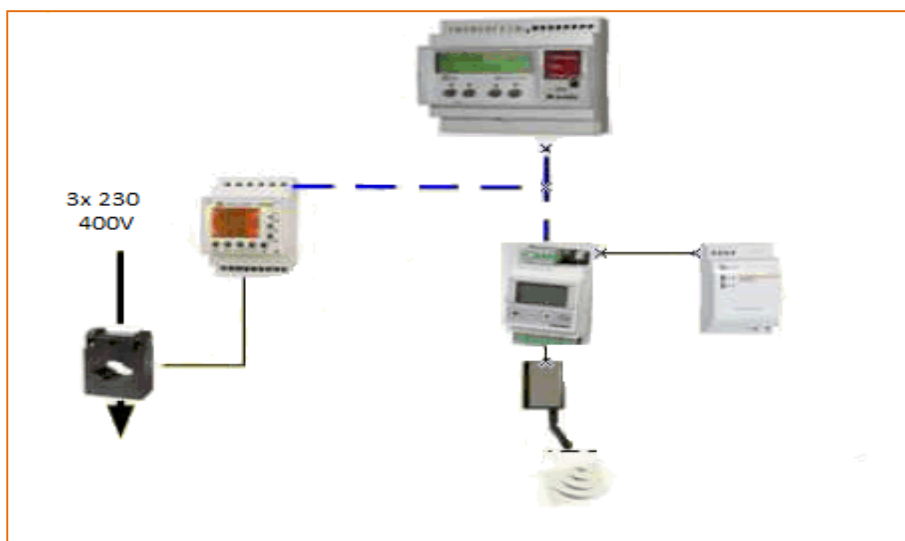
|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 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 13 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

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

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 €.

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Aerotermia para la generación térmica de ACS

#### Objetivos y situación actual

La Directiva Europea 2009/28 relativa al fomento de energía procedente de fuentes renovables considera en el punto 31, que las bombas de calor permiten la utilización del calor aerotérmico a un nivel de temperatura útil necesitan electricidad u otra energía auxiliar para funcionar.

Tal como se menciona en apartados anteriores, actualmente la generación de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante 2 termos acumulador con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica. La capacidad de acumulación y potencia térmica disponible es de 1.000 litros y 8 kW en cada depósito.



*Imagen 14 Termos acumuladores eléctricos. Sala de termos*

#### Consumo energético actual

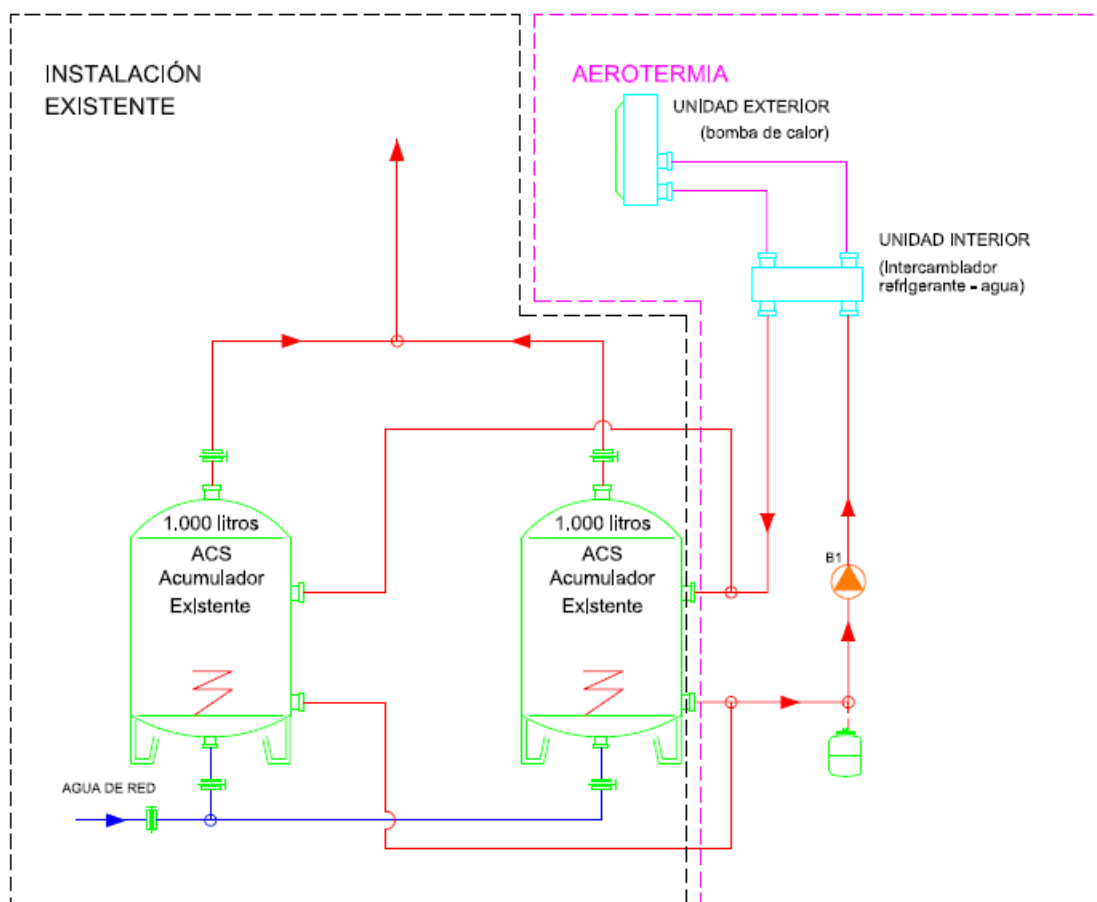
Según la información aportada por el personal de mantenimiento del centro, el servicio de duchas para los vestuarios tiene un uso medio diario de 100 servicios de ducha al día durante todos los días del año. Si consideramos un consumo medio de 15 litros día a 60°C (según CTE), se alcanzaría un consumo de 1500 litros/día a 60°C.

Extrapolando estos datos a un año completo, teniendo en cuenta las variaciones de la temperatura de agua de red en las diferentes estaciones, se obtiene un consumo anual derivado de la producción de ACS para los vestuarios de **28.324 kWh**.

### Descripción de la propuesta de implantación de energías renovables

Se propone la implantación de la aerotermia para la producción de ACS de los vestuarios, estableciendo unos criterios de diseño que permitan cubrir la mayor parte de la demanda mediante energía procedente de fuentes renovables.

A continuación se muestra el esquema de principio de la instalación de producción térmica una vez incorporada la instalación de aerotermia:



*Imagen 15 Esquema de principio – Implantación de aerotermia*

De acuerdo a este esquema, se propone la implantación de una bomba de calor con una potencia útil nominal de 16 kW, que trabaja contra las dos acumulaciones existentes, de 1.000 litros cada una.

La directiva establece que, a efectos del rendimiento mínimo de las bombas de calor que debe considerarse como energía renovable, sólo se tendrán en cuenta aquéllas con un rendimiento medio estacional SPF superior a  $1,15 \times \frac{1}{\eta}$ , siendo  $\eta$  la eficiencia del sistema de energía,

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

calculado como el cociente entre la producción total bruta de electricidad y el consumo primario de energía para la producción de electricidad.

Si la eficiencia del sistema de energía ( $\eta$ ) se fija en 45,5% (en base a los datos de Eurostat), el SPF mínimo de las bombas de calor accionadas eléctricamente (SCOPnet) que debe considerarse como energía renovable según la directiva es de 2,5. Por lo tanto, sólo deben tenerse en cuenta las bombas de calor cuya producción supere de forma significativa la energía primaria necesaria para impulsarlas.

La tecnología propuesta permite trabajar a altas temperaturas (hasta 80°C) con buenos rendimientos, de manera que no es necesario un sistema auxiliar complementario, ni mantener las resistencias eléctricas existentes.

#### Estudio energético, económico y medioambiental

Los condicionantes que se han tenido en cuenta para elaborar el estudio se resumen a continuación:

- Capacidad térmica de la bomba de calor de 16 kW y 2.000 litros de acumulación (existente). Con un rendimiento estacional de 2,50 (para una temperatura de acumulación de 60°C).
- La cantidad de energía aerotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse procedente de fuentes renovables, a efectos de la Directiva Europea 2009/28, se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E_{RES} = Q_{\text{útil}} \times (1 - 1/SPF)$$

- El precio medio de la electricidad utilizado es de 0,103644 €/kWh.

Al tratarse de una auditoría en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

| Capítulo                | Descripción  | Importe     |
|-------------------------|--|-------------|
| Producción              | Unidad Exterior  | 5.791,00 €  |
| Unidades de tratamiento | Intercambiador refrigerante agua                                 | 4.754,00 €  |
| Distribución térmica    | Circuito frigorífico y conexión con instalación existente        | 4.666,21 €  |
| Control y Fuerza        | Instalación eléctrico y de control. Contador de energía térmica. | 3.924,77 €  |
| Puesta en Marcha        | Puesta en marcha y medios auxiliares                             | 363,85 €    |
| TOTAL (PVP)             |  | 19.499,83 € |
| TOTAL (Descuento)       |  | 12.674,89 € |

Tabla 25 Valoración económica – Implantación de aerotermia

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

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

|  | SITUACIÓN ACTUAL                      |                                  | APLICACIÓN MEJORA                                |   |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|--|---|
|  | Consumo Actual<br>Termo ACS<br>(kWhe) | Demanda Térmica<br>ACS<br>(kWht) | Demanda cubierta<br>con Bomba de Calor<br>(kWht) | Demanda cubierta<br>con Termo<br>(kWht) |
| Enero  | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| Febrero  | 2.172,80                              | 2.172,80                         | 2.172,80   | 0,00                                    |
| Marzo  | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| Abril  | 2.328,00                              | 2.328,00                         | 2.328,00   | 0,00                                    |
| Mayo   | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| Junio  | 2.328,00                              | 2.328,00                         | 2.328,00   | 0,00                                    |
| Julio  | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| Agosto   | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| Septiembre   | 2.328,00                              | 2.328,00                         | 2.328,00   | 0,00                                    |
| Octubre  | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| Noviembre  | 2.328,00                              | 2.328,00                         | 2.328,00   | 0,00                                    |
| Diciembre  | 2.405,60                              | 2.405,60                         | 2.405,60   | 0,00                                    |
| <b>TOTAL</b>   | <b>28.324,00</b>                      | <b>28.324,00</b>                 | <b>28.324,00</b>                                 | <b>0,00</b>                             |
| <b>Cobertura Total (%)</b>                             | 100%                                  |                                  | 100%   | 0%                                      |
| <b>Aporte renovable (%)</b>                            | 0%                                    |                                  | 60%  |   |
| <b>Emisiones de CO2 (Tn)</b>                           | 11,30                                 |                                  | 4,52   | 0,00                                    |
| <b>Coste Energético (€/año)</b>                        | 2.935,62                              |                                  | 1.174,25   | 0,00                                    |
| <b>Ahorro / Incremento Término de Potencia (€/año)</b> | -                                     |                                  | <b>-781,99</b>                                   |   |
| <b>Inversión (€)</b>                                   | -                                     |                                  | <b>12.674,89</b>                                 |   |
| <b>Amortización (años)</b>                             | -                                     |                                  | <b>4,98</b>                                      |   |
| <b>Emisiones de CO2 evitadas (Tn)</b>                  | -                                     |                                  | <b>6,78</b>                                      |   |

*Tabla 26 Estudio energético, económico y medioambiental*

De acuerdo a las características térmicas y de acumulación de la instalación seleccionada, se obtiene una contribución de energías renovables del 60% para el servicio de ACS de los vestuarios.

### Contribución de Energías Renovables para ACS

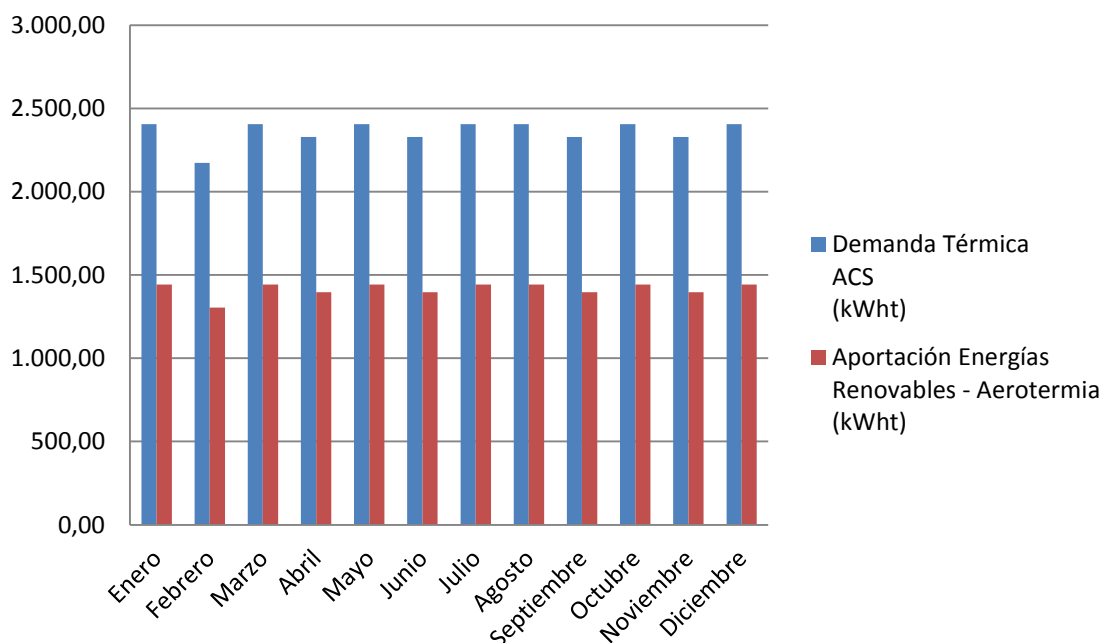


Gráfico 30 Contribución de Energías renovables para ACS

### Resumen de la implantación de energías renovables

A continuación se resumen los resultados alcanzados:

| Producción Energética (Renovables) |        | Ahorro Económico |        | Inversión |        | Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas |
|------------------------------------|--------|------------------|--------|-----------|--------|---------------------------------------|
| (kWht)                             | %      | (€/año)          | %      | (€)       | (años) | (Tn/año)                              |
| 16.994,40                          | 60,00% | 2.543,36         | 86,64% | 12.674,89 | 4,98   | 6,78                                  |

Tabla 27 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables

#### 7.2 Energía solar térmica

No se propone su instalación en este centro, ya que, tal como se expone en el apartado anterior, se ha considerado la implantación de la aerotermia como contribución de energías renovables para la producción térmica del centro.

#### 7.3 Biomasa

No se ha considerado su implantación al optar en este centro por fuentes alternativas de energías renovables para la producción energética.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

#### 7.4 Fotovoltaica - Autoconsumo

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO PACO CANTOS</b> | <b>1306</b>   |
|   |  | <b>75</b>     |
|   |  | <b>Rev.08</b> |

## 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 <sub>2</sub> evitadas |
|---|-------------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|
|   | kWh                     | % <sup>2</sup> | €/año             | € <sup>3</sup>    | años           | Ton/año                            |
| Sustitución de iluminación por tecnología LED | 4.285                   | 52,79          | 546,69            | 6.596,04          | 12,07          | 1,71                               |
| Ajuste de Potencia eléctrica instalada        | -                       | -              | 2.369,16 €        | -                 | -              | -                                  |
| <b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>                       | <b>4.285</b>            | <b>-</b>       | <b>2.915,85 €</b> | <b>6.596,04 €</b> | <b>2,26</b>    | <b>1,71</b>                        |

Tabla 28 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

A continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de **implantación de energías renovables** para generación térmica (Aeroterminia):

| Producción Energética (Renovables) |        | Ahorro Económico |        | Inversión |        | Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas |
|------------------------------------|--------|------------------|--------|-----------|--------|---------------------------------------|
| (kWh <sub>t</sub> )                | %      | (€/año)          | %      | (€)       | (años) | (Tn/año)                              |
| 16.994,40                          | 60,00% | 2.543,36         | 86,64% | 12.674,89 | 4,98   | 6,78                                  |

Tabla 29 Resumen de resultados de la implantación de Aeroterminia

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.

<sup>2</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>3</sup> Todos los precios son sin IVA