

ESTUDIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL  
AYUNTAMIENTO DE HUESCA.

Expediente: 00287/2012/UC

INFORME AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL MUSEO  
PEDAGÓGICO DE ARAGÓN



PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE HUESCA, Plaza de la Catedral, 1, 22002 Huesca



Ayuntamiento  
de **Huesca**

## INDICE

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
1.1	DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.2	DATOS DEL EDIFICIO	3
1.3	UBICACIÓN DEL EDIFICIO	4
1.4	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	4
1.5	RÉGIMEN DE ACTIVIDAD.	14
<b>2</b>	<b>CONSUMO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO</b>	<b>15</b>
2.1	CONSUMO GLOBAL.	15
2.2	CONSUMO ELÉCTRICO	15
<b>3</b>	<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>24</b>
3.1	FASES DEL PROYECTO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA.	24
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE LAS MEJORAS</b>	<b>25</b>
4.2	ALUMBRADO GENERAL	26
4.3	EQUIPOS ELÉCTRICOS	34
4.4	GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO	35
4.5	SUMINISTROS ENERGÉTICOS	37
4.6	RESUMEN DE ACTUACIONES	39
<b>5</b>	<b>GESTIÓN ENERGÉTICA</b>	<b>44</b>
	<b>ANEXO I- RESUMEN MEDICIONES</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXO II. MEDICIONES, DATOS Y GRÁFICAS DE CONSUMO.</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXO III. ESTUDIO TERMOGRÁFICO</b>	<b>54</b>

## 1 ANTECEDENTES

### 1.1 DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

La auditoría energética del edificio del Museo Pedagógico forma parte del concurso licitado por el Ayuntamiento de Huesca” **ESTUDIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL AYUNTAMIENTO DE HUESCA. Expediente: 00287/2012/UC”**

Este proyecto tiene como objetivo la realización de una AUDITORÍA ENERGÉTICA al MUSEO PEDAGÓGICO DE ARAGÓN, del Ayuntamiento de Huesca.

En la auditoría se realizará un estudio del consumo energético del edificio detectando los principales consumidores, las principales ineficiencias y las malas prácticas desde el punto de vista energético. Como conclusión la UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA propondrá un listado de posibles mejoras con el fin de reducir los costes energéticos del edificio. La auditoría energética se enmarca en la política de reducción de costes energéticos y mejora de la eficiencia energética del Ayuntamiento de Huesca.

Para ello, la UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA ha contado con instrumentos de medida de última tecnología como el analizador de redes, cámara termográfica y luxómetro digital, sistemas informáticos especializados y la experiencia de los auditores.

### 1.2 DATOS DEL EDIFICIO

- Nombre del Edificio: Museo Pedagógico de Aragón
- Dirección: Plaza Luis López Allúe s/n
- Población: Huesca
- Provincia: Huesca
- Código Postal: 22001
- Teléfono: 974 23 30 36
- Actividad: Museo

### 1.3 UBICACIÓN DEL EDIFICIO

Las instalaciones se encuentran ubicadas en la Plaza Luis López Allué, en Huesca, y disponen de la siguiente orientación y planta.



Ilustración 1: Foto Situación

### 1.4 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El Museo Pedagógico de Aragón fue creado en el año 2006 con los siguientes objetivos:

*"salvaguardar, estudiar, mostrar y difundir todas aquellas expresiones pedagógicas y lingüísticas, que pongan de manifiesto la variedad y riqueza del patrimonio educativo de Aragón, posibilitando así su catalogación, sistematización y custodia".*

La ubicación del Museo se realizó en el antiguo Mercado de la Ciudad Huesca. El edificio fue adaptado para convertirlo en Museo y desde entonces la gerencia de dicha institución está trabajando en medidas de ahorro de energía.

La climatización general del edificio se realiza mediante 3 climatizadoras HITESA dos de ellas de doble compresor y una de simple.

La potencia que desarrollan los equipos son las siguientes:

6.5 KW en modo Calor y 6.10 Kw en modo frio, 15.9 Kw en modo frio y 17.4 en modo calor y finalmente 11,2 Kw en modo frio y 10.3 en modo calor



Ilustración 2: Equipos de climatización

La instalación está provista de un humidificador de 3Kw x 4 que inyecta calor en el circuito de agua para elevar la humedad, si la humedad es inferior a la de consigna el sistema funciona correctamente, el problema es cuando hay más humedad de la necesaria y cuesta mucho alcanzar los valores de consigna.

El sistema de climatización del edificio está telegestionado, y la instalación abarca el circuito primario y el secundario.

En el circuito primario, mediante un PLC con programación específica se gestiona la producción de calor. El sistema cuenta con sensores de temperatura instalados en las tuberías de cada circuito. Así como en el exterior. La correcta gestión de la información proporcionada por estas sondas permite optimizar la eficiencia energética de la instalación, adecuando la potencia térmica de las máquinas de producción a la demanda real y a las condiciones climáticas. Los distintos termostatos de cada circuito también son monitorizados.

En el circuito secundario hay 17 zonas diferenciadas. Cada una con su fancoil independiente. En cada caso el sistema autoriza su funcionamiento mediante una combinación de horarios que impide dejar conectada la instalación fuera del horario laboral y además, permite independizar las distintas zonas y adaptar el uso de cada una al horario real de uso. Además puede seleccionarse la temperatura de consigna de forma independiente para cada zona. Se realiza también un control de la humedad ambiental corrigiéndolas con humectadores si es necesario.

El autómata, además de realizar las maniobras necesarias para el funcionamiento de la instalación, obtiene datos en tiempo real, grabándolos en su memoria interna con una periodicidad de tiempo programable. Dichos datos son enviados a través del canal de comunicación pertinente al centro de control. Esta unidad, además, es capaz de registrar una base de datos de todas las incidencias (alarmas, averías, sucesos...) que se puedan producir en la estación, descargando dichas incidencias al centro de control antes mencionado en cuanto se produzcan. El autómata trabaja de forma autónoma en previsión de posibles fallos en el canal de comunicaciones.

La estación, tiene la capacidad de mandar mensajes de texto en tiempo real a los técnicos designados para el control de la estación, estableciendo una alerta temprana que permita tomar las medidas oportunas.

En las siguientes figuras se muestran las pantallas de control del sistema de gestión:



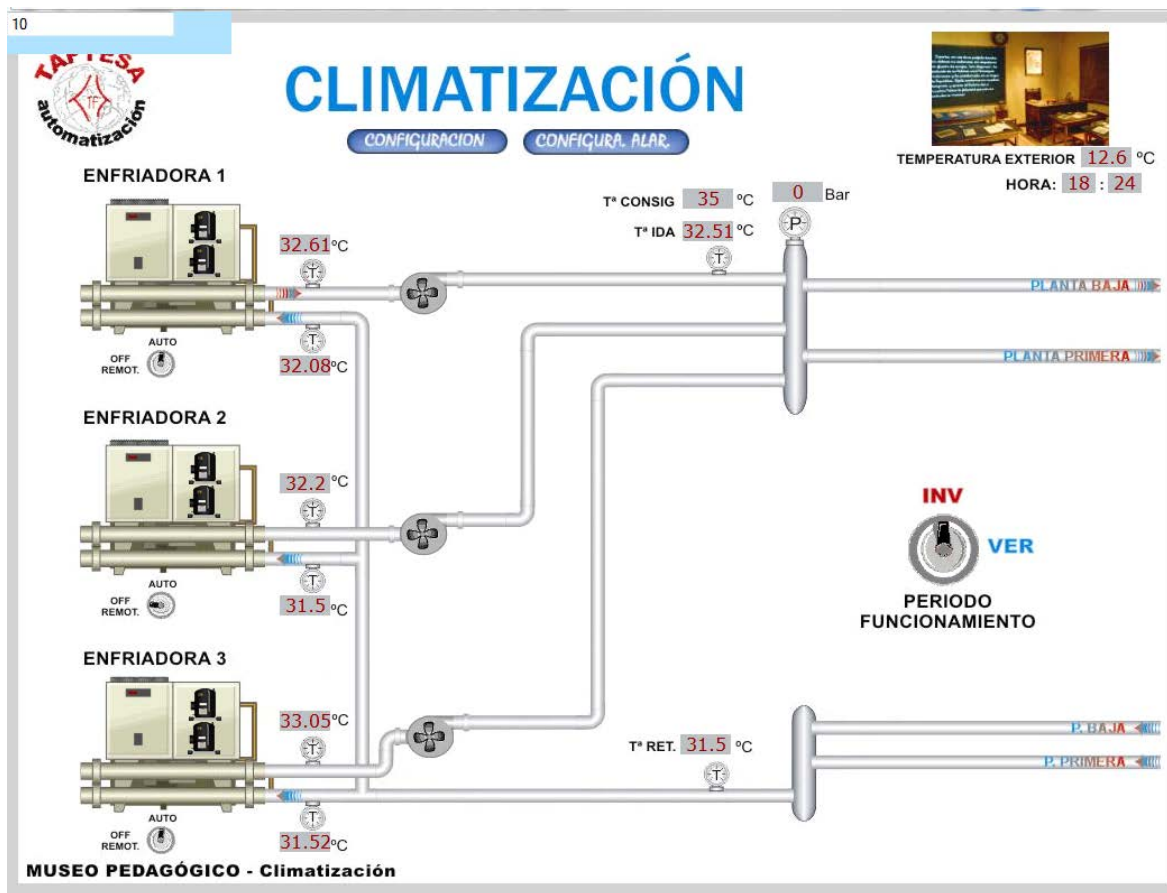


Ilustración 3: Sistema de gestión de climatización Museo Pedagógico.

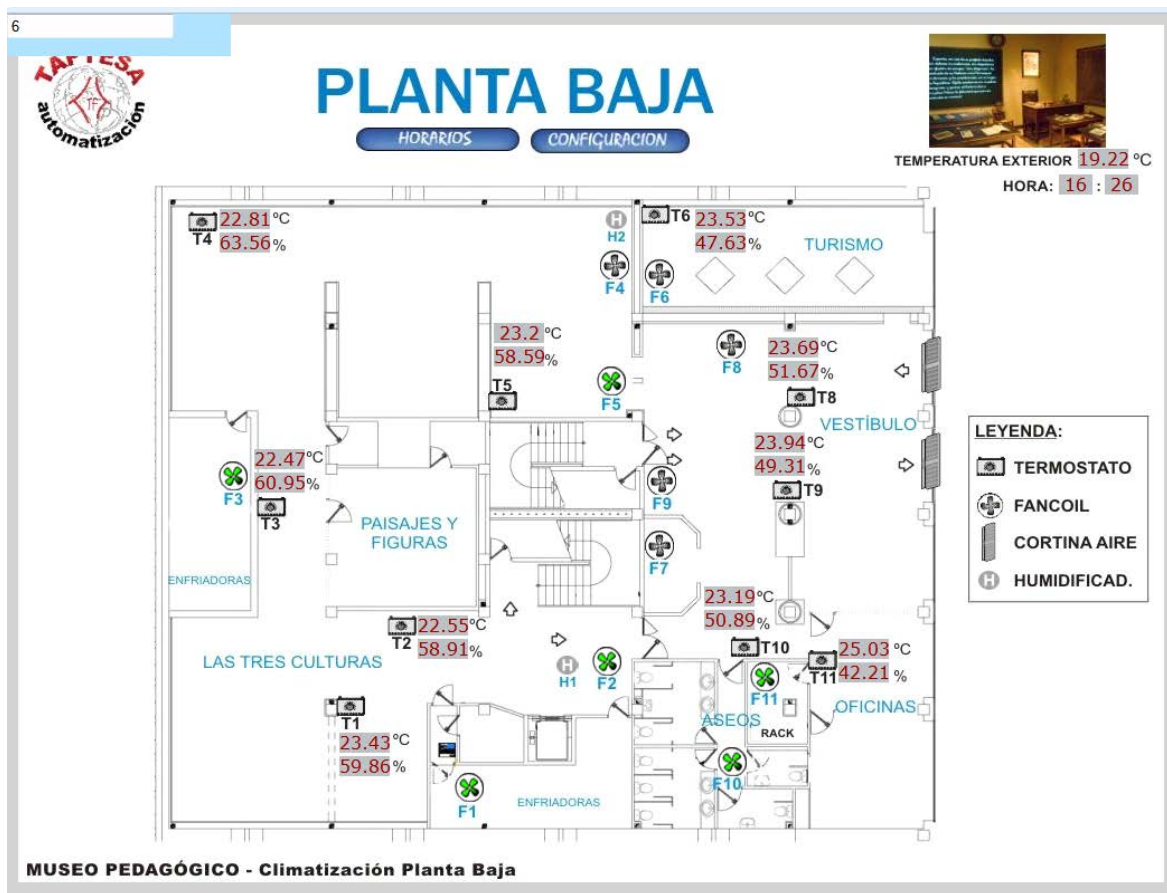


Ilustración 4: Sistema de gestión de climatización Museo Pedagógico. Planta Baja



12

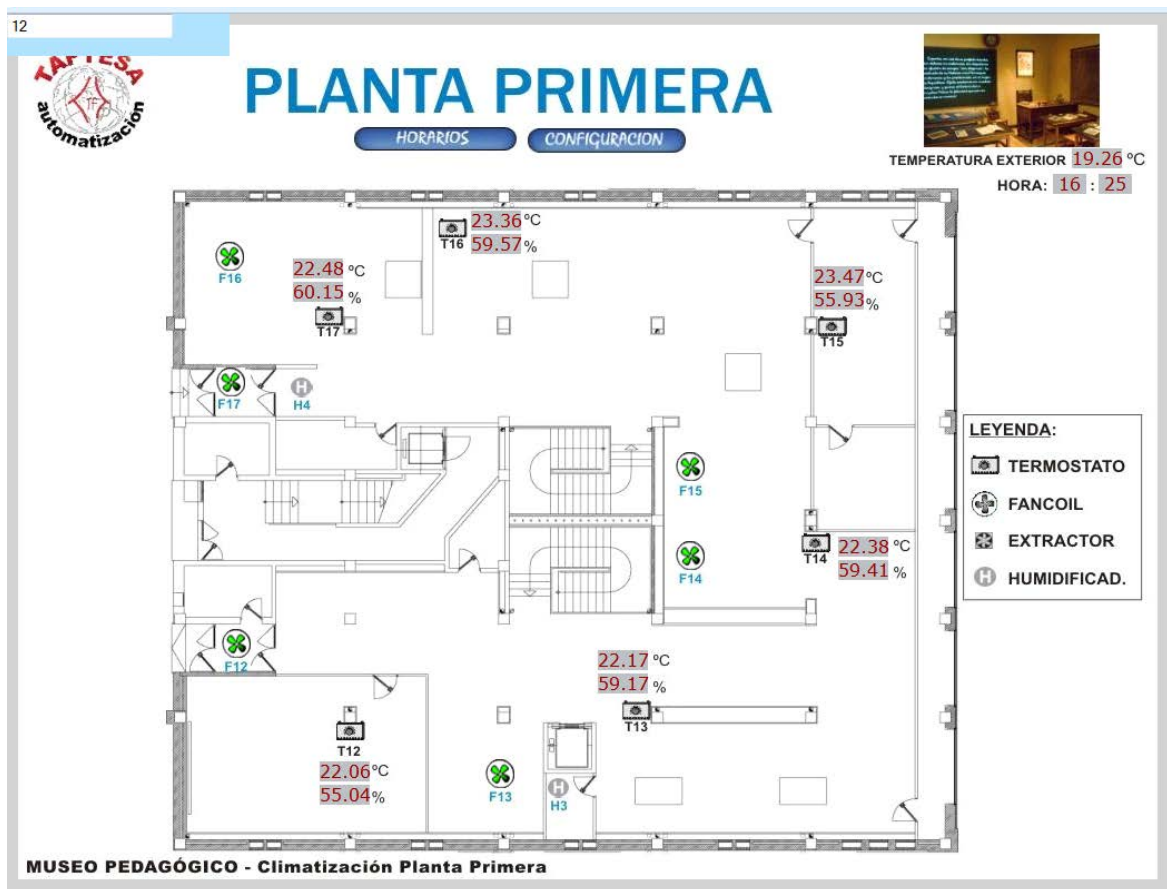


Ilustración 5: Sistema de gestión de climatización Museo Pedagógico. Planta Primera

El edificio consta de dos plantas. La planta superior alberga las siguientes estancias:

#### Zonas de Exposición

Las zonas de exposición están climatizadas por con una bomba de calor reversible y intercambio agua-agua telegestionada a través de sondas ambientes ubicadas en sitios estratégicos.



Ilustración 6: Zona de exposición

Inicialmente el museo estaba provisto de focos halógenos, pero se han ido sustituyendo por focos de bajo consumo, hasta el momento se ha realizado una inversión de 3.000€. La iluminancia que se consigue en las zonas de exposición es de 242 lux

#### Sala audiovisuales

Existe una sala de exposiciones y audiovisuales que tiene un uso esporádico más o menos una vez al mes.



Ilustración 7: Sala de audiovisuales

La iluminación se realiza mediante 4 focos de 14w que están permanentemente encendidos ya que el circuito no es independiente por lo tanto parece evidente independizar este circuito.

#### Pasillos

Los pasillos están iluminados mediante 5 placas 4x18w, se encontraron apagados en el momento de la visita

La parte inferior del edificio tiene las siguientes estancias.

#### Zona de clases

Esta iluminado mediante focos halógenos ligados a un audiovisual que narra la historia de diferentes centros.

La iluminancia que se alcanza en estas zonas son bastante homogéneas y va 150 a 180 lux



Ilustración 8: Zona de Clases

### Oficinas de Turismo

En la parte inferior del edificio también están situadas las Oficinas de Turismo de la Ciudad de Huesca

El Horario de utilización de dicha oficina es 9:00h a 14:00h y de 16:00 a 20:00h





Ilustración 9: Oficina de Turismo

Unos de los laterales están cubiertos de fotografía de la provincia, iluminadas por 30 focos halógenos de 50 w cada uno que producen una iluminancia de 650 lux.

En dicha oficina hay dos despachos diáfanos separados por mamparas, cada despacho tiene dos mesas iluminadas por 2 plafones de 2 x 36 lux que provocan iluminación 420 lux. Una de las mesas está desplazada del haz de luz y la iluminancia que se consigue en ella es de 206 lux por lo que se recomienda desplazar mínimamente las mesas para conseguir mayor uniformidad en la distribución de la iluminación.

Delante de los despachos se ubica un mostrador desde el que se ofrece información a los usuarios.

Una puerta de cristal con grades holguras da pasa desde el exterior al interior del edificio se recomienda mejorar el aislamiento de la puerta.

#### 1.5 RÉGIMEN DE ACTIVIDAD.

El régimen de actividad de las instalaciones es el siguiente:

- **Horario:**

De 15 de Septiembre a 30 de Junio: de miércoles a viernes de 09:00h – 20:00h

Del 01 de Julio al 15 de Septiembre: de miércoles a viernes 09:00h – 14:00h & 16:00h – 20:00h

<i>Día de la semana</i>	<i>Horas/día</i>	<i>Días/año</i>	<i>Total ( h/año)</i>
De 15 de Septiembre a 30 de Junio	11	126	1.386
De 1 de Julio a 15 de Septiembre	7	30	210
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>1.596</b>

Para el cálculo de ahorros de ahora en adelante, se utilizarán las horas anuales indicadas en este punto.



## 2 CONSUMO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

### 2.1 CONSUMO GLOBAL.

El único recurso energético del edificio es la Energía Eléctrica, siendo los datos de consumo y facturación los que se muestran en la siguiente tabla:

	Consumo 2012 (kWh)	Facturación 2012 (€)	Coste 2012 €/kWh)
Electricidad	172.881	28.862	0,17 €
<b>TOTAL</b>	<b>172.881</b>	<b>28.862</b>	<b>0,17 €</b>

Tabla 1: Balance global suministros energéticos.

### 2.2 CONSUMO ELÉCTRICO

El consumo eléctrico es de **172.881 kWh/año** para 2012 con una facturación de **28.862 €**.

A continuación se estudiará la evolución del consumo mensual y por periodos.

#### 2.2.1 Consumo eléctrico mensual

Para el año 2012, se generan los gráficos de: consumo mensual por periodos, consumo eléctrico por periodos, consumo por coste eléctrico.

### Evolución consumo de energía eléctrica mensual y por periodos 2012

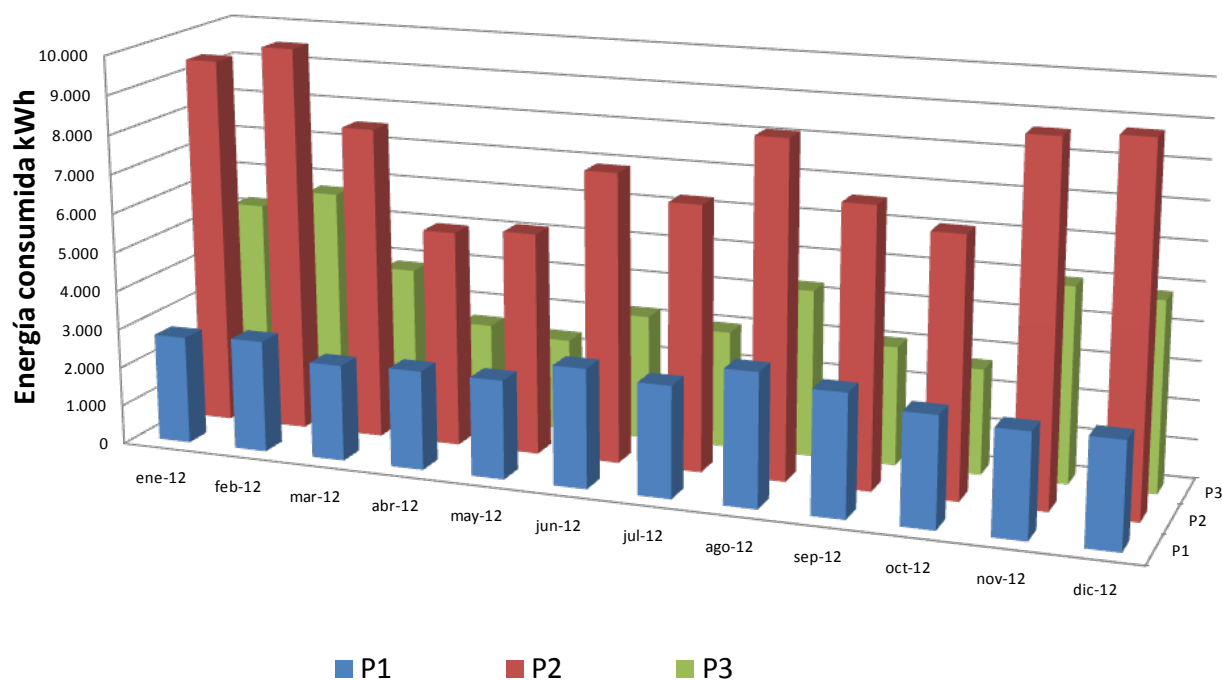


Gráfico 1: Consumo eléctrico mensual y por Periodos

### Reparto de consumo anual por periodos

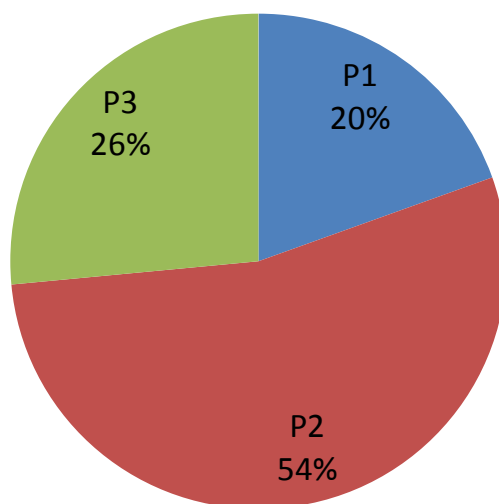


Gráfico 2: Reparto anual de consumo energético eléctrico por periodos.

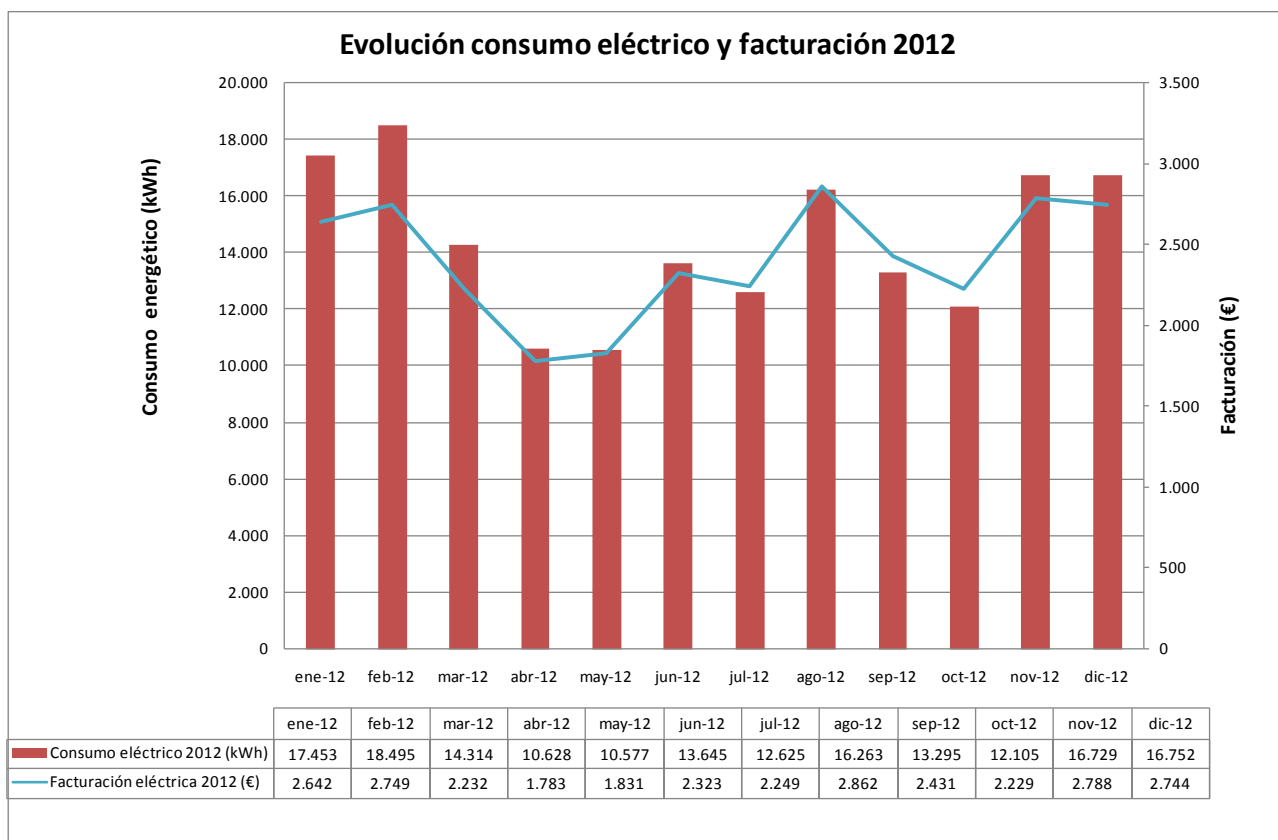


Gráfico 3: Evolución Consumo Eléctrico y Facturación en 2012

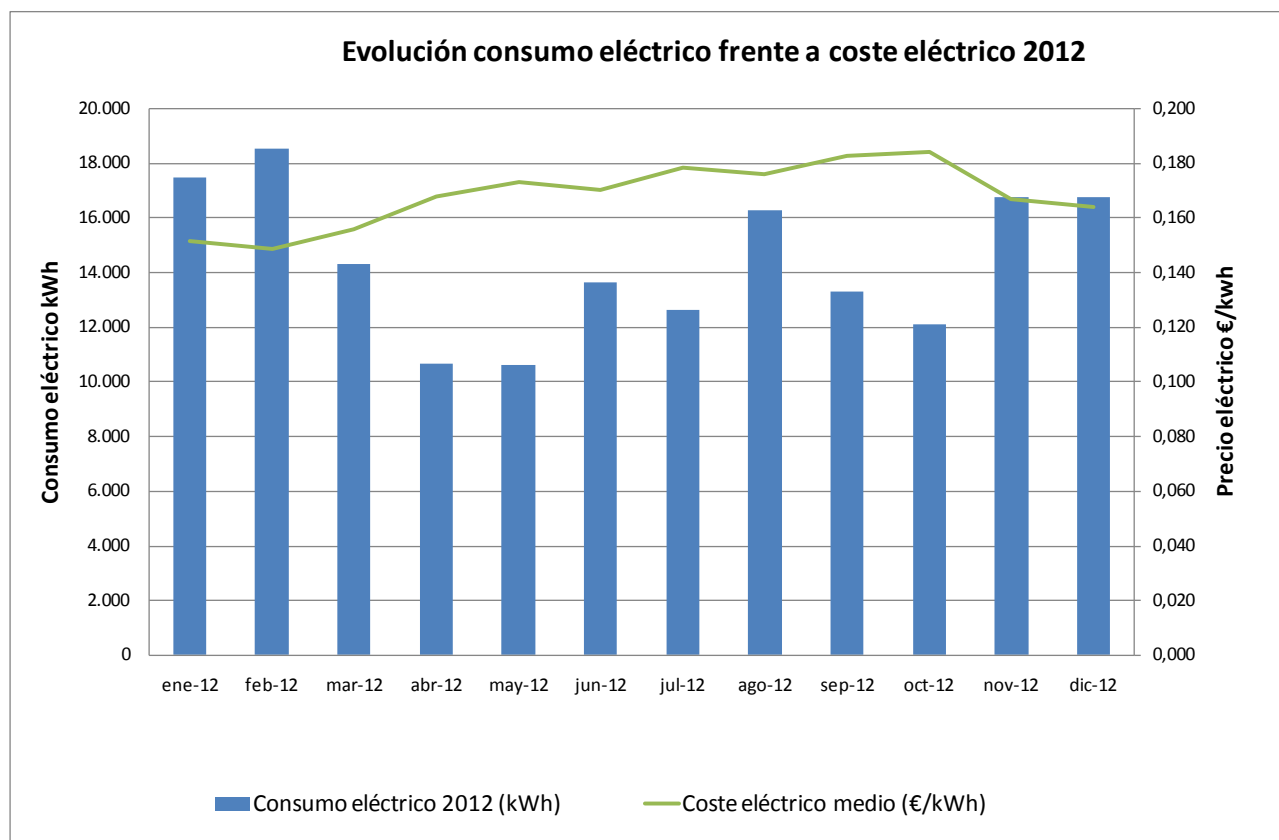


Gráfico 4: Consumo eléctrico vs Coste medio electricidad

El edificio del **MUSEO PEDAGÓGICO** tiene un consumo eléctrico medio de **14.406 kWh/mes**, con un aumento en los meses más fríos y más calientes, debido a los equipos de climatización, que son todos eléctricos. El coste eléctrico medio se situó para 2012 en **0,17 €/kWh** que servirá de base para la realización de los cálculos de ahorros energéticos.

### 2.2.2 Contrato Eléctrico Actual

La empresa dispone de un contrato en BT con tarifa de acceso 3.0A con la comercializadora Endesa. Los costes de un contrato anual con 3 periodos se componen de:

- **Términos regulados:** que se pagan al Distribuidor, en este caso ENDESA, a través del comercializador, la cual es la encargada del buen funcionamiento de la línea y la entidad responsable del suministro eléctrico bajo los estándares de calidad establecidos por la norma.

Periodos	Te (€/kWh)	Tp (€/kW año)
P1	0,018283	39,688104
P2	0,012254	23,812861
P3	0,004551	15,875243

Tabla 2: Tarifas de Acceso sin Impuesto eléctrico a partir de Agosto de 2013

- **Término variable:** correspondiente al consumo que se paga al comercializador, actualmente ENDESA, el cual puede ser negociado anualmente libremente.

El calendario de facturación del presente contrato es el siguiente, se aconseja que sea una herramienta cotidiana indispensable del departamento de producción y de mantenimiento debido a que repercute activamente en los costes de la empresa:

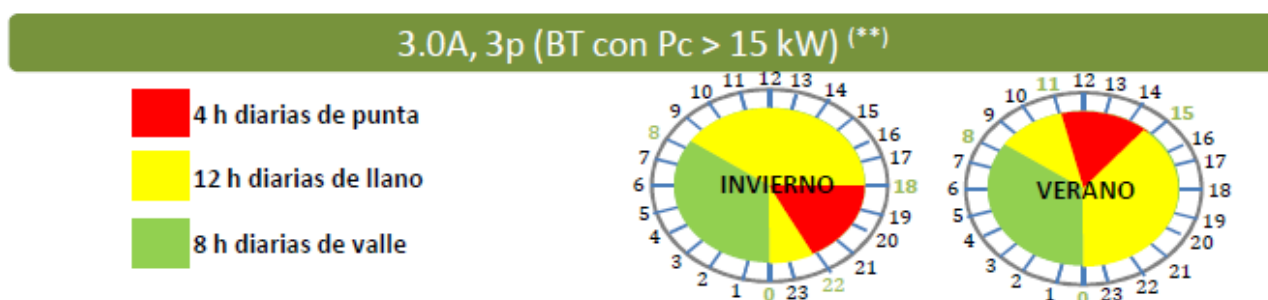


Tabla 3: Calendario de facturación tarifa 6.1, Orden ITC 2794/2007.

P1: Periodo punta

P2: Periodo llano

P3: Periodo valle

Actualmente la **potencia contratada** es de **105 kW** en todos sus periodos, de P1 a P3.

La potencia máxima registrada por el Maxímetro en el año 2012 fue:

Demanda máxima de potencia (kW)	
Desde / Hasta	Potencia máxima registrada
31/12/2011 - 31/01/2012	47
31/01/2012 - 29/02/2012	50
29/02/2012 - 31/03/2012	33
31/03/2012 - 30/04/2012	30
30/04/2012 - 31/05/2012	37
31/05/2012 - 30/06/2012	38
30/06/2012 - 31/07/2012	38
31/07/2012 - 31/08/2012	40
31/08/2012 - 30/09/2012	43
30/09/2012 - 31/10/2012	46
31/10/2012 - 30/11/2012	47
30/11/2012 - 31/12/2012	48

La potencia a facturar para los suministros con tarifa de acceso 3.0A, en los casos en los que el control de potencia se realice con maxímetro, es:

- Si la potencia máxima demandada registrada estuviere dentro del 85 al 105% respecto a la contratada, dicha potencia registrada será la potencia a facturar.
- Si la potencia máxima demandada registrada fuere superior al 105% de la potencia contratada, la potencia a facturar será igual al valor registrado más el doble de la diferencia entre el valor registrado y el valor correspondiente al 105% de la potencia contratada.
- Si la potencia máxima demandada fuere inferior al 85% de la potencia contratada, la potencia a facturar será igual al 85% de la citada potencia contratada.

En el Museo Pedagógico **la potencia máxima registrada está siempre por debajo del 85% de la potencia contratada** (105kW), por tanto **se le factura el 85% de la potencia contratada, es decir, 89,25 kW por periodo.** **La facturación anual** asociada a la potencia contratada, con las tarifas actuales, **es de 7.084 €/año.**

Si reducimos la Potencia Contratada en todos los periodos a 50 kW, el coste del Término de Potencia en la factura sería:



Mes	Potencia máxima registrada	Potencia a facturar con Pcont 50 kW	Término de Potencia con Pcont 50 kW
Enero	47	47	316,85 €
Febrero	50	50	304,46 €
Marzo	33	42,5	286,52 €
Abril	30	42,5	277,27 €
Mayo	37	42,5	286,52 €
Junio	38	42,5	277,27 €
Julio	38	42,5	286,52 €
Agosto	40	42,5	286,52 €
Septiembre	43	42,5	277,27 €
Octubre	46	46	310,11 €
Noviembre	47	47	306,63 €
Diciembre	48	48	323,59 €
			<b>3.539,53 €</b>

Esta reducción de la potencia contratada supondría un **ahorro económico directo de 3.545 €/año**.

### 2.2.3 Consumo de Energía Reactiva

El consumo de Energía Reactiva es alto, y la instalación no dispone de ningún elemento compensador de energía reactiva.

Consumo de energía reactiva (kVARh)					
Desde / Hasta	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Total (kVARh)	Total (€)
31/12/2011 - 31/01/2012	2.762	9.465	5.226	17.453	74,63 €
31/01/2012 - 29/02/2012	2.868	9.918	5.709	18.495	71,87 €
29/02/2012 - 31/03/2012	2.461	8.007	3.846	14.314	47,23 €
31/03/2012 - 30/04/2012	2.534	5.531	2.563	10.628	23,13 €
30/04/2012 - 31/05/2012	2.522	5.683	2.372	10.577	58,23 €
31/05/2012 - 30/06/2012	3.043	7.396	3.206	13.645	136,51 €
30/06/2012 - 31/07/2012	2.841	6.778	3.006	12.625	126,85 €
31/07/2012 - 31/08/2012	3.404	8.573	4.286	16.263	190,97 €
31/08/2012 - 30/09/2012	3.125	7.121	3.049	13.295	151,08 €
30/09/2012 - 31/10/2012	2.813	6.594	2.698	12.105	111,85 €
31/10/2012 - 30/11/2012	2.656	9.081	4.992	16.729	134,42 €
30/11/2012 - 31/12/2012	2.693	9.211	4.848	16.752	140,15 €
<b>Total</b>				<b>172.881</b>	<b>1.266,92 €</b>

Se factura la energía reactiva que **sobrepasa al 33% de la activa (no se computa el periodo 3)**.

Se recomienda estudiar la instalación de un equipo compensador de energía reactiva, para eliminar esta penalización, que supone al Ayuntamiento **1.266,92 €/año**.

### 2.2.4 Conclusiones

El resultado del estudio de los datos registrados por la empresa comercializadora indica una **potencia óptima de P1-P3 de 50 kW**, que revertiría en un ahorro para la organización de **3.545 €/año**.

La potencia contratada óptima en cada uno de los periodos sería:

**P1: 50 KW**

**P2: 50 KW**

### P3: 50 KW

El análisis se ha realizado en base a los datos registrados por el máxímetro, obtenidos de la oficina virtual de la empresa comercializadora Endesa Energía. Los responsables de operación y mantenimiento de las instalaciones deben revisar si el periodo de estudio (año 2012) corresponde a un periodo de normal funcionamiento de las instalaciones, para poder aplicar la reducción de potencia contratada, sin perjudicar el suministro eléctrico.

Por otro lado existe un consumo de energía reactiva tal que hace necesario estudiar la posibilidad de instalar un equipo de compensación de energía reactiva en el cuadro general de distribución.

### 3 DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 FASES DEL PROYECTO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA.

##### **Fase I: Pre-auditoría energética (PAE)**

- Estudio previo del potencial de ahorro y mejora.
- Definición de expectativas
- Definición del ámbito y alcance del trabajo
- Determinación de Mediciones y estudios
- Definición de factores claves del éxito

##### **Fase II: Recopilación y tratamiento de datos**

- Facturas y consumos eléctricos y combustibles.
- Planos y esquemas de instalaciones para estudios específicos.
- Inventario de equipos y sistemas.
- Régimen de trabajo y regulación de equipos
- Mediciones eléctricas in situ con analizador de redes.
- Termografiado de sistemas térmicos y cerramientos.
- Recogida de datos térmicos de las instalaciones.

##### **Fase III: Estudio de propuesta de mejora**

- Propuestas de tipo técnico y eficiencia de procesos
- Propuestas de sensibilización de personal y clientes
- Propuestas mantenimiento preventivo
- Propuestas organizativas y de planificación de equipos
- Propuestas de control de consumos: seguimiento energético y monitorización de consumos.

##### **Fase IV: Realización y seguimiento del plan de mejora.**

- Priorización de actuaciones
- Determinación calendario de implantación
- Monitorización y seguimiento de consumos.

## 4 ANÁLISIS DE LAS MEJORAS

### 4.1.1 Sellado de infiltraciones en ventanas mediante burletes

#### SITUACIÓN ACTUAL:

- Muchas de las ventanas presentan holguras por las que se produce transferencia de calor entre el exterior y el interior.

#### PROPUESTA:

- SELLADO VENTANAS MEDIANTE BURLETES

#### SITUACIÓN FUTURA:

- Se propone reducir las infiltraciones mediante la instalación de placas plásticas o burletes que evitan la infiltración de aire exterior y la reparación de defectos.
- Estimación: Sellado de una ventana de 1,2m x1,4m con aperturas de 2 cm, Dif temperatura: 21°C Interiores 7°C exteriores. Ahorro estimado del 10%. Tomado 10 ventanas.

Código	Medida:	Zona:			
A.2	Sellado de ventanas mediante burletes	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
25	10	5,6	15	2,7	Técnica

#### 4.2 ALUMBRADO GENERAL

##### 4.2.1 Sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo

###### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- Se han contabilizado 100 halógenos de 70W en el Museo Pedagógico, siendo ésta una tecnología poco eficiente con un consumo muy elevado.

###### **PROPUESTA: SUSTITUCIÓN DE HALÓGENOS POR LÁMPARAS DE BAJO CONSUMO**

###### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Reducción del consumo de iluminación mediante sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo.
- Datos de cálculo: Potencia de halógenos: 70W; Potencia lámparas bajo consumo: 26W;

Código	Medida:	Zona:			
B.4	Sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
5.617	2.247	1.235	800	0,6	Técnica



#### 4.2.2 Sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo en la Zona de Turismo


##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- Se han contabilizado 30 halógenos de 50W en la Zona de Turismo del Museo Pedagógico, siendo ésta una tecnología poco eficiente con un consumo muy elevado.

##### **PROPUESTA: SUSTITUCIÓN DE HALÓGENOS POR LÁMPARAS DE BAJO CONSUMO EN LA ZONA DE TURISMO**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Reducción del consumo de iluminación mediante sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo.
- Datos de cálculo: Potencia de halógenos: 50W; Potencia lámparas bajo consumo: 17W;

Código	Medida:	Zona:			
B.5	Sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo	Zona de Turismo			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
1.264	506	278	180	0,6	Técnica

#### 4.2.3 Reubicación de puestos de trabajo en función de las luminarias


##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- En la auditoría se detecta que los puestos de trabajo del personal del museo están distribuidos de tal forma que no reciben la luz adecuada de las luminarias instaladas, produciendo una falta de confort lumínico y perjudicando por tanto al personal.

##### **PROPUESTA: REUBICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO EN FUNCIÓN DE LAS LUMINARIAS**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Mejora de las condiciones de trabajo del personal del Museo al reubicar sus puestos en función de las luminarias existentes, de forma que no necesiten de ninguna iluminación extra para poder trabajar.

Código	Medida:	Zona:			
B.6	Reubicación de puestos de trabajo en función de las luminarias	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
-	-	-	-	-	Gestión

#### 4.2.4 Sustitución de tecnología de iluminación en los aseos

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- En los aseos del Museo Pedagógico se contabilizan 10 luminarias con lámparas halógenas de 35W.

##### **PROPUESTA: SUSTITUCIÓN DE HALÓGENOS POR LÁMPARAS DE BAJO CONSUMO EN ASEOS**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Reducción del consumo de iluminación de los aseos
- Datos de cálculo: Potencia de halógenos: 35W; Potencia lámparas bajo consumo: 17W; N° de lámparas por aseo: 5; N° de aseos: 2

Código	Medida:	Zona:			
B.7	Sustitución de halógenos por lámparas de bajo consumo en los aseos	Aseos			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
230	92	51	60	1,2	Técnica

#### 4.2.5 Instalación de detectores de presencia en Aseos

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- La iluminación de los aseos puede quedarse encendida por un olvido, ya que no existe ningún dispositivo que lo impida.

##### **PROPUESTA: COLOCAR DETECTORES DE PRESENCIA EN ASEOS**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Aseos iluminados solo durante los momentos de uso, con el consiguiente ahorro energético y económico.

Código	Medida:	Zona:			
B.8	Gestión eficiente iluminación. Detectores de presencia en aseos	Aseos			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
271	109	59,7	100	1,7	Gestión

#### 4.2.6 Instalación de detectores de presencia en pasillo

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**


- El alumbrado de los pasillos está encendido en muchos momentos innecesarios en los que no hay tránsito de personas.

##### **PROPUESTA:**

- **INSTALACIÓN DETECTORES DE PRESENCIA EN PASILLO**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Reducción del consumo de iluminación en zonas comunes instalando detectores de presencia en el pasillo.

Código	Medida:	Zona:			
B.9	Instalación de detectores de presencia en pasillo	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
415	166	91	100	1,1	Técnica

#### 4.2.7 Sustitución de fluorescentes por lámparas de bajo consumo en pasillos

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- El alumbrado de los pasillos consiste en luminarias con 4 tubos fluorescentes de 18W. Se contabilizan 4 luminarias.

##### **PROPUESTA:**

- **SUSTITUCIÓN DE FLUORESCENTES POR LÁMPARAS DE BAJO CONSUMO EN PASILLOS**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Reducción del consumo de iluminación en zonas comunes mediante la sustitución de tubos fluorescentes por lámparas de bajo consumo.

Código	Medida:	Zona:			
B.10	Sustitución de fluorescentes por bajo consumo en pasillos	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
102	41	22,5	64	2,8	Técnica



#### 4.2.8 Sectorización del alumbrado según el uso u ocupación

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**


- El alumbrado del edificio no está sectorizado según su uso u ocupación, detectándose zonas que se encuentran encendidas todo el día sin necesidad, como la Sala de Audiovisuales.

##### **PROPUESTA:**

- SECTORIZACIÓN DEL ALUMBRADO SEGÚN EL USO U OCUPACIÓN**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Reducción del consumo de iluminación del edificio mediante la adecuación del encendido de cada zona a su uso u ocupación.
- Datos de cálculo: Reducción del consumo por alumbrado de la Sala de Audiovisuales (4 focos de 14W y 4 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 18W encendidos todo el día).

Código	Medida:	Zona:			
B.11	Sectorización Alumbrado según uso u ocupación	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Ahorro de Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
548	219	120	500	4,1	Técnica

#### 4.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS

##### 4.3.1 Reducción consumos Stand-by oficinas, apagado climatizaciones, ordenadores y otros.

###### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- De las lecturas se desprende que existe un consumo residual de energía eléctrica en periodos no laborales. Este hecho es un sintoma de que parte de los equipos como climatizaciones, equipos informáticos no se desconectan durante noches y fines de semana.
- Este hecho incurre en un gasto energético innecesario por lo que se propone sensibilizar a los usuarios de su correcta gestión durante los fines de semana y después de la jornada laboral diaria.

###### **PROPUESTA:**

- REDUCCIÓN CONSUMOS STAND-BY OFICINAS, APAGADO CLIMATIZACIONES, ORDENADORES Y OTROS.

###### **SITUACIÓN FUTURA:**

- El apagado de equipos de climatización y otros revertirá en un ahorro energético inmediato.
- Según mediciones se detecta un consumo residual de 10kW en periodos no productivos. Suponemos que los consumos en stand-by innecesarios representan el 40%.

Código	Medida:	Zona:			
C.1	Reducción consumos Stand-by Oficinas, apagado climatizaciones, ordenadores y otros.	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
16.896	6.758	3.717	0,0 €	0,0	Gestión

#### 4.4 GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO

##### 4.4.1 Sustitución del equipo de climatización

###### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- Las medidas muestran que el equipo está constantemente encendiendo y apagando ya que pierde con frecuencia las propiedades de consigna.
- Esto es porque el equipo instalado no es adecuado para el edificio.

###### **PROPUESTA:**

- CAMBIO DEL EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN

###### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Sustitución del equipo de climatización para lograr un adecuado funcionamiento del sistema.

Código	Medida:	Zona:			
D.1	Cambio del equipo de Climatización	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
-	-	-	8.000	-	Técnica

#### 4.4.2 Instalación de deshumidificadores

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- El Museo Pedagógico requiere, por su uso, mantener unas condiciones tanto de temperatura como de humedad.
- Disponen de dos humidificadores portátiles para alcanzar humedad necesaria, pero el equipo actual de climatización no consigue deshumidificar el ambiente cuando es necesario.

##### **PROPUESTA:**

- **INSTALACIÓN DE DESHUMIDIFICADORES**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Se propone adecuar el equipo para reducir el consumo energético derivado del funcionamiento del mismo sin llegar a alcanzar las condiciones de Tª y humedad fijadas.
- Estimación de ahorro: 1% del consumo de climatización.

Código	Medida:	Zona:			
D.2	Instalación de deshumidificadores	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
1.729	692	288	2.000	6,9	Técnica

#### 4.5 SUMINISTROS ENERGÉTICOS

##### 4.5.1 Optimización contratación eléctrica

###### SITUACIÓN ACTUAL:

- Se ha analizado el contrato eléctrico del edificio del Museo Pedagógico
- Se analizan los datos de potencia máxima registrada por el maxímetro durante el año 2012, para poder optimizar la potencia a contratar.

###### PROPUESTA:

- OPTIMIZACIÓN CONTRATACIÓN ELÉCTRICA

###### SITUACIÓN FUTURA:

- Ajuste potencia contratada con el consiguiente ahorro económico directo en la factura eléctrica.

Código	Medida:	Zona:			
F.2	Reducción de potencia contratada	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
0	0	3.545€	0,0 €	0,0	Gestión

#### 4.5.2 Compensación de Energía Reactiva en Museo Pedagógico

##### **SITUACIÓN ACTUAL:**

- El Museo Pedagógico tiene unos costes anuales debidos al consumo de energía reactiva de 1.266,90 €/año.
- La energía reactiva que supera el 33% del consumo de energía activa, exceptuando la consumida en el Periodo 3 que no se cobra, genera unos costes.

##### **PROPUESTA:**

- **COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA EN MUSEO PEDAGÓGICO**

##### **SITUACIÓN FUTURA:**

- Ahorro económico por instalación de un equipo automático compensador de energía reactiva, que corrige el factor de potencia de la instalación, de forma que se elimina el coste por consumo de energía reactiva.

Código	Medida:	Zona:			
F.2	Compensación de Energía Reactiva en Museo Pedagógico	Museo Pedagógico			
Ahorro energético (kWh)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo retorno (años)	Tipología actuación
0	0	1.266,90 €	944,60	0,7	Técnica

#### 4.6 RESUMEN DE ACTUACIONES

Las actuaciones son de diversa tipología y carácter técnico. En la tabla siguiente se muestran el listado resumido de las actuaciones donde se indica el ahorro económico, energético y de emisiones de CO<sub>2</sub>, la inversión y el periodo de retorno de la inversión. Las medidas están codificadas con una letra y un número, la letra indica el campo de actuación según la siguiente tabla.

CODIGO	ACTUACIONES
A	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
B	ALUMBRADO E ILUMINACIÓN
C	EQUIPOS ELÉCTRICOS
D	GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO
E	INTEGRACIÓN DE EERR
F	SUMINISTROS ENERGÉTICOS

Tabla 4: Codificación de medidas. (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

A continuación se listan las medidas por campo de actuación.

##### Características constructivas

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO <sub>2</sub> /año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Sellado de infiltraciones en ventanas mediante burletes	25,50	10	5,6	15	2,7
<b>TOTAL</b>	<b>25,50</b>	<b>10</b>	<b>5,6</b>	<b>15</b>	<b>2,7</b>

Tabla 5: Características constructivas. (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

## Alumbrado

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Sustitución 100 halógenos por lámparas de Bajo Consumo	5.617	2.247	1.235	800	0,6
Sustitución de 30 halógenos por lámparas de Bajo Consumo en Zona Turismo	1.264	506	278	180	0,6
Reubicación de puestos de trabajo en función de las luminarias	-	-	-	-	-
Sustitución de halógenos en aseos	230	92	50,6	60	1,2
Instalación detectores de presencia en aseos	271	109	29,7	100	1,7
Instalación detectores de presencia en pasillos	415	166	91	100	1,1
Sustitución fluorescentes por lámparas de bajo consumo en pasillos	102	41	22,5	64	2,8
Sectorización circuitos de alumbrado. Sala Audiovisuales	548	219	120	500	4,1
<b>TOTAL</b>	<b>8.448</b>	<b>3.379</b>	<b>1.858</b>	<b>1.804</b>	<b>0,97</b>

Tabla 6: Alumbrado. (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

## Equipos eléctricos

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Reducción consumos stand-by	16.896	6.758	3.717	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>16.896</b>	<b>6.758</b>	<b>3.717</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabla 7: Equipos eléctricos. (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)



### Generación de calor y frío

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Cambio de equipo de climatización	-	-	-	8.000	-
Deshumidificador	1.729	692	288	2.000	6,9
<b>TOTAL</b>	<b>1.729</b>	<b>692</b>	<b>288</b>	<b>10.000</b>	<b>34,65</b>

Tabla 8: Generación de calor y frío. (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

### Suministros energéticos

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Optimización Potencia Contratada	0	0	3.545	0	0
Compensación Energía Reactiva	0	0	1.266,90	944,60	0,7
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.812</b>	<b>945</b>	<b>0,20</b>

Tabla 9: Suministros energéticos.

**NOTAS:** Los cálculos de **ahorros económicos** se han realizado en base a los costes eléctricos del **MUSEO PEDAGOGICO** las mediciones realizadas por UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA y las estimaciones de los parámetros de funcionamiento del personal de la empresa.

En la **inversión** se consideran los costes de equipos y materiales de las actuaciones en base a proveedores habituales, no entendiéndose en ningún caso como presupuesto de instalador debido a la singularidad de las mismas.

Con el fin de ayudar a la visualización en conjunto de las medidas se desarrollan varias estrategias y herramientas de decisión, en primer lugar se muestran en la siguiente tabla las **medidas de nula inversión** que deberían acometerse en primer lugar.

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Reubicación de puestos de trabajo en función de las luminarias	-	-	-	-	0
Reducción consumos stand-by	16.896	6.758	3.717	0	0
Optimización Potencia Contratada	0	0	3.545	0	0

Tabla 10: Medidas de nula inversión. (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

En segundo lugar, aquellas que han sido valoradas económicamente **se ordenan en función de periodo de retorno**, es un indicador económico que ayuda a la priorización de las medidas.

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Sustitución 100 halógenos por lámparas de Bajo Consumo	5.617	2.247	1.235	800	0,6
Sustitución de 30 halógenos por lámparas de Bajo Consumo en Zona Turismo	1.264	506	278	180	0,6
Compensación Energía Reactiva	0	0	1.266,90	944,6	0,7
Instalación detectores de presencia en pasillos	415	166	91	100	1,1
Sustitución de halógenos en aseos	230	92	50,6	60	1,2
Instalación detectores de presencia en aseos	271	109	29,7	100	1,7
Sellado de infiltraciones en ventanas mediante burletes	25,5	10	5,6	15	2,7
Sustitución fluorescentes por lámparas de bajo consumo en pasillos	102	41	22,5	64	2,8

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Sectorización circuitos de alumbrado. Sala Audiovisuales	548	219	120	500	4,1
Deshumidificador	1.729	692	288	2.000	6,9
Cambio de equipo de climatización	-	-	-	8.000	-

Tabla 11: Medidas ordenadas por periodo de retorno.

A modo de resumen y teniendo en cuenta que algunas de las medidas son complementarias el global de las actuaciones sería el siguiente.

Propuesta de medida	Ahorro energético [kWh/año]	Ahorro emisiones [kgCO2/año]	Ahorro económico [€/año]	Inversión [€]	Periodo retorno [años]
Características constructivas	25	10	5,61 €	15,00 €	2,67
Alumbrado e iluminación	8.448	3.379	1.858,53 €	1.804,00 €	0,97
Equipos eléctricos	16.896	6.758	3.717,12 €	0,00 €	0,00
Generación de Calor y frío	1.729	692	288,62 €	10.000,00 €	34,65
Integración de EERR	-	-	-	-	-
Suministros Energéticos	0	0	4.811,92 €	944,62 €	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>27.098</b>	<b>10.839</b>	<b>10.681,79 €</b>	<b>12.763,62 €</b>	<b>1,19</b>

Tabla 12: Resumen de actuaciones.

## 5 GESTIÓN ENERGÉTICA

La auditoría energética es el punto de partida para la implantación de un sistema de gestión energética. "Un Sistema de Gestión Energética (SGE) es parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política energética y gestionar sus aspectos energéticos" (NORMA ISO 50001). La Directiva Europea 2012/27/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos establece los objetivos y las bases. Los objetivos principales del SGE son:

- Mejorar la eficiencia del uso final de la energía
- Gestionar la demanda energética
- Fomentar la producción de energía renovable

Cuyas principales consecuencias son la disminución de energía primaria, emisiones de CO<sub>2</sub> y el coste asociado, aprovechamiento de los potenciales ahorros de energía, reducción de la dependencia energética de la empresa, aumento de la responsabilidad social corporativa, cumplimiento de la normativa y la mejora de la imagen de la organización.



Ilustración 10: Modelo de sistema de gestión energética. (Fuente: Norma ISO 50001)

El SGE es un sistema de mejora continua en todos los niveles de la empresa, en especial la dirección debe estar comprometida y convencida de sus múltiples beneficios. El ciclo (ilustración 4), se compone principalmente de:

- *Política energética:* establecer el compromiso de la alta dirección de la organización para mejorar la eficiencia energética. Establecer un compromiso de mejora continua, cumplimiento de la legislación y proporcionar un marco y un plan para la definición y revisión de objetivos.
- *Planificación:* Evaluación de los aspectos energéticos con impacto significativo controlables por la organización. Identificación de equipos y sistemas de gran consumo, identificación de mejoras, estudio de uso de fuentes renovables, seguridad y calidad del aprovisionamiento. Todo ello, con el fin de establecer objetivos y metas medibles, concretas y con asignación de responsabilidades, en el programa energético.
- *Implementación y operación:* En esta fase se debe llevar a cabo el programa energético. Se definen las funciones, responsabilidades y recursos, se incorpora la monitorización a la planta, se realiza seguimientos y toma de datos y se elaboran informes. El proceso aparece en la ilustración 2.
- *Examen y medidas correctivas:* Evaluación de los resultados energéticos mediante auditorías internas e implementación de medidas de corrección.

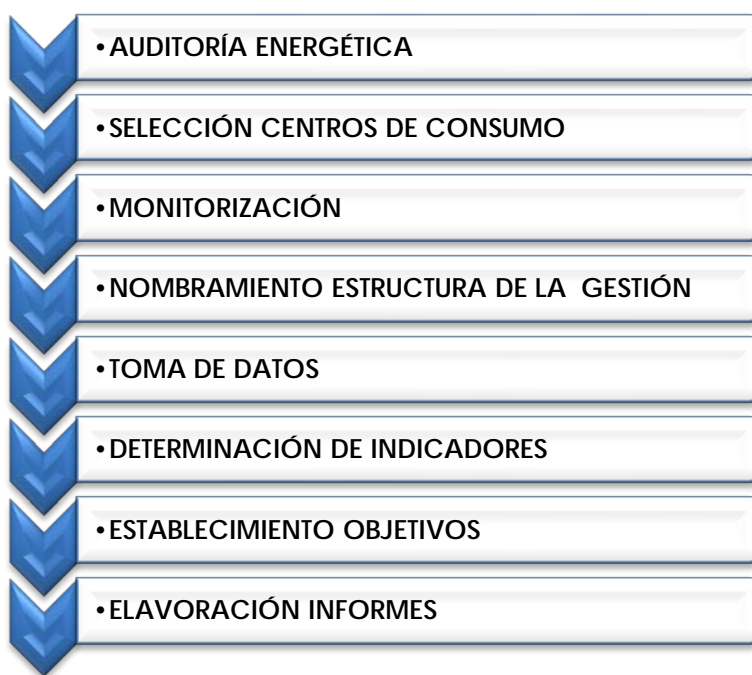


Ilustración 11: Fases implantación de un sistema de gestión de la energía



## ANEXOS

---

**ANEXO I- RESUMEN MEDICIONES**  
**ANALIZADOR DE REDES HT PQA823**

Nº	INICIO	FIN	MEDICIONES ANALIZADOR DE REDES HT PQA823	Hora de inicio medición	Hora de fin
1	20-06-2013	24-06-2013	CUADRO GENERAL	10:46	08:46

Tabla 13: Resumen mediciones analizador PQA823 (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)



## ANEXO II. MEDICIONES, DATOS Y GRÁFICAS DE CONSUMO.

Cuadro General. Jueves 20- Lunes 24 de Junio de 2013

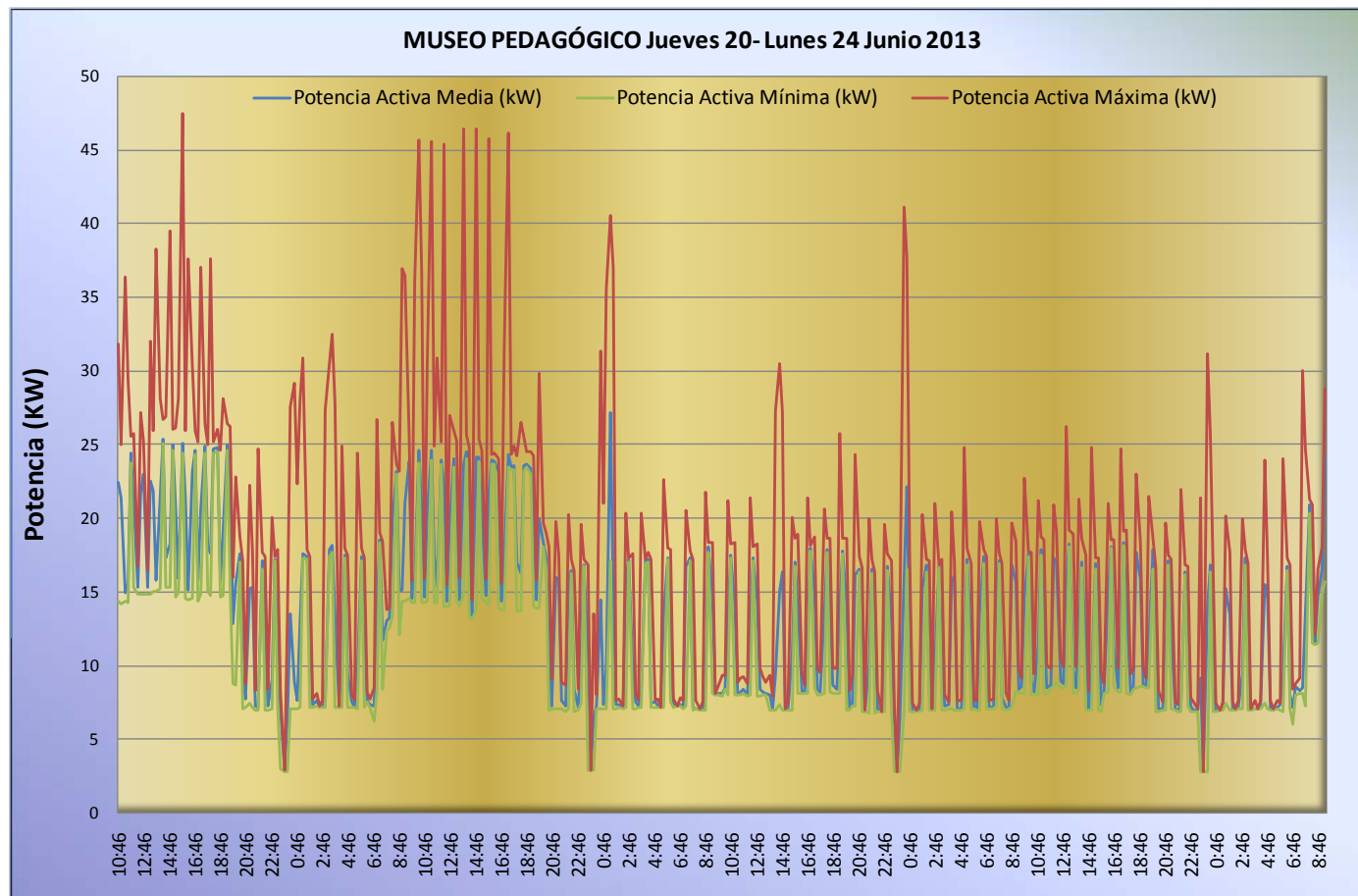


Gráfico 5: Cuadro General (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

## Comentarios generales

Con las mediciones realizadas entre el Jueves 20 de Junio hasta el lunes 24 de Junio pueden extraerse las siguientes conclusiones

### **Cuadro General:**

Representa el perfil de consumo del Museo Pedagógico de Huesca. El edificio está en máximo consumo, con picos que llegan hasta los 47 Kw durante las horas de máxima ocupación, reduciéndose el consumo durante el fin de semana.

En la gráfica se aprecian constantes arrancadas y paradas procedentes de sistema de climatización del edificio. Los equipos están constantemente arrancado y parando debido como consecuencia de las exigencias de climatización del museo.

Este perfil de consumo indica que el sistema no es lo suficientemente potente para conseguir las condiciones de consigna por lo que se le está haciendo trabajar de forma forzada, lo cual puede repercutir directamente la disminución de la vida útil de los equipos que forman la instalación de climatización.

Se recomienda revisar y rediseñar la instalación de climatización apoyándola con equipos complementarios.

## Análisis de Armónicos

Los dispositivos y los sistemas que producen armónicos se encuentran presentes en todos los sectores, es decir, el industrial, el comercial y el residencial. Los armónicos se producen por cargas no lineales (es decir, cargas que al ser alimentadas por una tensión senoidal, dan como respuesta una onda de intensidad deformada, no lineal).

A continuación se indican ejemplos de cargas no lineales:

- Equipo industrial (soldadoras, hornos de arco, hornos de inducción, rectificadores).
- Variadores de velocidad para motores CC o asíncronos.
- SAI.
- Equipos de oficina (ordenadores, fotocopiadoras, faxes, etc.).
- Electrodomésticos (televisores, hornos microondas, iluminación fluorescente).
- Algunos dispositivos con saturación magnética (transformadores).

Los armónicos que circulan por las redes de distribución reducen la calidad de la alimentación eléctrica. Esto puede producir una serie de **efectos negativos**:

- Sobrecargas en las redes de distribución debido al aumento en la corriente en rms.
- Sobrecargas en los conductores neutros debido al aumento acumulativo en los armónicos de tercer orden creados por cargas monofásicas.
- Sobrecargas, vibración y envejecimiento prematuro de generadores, transformadores y motores, así como aumento del ruido del transformador.
- Sobrecargas y envejecimiento prematuro de los condensadores utilizados en la corrección del factor de potencia.
- Distorsión de la tensión de alimentación que puede perturbar las cargas sensibles.
- Perturbaciones en las redes de comunicación y en las líneas telefónicas.

Los armónicos tienen importantes **consecuencias económicas**:

- El envejecimiento prematuro del equipo hace que se tenga que sustituir con más frecuencia, a menos que se sobredimensione desde el principio.
- Las sobrecargas en la red de distribución pueden necesitar niveles de contratación de potencia superiores y aumentar las pérdidas.
- La distorsión de las ondas de corriente produce disparos intempestivos que pueden detener la producción.

### Umbrales críticos de los diferentes indicadores

Las siglas **THD** equivalen a Total Harmonic Distortion, tasa de distorsión total armónica, y es un indicador ampliamente utilizado en la definición del nivel de contenido armónico en señales senoidales.

#### 1) La **THDv** caracteriza la **distorsión de la onda de tensión**.

A continuación se muestra una serie de valores THDv y los fenómenos correspondientes en la instalación:

- Por debajo del 5%: situación normal, sin riesgos de funcionamiento incorrecto.
- Del 5 al 8%: contaminación armónica importante, puede que se produzca algún funcionamiento incorrecto.
- Superior al 8%: contaminación armónica importante, es probable que se produzca algún funcionamiento incorrecto. Es necesario un análisis profundo y la instalación de dispositivos de atenuación.

#### 2) La **THDi** caracteriza la **distorsión de la onda de corriente**.

A continuación se muestra una serie de valores THDi y los fenómenos correspondientes en la instalación:

- Por debajo del 10%: situación normal, sin riesgos de funcionamiento incorrecto.
- Del 10 al 50%: contaminación armónica importante con riesgo de aumento de temperatura y la necesidad consiguiente de sobredimensionar cables y fuentes.
- Superior al 50%: contaminación armónica importante, es probable que se produzca algún funcionamiento incorrecto. Es necesario un análisis profundo y la instalación de dispositivos de atenuación.

De acuerdo a las gráficas mostradas de la tasa de Distorsión Total Armónica (THD) en los diferentes puntos de medida realizados **se concluye**:

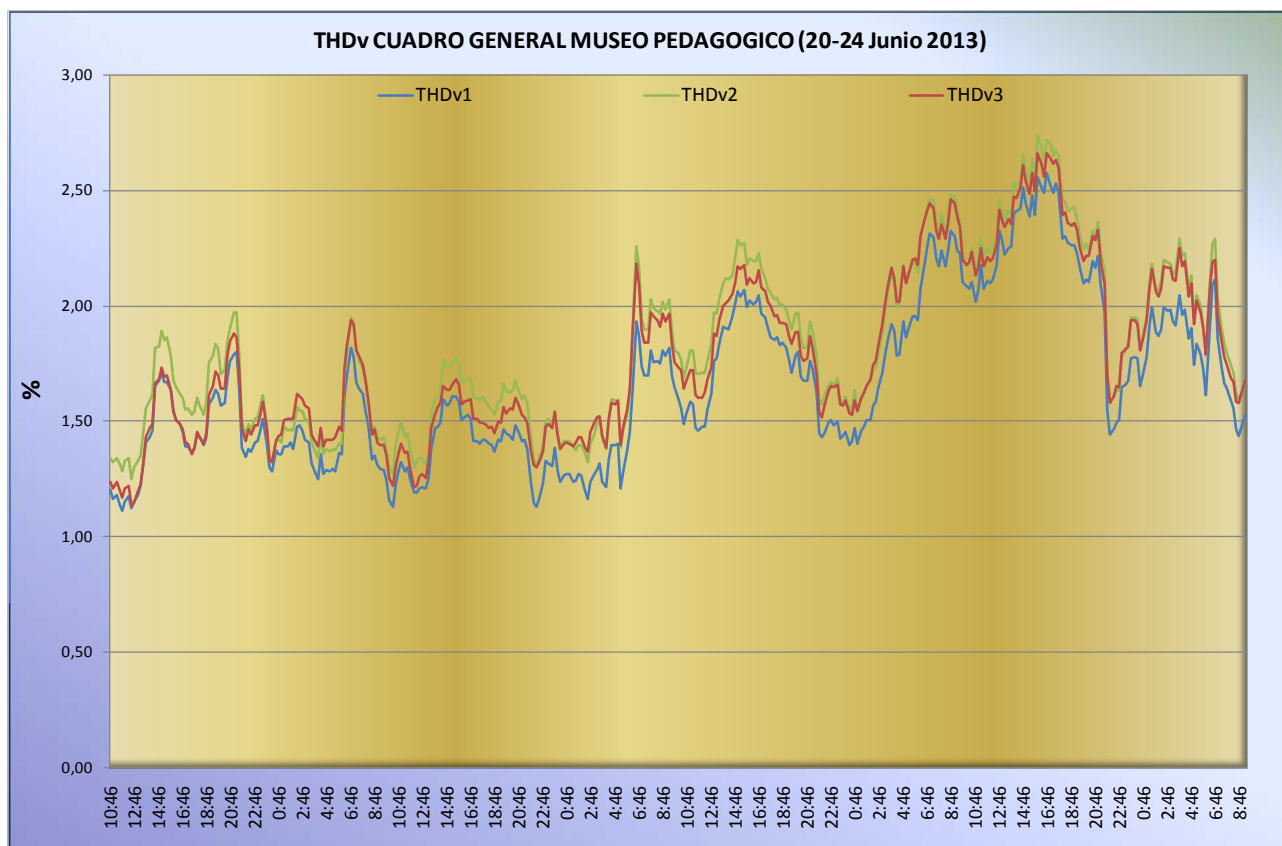


Gráfico 6: THDv Cuadro General (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

Los valores registrados de la THD de la onda de tensión reflejan una **situación normal**, sin riesgos de funcionamiento incorrecto.

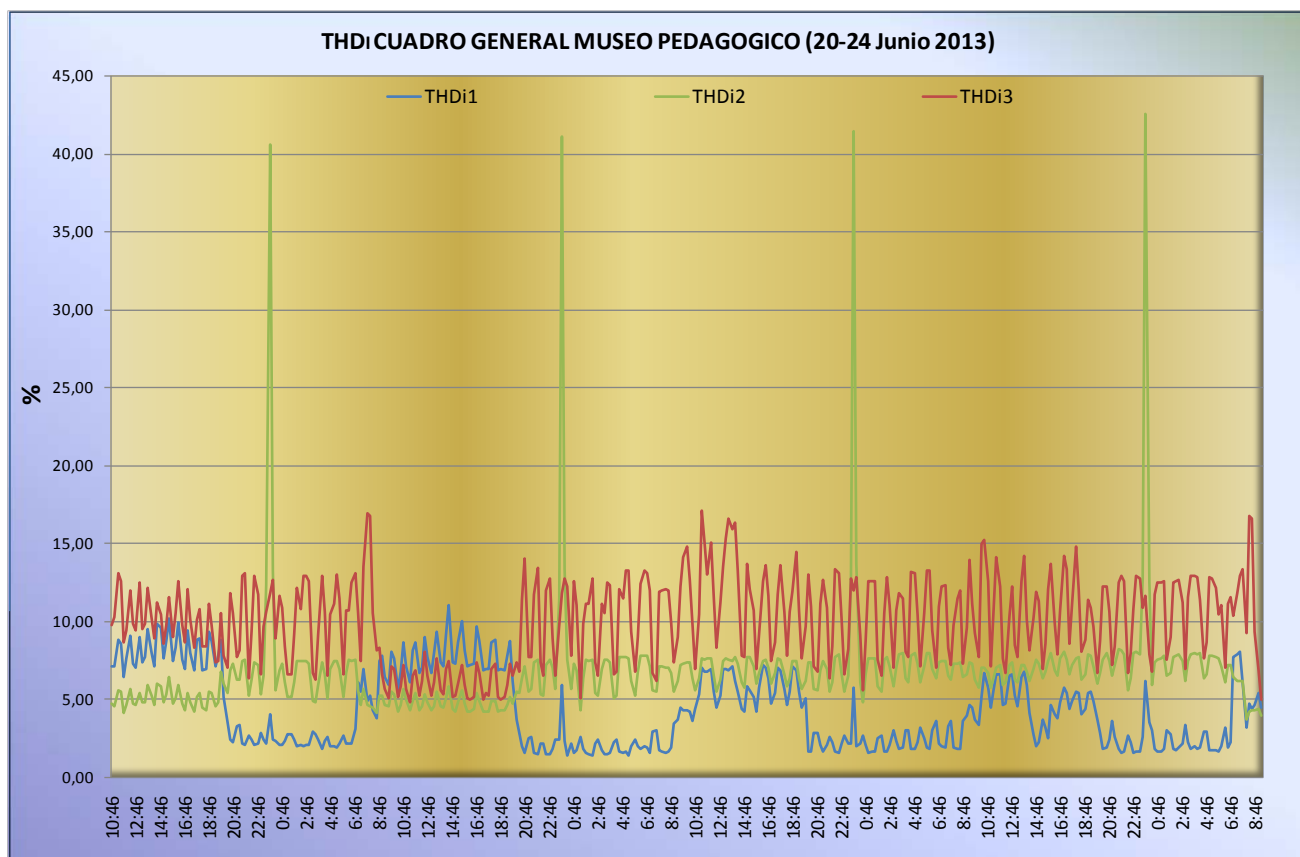
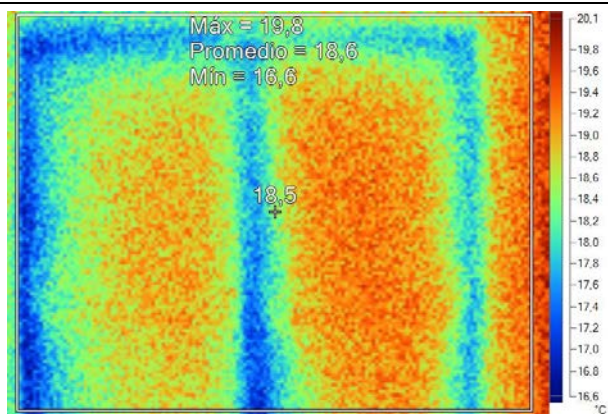

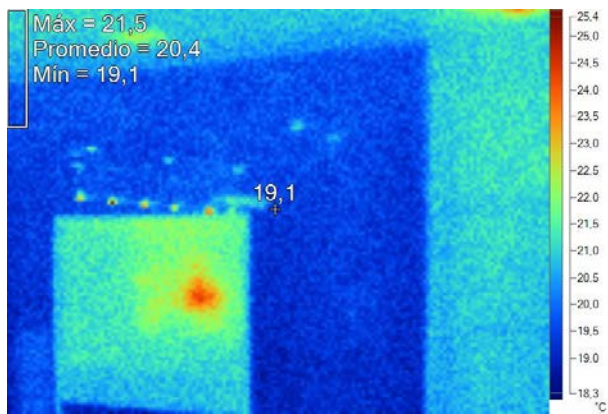



Gráfico 7: THDi Cuadro General (Fuente: Auditoría energética UTE TRYBOS-SATEL-TAFYESA)

Los valores registrados de la THD de la onda de corriente reflejan una **contaminación armónica importante**, sería necesario un **análisis profundo** y valorar la instalación de un **filtro de armónicos**.

## ANEXO III. ESTUDIO TERMOGRÁFICO

Como parte de la auditoría y con el fin de detectar las ineficiencias térmicas de los sistemas instalados se realizó un termografiado de los equipos con mayor consumo energético. A continuación se muestran los principales resultados, en ellos aparecen la imagen termográfica, la imagen visual, la descripción de las fotos y las medidas correctoras a acometer.

TÍTULO Y DESCRIPCIÓN	Cód.: 001
Museo Pedagógico <div> <div data-bbox="188 725 798 1137">  </div> <div data-bbox="853 725 1401 1137">  </div> <div data-bbox="188 1178 798 1590">  </div> <div data-bbox="853 1178 1401 1590">  </div> </div>	
OBSERVACIONES	
La puerta de entrada tiene grandes holguras que provocan transferencia de calor de dentro a fuera del edificio en invierno y de fuera hacia dentro en verano, se recomienda la colocación de una doble puerta para mejorar la eficiencia energética en la planta baja del edificio.	