



COMUNICACIÓN TÉCNICA

## Eficiencia energética en PYMEs

Autor: Rocío Pena Rois

Institución: Centro Tecnológico AIMEN

e-mail: [rpena@aimen.es](mailto:rpena@aimen.es)

Otros Autores: David Fernández Núñez (AIMEN); Isaac Campos Valverde (AIMEN); Paula Villar Sola (AIMEN)

## RESUMEN

El consumo energético asociado a las PYMEs supone un 10% del total nacional. A pesar de este dato, las PYMEs no han realizado ningún esfuerzo para reducir sus niveles de consumo. Teniendo en cuenta este contexto, el Centro Tecnológico AIMEN ha desarrollado dos proyectos titulados 'Eficiencia energética en PYMEs industriales' y su continuación, 'Ahorro energético en PYMEs industriales' cuyo objetivo principal consiste en mejorar la eficiencia energética de este tipo de empresas. Para ello, ha contado con la colaboración de otros centros tecnológicos para cubrir gran parte del territorio nacional. Entre los dos proyectos han participado más de 40 PYMES de diferentes sectores industriales como cerámica, metalmecánico, plástico,... En primer lugar se realizaron estudios del consumo energético. Con este fin, se adaptó la metodología de auditoría energética a las PYMEs de modo que fuese flexible para adaptarse a muy diferentes sectores industriales. También se ha considerado que en una PYME no cuenta con tanta información disponible como una gran empresa. Esto conlleva la ventaja de que el número de aspectos energéticos a tener en cuenta es menor. Una vez conocido el consumo, se propusieron medidas para mejorar la eficiencia energética de cada PYME. Algunas de ellas son básicas, y las grandes empresas ya las están aplicando desde hace tiempo. Algunos ejemplos son medidas dirigidas a asegurar la calidad de la energía, medir los consumos o mejorar equipos como los sistemas de aire comprimido, iluminación,... Durante este trabajo, se observó que las PYMES no conocen su consumo energético porque suponen que este es despreciable para su economía. El principal resultado del proyecto ha sido que, de forma general, una PYME puede ahorrar con pequeñas actuaciones más de un 10% de energía. Las PYMES deben tener clara su factura energética y dónde se consume la energía para identificar sus aspectos energéticos. Una solución puede ser la implementación de sistemas de gestión de energía como el que describe la norma EN 16.001. También pueden ahorrar energía mejorando el mantenimiento de instalaciones y renovando equipos obsoletos por otros nuevos de bajo consumo. Por otro lado, las PYMES pueden aplicar energías renovables como la solar o biomasa para lograr una mayor eficiencia energética.

**Palabras Clave:** Eficiencia energética, energía, PYMES, gestión energía

## 1. Introducción

La energía es uno de los pilares del desarrollo de la sociedad actual, y su disponibilidad y uso eficiente es una pieza clave a la hora de determinar el éxito o fracaso de las economías mundiales. La demanda creciente de energía ha provocado una tendencia al alza del precio del petróleo, y consigo, del gas natural y de la energía eléctrica. Este crecimiento de la demanda energética, especialmente en el sector industrial hace que la eficiencia energética se vuelva una necesidad de gran importancia en el desarrollo. Una de las primeras herramientas para conciliar producción industrial y eficiencia energética son las auditorías energéticas. Esta metodología ha demostrado su eficiencia a escala mundial para diagnosticar y mejorar el rendimiento y la eficiencia energética de las instalaciones industriales.

El ahorro energético es un tema que pequeñas y medianas empresas deben tener muy presente, ya que se convierte, en muchas ocasiones, en una excelente estrategia de reducción de costes. La eficiencia energética es el modo más rápido, económico y limpio de reducir nuestro consumo energético, y con ellos, las emisiones de gases de efecto invernadero para cumplir los objetivos de Kioto, siendo esta una demanda en crecimiento de los diferentes actores del mercado actual.

En la mayoría de las instalaciones industriales existentes, incluidas las PYMES, se pueden alcanzar ahorros energéticos de hasta un 30% empleando soluciones y tecnologías disponibles en la actualidad. Es aquí donde las acciones locales cobran vital importancia ya que el uso de un 1 kWh de uso requiere 3 kWh de producción debido a las importantes pérdidas eléctricas producidas en la red de distribución y transmisión. Por tanto, por cada unidad energética que se ahorra, se obtienen ahorros triples de producción. Para ello, es necesario tener en cuenta tres claves: realizar un consumo responsable de la energía con la adopción de hábitos responsables; implantar en la empresa un sistema de control y mantenimiento que prevenga averías, evite consumos injustificados y aumente la vida útil del equipamiento y, finalmente, buscar alternativas de ahorro energético, con la implantación de fuentes de energía renovables.

Las auditorías energéticas suponen una herramienta fundamental para incrementar la eficiencia energética en las empresas, permitiendo el conocimiento del consumo así como los factores que le afectan. De este modo, pueden determinar los potenciales ahorros energéticos asociados, analizando la viabilidad tanto técnica como económica de la posible implantación de estas medidas. También se muestra como una herramienta de gestión y planificación de los consumos energéticos de una instalación, independientemente de su naturaleza o su tamaño.

La auditoría energética comprende una primera fase de toma de datos en la que se emplea personal cualificado y equipos destinados al registro de parámetros como los componentes de los gases de combustión, parámetros eléctricos o parámetros de iluminación. También debe hacerse un inventario de los equipos propios de la instalación a auditar. Tras ello, deberán analizarse todos los datos para detectar las ineficiencias energéticas. A continuación, se deberá buscar las diferentes soluciones destinadas a

reducir el consumo energético de la instalación, para finalmente poder cuantificar esas medidas en términos energéticos, económicos y medioambientales.

En AIMEN, se ha llevado a cabo el proyecto Innoempresa Suprarregional del 2007 “EFICIENCIA ENERGETICA EN PYMES DEL SECTOR INDUSTRIA” en colaboración con 2 centros tecnológicos españoles más, basado en el desarrollo de auditorías energéticas con un alcance de 21 empresas de diversos sectores. A continuación, con la misma tipología se ejecutó el proyecto de la convocatoria Innoempresa Suprarregional del 2008 “ACTUACIONES DE AHORRO ENERGETICO EN PYMES INDUSTRIALES” con un alcance de 25 empresas en toda España y la colaboración de 4 centros tecnológicos, contando con la financiación de ambos proyectos por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio.

Dentro del apartado técnico, se realizaron auditorías energéticas a distintos sectores productivos buscando la optimización del proceso desde un punto de vista de eficiencia energética. Dentro de los sectores industriales estudiados presenta una vital importancia el subsector metal mecánico siendo el eje fundamental del estudio, aunque también destacan auditorías en empresas de la industria de segunda transformación de la madera y cerámica.

## 2. Objetivos

El objetivo de este estudio ha sido evaluar las posibilidades de ahorro energético que tienen las PYMES en España. Para ello, se ha adaptado la metodología de las auditorías energéticas a las singularidades de las pequeñas empresas.

Las auditorías tienen como fin en analizar las necesidades energéticas de la empresa auditada, integrando a todos los equipos y sistemas que forman parte de ella, y proponer soluciones de mejora en materia de ahorro de energía y de incorporación de nuevas energías que sean viables técnica y económicamente.

Por tanto, los objetivos específicos de los trabajos de auditoría son:

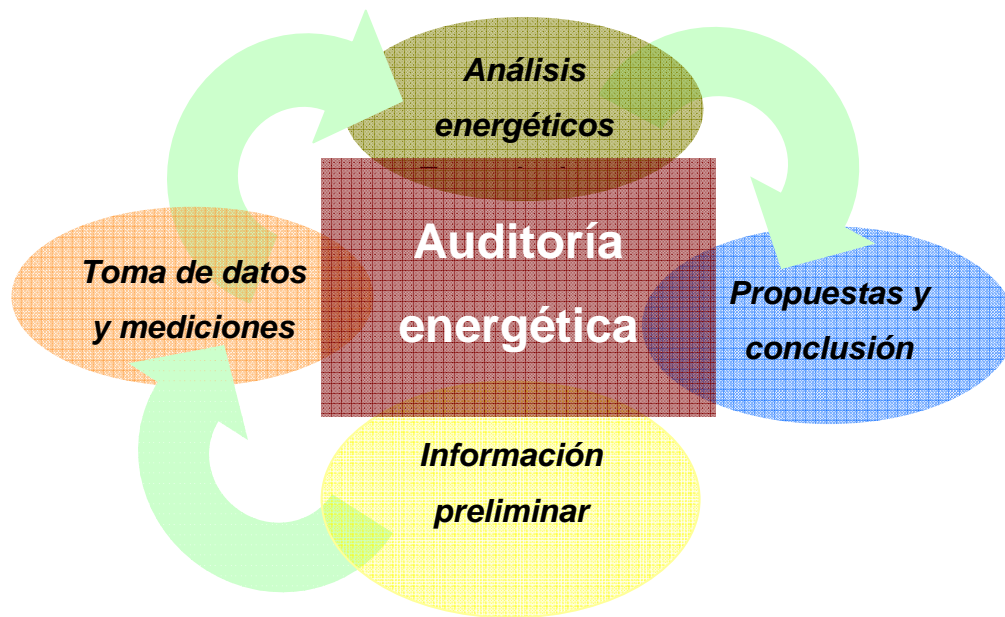
- **Optimizar** consumos energéticos
- **Reducir** las emisiones por unidad de producción
- **Conocer** la situación general y los puntos críticos
- **Analizar** la posibilidad de utilizar energías renovables.

Para conocer este potencial de ahorro y las posibles mejoras, se ha definido una metodología de eficiencia energética que incluye una serie de herramientas adaptadas a las PYMES, entre las que se incluyen los diagnósticos de eficiencia energética, auditorías energéticas, asesoramiento a la renovación de equipos y diseño de nuevos productos, sistemas de gestión energética, potencial de aplicación de energías renovables, entre otras.

## 3. Metodología

La metodología propuesta para la realización de auditorías energéticas se resume en la conocer el proceso productivo de la empresa, cuánta energía se consume y dónde, e identificar y evaluar medidas de ahorro y eficiencia energética así como facilitar la toma de decisiones en la empresa con respecto a su ejecución. El análisis progresivo proporciona el dónde y el cómo se usa la energía en las instalaciones, y permite evaluar técnica y económicamente las posibilidades de reducir el coste específico de la energía en un establecimiento, de manera rentable y sin afectar la cantidad y calidad del producto.

La metodología propuesta en las auditorías se diferencia cuatro pasos, como se representan en la *Figura 1*.



**Figura 1. Diagrama flujo de la metodología de auditoría energética empleada**

### **Información preliminar**

El primer paso de una auditoría energética es el establecimiento de un canal de comunicación activa con la empresa que proporciona la información necesaria, para poder conocer las instalaciones, el sistema productivo y realizar una buena preparación y organización del trabajo.

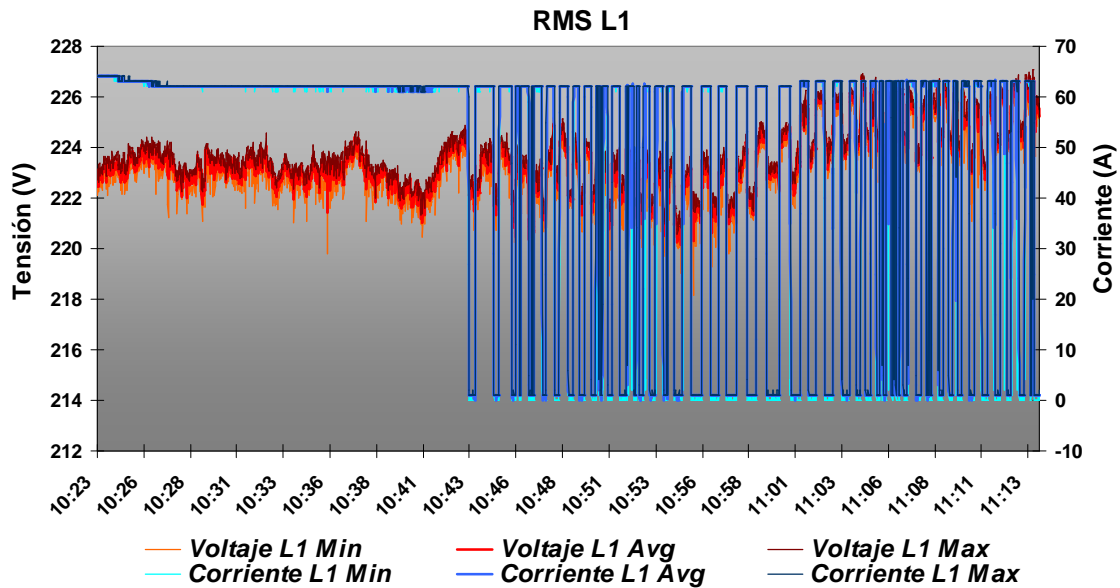
La principal información a solicitar a la empresa se fundamenta en:

- Datos generales y de contacto de la fábrica.
- Número de empleados, distribución de trabajo, turnos y horarios, calendario laboral.
- Planos de la fábrica, planta, oficina, conductos de refrigeración, climatización, conductos de distribución de vapor, aceite térmico, agua sobrecalentada, instalaciones térmicas, iluminación.
- Inventario de luminarias y lámparas de alumbrado.
- Descripción del proceso productivo.
- Listado de equipamiento instalado.
- Información histórica de las facturas de los suministros de energía (electricidad, gas, etc.).
- Esquemas unifilares eléctricos.
- Datos de producción de los distintos procesos.

Con toda la información anterior se puede proceder a realizar la planificación de los trabajos buscando para maximizar el aprovechamiento del tiempo de trabajo durante la realización de la auditoría.

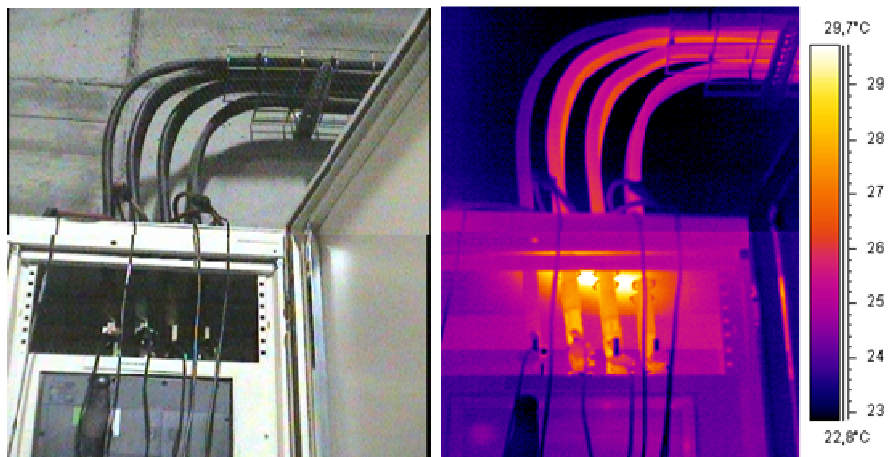
## Toma de datos y mediciones

El segundo paso es la toma de datos, mediciones puntuales y mediciones durante periodos representativos, como por ejemplo la medición del funcionamiento de hornos industriales reflejada en la *Figura 2*.



**Figura 2. Representación de tensión y corriente del funcionamiento de horno tipo**

Una vez analizada la información anterior deberá determinarse cual es necesaria para contemplar todos los datos, identificando y evaluando las mejores propuestas a alcanzar la eficiencia energética. Existen herramientas fundamentales para complementar este proceso, donde destaca el estudio termográfico de las instalación mostrándose un ejemplo gráfico de dicho estudio en la *Figura 3*.



**Figura 3. Representación termográfica de cuadro eléctrico industrial**

Las mediciones se realizan con el fin de identificar la energía consumida en un equipo, una parte de proceso o en el proceso total. A partir de esta información posterior se podrá realizar balances energéticos y calcular la eficiencia de los distintos equipos. Los principales tipos de mediciones a la hora de realizar las auditorías son:

- Medidas eléctricas, con analizadores de red.
- Análisis de gases de combustión con los analizadores de gases.
- Fotografías termográficas, con cámara termográfica.
- Niveles de iluminación, con luxómetro.

### **Análisis energéticos**

En el tercer paso se realizan los análisis energéticos, proporcionando una imagen de la situación energética actual de la instalación auditada. Gracias a este análisis se pueden identificar deficiencias y áreas de oportunidad que ofrecen un potencial de ahorro.

Con todos los datos recopilados se procederá a la elaboración de un diagnóstico que permita conocer la situación en cuanto a consumos y optimizar los equipos y procesos de la empresa. Este informe de diagnóstico incluye:

- Cálculo de los balances de materia y energía.
- Cálculo de rendimiento y consumos específicos.
- Descripción de los sistemas empleados, indicando las características, adecuación tecnología, consumos, pérdidas y rendimientos de los diferentes equipos, procesos e instalaciones.
- Nivel de servicio, analizando la sobre o infrautilización de las instalaciones respecto a su nivel óptimo.
- Diagramas de flujo energético.

### **Propuestas y conclusiones**

Para finalizar, se proponen las mejoras y actuaciones más adecuadas para mejorar la eficiencia energética en la empresa. Se valoran el ahorro que ocasionan, la inversión el periodo de retorno o las posibles subvenciones aplicables en cada caso.

Una vez realizado el estudio energético de los distintos equipos, se determinan los ahorros potenciales de energía a través de revisiones de procesos, la instalación de nuevos equipos que sustituyan a los que se están empleando, el aprovechamiento de calores residuales, establecimiento de las condiciones óptimas de trabajo de los equipos, etc.

De esta manera se pueden determinar los ahorros potenciales de energía de cada una de las medidas propuestas respecto del total de energía utilizada en la operación, y respecto del total de energía utilizada en la planta.

Se realiza un análisis económico de las inversiones a acometer con el objeto de lograr los ahorros potenciales propuestos. En él, se calcula el periodo de amortización, además de establecer un orden de prioridades para la realización de los proyectos en función de la





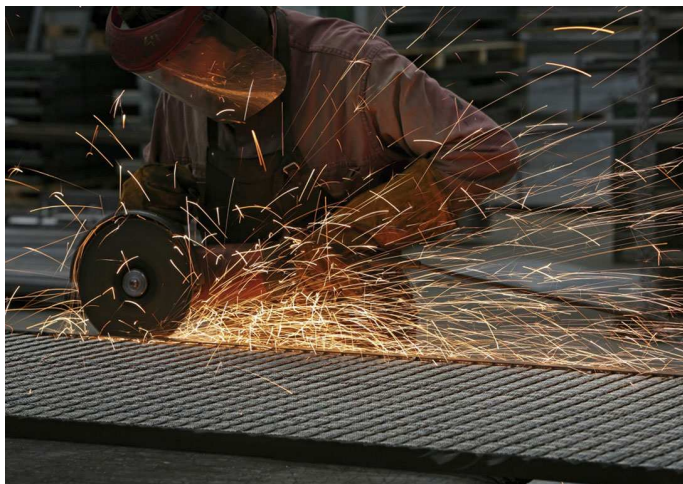
rentabilidad de los mismos y de la situación financiera de la empresa. En el informe final se recogen los ahorros potenciales y las mejoras propuestas. En la descripción de ahorros potenciales se indican aquellos puntos donde se produce un consumo excesivo de energía y la posibilidad de ahorro. El apartado de mejoras incluye un programa de mejoras en las instalaciones o la puesta en marcha de nuevos equipos y procesos, el análisis de viabilidad económica, estudiando la rentabilidad periodo de amortización y prioridad de las mismas.

#### **4. Resultados**

En el proceso de estudio e información inicial se analizaron las principales fuentes energéticas del estrato de empresas auditadas pertenecientes en su mayoría al sector metal. La principal fuente energética de las PYMES analizadas es la energía eléctrica, alcanzado un nivel medio de abastecimiento del 75%, seguido de gas natural, gasoil y en último lugar la presencia de gases auxiliares de proceso como el Ar, O<sub>2</sub>, acetileno, etc.

Tras el análisis preliminar de la información y la obtención de los primeros balances energéticos de las PYMES auditadas se procede al estudio de consumos por unidad de proceso. Según la experiencia de AIMEN se pueden discernir los siguientes procesos fundamentales dentro del sector metal en general:

- Mecanizado/montaje.
- Fundición.
- Soldadura.
- Corte.
- Elevación y movimientos de caras.
- Sistemas, iluminación y consumos asociados actividad de oficina.



**Figura 4. Imagen de del proceso industrial en el sector metal mecánico**

El peso energético del proceso de mecanizado varía del 30-45% del total de la empresa, en función de la tipología específica de la misma. Dentro de los consumos de esta unidad de proceso es necesario destacar la repercusión energética que suponen equipamientos

como tornos, mandrinadoras y fresadoras representando respectivamente un 15%, 10% y 5% del consumo total de la empresa.

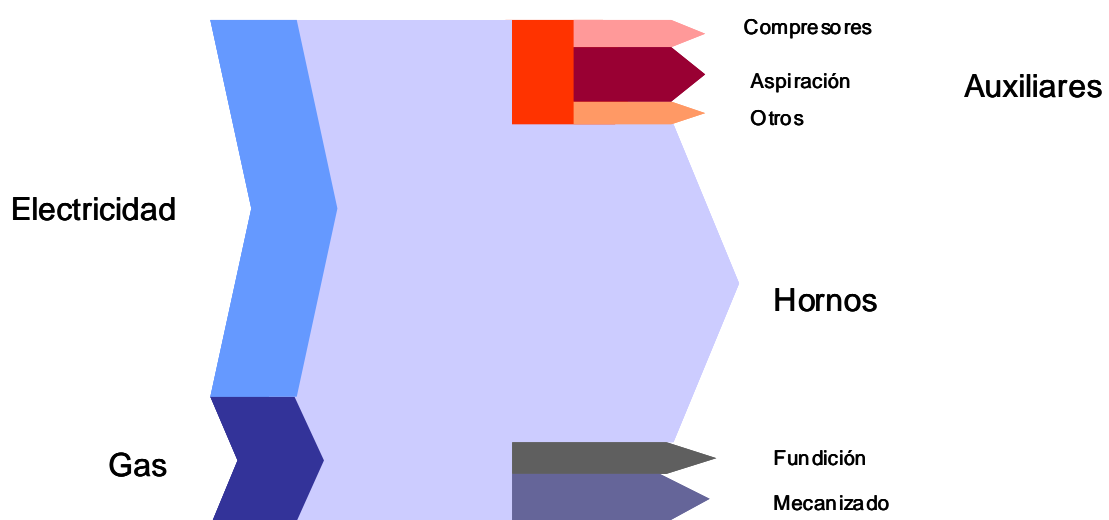
Destacar que las auditorías en fundiciones muestran unas peculiaridades que difieren respecto al resto de PYMES del sector metal. En la unidad de proceso de fundición se alcanza un consumo de los hornos que puede variar de 30-45% en función de las distintas características e importancia de los mismos.

Un proceso común en las empresas del metal es el de soldadura, generalmente MIG y TIG, con una repercusión energética relativamente constante del 30%. Esto suele estar debido a la utilización de equipamientos antiguos, siendo una fuente potencial para la mejora de la eficiencia energética.

El corte es un proceso fundamental dentro del sector metal y su consumo fluctúa entre 20-30% del total. Destaca el consumo producido por tecnologías específicas como puede ser el corte por plasma y oxicorte con valores promedio de 18%.

Otros consumos importantes son los sistemas de elevación compuestos por polipastos y puentes grúa suponiendo en empresas de calderería hasta un máximo de un 10% del consumo energético. Otros sistemas como los de aire comprimido mediante compresores y sistemas hidráulicos por bombas, pueden ser objeto de importantes medidas de ahorro energético como la inclusión de variadores de frecuencia con el objetivo de optimizar el funcionamiento de los mismos, mucho más ajustada a la demanda real de la empresa.

Por ultimo, hay que destacar el sistema horizontal de iluminación y oficinas, en especial el primero de estos, ya que puede alcanzar una repercusión del 5-10% y es sencillo obtener ahorros energéticos. A continuación, en la *Figura 5*, se muestra un diagrama del proceso industrial de una empresa tipo del subsector fundición. Se puede observar las entradas de energía y su distribución en las distintas unidades de proceso.



**Figura 5. Diagrama de Sankey de la instalación industrial de una fundición**

Mediante el proceso de análisis de información y la toma de datos registradas en los dos primeros pasos de la metodología de auditorías energéticas, se obtuvieron dos tipologías fundamentales de propuestas energéticas, las designadas como buenas prácticas y las mejoras de proceso. En las primeras la inversión económica es mínima y se resumen en la ejecución de una buena conducta y revisión de contratos, optimización de organización de trabajo, etc. Por contra, las mejoras de proceso muestran una mayor repercusión económica y por tanto, muestran un importante tiempo de retorno en alguno de los casos.

A continuación se presenta una breve descripción de ejemplos de buenas prácticas aplicadas.

### **Buenas prácticas**

- Negociación de factura:
  - Reducción de potencia contratada.
  - Optimización de la elección de la discriminación horaria.
- Corrección de reactiva.
- Detección y corrección de fugas del sistema de aire comprimido.
- Mantenimiento y control del aislamiento.
- Mantenimiento de motores, cuadros eléctricos.
- Mejoras en la organización.
- Sistemas de regulación de iluminación.
- Reposición/sustitución de lámparas antiguas por nuevas de mayor eficiencia.

### ***Negociación de factura y corrección de reactiva***

Tras los primeros análisis de información, que en su caso son las primeras consultas del histórico de facturas energéticas y calidad de red, se puede obtener las primeras medidas propuestas. A partir de estos registros, se determinan las directrices energéticas de la empresa. Como tendencia general, un número importante de empresas cuenta con un recargo por exceso de reactiva así como una potencia máxima instalada no adecuada al consumo real de la empresa. Se detectan potencias superiores en un 30% a la demanda de la factoría. La principal medida a ejecutar consiste en la optimización de esta potencia contratada así como la instalación o redimensionamiento de la batería de condensadores.

Por otro lado, también destaca la posibilidad del cambio de tarifa en función de la distribución de la jornada o de la carga de trabajo. Obteniendo, en determinados casos, ahorros sustanciales (próximos al 10%) con el cambio de tarifa de 3 a 6 periodos tarifarios. Este conjunto de medidas no produce una reducción directa de la energía, y su periodo de retorno es casi inmediato, suponiendo unos ahorros económicos importantes a las empresas (5%).

### ***Medidas organizativas***

Un estudio en profundidad de diagramas de flujos, tiempos de funcionamiento y parada, pueden proporcionar un ahorro del 2% en la mayoría de las empresas y su periodo de retorno es casi inmediato.

### ***Mantenimiento y detección de fugas***

También destaca la optimización de las actividades de mantenimiento ya que en muchos casos un incremento del mismo, ya sea de motores como de los distintos asilamientos de los equipamientos auditados puede dar lugar a unos ahorros del 3%. Dentro de las actividades de mantenimiento, destaca la identificación de pérdidas o fugas en los sistemas de aire comprimido. Un óptimo mantenimiento de los mismos puede llegar a suponer ahorros del 2%.

En esta medida se hace imprescindible el empleo de técnicas termográficas para realizar un perfecto diagnóstico no solo de motores sino también de cuadros eléctricos y de los elementos que pueden estar expuestos a una anormal temperatura de funcionamiento.

### ***Iluminación, regulación y sustitución***

Las mejoras en el sistema de alumbrado son de múltiple tipología. Por un lado, se contempla la instalación de distintos sistemas de regulación tanto de presencia como corpuscular, y por otro, el cambio de reactancias o balastos de naturaleza electromagnética por electrónicos. También pueden planearse reposiciones o sustituciones de lámparas actuales por otras de mayor eficiencia.

Los sistemas de regulación y control, apagan, encienden y regulan la luz mediante interruptores, detectores de movimientos y presencia, células fotosensibles o calendario y horarios preestablecidos, permitiendo un mayor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, y dotando de mayor flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético alcanzado al instalar este tipo de sistema se sitúa en torno al 60%.

En la mayoría de instalaciones auditadas está generalizado el uso de reactancias electromagnéticas, siendo conscientes que la sustitución de estas reactancias por balastos electrónicos supone una serie de mejoras como: un aumento de la vida útil de los tubos en un 50% pasando de 12.000 horas de vida estándar a 18.000 horas, eliminación de fenómenos de parpadeo y electroboscópicos mejorando de este modo el confort y disminuyendo la fatiga visual y favorecen a una reducción del consumo energético en un 40%.

Se recomienda el uso de lámparas de elevada eficiencia luminosa y larga vida útil. En ambientes interiores se recomienda el empleo de lámparas fluorescentes de elevado rendimiento, en zonas de poca altura, y vapor de sodio a alta presión, halogenuros metálicos en función del índice de reproducción cromático para zonas de altura. En ambientes exteriores se aconseja e utilizar lámparas de vapor de sodio. Se estima que en el progreso de esta sustitución se obtiene un valor de ahorro de 30-40%.

### **Mejoras de proceso**

Las mejoras de proceso propuestas de modo general para las empresas (PYME) auditadas son:

- Mejora de equipos de soldadura.
- Renovación de equipos.
- Instalación de variadores de velocidad.
- Cambio de motores antiguos por motores de nueva generación.
- Energías renovables, calderas de biomasa instalaciones termo solares y fotovoltaicas.
- Medidas específicas para hornos:
  - Recuperación de calor residual.
  - Monitorización de instrumentos de hornos.
  - Automatización de proceso.
  - Mantenimiento de correcto ratio de gas natural oxígeno.
  - Control de temperatura del caldo.

### ***Mejora de equipos de soldadura y renovación de equipos***

Como se ha mencionado anteriormente, dentro del sector metalmecánico destaca el consumo del proceso de soldadura. Es en esta unidad de proceso donde se pueden obtener importantes ahorros energéticos, modificando los equipos antiguos de la empresa por equipos que muestran una tecnología "inverter". Una de las partes importantes del equipo de soldadura es el transformador de energía. Un transformador de energía ineficiente consume cantidades innecesarias de energía haciendo que los costes aumenten. Esto se puede resolver utilizando transformadores tipo "inverter" Para el cálculo se supone una eficiencia energética de soldeo de los equipos actuales del 70% y que operan un total de 1.600 h/año de operación. Un transformador tipo "inverter" tiene una eficiencia del 90% y una potencia en vacío de 0,05 kW. Y a niveles prácticos el beneficio real de esta medida puede suponer un 12% del ahorro total.

### ***Renovación de equipos e instalación de variadores de velocidad***

La instalación de variadores de frecuencia en sistemas de aire comprimido y la adquisición o renovación de equipos pueden ofrecer ahorros de 40% pero retornos de inversión de 5-10 años siendo medidas poco populares a ejecutaren un corto plazo. Sin embargo, es un factor de peso a la hora de realizar nuevas compras.

También puede instalarse variadores en un motor. Según estudios, una disminución del 10% de caudal de una bomba puede suponer aproximadamente una reducción de un 25% en el consumo de energía. Estas máquinas siempre estarán trabajando al 100% del caudal máximo. Al instalar variadores de frecuencia en cada uno de los motores se trabajaría en cada momento al caudal preciso lo que supondría un ahorro energético, que a nivel global puede llegar a suponer un ahorro de 4%.

Se estima el potencial ahorro energético de una máquina antigua en un 40% de su consumo. Este mayor consumo suele ser debido, entre otros factores, a transformadores ineficientes, motores eléctricos de diseño obsoleto, motores rebobinados... Para el cálculo, se han considerado los equipos de más de 20 años que a nivel global suponen ahorros de 15-20%.

### ***Medidas específicas para hornos***

Dentro de las medidas específicas para el sector de fundición, destaca el **mantenimiento de un correcto ratio entre el gas y el oxígeno** en los quemadores del horno de fundición para asegurar un ahorro de combustible. Si el porcentaje de oxígeno es menor del óptimo, una parte del gas natural alimentado no se quemará. Si es mayor, parte del calor generado se perderá en calentar ese exceso de oxígeno. Este parámetro se ajusta a las recomendaciones del fabricante del horno, según se trabaje en llama alta o baja con un exceso del 5-10% de O<sub>2</sub>.

Para asegurar que se trabaja con un exceso del 5-10% de O<sub>2</sub> modo continuo, es necesario comprobar de forma periódica la composición de los gases a la salida del horno, y en función de esta ajustar la presión de entrada de los gases al quemador, ya que puede estar influenciada por las condiciones atmosféricas (temperatura y humedad), calidad del gas natural, etc. Los ahorros conseguidos al implementar esta medida en un horno de fundición están entre el 2-10% del consumo de gas.

La **recuperación del calor residual** de los hornos de fundición es un ejemplo de aprovechamiento de energía que de otra manera se desperdiciaría. Debido a que las posibilidades de reutilización de este calor dentro de la fundición son pocas, esta es una medida que no está muy extendida, a pesar de que puede suponer ahorros energéticos de hasta un 25% del consumo del horno. Lo habitual es recuperar el calor que se pierde por las paredes y, en el caso de un horno a gas, utilizar el calor residual de los gases de combustión.

Algunas opciones para reutilizar el calor residual de un horno de fundición son obtener agua caliente sanitaria y calefacción para la fábrica, o calentar y secar la materia prima antes de introducirla al horno. Este sistema permitirá aprovechar el 5% del calor del horno que se pierde en los gases de combustión.

### ***Energías renovables***

Por último, en las auditorías energéticas se ha buscado introducir distintas **fuentes de energía alternativas u opciones renovables**, para el suministro energético del proceso productivo industrial. Las tres fuentes de energía que muestran un potencial uso son: la energía solar térmica, la energía solar fotovoltaica y la biomasa. Son centrales productoras que permiten al propietario obtener cierta rentabilidad económica debido a los kWh producidos a un precio incentivado y no van asociadas al autoconsumo.

La energía solar térmica o energía termosolar, consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse para la producción de agua caliente, permitiendo obtener ahorros en el consumo de combustibles convencionales, dependiendo del uso, diseño de la instalación régimen de necesidades térmicas... La energía fotovoltaica transforma la radiación solar en energía eléctrica mediante paneles a partir de silicio.

En las instalaciones industriales, la biomasa suelen emplearse como combustible en calderas de calefacción por lo que podría considerarse la implantación de sistemas

energéticos que empleen la biomasa para calefactar espacios o como apoyo para producir calor de proceso.

## **Conclusiones**

Las principales conclusiones obtenidas a partir de las auditorías energéticas del sector metal son, por un lado, que el aporte energético fundamental es eléctrico en un 75% respecto al uso de combustibles como son el gas natural, propano o gasoil. Dentro de las unidades de proceso las de montaje, soldadura, fundición son las de mayor repercusión energética y donde se han de encaminar las principales potenciales medidas de eficiencia energética.

Tras los estudios preeliminares y la obtención del prediagnóstico energético de las empresas se puede apreciar que en la mayoría de los casos se producen recargos por energía reactiva de más de 2%, debido a una ausencia o mal dimensionamiento de las baterías de condensadores. También se han registrado múltiples caso de potencias contratadas un 30% mayor a las necesidades reales de la empresa. Por otro lado, se muestra una falta de la optimización de la discriminación horaria en función del comportamiento industrial de la empresa.

En la cuarta fase de la metodología de las auditorías energéticas (propuestas y conclusiones) se proponen unas medidas de mejora y conclusiones que muestran dos topologías claramente diferenciadas, por un lado las encaminadas a buenas prácticas y por otras las mejoras de proceso.

Las primeras suponen medidas que muestran una ejecución inmediata y periodos de retorno muy reducido, destacando las medidas de organización de trabajo, negociación de facturas, y optimización del servicio de mantenimiento. Debido a sus características muestran un mayor nivel de aceptación empresarial.

Por otro lado, las medidas de mejora de proceso presenta unos ahorros energéticos potenciales mayores, asociadas a unos altos costes de implantación y retornos de inversión mucho mayores, dentro de estas medidas propuestas sobresale la renovación de equipos e instalación de variadores de velocidad.

Tras el diseño, y el estudio de estas medidas de ahorro tanto técnico como económico, se puede concluir que dentro del estrato de las empresas auditadas existe un ahorro potencial superior al 35% donde aproximadamente un 10-15% pueden atribuirse a las buenas practicas mientras que resto se asigna a las mejoras de proceso.