

# AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA

MECANIZADO POR  
**ARRANQUE DE VIRUTA**



**Durante el año 2011, la Cámara de Gipuzkoa, junto con el Dpto. de Medio Ambiente de la Diputación Foral de Gipuzkoa, la Asociación Patronal ADEGI y la Kutxa Ekogunea, (obra social de Kutxa) promovieron un proyecto que consistió en la realización de 20 diagnósticos de ahorro y eficiencia energética en sendas industrias de Gipuzkoa. Este diagnóstico ha venido acompañado de acciones de formación, benchmarking y un servicio de asistencia técnica durante un periodo de 6 meses tras la realización de los diagnósticos. Este informe recoge los resultados y conclusiones principales del trabajo realizado. Consideremos que por regla general son de aplicación para empresas cuyo proceso productivo principal sea el mecanizado por arranque de viruta con independencia del sector industrial con el que se identifique la empresa.**

## 1.- Síntesis de los resultados.

### El ahorro energético medio potencial.

El ahorro medio potencial detectado ha sido del 11,9% del consumo energético realizado por las empresas en el año 2011. Este ahorro equivale a 569,9 toneladas de petróleo equivalente (en adelante TEP), o 4.104 barriles de petróleo.

La adopción de estas medidas supone evitar la emisión de 905 Tn de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, cantidad que equivale a la emisión de CO<sub>2</sub> producida por el consumo doméstico de 323 familias en un año.

La inversión necesaria para lograr el ahorro energético planteado es de 626.460€, a una media de 31.323€ por empresa.

El ahorro energético logrado al año supone un ahorro económico de 330.173€, es decir, una media de 16.508€ por empresa, por lo que en 23 meses las empresas recuperan la inversión realizada.

### El ahorro energético medio real.

A cada una de las empresas se le propuso de media la adopción de 10 medidas de ahorro energético, algunas de las cuales no requerían inversión alguna. Adicionalmente se les propuso también la adopción de medidas de buenas prácticas (aspecto que trataremos más adelante).

Cada empresa realizó una selección sobre las medidas propuestas basada en sus criterios y circunstancias. Cada empresa seleccionó una media de 4,3 medidas. Su aplicación supone:

- El ahorro del 4,7 % del consumo energético realizado por las empresas en el año 2011. Este ahorro equivale a 223,26 TEP, o 1.608 barriles de petróleo.

- Evitar la emisión de 341,6 Tn de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y es equivalente a la emisión anual generada por 127 familias.
- La inversión necesaria para lograr el ahorro energético planteado es de 155.296€ a una media de 7.765€ por empresa.
- El ahorro energético logrado al año reporta un ahorro económico de 129.965 €, es decir, una media de 6.498 € por empresa, por lo que en 14 meses las empresas recuperan la inversión realizada.

### Las buenas prácticas.

Consideramos como buenas prácticas aquellas medidas que de adoptarse contribuyen a reducir los consumos energéticos de la actividad analizada, pero cuyo efecto no puede ser cuantificado por distintas circunstancias.

A cada empresa se le ha propuesto la incorporación de 35 buenas prácticas que contribuyen a la reducción de consumos energéticos. Al realizar la propuesta, las empresas ya tenían adoptadas de media 11 de las medidas indicadas.

Sobre las propuestas las empresas se han comprometido a implementar 10 buenas prácticas adicionales. El conjunto de las empresas participantes se comprometen a llegar a un nivel de aplicación de buenas prácticas en el ahorro y eficiencia energética que alcanza el 61 % de las posibles cuando en la situación original se encontraban a un nivel del 31 %.

Aunque no es cuantificable su aplicación contribuirá a mejorar el nivel de ahorro y eficiencia energética en cada una de las empresas.

## 2.- Caracterización de sector y pauta de consumo.

El colectivo de 20 empresas tiene como proceso productivo principal, si no único, el mecanizado por arranque de viruta y ausencia de procesos térmicos

### 2.1 - Tamaño de las empresas y nº de días de trabajo.

Perfil de las empresas.	Mínimo	Máximo	Medio
Número trabajadores	14	85	44
Días laborables 2010	208	228	217
Superficie (m2)	750	5.900	2.792

### 2.2 - Tipo de consumo energético

	Energía Eléctrica	Energía Térmica		
		Gas Natural	Gasóleo	Propano
N.º de empresas	20	6	7	5

4 empresas solo realizan consumo eléctrico, y 2 consumen gasóleo y propano simultáneamente.

### 2.3 - Reparto del consumo entre energía eléctrica y térmica:

Energía eléctrica: 95,5 %      Energía térmica: 4,5%

### 2.4 - Tipología de los contratos eléctricos.

Contratos		
Nº de empresas	20	
Nº de contratos	26	
Contratos Baja Tensión	14	Max. Potencia contratada 200kW Min. Potencia contratada 50kW
Contratos Alta Tensión en 3 Periodos	10	Max Potencia contratada 300kW Min. Potencia contratada 65kW
Contratos Alta Tensión en 6 Periodos	2	Max. Potencia contratada (6ºPeriodo) 1.165kW Min. Potencia contratada (6ºPeriodo) 630kW

6 empresas cuentan con dos contratos eléctricos para diferentes pabellones o zonas de la empresa. Todos los contratos se reparten entre 4 comercializadoras a razón de 9, 8, 2 y 1 clientes.

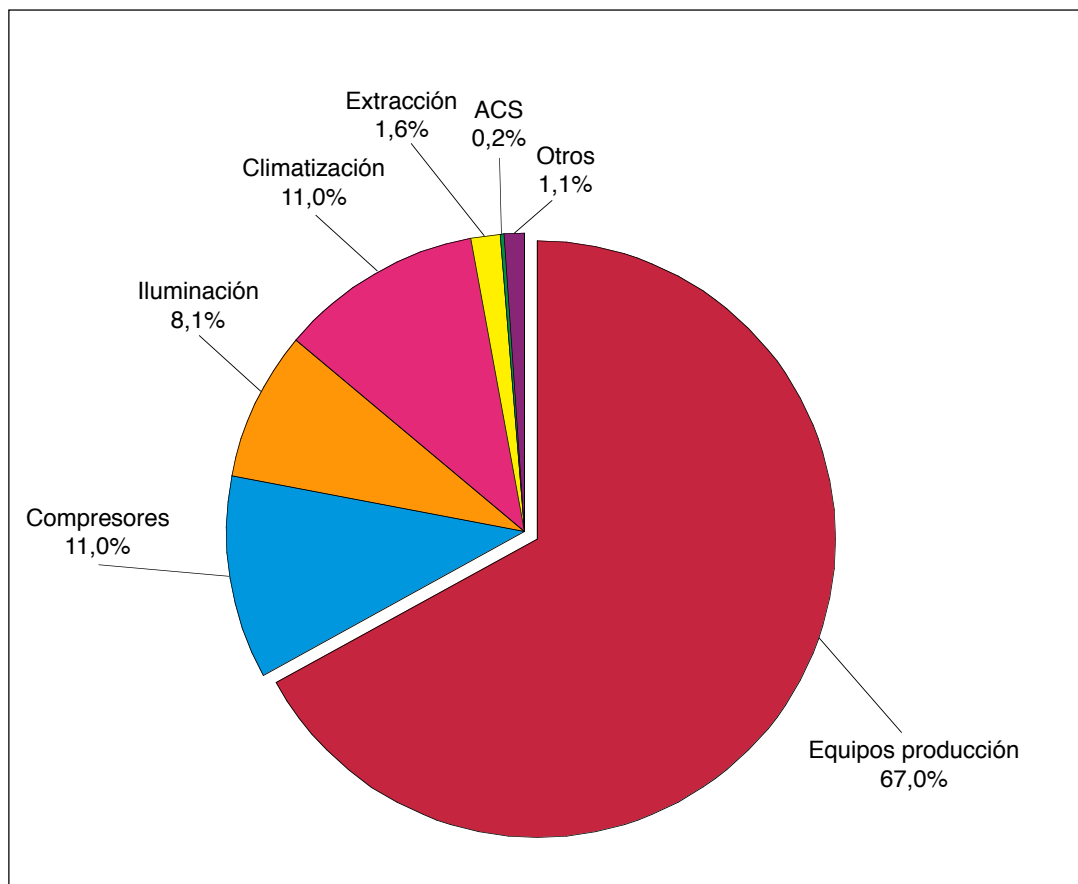
2.5 - Coste anual por compra de energía.

Tipo de energía	Coste anual			
	Precio unitario <sup>1</sup>		€ <sup>2</sup>	%
Eléctrica Alta Tensión	11,38	c€/kWh	1.981.250	93,0%
Eléctrica Baja tensión	12,94	c€/kWh		
Térmica Gas Natural	4,76	c€/kWhPCS	148.048	7,0%
Térmica Gasóleo	65,73	c€/litro		
Térmica Propano	99,36	c€/kg		
<b>Total periodo</b>			<b>2.129.298</b>	<b>100%</b>

1.- Valor medio

2.- Acumulado correspondiente a las 20 empresas.

2.6 - Usos de la energía. Reparto porcentual del consumo total de energía



### 3.- Las medidas de ahorro y eficiencia energéticas propuestas y su nivel de aceptación.

En total se han propuesto 36 medidas de mejora distintas, que se desglosan a continuación:

N.º Acción	Veces programada	Propuesta	Veces seleccionada
<b>Acciones propuestas en equipos de producción</b>			
1	17	Instalación variadores de frecuencia en equipos principales	2
2	11	Instalación de sistemas de autoapagado en equipos de mayor uso	2
3	13	Conducción del calor de los equipos principales	2
4	3	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de lubricación de los equipos de mayor uso	2
5	1	Desconexión de los equipos por la noche	0
<b>Acciones propuestas en compresores</b>			
6	4	Conducción del calor de los compresores al exterior de la nave	2
7	5	Coger el aire de entrada de los compresores del exterior	2
8	21	Eliminación de fugas de aire comprimido	10
9	20	Reducción de la presión de generación de los compresores	17
10	1	Cambio de ubicación de los compresores	0
11	14	Aprovechamiento del calor del sistema de refrigeración de los compresores	8
12	2	Instalación válvula de corte en la red de aire comprimido	1
13	1	Aumentar diámetro de la tubería de salida de aire comprimido	1
<b>Acciones propuestas en iluminación</b>			
14	12	Instalación de balastos electrónicos	3
15	1	Sustitución de halógenos	1
16	4	Apagado de parte de la iluminación de la nave de producción	2
17	2	Instalar células fotoeléctricas para regular la iluminación	0
18	4	Instalación de regulador de flujo de la iluminación, en función de la luz natural entrante	3
19	3	Instalación de sensores de paso	0
20	6	Regulación de encendido-apagado de la iluminación	3
21	3	Instalación de iluminación localizada	2
22	2	Sustitución de los focos de las naves por fluorescentes	0
23	1	Mejora de los lucernarios de la nave	0
<b>Acciones propuestas en climatización</b>			
24	7	Mantener/ajustar la temperatura de consigna	4
25	4	Instalación de refrigeración evaporativa	0
26	1	Instalar un equipo de climatización únicamente para la zona de servidores	0
27	1	Aumentar la temperatura de consigna de refrigeración del servidor	0
28	2	Trasladar los condensadores de las bombas de calor al exterior	0

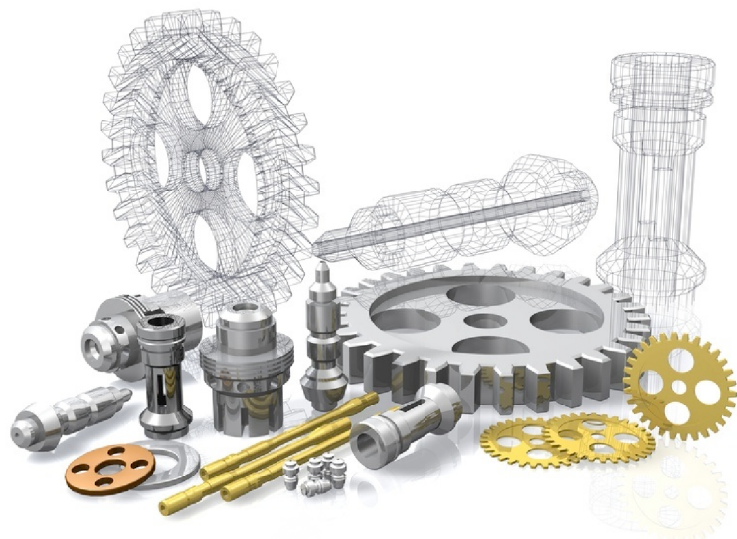
(Continúa)...

N.º Acción	Veces programada	Propuesta	Veces seleccionada
<b>Acciones propuestas en calderas</b>			
29	5	Ajuste del quemador de la caldera	3
30	5	Ajuste del quemador del generador de aire caliente	2
31	10	Cambio de combustible	0
<b>Acciones propuestas en extracción de aire, calor</b>			
32	2	Instalación de variador de frecuencia en los motores de las instalaciones de extracción	2
33	2	Instalación de válvulas de cierre en el sistema de respiración común	0
<b>Acciones propuestas en facturación eléctrica</b>			
34	4	Ajustar la potencia contratada	4
35	1	Revisar la batería de condensaciones	1
36	1	Contratar suministro eléctrico en alta tensión	1

\* Medidas de ahorro ligadas al contrato eléctrico que no dan lugar a reducción de consumos de energía, pero si abaratan la factura eléctrica. En adelante se agrupan bajo el concepto de “facturación eléctrica”.

El número de veces que se proponen las acciones y el nivel de aceptación alcanzado agrupado por elemento sobre el que se actúa es el siguiente:

Elementos	Diferentes propuestas	Veces que se proponen	Veces Aceptadas
Equipos	5 (14%)	45 (23 %)	8 (18 %)
Compresores	8 (22%)	69 (35 %)	48 (70 %)
Iluminación	10 (28%)	38 (19 %)	14 (37 %)
Climatización	5 (14%)	15 (8 %)	4 (27 %)
Caldera	3 (8%)	20 (10 %)	5 (25 %)
Extracción	2 (6%)	4 (2 %)	2 (50 %)
Facturación eléctrica	3 (8 %)	6 (3 %)	6 (100 %)

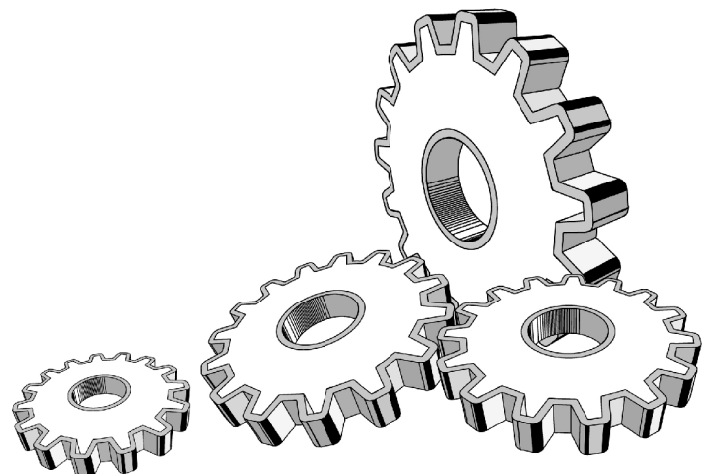


Los resultados que se obtienen de la aplicación de todas las medidas propuestas agrupadas por tipo de acción se indican en la siguiente tabla, en donde se incluye la inversión requerida para aplicar medidas y el tiempo de retorno de la inversión.

	Ahorro energía primaria (tep/año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Amortización (años)	Emisiones evitadas (tCO2/año)
Equipos	185,5	78.460 €	185,5	185,5	185,5
Compresores	184,0	102.732 €	184,0	184,0	184,0
Iluminación	102,3	48.199 €	102,3	102,3	102,3
Climatización	83,6	36.006 €	83,6	83,6	83,6
Caldera	2,9	36.408 €	2,9	2,9	2,9
Extracción	11,6	5.077 €	11,6	11,6	11,6
Facturación eléctrica*	0,0	23.291 €	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>569,9 (12 %)</b>	<b>330.173 € (15,5%)</b>	<b>626.460 €</b>	<b>1,9</b>	<b>905</b>

Estos mismos resultados tomando en cuenta solo la implementación de las medidas que las empresas han considerado interesante aplicar en cada caso particular quedan reflejadas en la siguiente tabla.

	Ahorro energía primaria (tep/año)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Amortización (años)	Emisiones evitadas (tCO2/año)
Equipos	35,5	14.469 €	54.050 €	3,7	53
Compresores	143,5	70.229 €	58.469 €	0,8	219
Iluminación	33	16.457 €	33.577 €	2,0	49,5
Climatización	1,7	1.027 €	0 €	0	3,5
Caldera	1,7	1.060 €	0 €	0	4,6
Extracción	7,8	3.436 €	7.200 €	2,1	11,7
Facturación eléctrica*	0	23.291 €	2.000 €	0,1	0
<b>Total</b>	<b>223 (4,7 %)</b>	<b>129.965 € (6,1 %)</b>	<b>155.296 €</b>	<b>1,2</b>	<b>342</b>



## 4.- Buenas prácticas.

Todas las medidas planteadas vienen acompañadas por un total de 35 recomendaciones de buenas prácticas, que de ser aplicadas contribuyen directamente al ahorro de energía, o son medidas preventivas que evitan la pérdida de eficiencia de las instalaciones. Las mismas se desglosan en la siguiente tabla:

<b>Gestión</b>	
Acción 1	Elección de una persona como gestor energético de la empresa
Acción 2	Sensibilizar al personal en temas de ahorro energético
<b>Iluminación</b>	
Acción 3	Mantener la temperatura de consigna en oficinas
Acción 4	Aprovechamiento de luz natural
Acción 5	Limpieza de las ventanas con regularidad
Acción 6	Limpieza de las luces con regularidad
Acción 7	En estancias con zonificación de interruptores, utilizar únicamente la iluminación de la zona ocupada
<b>Climatización</b>	
Acción 8	Programar los ciclos de encendido y apagado de los sistemas de climatización según los ciclos de ocupación de las instalaciones
Acción 9	Mantenimiento adecuado del sistema de climatización
<b>ACS</b>	
Acción 10	Programar los ciclos de encendido y apagado de los sistemas de climatización según los ciclos de ocupación de las instalaciones
Acción 11	Mantenimiento adecuado del sistema de climatización
Acción 12	Instalación de grifería ecológica
Acción 13	Instalar grifos temporizados
Acción 14	Instalación de sistemas de bajo consumo
<b>EQUIPOS</b>	
Acción 15	Evitar el arranque y la operación simultánea de motores
Acción 16	Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada
Acción 17	Revisar los filtros de los sistemas de bombeo
Acción 18	Revisar las tuberías de las instalaciones de bombeo
<b>COMPRESORES</b>	
Acción 19	Utilización de buenas abrazaderas en todas las mangueras
Acción 20	Limpiar regularmente los filtros de aire
Acción 21	Ajustar la presión del aire comprimido en el compresor según las necesidades de proceso
Acción 22	Identificar las zonas con grandes caídas de presión
Acción 23	Realizar un mantenimiento adecuado de los equipos de generación y distribución de aire comprimido
Acción 24	Evitar los usos innecesarios de los equipos
<b>EQUIPOS INFORMÁTICOS</b>	
Acción 25	Apagado de pantalla del ordenador siempre que el trabajador se ausente de su puesto de trabajo
Acción 26	Activación de opciones de ahorro de energía de la pantalla
Acción 27	Activación de opciones de ahorro de energía en ordenadores (bajo consumo, hibernación, suspensión)
Acción 28	Activación de opciones de ahorro de energía en impresoras y pulsar el botón cada vez que se acabe de imprimir
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	
Acción 29	Evitar sobrecargar los conductores
Acción 30	Evitar las conexiones flojas
<b>FACTURAS</b>	
Acción 31	Control de la evolución del término de potencia en su factura, asegurándose de que la potencia contratada es la correcta para su actividad
Acción 32	Control de la evolución del complemento por reactiva, asegurándose de que el factor de potencia se mantiene por encima de 0,95
Acción 33	Ajustar los procesos de producción, al horario eléctrico de potencias, según las posibilidades de la empresa
<b>COMPRA VERDE</b>	
Acción 34	Formar y sensibilizar en el ámbito de compra verde al área responsable de compras
Acción 35	A la hora de comprar nuevos equipos, comprar modelos eficientes, ya que la mayor parte del consumo energético tiene lugar en equipos en el que el usuario no puede actuar.



## 5.- Conclusiones y recomendaciones.

- La motivación principal en el ahorro y eficiencia energética esta determinada por causas económicas. A la hora de seleccionar las medidas tienen mejor aceptación las que menor inversión requieren y menor tiempo de recuperación de la inversión tienen. Este criterio dada la coyuntura económica de crisis probablemente haya cobrado más peso en las valoraciones.
- La variable ambiental es la segunda razón en las motivaciones de actuación de la empresa. En ocasiones se tienen en consideración otros factores adicionales como la mejora del mantenimiento de la maquinaria, o mejoras ligadas a la calidad ambiental del puesto de trabajo (reducción del nivel de ruido, eliminación de aerosoles de aceites y taladrinas, etc....).
- Las empresas en la medida de lo posible testean las medidas a implantar antes de su implantación definitiva. Por ejemplo:
  - Reducción de la presión del aire comprimido en una unidad productiva antes de ser aplicada en toda la empresa.
  - Pruebas de cambio de iluminación en una determinada zona de la nave.
- Las referencias de otras empresas que con una problemática similar han aplicado las medidas recomendadas es un elemento que también facilita su implementación.
- La adopción de las medidas de ahorro parece ser mejor aceptada en los equipamientos auxiliares que en los procesos críticos de producción.
- La mejor política de contención del coste energético de la empresa, y en consecuencia del mantenimiento de un nivel de eficiencia del uso de la energía se puede obtener teniendo en cuenta una serie de principios a aplicar de forma general:
  - **Compra:** tener en cuenta en el momento de adquisición de los equipos de producción y equipos auxiliares los costes energéticos de operación a lo largo del ciclo de vida del equipo, seleccionando los más eficientes energéticamente para prestaciones similares.
  - **Uso y producción:** aplicar pautas de operación eficientes evitando el despilfarro. Ejemplo: sistemas de aire comprimido a presión ajustada, apagado de máquinas.
  - **Mantenimiento:** evitar la degradación de los equipos productivos y auxiliares. Ejemplo: fugas de aire comprimido.
  - **Contratación energética:**
    - Revisión de contratos y tarifas anualmente según las pautas de consumo de la empresa en los 2 ó 3 últimos años.
    - Participar en grupos de benchmarking de costes energéticos.
    - Desplazar si es posible, las operaciones que mayor consumo eléctrico generan a los momentos en el que el coste eléctrico es menor.
- Por lo general no existe una sola medida de ahorro y eficiencia energética que suponga un alto porcentaje de ahorro sobre los costes totales, sino que el resultado es la suma de pequeñas acciones. Si bien:
  - Los **compresores y sistemas de aire comprimido** son los elementos en los que se identifican y aceptan con mayor facilidad la aplicación de medidas de ahorro (potencial de ahorro sobre el consumo del sistema 31% y ahorro que las empresas se han propuesto alcanzar 25%).
  - Actuar sobre los **equipos de producción** requiere mayor esfuerzo inversor aunque es el sistema de consumo que mayor porcentaje representa sobre el consumo total. En estos casos parece mejor estrategia tener el criterio de seleccionar equipos más eficientes energéticamente en el momento de la compra-inversión.
  - La **iluminación** es el segundo sistema en el que el potencial de ahorro es mayor en términos absolutos (potencial de ahorro sobre el sistema 26% y ahorro que las empresas se han propuesto alcanzar 8,6%).
  - La **climatización** y los **sistemas de extracción de calor** son los siguientes sistemas de consumo a tener en cuenta por el potencial de ahorro, siendo las acciones sobre sistemas de extracción en donde el potencial de ahorro (15% sobre el consumo energético estos sistemas) y el ahorro obtenido por las acciones seleccionadas por las empresas (10,2%) se aproxima más.

# AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA

MECANIZADO POR ARRANQUE de VIRUTA

