

# Guía de EFICIENCIA ENERGÉTICA para MOTORES ELÉCTRICOS



## Autoridades

Presidencia de la Nación  
Ing. Mauricio Macri

Ministerio de Energía y Minería  
Ing. Juan José Aranguren

Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico  
Ing. Daniel Redondo

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética  
Ing. Andrea Viviana Heins

## Colaboradores

Claudio Carpio (Consultor independiente)

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética  
Dirección de Industria  
Ing. José Luis Weisman  
Ing. Mariana Graziano  
Ing. Federico Callioni  
Srta. Fany Rocha

---

Diseño Editorial: Karina Hidalgo - [hidalgokarina@yahoo.com.ar](mailto:hidalgokarina@yahoo.com.ar)

Esta guía fue elaborada por la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minería de la Nación como parte de su programa de difusión de Uso Responsable de la Energía.  
<http://www.minem.gob.ar/ee> | Twitter: Argentina Eficiente @Eficiencia\_Ar

Impreso en Noviembre de 2017.

# Índice

Introducción.....	5
¿Por qué hacer eficiencia energética? .....	8
¿Qué es un motor eficiente? .....	10
Tecnologías de motores de alta eficiencia .....	12
Criterios para selección de motores eficientes.....	15
Recomendaciones para la operación y mantenimiento.....	18
Experiencias anteriores en Argentina.....	22
Experiencias internacionales .....	25
Conclusiones .....	27
Bibliografía.....	28



# Guía de EFICIENCIA ENERGÉTICA para MOTORES ELÉCTRICOS

## Hacia un avance tecnológico y disminución del consumo energético en motores industriales

El presente documento ha sido desarrollado para brindar información sobre los beneficios de los motores eléctricos de alta eficiencia, así como también sobre la importancia de su correcto dimensionamiento y mantenimiento para reducir los costos operativos durante su vida útil. La Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (SSAyEE) lo invita a leer el documento para obtener herramientas útiles a la hora de comprar un motor o desarrollar un plan de mantenimiento.





## Entrevista a la Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética, Ing. Andrea Heins

### ¿Por qué es importante promover el recambio de motores convencionales por motores eficientes en el sector industrial desde el Estado Nacional?

Existe una importante necesidad de mejorar la competitividad del sector industrial argentino para mantenerse en los niveles de productividad que tienen las distintas empresas de la región y del mundo. Para que sea posible alcanzar este objetivo, la eficiencia energética juega un rol central.

Por otra parte, se considera a la eficiencia energética como una herramienta especialmente idónea para contribuir a la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Las medidas de eficiencia energética representan más del 30 % de la Contribución Nacional Determinada (CND) de la revisión que presentó Argentina en la COP22 de Marrakesh. En particular, el recambio de motores de eficiencia convencional por aquellos de alta eficiencia está alineado con estos compromisos y se encuentra dentro de las medidas de mitigación cuantificadas.

### ¿Cuentan con algún caso de éxito que demuestre la conveniencia de concretar el recambio en motores?

Sí, existen probadas experiencias en industrias líderes y de vanguardia y poco a poco esta práctica se está extendiendo en el sector. Como caso documentado, se puede mencionar la experiencia en una planta industrial de la empresa textil INTA situada en San Martín, Provincia de Buenos Aires en donde se sustituyó un motor eléctrico de 40HP, obteniendo casi 10 % de ahorro.

### ¿Cuáles son las condiciones de contorno necesarias para el éxito de la implementación de un programa de recambio de motores en el sector industrial?

Las condiciones necesarias pero no suficientes para que el recambio de motores sea exitoso son: un régimen tarifario adecuado que haga rentable la inversión con un tiempo de recuero corto, conocimiento e interés de parte del sector industrial en las tecnologías eficientes, y apoyo técnico y financiero de parte del Estado y otros organismos nacionales e internacionales para promover este tipo de medidas.



*Ing. Andrea Heins. Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética. Ministerio de Energía y Minería de la Nación.*

### Andrea Viviana Heins

Ingeniera Química de la Universidad de Buenos Aires, con 17 años de experiencia en la industria. Desarrolló su carrera profesional en YPF, en el ámbito de ingeniería de procesos y gestión de proyectos, en las Direcciones de Tecnología e Ingeniería. Se especializó en temas de eficiencia energética, optimización de procesos, y gestión de la energía. Ha sido consultora y docente en la materia en el IAPG (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas), el Comité Argentino del Consejo Mundial de Energía (CACME) y el Instituto Petroquímico Argentino (IPA).



## Introducción

Una característica importante de los motores es que el costo operacional suele ser muy superior a su costo de adquisición. Dependiendo del tiempo de funcionamiento, de la potencia y de su rendimiento, **un motor puede costar en consumo energético de 25 a 150 veces su valor de compra.**

Es por eso que tiene sentido apostar a una correcta gestión de los motores en uso en toda instalación industrial, minimizando los costos operativos con un uso eficiente y adecuado de la energía eléctrica. Por lo tanto, la promoción de motores eficientes en la industria aumenta directamente la competitividad del sector.

Típicamente, **el tiempo de retorno de la inversión en motores eficientes varía de 6 meses a 3 años**, lo que justifica económicamente su elección. La diferencia de precio entre un motor eficiente y uno estándar es de aproximadamente un 20%, pero esta diferencia se recupera en los primeros años de uso si se tienen en cuenta los costos de energía y de mantenimiento.

Durante los últimos años, la producción y el uso de la energía de manera responsable se han convertido en una prioridad fundamental para quienes buscan un futuro que responda al concepto de desarrollo sostenible.

Con esta realidad y la creciente preocupación generada sobre los efectos perjudiciales del cambio climático, la seguridad en el suministro energético, y el desarrollo de una economía sostenible, nunca se había presentado una ocasión más propicia para concentrarse en la utilización de la energía de una manera más eficiente.

**La eficiencia energética ahorra dinero e incrementa la competitividad.**

Más allá de la preservación ambiental y el desarrollo sostenible, un motor de alto rendimiento genera bajas pérdidas de energía, reduce notablemente la elevación de la temperatura y por lo tanto brinda una mayor vida útil en comparación con un motor convencional, gracias a que poseen mayor cantidad de cobre y una mejor disposición y diseño de sus partes internas.

**Para lograr el máximo ahorro energético y de costos, es primordial contemplar motores de alta eficiencia en la etapa inicial de todo proyecto.**





Figura I - Representación de costos en la vida útil de un motor

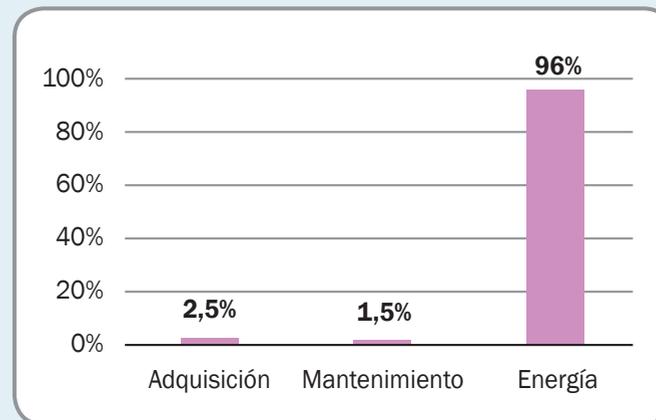


Figura II - Representación de costos en la vida útil de un motor

### ¿Va a comprar un motor eléctrico nuevo?

- Tenga en cuenta la eficiencia energética al momento de seleccionarlo.
  - Si el motor se utilizará más de 2.000 horas por año, adquiera un motor IE3
  - Si el motor se utilizará menos de 2.000 horas por año, adquiera un motor IE3 o IE2, como mínimo.
- Verifique que no se haya sobredimensionado la potencia del motor. Tener en cuenta que la mayor eficiencia se alcanza trabajando a un factor de carga de entre el 70% y el 90%, o sea, entre un 70% y un 90% de la potencia nominal.

## ¿Por qué hacer eficiencia energética?

La eficiencia energética se relaciona con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en particular, con el fin de desarrollar de manera óptima las tecnologías de productos, procesos y servicios que consumen energía para contribuir a la reducción de su demanda. Estas tecnologías y servicios utilizarían menos energía realizando la misma tarea y obteniendo los mismos beneficios finales.

En Argentina actualmente se importa una parte significativa de la demanda energética, lo que genera costos importantes en divisas, imprescindibles para atender necesidades de alto contenido social. Por otra parte, importar energía incrementa la inseguridad en el abastecimiento, ya que las importaciones, tanto en precio como en cantidades, ya dejan de depender de las decisiones soberanas del país.

El consumo de energía eléctrica de la industria Argentina es del 40 % del total del país, como se observa en la figura III; de ese total, se estima que los motores representan al menos un 70% del consumo de electricidad (aproximadamente un 30 % del consumo eléctrico del país).<sup>1</sup>

Según la información obtenida de la experiencia que se mencionará más adelante, en la planta textil INTA, el ahorro por el recambio de un solo motor fue del 9% en relación al consumo previo del motor convencional. Un programa de recambio masivo de motores convencionales por eficientes podría significar un ahorro de la demanda total de energía

---

<sup>1</sup> Balance Energético Nacional 2015, Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

eléctrica en el sector industrial del orden del 3 a 4%, según estudios internacionales, lo cual equivale aproximadamente a la energía generada por la Central Nuclear Atucha I.<sup>2</sup>

### Consumo de energía eléctrica por sector

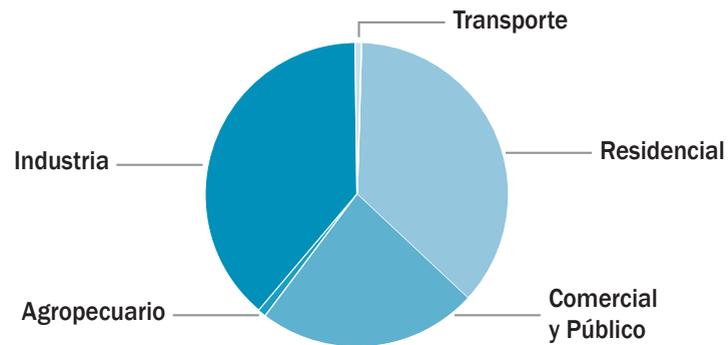


Figura III - Consumo de Energía Eléctrica en Argentina por sector

#### ¿Ha realizado un diagnóstico de sus motores?

- De esta forma puede determinar qué motores conviene reemplazar y cuáles dejar en funcionamiento.
- Los motores que debe considerar reemplazar son aquellos que funcionan continuamente todo el año, los que estén trabajando con factor de carga menor al 50% y aquellos que hayan sido rebobinados más de una vez.
- Los motores que funcionen menos de 2.000 horas al año deben ser reemplazados cuando se produzca una falla.

<sup>2</sup> Eficiencia energética y la respuesta de la demanda industrial en Colombia, UPME.

## ¿Qué es un motor eficiente?

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, replicada en Argentina como la Norma IRAM 62.405, en la que se definen 4 clases de eficiencia, IE0, IE1 (eficiencia estándar), IE2 (alta eficiencia) e IE3 (eficiencia premium), aplicada para motores de potencias de entre 0,75 y 90 kW. A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5.

Para el año 2018, el etiquetado de eficiencia energética de motores será obligatorio para todos aquellos de potencias entre 0,75 y 30kW. Estos deberán contar con la etiqueta de la Figura IV.



Figura IV - Etiqueta  
Norma IRAM 62.405

### Comparación entre eficiencias de motores IE3, IE2 e IE1

En el gráfico se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en

estos casos el tiempo de retorno de la inversión es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

### Eficiencia motores

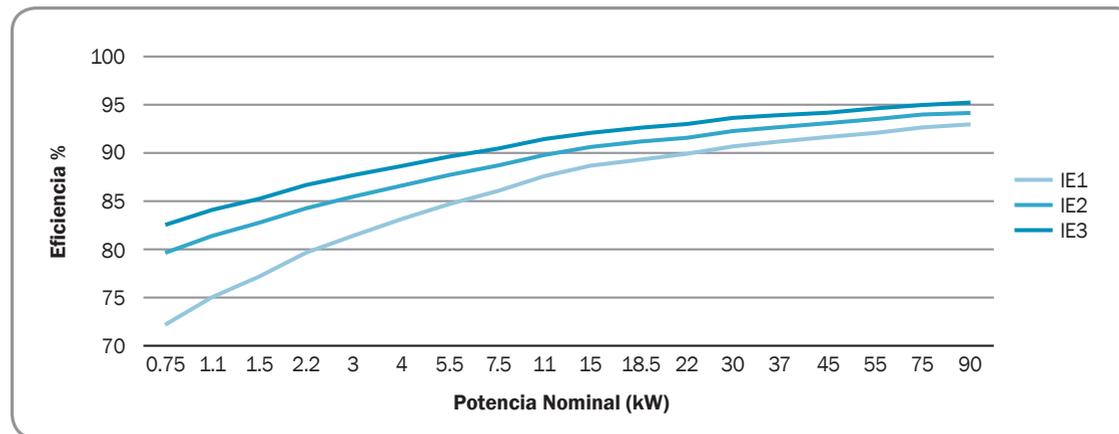


Figura V - Comparación de Eficiencias mínimas de motores según Norma IRAM 62405

#### Se ha dañado un motor, ¿Qué hacer?

- Se recomienda evaluar reemplazarlo por un motor nuevo IE2 o IE3, en especial si el motor ya ha sido rebobinado anteriormente.
- El recambio de motores de potencias menores a 25HP tiene períodos de repago muy cortos
- Tenga en cuenta que cada vez que se rebobina un motor, si no se aplican las mejores prácticas, se reduce su eficiencia al menos un 1%

## Tecnologías de motores de alta eficiencia

La tecnología de fabricación de motores eléctricos ha evolucionado mucho en los últimos años. Entre las principales características de fabricación de los motores de alta eficiencia se detallan:

- Mayor cantidad de material conductor.
- Mejor calidad de chapas magnéticas para reducir las corrientes parásitas.
- Sistema de ventilación más eficiente.
- Reducción de la dispersión del campo electromagnético por medio de una mayor área de laminación.
- Rodamientos antifricción de bajo calentamiento, escaso nivel de ruido y bajas pérdidas por fricción.
- Entrehierro más estrecho, lo que permite reducir las pérdidas magnéticas y por fricción.

La viabilidad económica de cambiar motores estándar por motores de alta eficiencia depende de manera muy significativa del tiempo de utilización, del factor de carga, del porcentaje de rendimiento incrementado, de la potencia del motor y del mayor costo de los mismos.

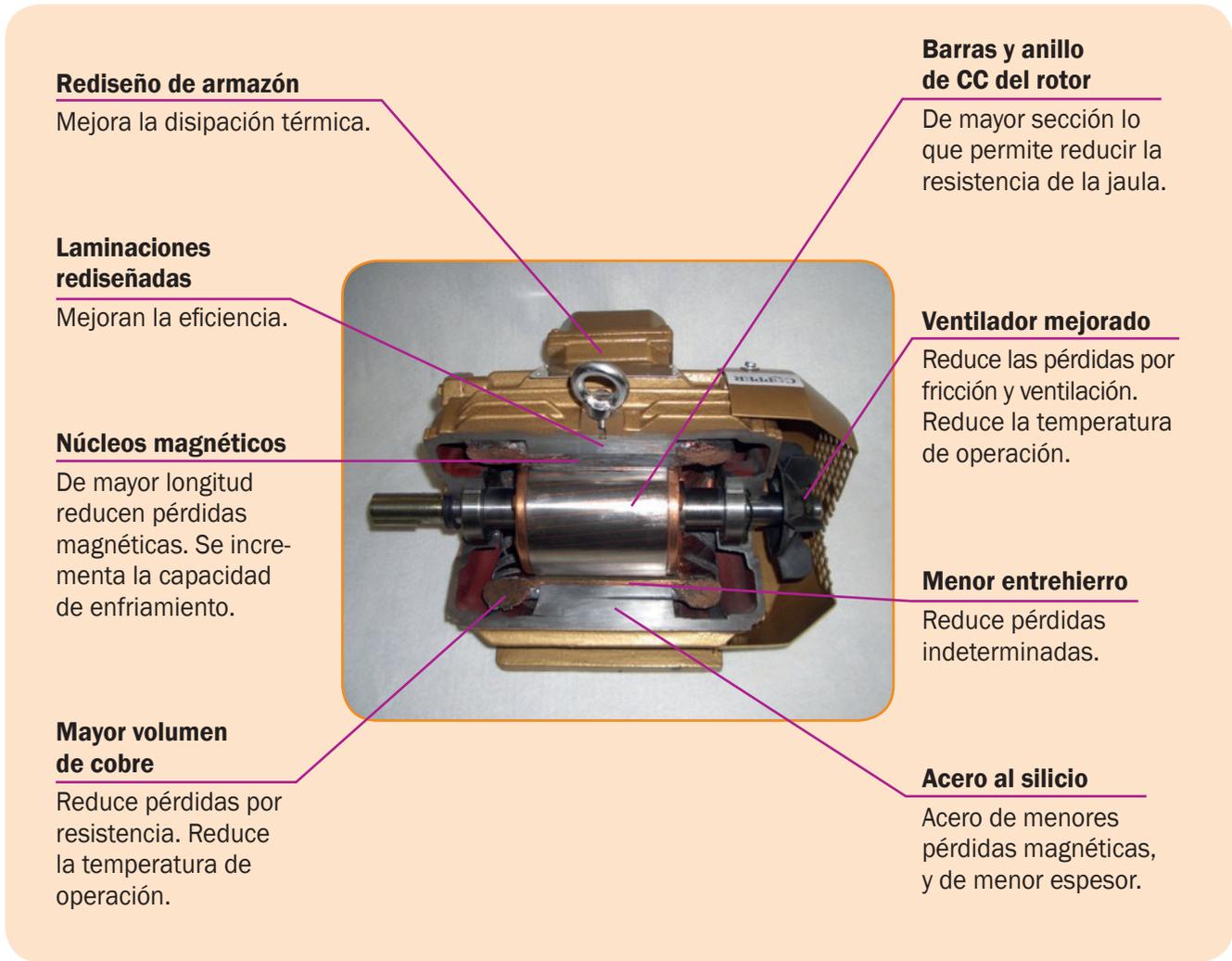


Figura VI - Componentes de un motor de alta eficiencia

Algunas ventajas que tienen los motores de alta eficiencia frente a los motores estándar son:

- Los fabricantes dan un mayor tiempo de garantía.
- Ciclos de lubricación más prolongados en el tiempo.
- Mayor tolerancia al estrés térmico.
- Habilidad para operar en ambientes con elevadas temperatura.
- Más resistentes a condiciones anormales de operación, como sobre-voltajes, bajo-voltajes y desbalance de fases.
- Un factor de potencia significativamente mayor para potencias de más de 100 HP, lo que disminuye las pérdidas en distribución y las penalizaciones.

### **¿Utiliza motores para accionar bombas o ventiladores?**

- Si realiza control de caudal, considere la instalación de variadores de velocidad. Una reducción del 20% del caudal con variador de velocidad puede disminuir hasta un 50% el consumo energético.
- Si no realiza control de caudal, considere la instalación de arranques suaves.

## Criterios para selección de motores eficientes

Elegir el motor adecuado depende de las necesidades a cubrir, tomando en cuenta la potencia requerida por la carga, las condiciones de operación, de arranque y la regulación de la velocidad.

A continuación se enumeran algunos parámetros que deben tenerse en cuenta al momento de seleccionar un motor, los cuales influyen en su rendimiento, en los costos de operación y mantenimiento, y en el buen funcionamiento del sistema.

- **Información básica:**
  - Potencia nominal
  - N° de polos
  - Tensión nominal
  - Frecuencia
  - Velocidad nominal
  - Factor de servicio
  - Ruido máximo tolerable
  - Tamaño de carcasa
  - Forma constructiva
  - Sentido de rotación

- **Clase de Eficiencia:**
  - IE3
  - IE2
  - IE1 (no recomendada)
- **Características de la carga:**
  - Tipo de carga (bomba, ventilador, compresor, etc)
  - Curva característica
  - Cupla de arranque
- **Tipo de transmisión mecánica (polea, cadena, acople directo, reductor)**
- **Condiciones ambientales de la instalación:**
  - Temperatura máxima (determina la Clase de Aislación)
  - Altura sobre el nivel del mar
  - Humedad
  - Índice de Protección IP
  - Ambiente explosivo
  - Ambiente altamente corrosivo
- **Régimen de funcionamiento (S1 a S8)**
- **Protecciones a instalar (sobrecorriente, temperatura, humedad, vibraciones)**
- **Tipo de arranque o control a utilizar:**
  - Arranque Directo
  - Arranque Estrella-Triángulo
  - Arrancador Suave
  - Variador de Velocidad

## Variación de la eficiencia con la carga

El factor de carga influye en gran medida en el valor de la eficiencia del motor. A un factor de carga menor al 50% la eficiencia comienza a descender abruptamente, por lo que no se recomienda trabajar en estas condiciones. Por otro lado, como se observa en la figura VII, la condición óptima de trabajo se encuentra alrededor del 75% de la potencia nominal. Por estos motivos resulta muy importante que al seleccionar un motor este no se sobredimensione y se contemplen de forma adecuada las condiciones de operación futuras.

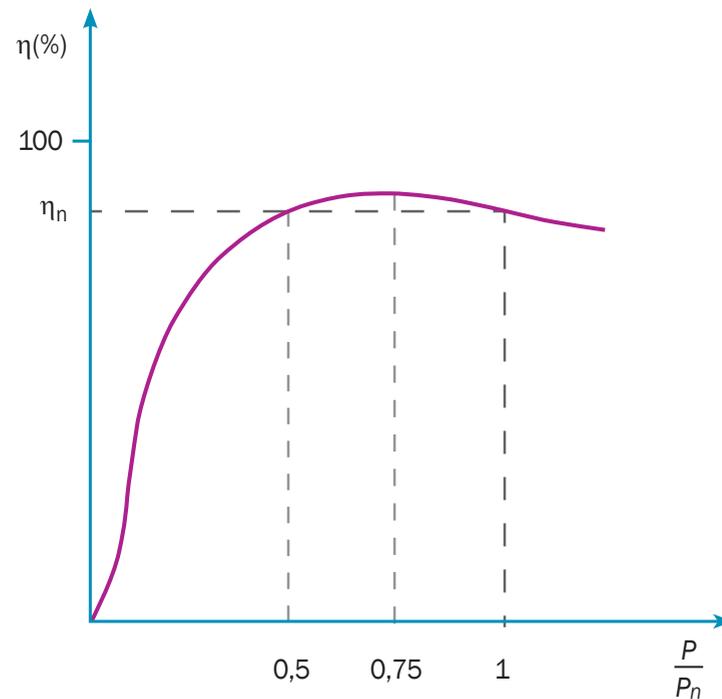


Figura VII: Curva de eficiencia de motor de 30kW en función de la carga

## Recomendaciones para la operación y mantenimiento

Adicionalmente a las características de eficiencia intrínsecas de los motores, existen otros factores que afectan su rendimiento, por lo cual se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es recomendable un buen sistema de alimentación que permita un suministro de energía eléctrica seguro y adecuado al motor. En este rubro se deberá tener especial cuidado en que la *diferencia de tensión* y el *desbalanceo de tensión* se encuentren en el menor rango posible, ya que de otra forma se verá afectada la eficiencia por estos conceptos.
- Las instalaciones mecánicas también deben estar en óptimas condiciones, ya que una correa de transmisión mal tensada, un anclaje mal hecho o vibraciones excesivas originarán una disminución de la eficiencia del motor.
- En la medida de lo posible proveer una buena circulación de aire para garantizar que el sistema de ventilación opere en forma adecuada.
- Una lubricación inadecuada afecta el rendimiento del motor y un mantenimiento insuficiente deteriora la eficiencia.
- Se recomienda el uso de motores en lapsos de tiempo continuos en vez de intermitentes.

### ¿Conoce el factor de potencia de su instalación?

- Si el factor de potencia (Coseno fi) es menor a 0,9 se recomienda instalar bancos de capacitores para evitar penalizaciones.
- Cuanto más cerca de su potencia nominal trabaje un motor, mejor será su factor de potencia.
- Procure no sobredimensionar el sistema de corrección del factor de potencia ya que un factor de potencia capacitivo puede ser riesgoso para la instalación.

### ¿Cuánto se puede ahorrar por año?

Si se toma como ejemplo un motor de 20 HP<sup>3</sup> podemos determinar el ahorro económico asociado al recambio de un motor antiguo por uno de alta eficiencia, en este caso un 5% más eficiente:

Motor antiguo 20 HP (Motor 1)

Eficiencia 100% de carga = 85%

Motor nuevo más eficiente 20HP (Motor 2)

Eficiencia 100% de carga = 90,2%

---

<sup>3</sup> Ejemplo tomado y adaptado de WEG Colombia: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-la-eficiencia-de-los-motores-articulo-tecnico-espanol.pdf>

A partir de la diferencia entre los consumos de los dos motores se calcula el ahorro económico por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro} = (P_{C1} - P_{C2}) \times N(\text{horas}) \times C(\$/\text{kWh})$$

Siendo

$P_C = P(\text{kW}) / \text{eficiencia}$ .

$P_{C1}$  = Potencia consumida del motor 1 (motor antiguo) en kW.

$P_{C2}$  = Potencia consumida del motor 2 (motor nuevo “eficiente”) en kW.

$N(\text{horas})$  = número de horas trabajadas en el año.

$C(\$/\text{kWh})$  = costo del kWh

Potencia en kW = Potencia en HP x 0,746.

**Ahorro (ejemplo con un costo final de 1,83 \$/kWh):**

$$(15 \text{ kW}/0,85) - (15 \text{ kW}/0,902) \times (24 \text{ h/día} \times 350 \text{ días/año}) \times 1,83 \text{ \$/kWh} = \$ 15.600 / \text{año}$$

Lo anterior indicado hace referencia a un trabajo continuo todo el año y para un sólo motor. Imaginemos este escenario para una industria con cientos de motores.

A pesar de que el costo inicial de un motor de alta eficiencia es mayor al de uno convencional **con los ahorros obtenidos se recupera la inversión en menos de dos años.**

Como caso general, la fórmula para el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión se puede expresar como:

$$Rs = \frac{I}{A} = \frac{C_2 - C_1}{0.746 \times (hp_{nom} \times fc) \times \left[ \frac{1}{\eta_1} - \frac{1}{\eta_2} \right] \times h \times T}$$

Donde:

Rs = recuperación simple de la inversión en meses

I = inversión en dólares USD. Para instalaciones nuevas o motores que cumplieron su vida útil, la inversión es la diferencia entre el costo de un motor de alta eficiencia ( $C_2$ ) y el costo de un motor estándar ( $C_1$ )

A = ahorro mensual en dólares (USD)

$hp_{nom}$  = potencia nominal del motor en HP

fc = Factor de carga del motor.

h = número de horas de uso mensual

T = tarifa de energía eléctrica en USD/kWh

$\eta_1$  = rendimiento del motor estándar

$\eta_2$  = rendimiento del motor de alta eficiencia

### ¿Tiene las fases de su instalación equilibradas?

- El desequilibrio de fases aumenta las vibraciones y la temperatura de los motores, reduciendo en gran medida su eficiencia.
- Se recomienda mantener el desequilibrio en valores menores al 1%.

## Experiencias anteriores en Argentina

### Proyecto demostrativo: el caso en la Industria Textil Argentina S.A. - INTA <sup>4</sup>

En el año 2012, con la cooperación institucional, técnica y económica de la Asociación Internacional del Cobre (ICA-PROCOBRE) se realizó una experiencia piloto de sustitución de un motor estándar por un motor de alta eficiencia en la planta San Martín de la empresa Industria Textil Argentina S.A. (INTA S.A.).

Se decidió sustituir el motor de un ventilador de inyección de aire húmedo a la sala de tejeduría por un motor de alta eficiencia de especificación IE2.

### Desarrollo de la experiencia y resultados

Se procedió a realizar una medición ex ante de las condiciones de funcionamiento del motor a ser sustituido. Esta medición fue realizada por especialistas del Departamento de Energía del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

---

<sup>4</sup> Para mayor información se puede acceder al informe completo en:  
[https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/eficiencia/folleto\\_motores\\_inta\\_textil.pdf](https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/eficiencia/folleto_motores_inta_textil.pdf)

Con respecto al motor sustituido en la experiencia piloto, se contaba con la siguiente información:

Horas anuales de marcha: **6.762**, con un consumo de energía eléctrica en el año anterior de **171.755kWh**.

	Motor nuevo	Motor antiguo
Tipo	Asincrónico - 4 polos - 50 Hz	Asincrónico - 4 polos - 50 Hz
Modelo	1LG6220-4MA	MTA-200L
Potencia	37 kW	30 kW
Eficiencia	IE2	Desconocida
Velocidad	1.470 rpm	1.470 rpm
Tensión	400-690 VAC	380-440 VAC

Tabla I – Comparación entre motor antiguo y motor de alta eficiencia

## Ahorros obtenidos por sustitución de motor estándar por uno de alta eficiencia

Se midieron los parámetros de funcionamiento de ambos motores<sup>5</sup> durante 24 horas de operación, tomando datos con un intervalo de 15 minutos. Los parámetros medidos fueron los siguientes: Tensión (V), Corriente (A), Potencia Activa (kW) y Factor de potencia (%).

<sup>5</sup> Motor antiguo y motor nuevo.

La instalación del motor eficiente significó una inversión aproximada a los **3.550 US\$**. Este valor incluía el costo del motor y el costo del trabajo de adecuación realizado para poder instalar el motor nuevo.<sup>6</sup>



*Figura VIII - Comparación entre motor antiguo y motor nuevo*

El gasto anual en energía eléctrica asociado al consumo de este motor el año previo al cambio había sido de \$ 54.600 (a 4,50 \$/US\$), equivalente a US\$ 12.130. De haberse realizado la sustitución en el total de dicho periodo, el ahorro económico habría sido de US\$1.000 (8,2%).

En consecuencia, el período de repago simple de la inversión fue del orden de los **3,5** años. En caso de no haberse necesitado un trabajo de adaptación para instalar el motor nuevo en el sistema de ventilación, el periodo de repago simple habría sido de **2,4** años.

El proyecto piloto resultó exitoso y cumplió con las expectativas de demostrar la conveniencia técnico-económica de proceder a la sustitución de un motor convencional de baja eficiencia existente por uno nuevo de alta eficiencia (IE2).

---

<sup>6</sup> Este costo de adaptación podría no existir para otras instalaciones. Es función de cada circunstancia.

# Experiencia internacional

## Caso SEZARIC

El Grupo SEZARIC se encuentra ubicado en el Estado de Durango, México, y se dedica a la producción de maderas y materiales triplay<sup>7</sup> para la elaboración de muebles.

A continuación se presentan las ventajas ambientales y económicas que ha obtenido el Grupo SEZARIC al implementar un programa de ahorro de energía enfocado en la sustitución de motores eléctricos obsoletos por aquellos de alta eficiencia. La experiencia representó una alternativa idónea para hacer más eficiente el uso de la electricidad y por ende un uso adecuado de los recursos económicos.

Demanda (kW)	Consumo (kWh/año)	Costo económico anual (\$)
817,20	2.847.974,00	3.504.285,00

Tabla II - Características de consumo eléctrico de la empresa Sezaric antes de la sustitución

Aun cuando existían más motores (65 en total), sólo se evaluaron los que operaban la mayor cantidad de horas al año y se seleccionaron aquellos que aportaron los mayores ahorros de electricidad.

<sup>7</sup> El triplay, también conocido como multilaminado, plywood, o madera terciada, es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor.

## Situación final

Se consideró factible para SEZARIC el sustituir motores estándar por motores de alta eficiencia bajo las siguientes condiciones.

- Aplicación de Motores de Alta Eficiencia de Menor Tamaño:  
Cuando el motor estándar estaba trabajando con bajo factor de carga.
- Aplicación de Motores de Alta Eficiencia del Mismo Tamaño:  
Cuando el motor estándar estaba trabajando con un factor de carga entre 60 y 90%.
- Aplicación de Motores de Alta Eficiencia de Mayor Tamaño:  
Cuando el motor estándar estaba trabajando con un factor de carga mayor al 90%.

Una vez realizada la sustitución, la **Tabla III** muestra los nuevos valores en demanda, consumo, así como los nuevos costos económicos obtenidos.

Demanda (kW)	Consumo (kWh/año)	Costo económico Anual
695,91	2.391.500,00	2.950.116,44

Tabla III – Características de consumo eléctrico de la empresa Sezaric luego de la sustitución

## Conclusiones

La eficiencia energética juega un rol central en la necesidad de mejorar la competitividad en el sector industrial. En este sentido, el recambio de motores de eficiencia convencional por aquellos de alta eficiencia es ideal para obtener mejores resultados económicos.

Si para el año 2030 todas las economías del mundo adoptaran las mejores prácticas para sus sistemas motores, el consumo de energía eléctrica descendería en un 10 % respecto al consumo proyectado.

Esto sería equivalente a:

- 2.000 a 3.000 TWh de demanda eléctrica
- 1.300 a 1.800 Millones de toneladas de emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>

Para dar una idea comparativa de la magnitud de los ahorros citados, éstos equivaldrían al 75% de la demanda de energía eléctrica actual de Estados Unidos y al doble de los ahorros de carbono derivados del cumplimiento del Protocolo de Kyoto, asumiendo que todos los países signatarios hubieran cumplido con sus compromisos de reducción de emisiones.

Entre los beneficios principales de la eficiencia energética para nuestro país se encuentran, además de la mejora en los **costos de operación de las empresas**, la reducción de importaciones de energía, de gastos de energía en los hogares, y del consumo de combustible en el transporte. La eficiencia energética contribuye a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Cambio Climático) y a la seguridad energética del país y el recambio de motores está alineado con estos compromisos, siendo además una medida de mitigación identificada como concreta.

## Bibliografía

- a) Experiencia de recambio de motor en industria textil INTA, Provincia de Buenos Aires, Argentina (2012).
- b) Experiencia de recambio de motores en industria de México (SEZARIC - Silvindustria Emiliano Zapata Asociación Rural de Interés Colectivo) - Producción de maderas y materiales para la fabricación de muebles.
- c) Motores eficientes en la minera Antamina, Chile, ICA-PROCOBRE.
- d) Guía Motor Eléctrico Premium - Electrobras - ICA-PROCOBRE.
- e) Energy Efficient Motor Driven Systems - Leonardo ENERGY.  
<http://leonardo-energy.com/sites/leonardo-energy/files/documents-and-links/intro.pdf>
- f) SIEMENS Argentina <http://www.industry.siemens.com/drives/aan/es/electric-motor/Pages/Default.aspx>
- g) ABB Argentina - <http://new.abb.com/motors-generators/es>
- h) WEG [www.weg.net](http://www.weg.net) - <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-la-eficiencia-de-los-motores-articulo-tecnico-espanol.pdf>
- i) Imágenes motores eficientes: las mismas han sido brindadas por: ICA-PROCOBRE







**usemos**  
NUESTRA  
ENERGÍA  
**de manera**  
INTELIGENTE

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética  
Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico  
Ministerio de Energía y Minería  
Av. Paseo Colón 189, Piso 4 (C1063ACN) C.A.B.A, Argentina  
**Visítenos:** [www.minem.gob.ar/ee](http://www.minem.gob.ar/ee)  
**Síguenos en Twitter:** @Eficiencia\_Ar  
**Escríbanos:** [eficienciaenergetica@minem.gob.ar](mailto:eficienciaenergetica@minem.gob.ar)