



Guía de Orientación  
del Uso Eficiente de la Energía y  
de Diagnóstico Energético

# INDUSTRIA PESQUERA

Dirección General de Eficiencia Energética



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

EL PERÚ PRIMERO





Guía de Orientación  
del Uso Eficiente de la Energía y  
de Diagnóstico Energético

# **INDUSTRIA PESQUERA**



# INDICE

1. PRESENTACIÓN	5
2. OBJETIVO	9
3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR	11
3.1 Proceso productivo típico	14
3.2 Fuentes y costos de energía	19
3.3 Principales equipos consumidores de energía	22
4. EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	27
4.1 Objetivos	29
4.2 Etapas de elaboración del diagnóstico energético	30
4.2.1 Etapa 1: Recopilación de Información Preliminar	30
4.2.2 Etapa 2: Revisión de la Facturación de Energéticos	30
4.2.3 Etapa 3: Recorrido de las instalaciones	31
4.2.4 Etapa 4: Campaña de Mediciones	31
4.2.4.1. Área térmica	32
4.2.4.2. Área eléctrica	32
4.2.5 Etapa 5: Evaluación de Registros - Línea base energética: consumos y costos de la energía	34
4.2.6 Etapa 6: Identificación de Oportunidades de Mejoras en Eficiencia Energética	35
4.2.7 Etapa 7: Evaluación técnica-económica-financiera de las Mejoras planteadas	35
4.2.7.1. Evaluación técnica-económica	36
4.2.7.2. Análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financiero	38
4.2.7.3. Alternativas de financiamiento convencional	39
4.2.8 Etapa 8: Informe de Auditoría Energética	41
4.2.9 Etapa 9: Propuesta de Implementación de Mejoras	41
4.3 Seguimiento y monitoreo de las mejoras implementadas	42
5. USOS INADECUADOS DE LA ENERGÍA Y LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	47
5.1 Buenas Prácticas (BP) para evitar usos inadecuados de la Energía	48
5.2 Oportunidades de mejoramiento u optimización	55
5.3 Nuevas Tecnologías y su contribución en la Eficiencia Energética	65

6. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA	75
6.1 Formación de un Comité de Gestión de la Energía	76
6.2 Sistema de Gestión de la Energía (SGE) y la importancia de contar con la Certificación ISO 50001	77
6.3 El etiquetado como garantía de compra eficiente	84
7. (CGE)CASOS EXITOSOS	85
7.1 Caso 1	86
7.2 Caso 2	87
7.3 Caso 3	89
8. EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO	91
8.1 El impacto atmosférico del consumo de energía	94
8.2 El uso eficiente de la energía como compromiso mundial para la lucha contra el cambio climático	95
8.3 Oportunidades de los compromisos mundiales	95
8.3.1 Mercado regulado - El Protocolo de Kioto	96
8.3.2 Mercado Voluntario de Carbono	97
8.3.3 Caso del Perú	97
8.4 Financiamiento climático	99
9. BIBLIOGRAFÍA	101
10. GLOSARIO	105
11. ANEXOS	111
11.1 Facturación de energía eléctrica	112
11.2 Facturación de Gas Natural	118
11.3 Factores de Conversión – Energía	120
11.4 Formatos para el diagnóstico energético	121
11.5 Mediciones con termografía por infrarrojos	122
11.6 Especificaciones técnicas para lámparas LED	125
11.7 Especificaciones técnicas para motores eléctricos de alta eficiencia	128



# PRESENTACIÓN



# 1

## PRESENTACIÓN

La presente es una Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético correspondiente a una Industria Pesquera, cuyo fin es promover medidas para el uso eficiente de energía y su debida implementación, contribuyendo a reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En esta Guía de la Industria Pesquera se ha considerado las nuevas tecnologías disponibles en el mercado, nuevas regulaciones y estándares técnicos, costos actuales y la capacidad técnica del personal a cargo de la implementación y el seguimiento.



La presente guía aplica solo a la industria de harina de pescado, no incluye el procesamiento del aceite de pescado que como aceite crudo se obtiene en la industria harinera. Asimismo no aplica a los procesos productivos de buques factoría que operan en alta mar semanas o meses, buques que poseen instalaciones frigoríficas para conservar y/o congelar el pescado a bordo en perfectas condiciones y equipos para el proceso de industrialización y envasado del pescado. Tampoco aplica la guía a la actividad de extracción del pescado, con consumos energéticos relevantes en refrigeración de la masa pelágica (RSW, entre otros).

Se ha puesto énfasis en el consumo de energía y el rol de la eficiencia energética para reducir el impacto ambiental, y aprovechar las oportunidades de los beneficios ambientales que surgen como

consecuencia de los compromisos del país ante el Cambio Climático.

Con fecha 8 de septiembre de 2000, se promulgó la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía Ley N° 27345, en la que se fomenta el uso eficiente con la finalidad de asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, promover la competitividad y reducir el impacto ambiental generado por el consumo de energía. También se indica las facultades que tienen las autoridades competentes para cumplir con estos objetivos.

El 23 de octubre del 2007, se emite el Reglamento de la Ley, a través del Decreto Supremo N° 053-2007-EM, en el cual se formula las disposiciones para promover el Uso Eficiente de la Energía en el país.

A través de las diferentes normativas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, uno de los aspectos importantes es promover, la "Formación de una cultura de uso eficiente de la energía", para lo cual se procedió a la "Elaboración de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético", con el objetivo de establecer los procedimientos y/o metodologías para orientar, capacitar, evaluar y cuantificar el uso racional de los recursos energéticos en todas sus formas, para su aplicación por los consumidores finales en los diferentes sectores industriales de consumo de energía de nuestro país.

El sector de Pesquería dentro de su proceso productivo cuenta con diferentes equipos

consumidores de energía tanto térmica como eléctrica, de acuerdo a los requerimientos de su línea de producción. Es por ello, que cuenta con un potencial significativo de ahorro de energía en sus diferentes etapas de producción.

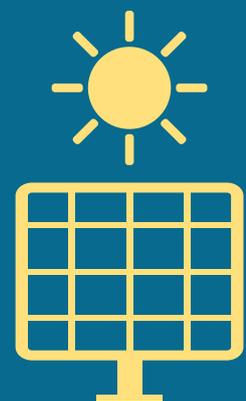
En el desarrollo de la presente guía, también se muestran casos exitosos de empresas que han implementado mejoras energéticas y han logrado obtener considerables ahorros de energía con beneficios económicos importantes.







## OBJETIVO



## 2 OBJETIVO

El objetivo de la guía es brindar una herramienta útil y práctica para la óptima implementación de programas de gestión energética y; diagnósticos energéticos que permitan llevar a cabo la identificación e implementación de mejoras sostenibles aplicables a la Industria Pesquera.

El público objetivo para el cual está dirigida la presente guía son principalmente los técnicos de mantenimiento, supervisores de producción, ingenieros de planta, consultores y/o desarrolladores de proyectos de eficiencia energética industrial.





# LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR



### 3

## LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR

La industria pesquera procesa especies pelágicas como materia prima para obtener la harina, entre ellas anchoveta, caballayjuel. El proceso para la fabricación de harina de pescado comprende el bombeo de las especies capturadas por las embarcaciones pesqueras a las pozas de recepción, luego hay un proceso para la separación de los sólidos del agua de bombeo, proceso de cocción, prensado, centrifugado, evaporación separación del aceite, agua de cola, envasado, almacenamiento de la harina de pescado y despacho.



La harina de pescado está compuesta por proteínas entre 60% y 72%, entre 5% y 12% de grasa y entre 10% y 20% de ceniza. Según la calidad bajo los estándares biológicos, físicos y químicos (TVN, aminos), hay tres tipos de harina: tipo tradicional (FAQ), prime y super prime.

Hay oportunidades de mejoras en la eficiencia del consumo de la energía térmica por reducción de pérdidas en las calderas, en el cocinador, en el secador, por recuperación de calor, por mejoras en la eficiencia de combustión en las calderas, mejoras en el aislamiento de las redes y circuitos de vapor, por operación eficiente de las trampas de vapor para garantizar un óptimo retorno de condensado, por implementación de instrumentación para el monitoreo y control de parámetros, como la temperatura, flujo y nivel. Reducción de costos en combustible por cambio de matriz energética a gas natural.

Asimismo oportunidades de mejoras en la eficiencia del consumo de la energía eléctrica por el uso de motores de alta eficiencia, implementación de variadores de velocidad, operación a plena carga de motores, compensación de la energía reactiva, uso de instrumentación para el monitoreo y control. Oportunidades de reducir costos de energía eléctrica por cogeneración con calderas de media presión y de alta presión.

Las mejoras en eficiencia energética en este sector industrial permiten reducir significativamente los consumos específicos de energía (cantidad de energía que se consume para producir una unidad de producto terminado) y los costos específicos de energía asociados a este consumo (costo de la energía consumida para producir una unidad de producto terminado). Estas mejoras son acciones calificadas como ecoeficientes al lograr producir lo mismo con menor consumo de energía o producir más con el mismo consumo de energía; acciones que están en sintonía con los objetivos empresariales de productividad y competitividad.

Si bien algunas medidas propuestas y oportunidades de lograr eficiencia energética pudieran ser aplicadas a procesos de la industria conservera, a algunos procesos presentes en los buques factoría y a las actividades de la pesca extractiva; la presente guía está destinada a la industria de pesquera (harina de pescado).

La reducción en la demanda de energía se logra implementando equipos más eficientes, sustituyendo combustibles y materias primas, para abaratar los costos de producción.

La comparación (benchmarking) con los consumos específicos estándares de empresas pesqueras eficientes en el mundo, permite determinar cuan competitiva es la empresa pesquera en el mercado global.

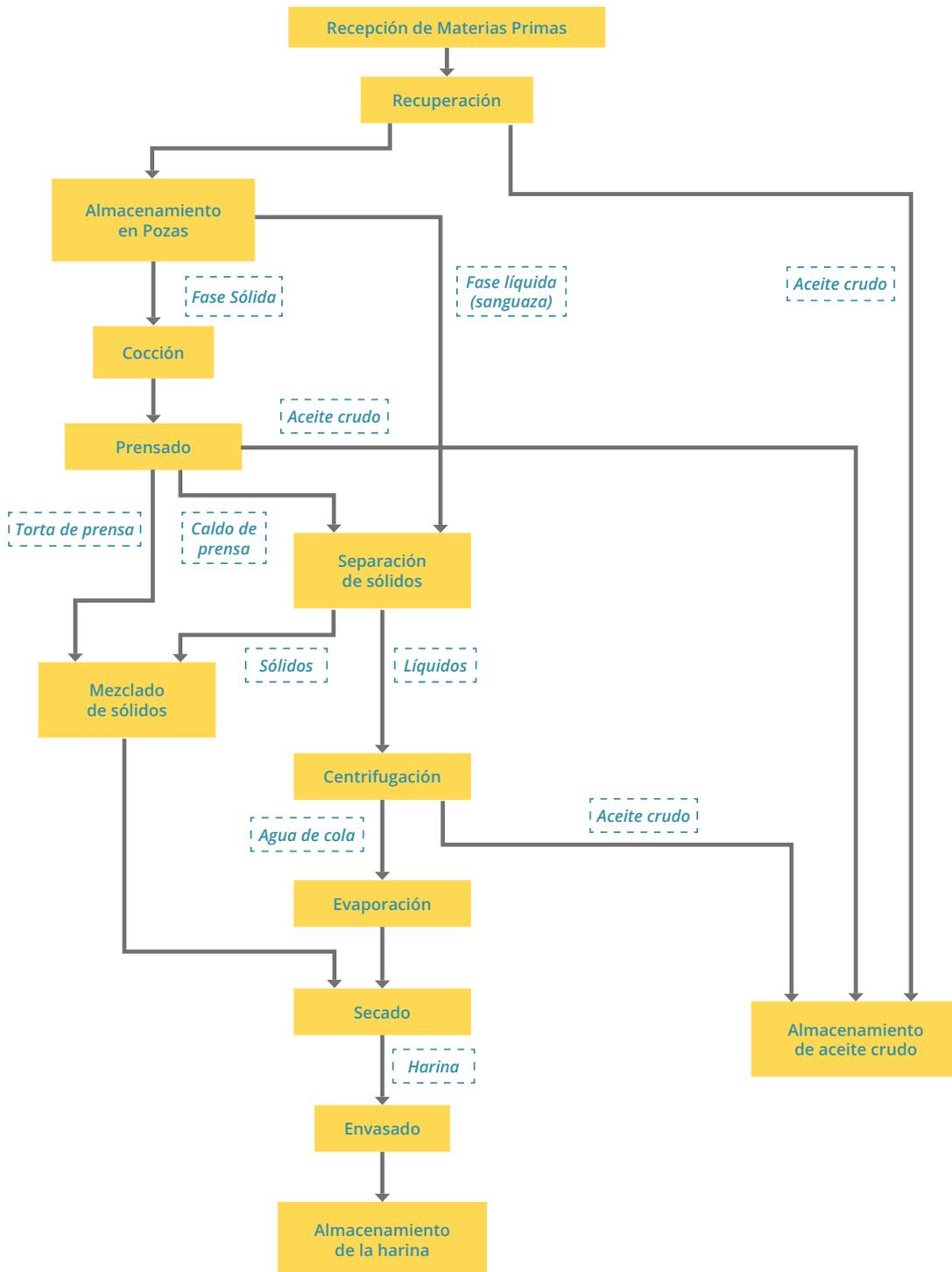
La eficiencia energética tiene doble efecto, pues por un lado se reducen los consumos de energéticos y los costos asociados a dichos consumos y por otro lado la empresa reduce el impacto ambiental de sus operaciones por las emisiones de CO2 evitadas, en un escenario de responsabilidad social empresarial (RSE), que mejora su posicionamiento en el mercado global.



### 3.1 Proceso productivo típico

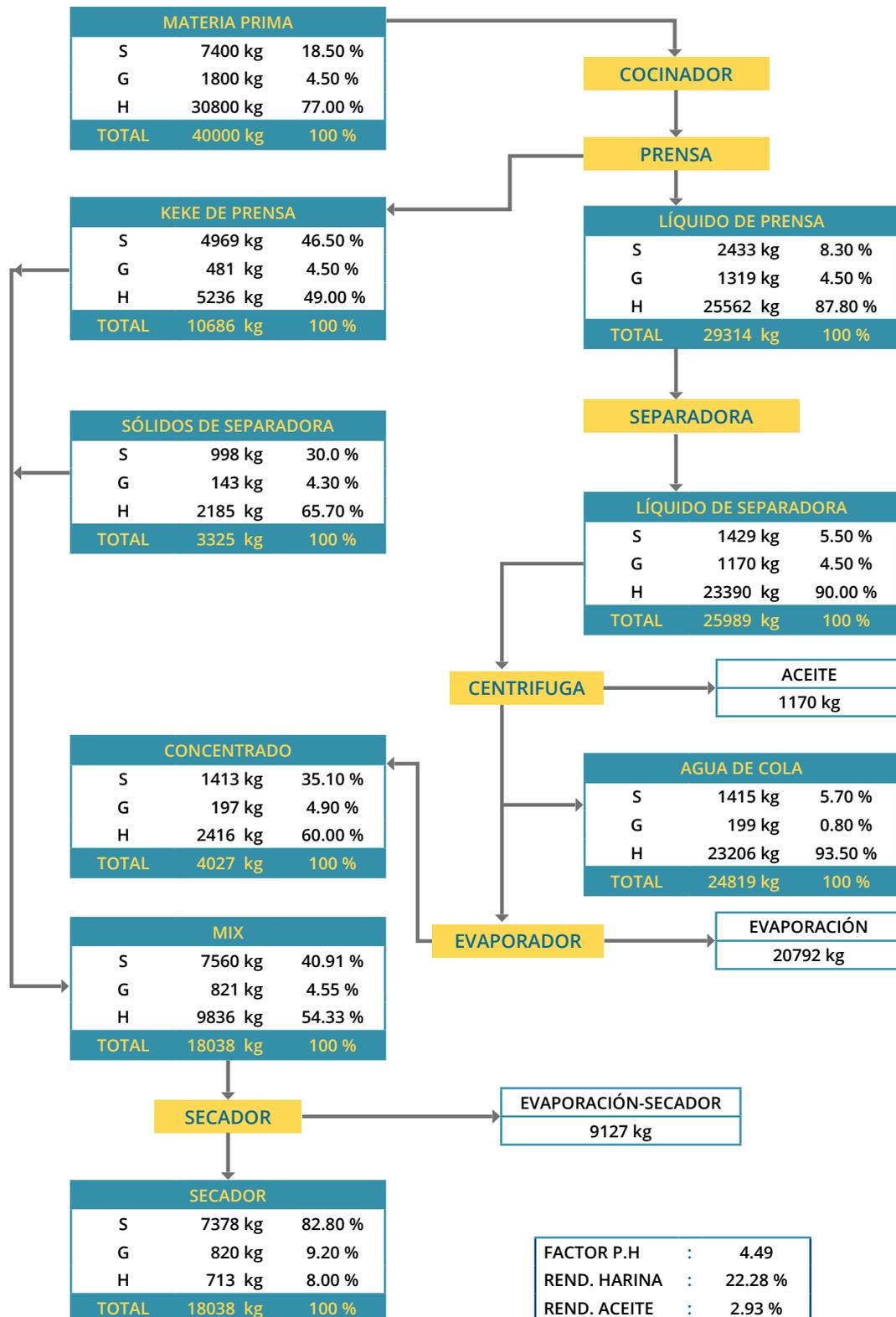
En la industria pesquera los procesos productivos típicos se presentan en la Figura N° 1.

Figura N° 1.  
Proceso productivo típico - Industria Pesquera



Fuente: Elaboración FONAM

Figura N° 2.  
Balance de Masa - Industria Pesquera



Fuente: Materia y Energía; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Alimentarias y Pesqueras; Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Perú ; MSc.J. L. Rodríguez, Ing. Edwin Macavilca

El proceso productivo de la industria pesquera comprende las siguientes etapas:

## Recepción de Materia Prima

La descarga de las especies pelágicas (pescados) de las bolicheras se hace a pozas denominadas 'chatas', ubicadas en el mar. Las especies pelágicas son bombeadas a la planta conjuntamente con agua de mar. El laboratorio de control de calidad realiza un primer análisis de la materia prima (TVN, otros), para determinar la condición de ésta.

## Recuperación

La materia prima es separada del agua de bombeo, se recupera la materia sólida y el aceite crudo. El pescado es pesado y enviado a unas pozas.



## Almacenamiento en pozas

Aquí se almacena la fracción sólida de la materia prima conjuntamente con los sólidos recuperados de la sanguaza que se transporta a los cocinadores.

## Cocción

La materia prima es sometida a un proceso térmico con la finalidad de coagular las proteínas, esterilizar la materia prima con el fin de detener la actividad enzimática y microbiana, responsable de la degradación. Separar el aceite y los residuos viscosos líquidos.

Con la coagulación se libera gran parte del agua retenida, así como los depósitos de lípidos del tejido muscular.

El proceso consiste en cocer la materia prima en forma indirecta en un equipo

térmico de vapor por el que circula ésta en forma continua. El calor se transfiere a través de una camiseta que forra al equipo cilíndrico con un eje calefaccionado y un transportador interior de gusano (tornillo rotativo) que permite el avance de la carga.

Un proceso alternativo es el uso de vapor directo. La carga se calienta a una temperatura entre 90° Y 100°C en un periodo de 15 a 20 minutos.

## Prensado

Esta etapa la materia prima proveniente del cocinador pasa por un proceso de prensado mecánico, del cual sale el licor o caldo de prensa y la torta de prensa que constituye la fase sólida. El objetivo es obtener una torta de prensa con mínima cantidad de agua y lípidos así como un caldo de prensa pobre en sólidos tanto solubles como insolubles.

La masa de producto es comprimida a una presión relativamente alta por los tornillos, separando igualmente el aceite crudo. Las variables que afectan el prensado son la presión aplicada, la velocidad y la temperatura. Se opera a una alta temperatura para lograr una viscosidad mínima en el producto, de forma que los fluidos fluyan fácilmente.

## Separación de sólidos

El licor o caldo de prensa tras una operación de cocción y prensado óptimos contiene gran parte de los lípidos y el agua del pescado y, consecuentemente, un mínimo de sólidos solubles e insolubles, se mezcla con la sanguaza y se procesa en una separadora de sólidos, que son máquinas centrifugas horizontales cuya finalidad es la separación de sólidos insolubles. Esta operación depende de

las etapas anteriores, ya que la eficacia de separación dependerá del tamaño de las partículas sólidas, lo que a su vez depende de la condición histológica de las materias primas. El objetivo final es lograr un producto rico en sólidos insolubles y mínimo de agua, aceite y solubles.

Asimismo, los líquidos obtenidos deberán contener mínima cantidad de insolubles, un factor importante en el ensuciamiento de los equipos que siguen en el proceso y que influyen directamente en el costo de la operación. Los líquidos son enviados al proceso de centrifugación.

### Mezclado de sólidos

Los sólidos resultantes de la separación anterior pasan a incrementar la torta de prensa, para ingresar al proceso de secado.

### Centrifugación

Proceso para separar por fuerza centrífuga en razón a la diferencia de densidades a los diversos componentes que tiene el licor o caldo de prensa, tales como la grasa, los sólidos solubles e insolubles y el agua.

Se obtienen dos productos, uno acuoso, denominado "agua de cola", que se envía a los evaporadores y el aceite crudo que es almacenado en tanques para su posterior traslado a una refinería de aceite.

### Evaporación

Para recuperar el sólido del agua de cola se elimina gran cantidad de agua por evaporación, el licor que se obtiene de este proceso es un producto soluble de pescado. El agua de cola se somete al

proceso de evaporación pasando de un contenido inicial de sólidos de 6 a 7 % a una concentración de hasta 32 a 50 % de productos solubles de pescado. La evaporación de los residuos viscosos líquidos requiere que se controle la temperatura a valores no superiores a 130 °C, a fin de impedir la degradación de las vitaminas solubles en agua. El concentrado obtenido es almacenado en tanques para después adicionarlos a la masa prensada antes de ingresar al secador y obtener la harina propiamente dicha.

El proceso de deshidratación del agua de cola se obtiene mediante la evaporación de agua por tratamiento térmico. Las opciones son un evaporador convencional u otro de película descendente, cuyas principales diferencias son la forma en que el líquido fluye en los tubos llenos y por ende con tratamientos térmicos a temperaturas más elevadas, y en el segundo mediante película perimetral en los tubos y consecuentemente menores temperaturas. Existen diferencias de operación con flujo corriente y flujo en contracorriente, además de las diferencias por los medios de calefacción utilizados en cada caso. En los evaporadores convencionales el medio calefactor de la primera etapa es vapor de caldera y en las etapas que siguen, aquel generado en la concentración de los efectos anteriores. En el caso de los de películas descendente, el primer paso se calefacciona generalmente con vapores de desecho, que corresponde a aquellos generados por la deshidratación de la carga de los secadores, al igual que en el caso convencional, de la concentración de los efectos anteriores. El costo de operación de los evaporadores de película descendente es menor que el tradicional.



## Secado

El objetivo de este proceso es deshidratar la torta de prensa, la torta separadora (sólidos que salieron del proceso de separación de sólidos) y el concentrado de agua de cola que salió del proceso de evaporación, todos ellos integrados y homogenizados previamente. La reducción de humedad con este proceso es para evitar el crecimiento microbiano así evitar reacciones bioquímicas que puedan degradar el producto; sin embargo la deshidratación no debe llevarse a niveles que puedan destruir los elementos nutricionales.

La torta integral es secada hasta una humedad aproximada de 10%, el que se puede considerar suficientemente bajo para que haya existencia de actividad microbiana.



Hay dos tipos de secado, el secado directo y el secado indirecto. El secado directo se realiza a fuego directo, en el cual la energía para la evaporación es provista por una corriente de gases de combustión diluidos con aire secundario que se ponen en contacto con el material a secar. Realizar un estricto control de la combustión, para evitar que los productos de combustión puedan contaminar la harina. La temperatura del material secado no debe exceder los 90 °C para no deteriorar los valores nutricionales de la harina.

El *secado indirecto* evita la potencial contaminación de la harina, está basado en el principio de secado por convección, en este proceso se transfiere calor a la harina por medio del aire. Este sistema utiliza un intercambiador de calor de

modo que los gases de combustión no entran en contacto con el producto.

El secado tiene una gran influencia en la calidad final de la harina, se debe secar con temperaturas bajas, lo que permite una digestibilidad mejorada de la harina y densidad más alta. Evaluar para la segunda etapa de un secador de vapor del proceso de secado de la harina, la implementación del secado con aire calentado indirectamente por medio de un sistema de aceite térmico (serpentín) con lo que se logran altas temperaturas de ingreso al secador.

El aceite térmico posee la característica de calentarse a altas temperaturas con bajas presiones<sup>1</sup>, por lo que permite reemplazar a costo efectivo al vapor (que para lograr altas temperaturas requiere presiones mayores) en diversos procesos de transferencia de vapor, sin embargo se debe monitorear permanentemente el proceso para prevenir y evitar que se presenten picaduras en el serpentín de transferencia de calor al aire para evitar la contaminación con aceite térmico y con ello afectar la calidad de la harina.

En el secado indirecto hay nuevas tecnologías eficientes, entre ellas el secador rotatubos y secador rotadiscos, con consumos específicos bajos de combustible (galones/tonelada de harina).

La harina que sale del secador, es trasladada a un molino seco de martillos con el propósito de reducir el tamaño de los sólidos para satisfacer las condiciones y especificaciones de granulometría dadas por el comprador.

<sup>1</sup> <http://www.intec-energy.com/en/references/>

## Envasado

La harina de pescado se ofrece al mercado en dos formas: en polvo y en pellets. La harina en polvo se envasa en sacos de polipropileno con un peso de 50 Kg. La harina pelletizada tiene forma de gránulos, tiene la ventaja de no ser envasada y con ello la facilidad para ser transportada, reduciendo costos operativos. En esta etapa es importante la participación del laboratorio de control de calidad para extraer muestras necesarias para efectuar los análisis de proteína, grasa, humedad, TVN y otros, que permitan caracterizar y clasificar la harina de acuerdo a las calidades definidas.

Todos los sacos son marcados con el nombre del producto, origen, fecha de producción, número de ruma y planta productora. La harina de pescado se embarca en contenedores a granel o en sacos así como carga suelta en nave convencional.

Para el envasado la harina de pescado es tratada previamente con antioxidante, se transporta por medio de un alimentador tipo gusano (helicoidal) hasta una balanza ensacadora calibrada, que descarga a unos ductos tipo pantalones con accionamiento neumático de vaivén, donde se cosen los

sacos; luego éstos son transportados al almacén de productos terminados.

## Almacenamiento

La harina de pescado debe almacenarse en lugares limpios y secos, alejados de focos contaminantes. Se establece como una buena práctica un periodo de consumo preferente de nueve meses a partir de la fecha de fabricación, tanto para la harina envasada en bolsas como para la harina en pellets a granel.

En campos de almacenamiento que no se encuentren enlosados, antes del armado de las rumas se debe realizar un tratamiento al suelo a base de cal y sobre ella colocar esteras, evitando el contacto con el suelo. Los silos han encontrado uso en la industria de la harina de pescado en los últimos años, por ofrecer protección a la harina durante almacenamiento.

La harina de pescado se debe proteger contra la humedad, los almacenes para harina de pescado ensacada deben ser a prueba de humedad, los almacenes deben tener techos por la condensación y el goteo en la noche; además para evitar que las afectaciones climáticas, lluvias, cambios de temperatura y de humedad afecten a la harina.



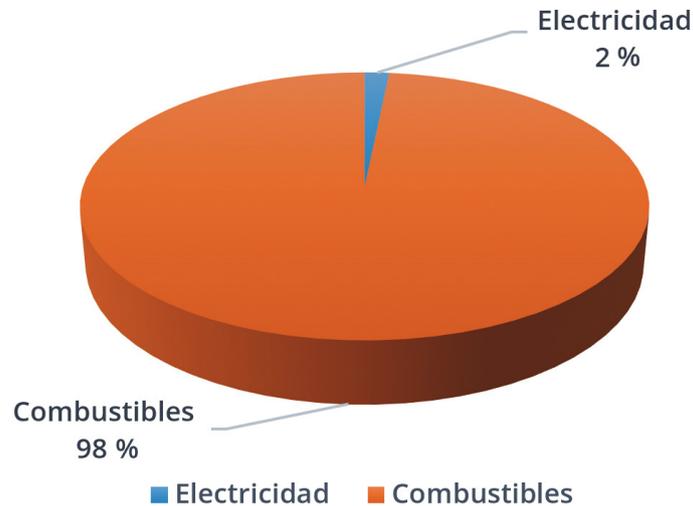
## 3.2 Fuentes y costos de energía

En el sector pesquero se utilizan combustibles y electricidad como fuentes de energía en el proceso productivo. El mayor consumo es en combustibles, siendo el petróleo residual 500 SSF y el gas natural los más usados como fuente

de energía térmica. La energía eléctrica es recibida en la subestación de la planta en media tensión (por lo general en 10 kV) y en la red interna los equipos eléctricos operan generalmente en 460 VAC- 60 Hz.

En la Figura N° 3, se aprecia la distribución del consumo de energía en una industria pesquera. El 98 % es en energía térmica (combustibles) y el 2 % es en energía eléctrica.

**Figura N° 3.**  
**Consumo de energía en la industria pesquera**

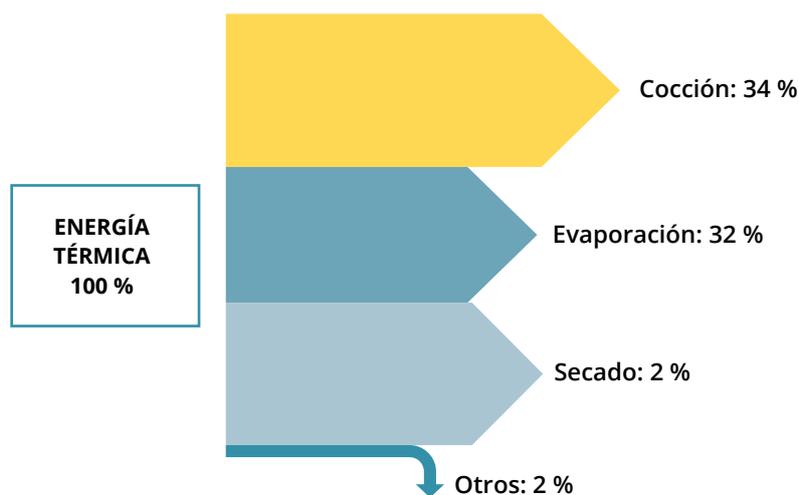


Elaboración FONAM, Fuente: Empresa Pesquera Hayduk S.A.



Para el caso del consumo de energía térmica (combustibles) en la industria pesquera se observa en la Figura N° 4, que el 34 % corresponde al proceso de cocción, 32 % al proceso de evaporación, 32 % al proceso de secado y 2 % a otros.

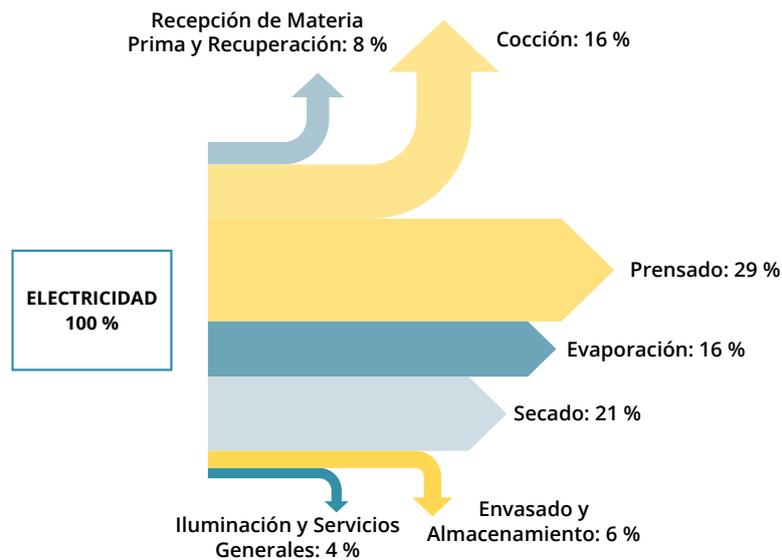
**Figura N° 4.**  
**Consumo de energía térmica en una industria pesquera (%)**



Elaboración FONAM. Fuente: Empresa Pesquera Hayduk S.A.

En la Figura N°5 se presenta el consumo de energía eléctrica en la industria pesquera, el que se distribuye según los procesos en la siguiente forma: 8 % en la recepción de materia prima y recuperación, cocción 16 %, prensado 29 %, evaporación 16 %, secado 21 %, envasado y almacenamiento 6 %, iluminación y servicios generales 4 %.

**Figura N° 5.**  
**Consumo de energía eléctrica en una industria pesquera (%)**



Elaboración FONAM. Fuente: Empresa Pesquera Hayduk S.A.

La tarifa eléctrica para la industria pesquera es aproximadamente 0,016 US\$/kWh como clientes libres, que son la mayoría de las industrias pesqueras por las condiciones de suministro y tarifario más económico (OSINERGMIN 2016).

**Tabla N° 1.**  
**Precios de combustible**

Gas licuado de Petróleo GLP	0,96 soles/kg (*)
Petróleo diésel DB5	6,96 soles/galón
Petróleo industrial PI 500	3,27 soles /galón
Petróleo industrial PI 6	3,43 soles/galón

Fuente: Lista de precios REPSOL Febrero 2016

(\*) Diario GESTIÓN del 8 de marzo 2016

### Consumos específicos

El consumo específico referencial de energía total térmica y eléctrica -según la fuente Defra SCP Evidence Base UK- es de aproximadamente 1660 a 3300 MJ/tonelada de pescado.

El consumo específico de energía eléctrica es aproximadamente de 32 a 40 kWh/tonelada de pescado.

Tratándose de producto terminado, el consumo específico de energía eléctrica es de aproximadamente 140 kWh/tonelada de harina en las plantas que poseen el proceso de evaporación del agua de cola, mientras que para las plantas de harina de pescado sin concentración del agua de cola, este valor desciende a 120 kWh/tonelada de harina.

Un indicador referencial es que por cada 100 toneladas de pescado se consumen aproximadamente 22 mil kg

de vapor/hora, lo que representa un consumo de 440 galones de petróleo/hora, lo que representa un consumo específico 4,4 galones de petróleo/tonelada de pescado.

En los secadores la relación pescado/harina es aproximadamente 4,3 a 1. Se obtiene aproximadamente entre 216 a 232 kg de harina/tonelada de pescado y 34 kg de aceite crudo/tonelada de pescado.

El consumo de aire en los secadores es de 1000 a 1100 pies<sup>3</sup>/minuto-tonelada de pescado con una presión total a través del sistema de 10 a 11" H<sub>2</sub>O.

---

### 3.3 Principales equipos consumidores de energía



Los equipos de mayor consumo de energía en la industria pesquera son:

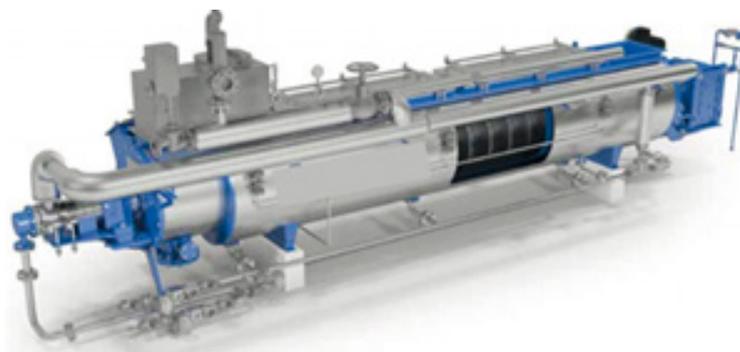
#### Cocinador

Consiste de un cilindro con un eje calentado por vapor y con forma de tornillo, que permite el avance de la carga. Cuenta además con una camisa

también calefaccionada, que permite una transferencia externa del calor. De esta manera se consigue una transferencia más homogénea de la energía hacia el producto.

Este equipo consume aproximadamente el 34 % del total de energía térmica y el 16 % de la energía eléctrica consumida en la planta.

**Figura N° 6.**  
**Cocinador con pase de vapor indirecto**



## Evaporador

Es un equipo que tiene la función de concentra el agua de cola para ser incorporada con la torta de prensa para el siguiente proceso de secado. Esta operación se realiza en evaporadores que pueden ser de una o más etapas, con tecnología de tubos inundados o tecnología de película descendente, nueva tecnología que permite usar como fuente de calor los calores residuales del proceso de secado. El medio calefactor de la primera etapa

generalmente es el vapor suministrado por la(s) caldera(s) y en las siguientes etapas es aquel generado de la concentración de otros procesos, con operación en contracorriente. La segunda planta evaporadora opera a contracorriente con lo cual el agua de cola se arrastra mediante película perimetral en los tubos.

Este equipo consume aproximadamente el 32 % del total de energía térmica y el 16 % de la energía eléctrica consumida en la planta

**Figura N° 7.**  
**Evaporador del tipo de tubos inundados**



## Secador

Consisten en un equipo que posee una camisa cilíndrica fija y un rotor, ambos calentados con vapor, está equipado con discos a través de los cuales circula vapor, la carga avanza por rebose, la energía es entregada por conducción. El agua evaporada se elimina con el aire que expulsa a través del secador un ventilador centrífugo hacia la Planta Evaporadora ayudado el exceso por un exhaustor de vahos.

También se cuentan con secador rotatubos, secadores de discos, secadores al vacío, secadores indirectos de aire caliente, éstos últimos funcionan con un caldero de aceite térmico, en el que éste fluye en un serpentín tipo radiador, haciendo circular el aire a calentar en tiro forzado contra el serpentín por un ventilador.

Las temperaturas de ingreso de gases al secador son aproximadamente de 500 a 600 °C y las temperaturas de salida de 90 a

100 °C. Requieren un flujo de aire de 1000 a 1100 pies<sup>3</sup>/minuto-tonelada de pescado y una presión total a través del sistema de 10 a 11" H<sub>2</sub>O. Como alternativa se cuenta con secadores de aire caliente, los mismos que funcionan con un caldero de aceite térmico que circula por un serpentín

tipo radiador, haciendo circular el aire a calentar en tiro forzado por un ventilador.

Este equipo consume aproximadamente el 32 % del total de energía térmica y el 21 % de la energía eléctrica consumida en la planta.

**Figura N° 8.**  
**Secador con camisa cilíndrica para circulación del vapor**



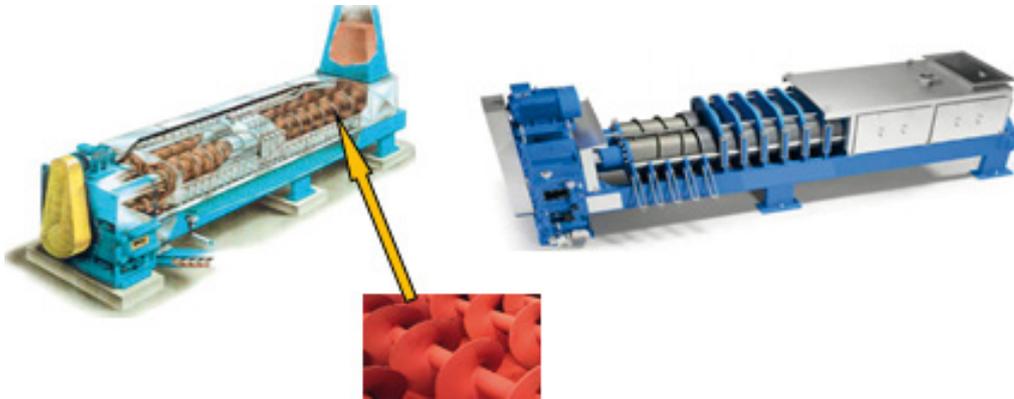
## Prensa

Equipo que comprime el producto para obtener la torta de prensa y el licor o caldo de prensa, separando el aceite crudo. Hay prensas de un tornillo o de doble tornillo, éstos consisten en dos cilindros huecos concéntricos. Cada cilindro lleva sujetas unas placas de acero inoxidable que tienen la función de tamiz. Los tornillos helicoidales de la prensa tienen forma ahusada y su

paso varía de modo tal que dicho paso es máximo en el extremo más fino del cilindro. En la prensa de dos tornillos, éstos funcionan en direcciones opuestas. El producto entra por el lado del cilindro de menor diámetro del cilindro y avanza hacia el extremo de mayor diámetro.

Este equipo consume aproximadamente el 29 % del total de la energía eléctrica consumida en la planta.

Figura N° 9.  
Prensa de doble tornillo



Otros equipos electromecánicos comunes en la industria pesquera:

- Caldera como generador de vapor y fuente de energía térmica para los procesos de cocción, evaporación y secado.
- Motores eléctricos de medianas y gran potencia, operando un significativo número de horas anuales en los procesos productivos relevantes.
- Compresor de aire comprimido, operando principalmente en comandos neumáticos de equipos automatizados.





4

# EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



# 4

## EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El Diagnóstico Energético permite analizar el uso de la energía eléctrica y térmica “combustible”, utilizada en una empresa para el desarrollo de su proceso productivo, lo cual nos permitirá conocer:

- En que parte del proceso de producción se utiliza la energía.
- Las principales áreas consumidoras de energía.
- Cantidad de energía desperdiciada.

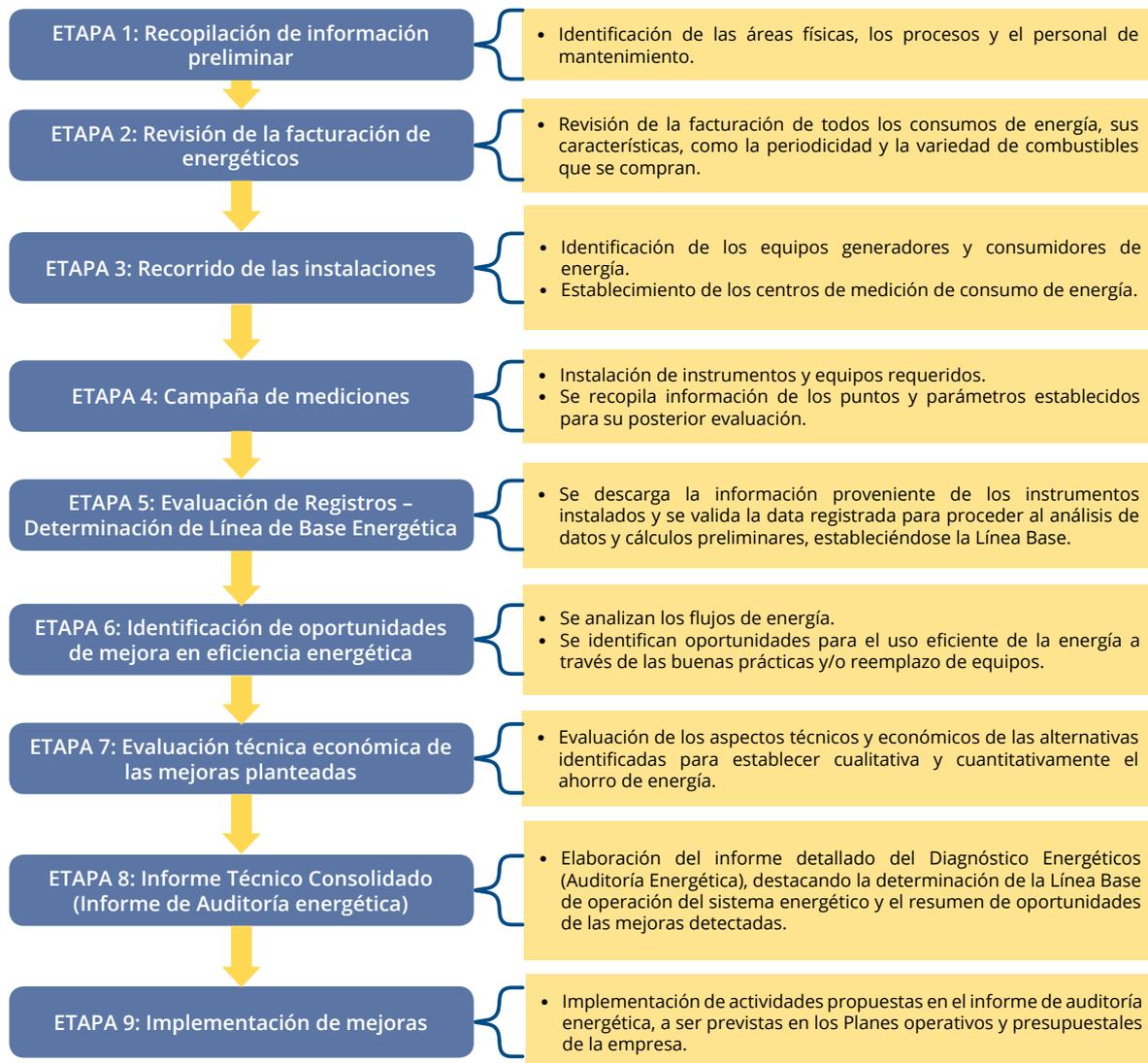
La magnitud o profundidad del Diagnóstico Energético depende del tamaño de la empresa y la disponibilidad de recursos para su ejecución. En la Figura N° 10, se presenta un gráfico referencial de las Etapas para la Elaboración de un Diagnóstico Energético.



El Diagnóstico Energético lo deberá realizar un ingeniero (en energía, electricista, mecánico, mecánico electricista o químico); o técnico (electricista, en máquinas térmicas, en procesos industriales) con certificación oficial, que cuente con las siguientes capacidades técnicas:

Especialista en eficiencia energética con conocimientos y experiencia en el diseño, ejecución y supervisión de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, análisis de sistemas tarifarios eléctricos; y/o de instalaciones mecánicas y térmicas, sistemas de aire comprimido, sistemas de fluidos, sistemas de producción, distribución y uso de vapor, y en mediciones de variables térmicas.

Figura N° 10.  
Etapas del Diagnóstico Energético



## 4.1 Objetivos

- Cuantificar el uso de la energía, con detalles suficientes para localizar pérdidas.
- Establecer una línea base contra la cual se deberán evaluar los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de las mejoras y recomendaciones asociadas con las oportunidades identificadas.
- Identificar oportunidades de uso eficiente de la energía a través de la implementación de proyectos y mejoras para ahorrar energía y costos.

## 4.2 Etapas de elaboración del diagnóstico energético

### 4.2.1 Etapa 1: Recopilación de Información Preliminar

El ingeniero y/o técnico especialista que estará a cargo de la elaboración del estudio de Diagnóstico Energético realizará una “visita de reconocimiento” de las instalaciones de la empresa para ver y conocer de manera general el proceso productivo, los principales equipos y fuentes de energía utilizadas.

Es importante entrevistarse con el/los responsable/s directo/s, jefe de planta, gerente de planta, jefe de mantenimiento u otro que esté a cargo del proceso productivo y mantenimiento de equipos para aclarar dudas y/o consultas sobre el desarrollo general de las áreas productivas.

También es importante entrevistarse directamente con los operadores que manejan los equipos y determinar el modo de operación de los principales equipos consumidores de energía.

Finalmente se solicitará los manuales de operación de los equipos consumidores, generadores o transformadores de energía, reportes de mantenimiento, costos de energía como parte de los costos de producción, diagrama de instalaciones eléctricas, planos de distribución de maquinarias y ambientes, planos de fluidos térmicos, estadísticas de producción y ventas, estructura organizacional, diagrama de los procesos de producción.

De ser el caso, se solicitará los estudios anteriores que hayan realizado sobre el consumo energético de la empresa.

Esta etapa debe dar como resultado

la recopilación de información de las características del espacio físico a auditar y comprende lo siguiente:

- Dimensión del área construida y tiempo de vida de las instalaciones.
- Número de trabajadores (incluido visitantes).
- Organigrama de la empresa distribuido por áreas y responsables, a fin de identificar las áreas físicas y el personal involucrado en el tema energético.
- Número de actividades que se realizan.
- Cantidad de áreas productivas y áreas de oficinas.
- Horario de trabajo
- Cantidad de personal involucrado en el tema energético
- Plano unifilar de distribución eléctrica.
- Plano térmico de las instalaciones.
- Manuales de operación y planes de mantenimiento.
- Otra información relevante, como renovaciones, ampliaciones futuras, entre otros.

### 4.2.2 Etapa 2: Revisión de la Facturación de Energéticos

La información preliminar será proporcionada por la empresa y consiste en las facturaciones energéticas de los consumos de energía eléctrica, combustible y demás energéticos, de al menos un (01) año, así como las características del suministro eléctrico, tarifa y tipo de combustible utilizados.

El objetivo es conocer el perfil de consumo total de energéticos de la empresa y también su máxima demanda en potencia (kW) y su máxima demanda



en energía (kW.h); así como los niveles de consumo por tipo de combustible y demás energéticos (solar, eólico, biogás, entre otros).

### 4.2.3 Etapa 3: Recorrido de las instalaciones

El ingeniero y/o técnico a cargo de la ejecución del Diagnóstico Energético, realizará una “visita técnica” a las instalaciones de la empresa y revisará algunos aspectos claves que podrían convertirse en importantes oportunidades de ahorro energético. Recorrer las instalaciones para realizar el inventario y ubicar los equipos generadores y consumidores de energía. Las visitas técnicas darán como resultado la siguiente información:

- Inventario de equipos con sus características técnicas. Para el caso de equipos eléctricos: datos de placa, potencia en watts o kilowatts, tensión en volts, corriente en amperios. En el caso de equipos térmicos de potencia (BHP o kW): consumos específicos, parámetros de regulación, rendimientos térmicos, etc.
- Ubicación física de estos equipos en la empresa.
- Revisión de maquinaria y equipos, revisión de fuentes de energía, estado de las conexiones eléctricas, estado de las conexiones de agua, tipo de iluminación (natural o artificial), personal y áreas claves involucradas en la producción y en el consumo de energía, y la posibilidad de acceder a otras fuentes de energía.
- Identificación de los centros de costos de consumo de energía.
- Definir los puntos y parámetros

mínimos a medir, como son: tensión, corriente, potencia, energía, armónicos, factor de potencia, los cuales no son limitativos; así como los periodos de medición u otros parámetros que podrán obtenerse a través de equipos de tecnología de última generación, que le sirvan a la empresa para el ahorro de energía eléctrica y/o térmica como presión, temperatura, etc.

Es muy importante que el ingeniero y/o técnico cuente con los conocimientos del proceso a analizar y la experiencia en la realización de este tipo de estudio.

### 4.2.4 Etapa 4: Campaña de Mediciones

Luego de haber elegido los puntos y/o equipos consumidores de energía cuyos consumos serán medidos, por ejemplo: grupo electrógeno, calderas, motores eléctricos, iluminación entre otros; se instalan los instrumentos y equipos de medición requeridos, se realizará mediciones térmicas y eléctricas con los mismos instrumentos fijos de la empresa o instrumentos portátiles dispuestos para este propósito, lo cual permitirá conocer si los equipos consumidores están perdiendo energía o lo consumen adecuadamente.



***“Si usted no puede medir, usted no puede controlar, entonces no conseguirá administrar los energéticos”***

Posteriormente se recopila la información, como el perfil de consumos energéticos, diagrama de carga, factor de potencia, máxima demanda en potencia (kW) y máxima demanda en energía activa y

reactiva (kW.h y KVARh), así como los niveles de consumo por tipo de combustible y demás energéticos (solar, eólico, biogás, etc.) para su evaluación.

#### 4.2.4.1 Área térmica

En el área térmica se debe medir principalmente la combustión eficiente en calderas.

Además evaluar los sistemas de distribución de vapor, agua y aire comprimido, el estado del aislamiento térmico de ductos de vapor, sistemas de calefacción y refrigeración, recuperación óptima de condensados. Así como la factibilidad de cambio de combustible, optando siempre por el menos contaminante y más amigable con el ambiente.



#### Equipos de Medición de Energía Térmica:

##### **Analizadores de gases que pueden ser portátiles o fijos.**

Permite medir la composición de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>), temperatura y conocer la eficiencia de combustión.

##### **Medidor de Temperatura por contacto**

Permite medir temperaturas de fluidos y sólidos de diferentes sustancias, pueden ser portátiles o fijos y pueden disponer de sondas para conectar termopares rápidos y fiables.

##### **Medidor de Temperatura a distancia o infrarrojo**

Termómetro con indicador láser en cruz y óptica seleccionable para mediciones lejanas y cercanas

##### **Higrómetro o medidor de humedad**

Para detectar las humedades de aire y/o materiales que intervienen en el proceso productivo

#### 4.2.4.2 Área eléctrica

Medir y registrar los consumos de energía eléctrica, evaluar el factor de potencia y el consumo de energía reactiva, análisis de las potencias contratadas, análisis de la posibilidad de cambio de suministro de energía o de opción tarifaria, y optimización de sistemas de iluminación.

#### Equipos de Medición de Energía Eléctrica:

**Analizador de Redes Eléctricas (Trifásico).** Permite medir y registrar los consumos de energía eléctrica.

**Multímetro Digital.** Permite medir magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras.

**Tacómetro Digital.** Permite medir la velocidad de los motores eléctricos.

**Luxómetro.** Permite medir los niveles de iluminación.

## Procedimiento para la instalación de equipos con tensiones de servicio inferiores a 600 V “en caliente”

La instalación debe ser realizada por personal debidamente calificado como es el caso de un ingeniero electricista o técnico instrumentista eléctrico de mando medio pero con entrenamiento en los siguientes equipos: Dranetz, RPM, Memobox, ABB o similar y siempre supervisado por un ingeniero electricista de campo.

**Tabla N° 2.**  
**Procedimiento**

ETAPAS		RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO
1.	Asignación de la tarea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por falta de apoyo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda tarea deberá efectuarse entre dos personas.</li> </ul>
2.	Revisión de EPP (Equipo de Protección Personal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por no usar los EPPs.</li> <li>• Accidente por deterioro de los EPPs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cada tarea se deben usar los EPPs (casco, lentes, guantes dieléctricos, zapatos dieléctricos, herramientas aisladas).</li> <li>• Verificar el buen estado de los EPPs.</li> </ul>
3.	Revisión del equipo registrador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por deterioro del equipo y sus componentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el buen estado del equipo y sus componentes de tensión y corriente.</li> <li>• Verificar que el material aislante no tenga, cortes, rajaduras, abolladura, etc.</li> </ul>
4.	Reconocimiento de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por pisos húmedos, etc.</li> <li>• Accidente por mal estado de las instalaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar la zona de trabajo y evaluar el riesgo.</li> <li>• En caso de alto riesgo, suspender el trabajo.</li> </ul>
5.	Señalización de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por intervención de terceros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar la zona de trabajo utilizando cintas y/o carteles con indicación de peligro, que disuadan el acceso de terceras personas.</li> </ul>
6.	Verificación de tensiones y corrientes del circuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por tensiones mayores a 600 V.</li> <li>• Accidente por corrientes elevada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el nivel de tensión del circuito (en caso de tensiones superiores a 600V suspender la tarea).</li> <li>• Verificar las corrientes del circuito y seleccione el reductor de corriente adecuado.</li> </ul>
7.	Instalación del equipo Registrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por conexionado incorrecto.</li> <li>• Accidente por falla de aislamiento del circuito de potencia.</li> <li>• Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia.</li> <li>• Accidente por corto circuito.</li> <li>• Accidente por exceso de confianza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el tipo de conexionado.</li> <li>• Antes de hacer cualquier conexión, deberá conectar el conductor de verde del equipo a tierra.</li> <li>• Verificar el ajuste mecánico y la temperatura del circuito.</li> <li>• Verificar el aislamiento de los conductores del circuito.</li> <li>• No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un corto circuito.</li> <li>• Colocar el equipo de manera que no esté expuesto a circuitos energizados.</li> <li>• Evitar el exceso de confianza.</li> </ul>



ETAPAS		RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO
8.	Datos del circuito y del equipo instalado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidentes por no mantener distancias mínimas de seguridad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La distancia mínima será de 50 cm</li> </ul>
9.	Transferencia de datos y retiro del equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia.</li> <li>• Accidente por corto circuito.</li> <li>• Accidente por exceso de confianza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar forcejeos en los cables de potencia.</li> <li>• No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un corto circuito.</li> <li>• Evitar el exceso de confianza.</li> </ul>

Fuente: Guía modelo N° 07 Agroindustria, MINEM 2008.  
Equipo de protección personal

#### 4.2.5 Etapa 5: Evaluación de Registros - Línea base energética: consumos y costos de la energía

Los registros obtenidos en la campaña de mediciones proporcionarán la información que deberá ser evaluada, validada y analizada, afín de verificar la consistencia de datos y descartar los datos no reales. Y servirá para obtener lo siguiente:

- El rendimiento y consumo real de los equipos generadores o consumidores de energía eléctrica o térmica por usos y sectores. Se incluyen los costos de los insumos y costo de producción, porque finalmente al empresario le interesa saber cuánto le cuesta implementar la eficiencia energética en su industria y cuál es el beneficio económico que va a obtener.
- El rango de eficiencia energética de los equipos o sistemas principales.
- La calidad de energía y su aplicación para la seguridad y confort del personal (iluminación, ventilación, etc.) y las deficiencias en las instalaciones eléctricas de la empresa (seguridad eléctrica).
- La calidad de energía térmica en cuanto al uso, seguridad y confort del personal y las deficiencias en las

instalaciones que comprometan la seguridad de las personas.

- Identificación de malos hábitos de consumo.

Se realizan cálculos, estimaciones, balances de masa y energía, flujo gramas, etc, para determinar la participación de la energía en el proceso productivo. La intención será conocer en detalle cómo se está utilizando la energía en las áreas, zonas y hasta por equipo o maquinaria.

Una manera de evaluar los consumos es elaborando índices energéticos (relación del consumo energético con la producción) de tal manera de poder comparar lo actual con el futuro, luego de haber realizado mejoras en las instalaciones.

##### ► Indicadores:

Consumo de energía eléctrica (kWh)/  
Producción (t)

Consumo de combustible (gal ó Sm<sup>3</sup> ó kg)/  
Producción (t)

Finalmente con los resultados se constituye la línea de base que va servir como referencia para las futuras acciones a implementar y lograr el beneficio esperado.

El establecimiento de una línea de base permite evaluar el impacto de las recomendaciones asociadas con buenas



prácticas de mínima inversión y mejoras tecnológicas con grado de inversión orientadas a reducir costos de operación y mejorar la calidad del servicio.

#### **Determinación de la Línea de Base:**

Proporciona la información sobre el estado actual del consumo e indicadores energéticos, los cuales comparándolos con las siguientes auditorías, brindarán la información del grado de eficiencia que se viene desarrollando.

La línea base deberá estar expresada en forma cuantitativa y ser consistente con la situación real del sistema energético a efectos de comparación en un período determinado.

#### **4.2.6 Etapa 6: Identificación de Oportunidades de Mejoras en Eficiencia Energética**

En esta etapa se identifican las oportunidades de mejora, determinando el potencial de ahorro energético, los equipos críticos y recomendaciones de las alternativas técnicas de mejoramiento y/o sustitución.

En esta etapa se obtiene la siguiente información:

- Inventario de equipos y artefactos consumidores de energía.
- Diagrama de flujo de procesos de la empresa.
- Diagrama de carga del consumo de energía, en Diagrama de Sankey o similar.
- Oportunidades de mejora energética (sustitución o mejora de equipos y/o cambio de hábitos).
- Determinación de los centros

de costos energéticos, que nos permitirá conocer y mejorar el consumo de cada energético por área o proceso especificado.

- Mejora en los procesos de la entidad.

#### **4.2.7 Etapa 7: Evaluación técnica-económica-financiera de las Mejoras planteadas**

Se evalúan los aspectos técnicos económicos, su costo y viabilidad de implementación, considerando el retorno de la inversión y las oportunidades identificadas para establecer cuantitativamente el ahorro económico y energético.

Se proponen mejoras que pueden estar en todo o parte del proceso productivo, tales como el acondicionamiento previo de la materia prima, recuperación de calor perdido, recuperación de material, cambio de fuente energética, mejora en la administración energética, recuperación de la eficiencia de los equipos, adopción de nueva tecnología, etc. Todo esto deberá ser sustentado técnicamente y en caso de requerir financiamiento se pueden adoptar diferentes mecanismos bancarios o entidades financieras de nuestro medio.

En la empresa siempre están presentes las ventajas de implementar medidas de eficiencia energética, como mejorar el proceso productivo y consumo de energía y reducir los costos por consumo de energía, acciones que permiten redestinar los recursos a otros usos y disminuir los costos, además de contribuir al cuidado del ambiente, por generar menos gases contaminantes.



#### 4.2.7.1 Evaluación técnica-económica

##### Evaluación del ahorro de energía proyectado

El ahorro de energía atribuible a las recomendaciones asociadas con buenas prácticas de consumo, relacionados con la implementación de un cambio en la matriz energética de su planta, instalando una red de gas natural para sus procesos productivos.

En el presente caso, los ahorros de costos están asociados con la sustitución de petróleo residual 500 SSF por Gas Natural, lo cual produce un ahorro en el consumo en costos representa el 51,5 % en costos por combustible, equivalente a US\$ 1 647 050 Soles por año. A partir de dicho ahorro, es posible establecer los indicadores de evaluación económica.



##### Evaluación del beneficio económico esperado

El beneficio económico está relacionado, principalmente, con el ahorro por la sustitución del combustible, es decir de petróleo residual por gas natural para el proceso productivo de la planta pesquera. También es posible encontrar algunos casos, como el cambio de pliego tarifario, en los cuales el beneficio económico no está ligado directamente con un ahorro de energía, o el beneficio económico por una reducción de la máxima demanda, en cuyo caso el ahorro de energía no es necesariamente el componente principal.

El beneficio económico deberá estar expresado en el mismo período para el cual se ha efectuado el cálculo del ahorro económico (mensual o anual). En el presente caso el beneficio económico ya está calculado.

El beneficio económico (BE) calculado es el siguiente

$$BE = 1\ 647\ 050 \text{ Soles/año}$$

##### Evaluación del costo de implementación y retorno de inversión

El costo de implementación asociado con la recomendación que originará el ahorro esperado ha sido calculado teniendo en cuenta a sustitución del combustible. Se reemplazará al petróleo residual 500 SSF que se venía utilizando por 3 millones 445 mil Sm<sup>3</sup> de gas natural equivalentes calóricamente al consumo —que se hubiera tenido de no haber hecho el cambio de matriz energética— de 927 mil 504 galones de petróleo residual 500 SSF. Este desplazamiento representa un ahorro de 51,5 % en costos por combustible.

Para implementar la mejora se hizo una inversión de 4 760 000 Soles, que incluye el pago por derecho de conexión y la habilitación interna realizada por la empresa

Existen varios métodos para establecer el retorno de inversión de las oportunidades y recomendaciones para el ahorro de energía y obtención de beneficio económico. Entre ellos, se incluyen:

- Retorno de inversión (RI)
- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Relación Costo/Beneficio (B/C)

El periodo de retorno simple es lo suficientemente apropiado para evaluar la rentabilidad en proyectos con retornos menores a los 2 ó 3 años. A medida que este retorno se hace más prolongado, se hace necesario considerar los métodos VAN y TIR. En el presente caso,

calcularemos el periodo de retorno y los demás indicadores para tener como referencia.

El periodo de retorno o retorno de la inversión simple se calcula mediante:

$$RI = \frac{IMP}{BE}$$

Donde:

IMP = Costo de implementación de la mejora (S/.)

BE = Ahorro económico (S./año)

RI = Retorno de inversión (años)

$$RI = \frac{4\,760\,000 \text{ soles}}{1\,647\,050 \text{ soles/año}}$$

RI = 2,890025482 años

RI = 2,89 años

Con este resultado se puede concluir que la inversión realizada en la mejora identificada será recuperada en 2,89 años.

En cuanto a los métodos de valor actual neto y tasa interna de retorno, se involucran las siguientes variables de análisis:

P = Valor Presente o valor actual

A = Valor Anual o Anualidad

F = Valor futuro

N = Vida Útil del proyecto

I = Tasa de Interés

En éste contexto, es posible definir factores que permitan transformar el valor

presente en anualidades o valor futuro, tal como se muestra a continuación.

### Tabla N° 3. Fórmulas de valor presente y futuro

$\left(\frac{F}{P}\right) = (1 + i)^n$	$\left(\frac{F}{A}\right) = \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$
$\left(\frac{P}{F}\right) = \frac{1}{(1 + i)^n}$	$\left(\frac{A}{F}\right) = \frac{i}{(1 + i)^n - 1}$
$\left(\frac{P}{A}\right) = \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$	$\left(\frac{A}{P}\right) = \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$

Por ejemplo, para una tasa de descuento de 11% en un periodo de 12 años el factor A/P resulta:

$$A/p = [11(1+11)^{12}] / [(1+11)^{12} - 1]$$

$$A/p = 0,15402729$$

El valor presente se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$P = (\text{Valor Anual}) / (\text{Factor A/P})$$

$$P = (1\,647\,050 \text{ soles}) / 0,15402729$$

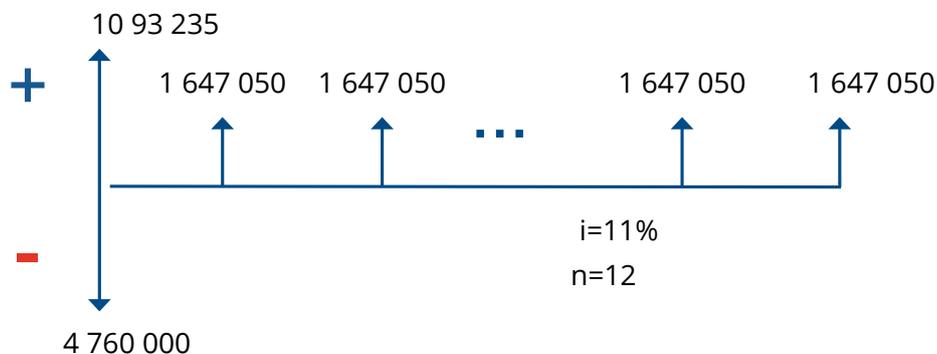
$$P = 10\,693\,235 \text{ soles}$$

Es decir un ahorro anual de 1 647 050 Soles durante un periodo de 12 años a una tasa de descuento del 11% equivale en el tiempo presente a 10 693 235 Soles.

En la figura N° 11 se muestra el análisis del VAN el cual resulta en un beneficio positivo de 10 693 235 Soles.



**Figura N°11.**  
Análisis utilizando el Valor actual neto



Fuente: Elaboración FONAM

#### 4.2.7.2 Análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financiero

El análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financieros de la rentabilidad de un proyecto de eficiencia energética deberá considerar posibles variaciones tanto en el costo de implementación como en el beneficio económico.



##### Variación de la tasa de descuento

Considerando los datos de la medida adoptada y los indicadores económicos, podemos ver los siguientes resultados para un análisis de sensibilidad de la tasa de descuento, con lo cual puede comprobarse que el ahorro de energía es rentable para una tasa de descuento de 10% y de 11%, pero no necesariamente para 12%, pues a esta tasa la relación beneficio/costo se hace negativo.

Esto se puede ver en la Tabla N°4.

**Tabla N° 4.**  
Análisis de sensibilidad de la tasa de descuento

INDICADOR	TASA DE DESCUENTO		
	10%	11%	12%
TIR (%)	33,52	33,52	33,52
VPN (S/.)	6 462 491	5 933 235	5 442 444
B/C	2,36	2,25	-3,14

Fuente: Elaboración FONAM

### Variación de ahorro económico y el costo de implementación

Si consideramos una variación de +/- 5% y +/- 10% tanto en el ahorro económico (beneficio económico) como en el costo de implementación (inversión en la red de gas natural), los resultados del indicador retorno de inversión variará en el rango de 28,37 a 42,39 meses, y de 2,36 a 3,53 años.

Esto se puede ver en la Tabla N° 5.

**Tabla N° 5.**  
Análisis de sensibilidad del retorno de inversión (meses)

Variación del costo de implementación	Variación del Beneficio Económico (meses)				
	-10%	-5%	0	5%	10%
-10%	34,68	32,85	31,21	29,73	28,37
-5%	36,61	34,68	32,95	31,38	29,95
0	38,53	36,51	34,68	33,03	31,53
5%	40,46	38,33	36,41	34,68	33,10
10%	42,39	40,16	38,15	36,33	34,68

Fuente: Elaboración FONAM

**Tabla N° 6.**  
Análisis de sensibilidad del retorno de inversión (años)

Variación del costo de implementación	Variación del Beneficio Económico (años)				
	-10%	-5%	0	5%	10%
-10%	2,89	2,74	2,60	2,48	2,36
-5%	3,05	2,89	2,75	2,61	2,50
0	3,21	3,04	2,89	2,75	2,63
5%	3,37	3,19	3,03	2,89	2,76
10%	3,53	3,35	3,18	3,03	2,89

Fuente: Elaboración FONAM

#### 4.2.7.3 Alternativas de financiamiento convencional

Los proyectos/programas de eficiencia energética pueden acceder al financiamiento denominado convencional de las entidades financieras pero tienen que sustentarse además del flujo de ingresos por el ahorro energético con ingresos por la venta de los productos. En el Sistema financiero nacional se pueden encontrar financiamiento para

los proyectos/programas de eficiencia energética en las siguientes entidades:

#### Banca Nacional/Fondos de Inversión de segundo piso como:

COFIDE (Corporación Financiera de Desarrollo Corporación Financiera de Desarrollo S.A.) que administra fondos del Programa tecnologías productivas eficientes para ser otorgados por las entidades de las microfinanzas por



montos de hasta US\$ 50 000, así como proyectos de cambio de la Matriz energética con participación de los bancos por montos mayores a US\$ 2 millones ([www.cofide.com.pe](http://www.cofide.com.pe)).

Fondo de Inversión Responsibility ([www.responsability.com](http://www.responsability.com)), Fondo de segundo piso que tiene un Programa de financiamiento para proyectos energéticos a través de los Bancos para operaciones mayores de U\$ 500 000.

### **Banca Nacional de primer piso como:**

Banco de Crédito del (www.viabcp.com), Banco BBVA Continental (www.bbvacontinental.pe), INTERBANK (www.interbank.com.pe), BANBIF (www.banbif.com.pe) entidades que pueden financiar operaciones de crédito de eficiencia energética.

Adicionalmente, hay una Línea de crédito ambiental de la Cooperación suiza que financia proyectos de eficiencia energética no mayores de US\$ 1 millón, esta línea la otorgan los bancos nacionales: BCP, SCOTIABANK y el INTERBANK financiando el 50 % de la operación crediticia.

### **Banca Internacional**

BID (Banco Interamericano de Desarrollo) Banco multilateral americano que otorga para el sector privado créditos incluidos los de eficiencia energía con sus propios recursos y de los fondos climáticos pero para operaciones mayores de US\$ 10 millones. Adicionalmente pueden apoyar a la empresa con la asistencia técnica de consultoría especializada (<http://www.iadb.org>).

Banco Mundial (Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo

- BIRD y Corporación Financiera Internacional - CFI).

El Banco Mundial es una las principales entidades financieras multilateral del mundo y brinda asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo de todo el mundo atiende el sector energía incluyendo programas de eficiencia energética con la salvedad que otorga directamente créditos a los Gobiernos no otorga créditos al sector privado.

Para apoyar financieramente al sector privado trabaja con su agente financiero el IFC y esta organización financia directamente al sector privado a proyectos energéticos como eficiencia energética con sus fondos propios o de los países aportantes que tienen compromiso con la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC) ([www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)). Igualmente, este banco trabaja también como segundo piso otorgando créditos a los bancos.

El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) es una institución financiera multilateral cuya misión es promover el desarrollo sostenible y la integración regional entre sus países accionistas. La CAF opera en conjunto con los sectores público y privado y provee múltiples servicios financieros a una gran cartera de clientes conformada por los gobiernos de sus países accionistas, compañías públicas y privadas e instituciones financieras ([www.caf.com](http://www.caf.com)) otorga créditos a proyectos energéticos como eficiencia energética del sector privado.

### **Validación de las mejoras planteadas**

Las mejoras planteadas a veces no resultan conveniente para el empresario debido a otras prioridades en el tema



de inversiones, o a que los ahorros no superan las expectativas de la alta dirección. Por eso se debe proponer todas las alternativas separando las mejoras sin inversión, las de mediana y gran inversión. En todo caso una reunión previa con la alta dirección donde se analizarán las mejoras recomendadas con su respectiva inversión, retorno y financiamiento, determinarán cuales serán aprobadas, las mismas que serán incluidas en el informe final de la evaluación energética realizada. Cabe señalar también la posibilidad de elaborar un cronograma de actividades donde se programe las futuras acciones para implementar la eficiencia energética en la planta industrial.

#### 4.2.8 Etapa 8: Informe de Auditoría Energética

La evaluación energética como documento final puede llamarse Auditoría Energética, Diagnóstico Energético, Estudio o Evaluación de Eficiencia Energética, Estudio de Uso Racional de Energía, etc, y de acuerdo al interés particular del empresario puede adoptar uno de estos nombres u otro similar.

El informe final de la auditoría energética debe contener, la línea base y las oportunidades de ahorro, así como la implementación de mejoras propuestas.

A continuación se muestra el contenido mínimo:

1. Resumen ejecutivo
2. Objetivo
3. Introducción
  - Antecedentes
  - Auditores energéticos
  - Características de la empresa
  - Suministro de electricidad, combustibles y otros energéticos

4. Estado actual del consumo de energía (línea base)
5. Análisis de los subsistemas energéticos
  - Equipos generadores y consumidores
  - Iluminación
  - Aire acondicionado, ventilación y refrigeración
  - Equipos electromecánicos
  - Otros subsistemas (red de vapor, bombeo, aire comprimido, etc.)
6. Mediciones eléctricas y térmicas
7. Oportunidades de mejoras detectadas
8. Evaluación técnico-financiera de las medidas de mejora y sugerencias
9. Cronograma de implementación de mejoras
10. Conclusiones y recomendaciones
11. Anexos mínimos:
  - Diagramas unifilares eléctricos, diagrama de Sankey o similar.
  - Planos de distribución: eléctrico, agua, desagüe, etc.
  - Consumo histórico de energéticos (electricidad, combustibles, energía solar, eólica, etc.)
  - Mediciones realizadas
  - Notas de cálculo de determinación de tamaños de equipos recomendados.
  - Otros relevantes

#### 4.2.9 Etapa 9: Propuesta de Implementación de Mejoras

Las propuestas de implementación de mejoras, también podrán considerar la utilización constante de tecnologías de auditoría energética de última generación presentes en el mercado, las cuales permitirán una administración o gestión de la energía a través del monitoreo en línea de sus consumos energéticos (entre otros indicadores) de forma inmediata. Las mismas que deberán ser incluidas en el Informe Final de Auditoría.



## 4.3 Seguimiento y monitoreo de las mejoras implementadas

Para implementar las mejoras recomendadas y lograr los beneficios económicos, existen varias modalidades, desde la firme decisión a través de un Comité de Energía formado al interior de la misma empresa, hasta la contratación externa de una Empresa de Servicios Energéticos que garantice el logro de este beneficio económico. La ventaja de lo último, es que en el contrato se puede estipular como objetivo la implementación y el logro del beneficio económico por parte de la Empresa de Servicios Energéticos.

Dependiendo del tamaño de la empresa, las mejoras sin inversión pueden ser implementadas directamente sin la intervención de un tercero, pero si requiere invertir para lograrlo, es necesario garantizar el beneficio para recuperar la inversión, por lo tanto se sugiere adoptar medidas de control como se señala a continuación.

### • Monitoreo y fijación de metas (M&T)

Existen varias modalidades de control para lograr los ahorros esperados, como aquellas reconocidas en muchos países por su efectividad, si es que se aplican correctamente, tal es el caso del Monitoring and Targeting (M&T) o un equivalente como es el plan de Medida y Verificación (M&V). En este documento nos vamos a referir al M&T como una metodología que permite programar actividades de ahorro de energía mediante el seguimiento, medición y control de los consumo energéticos en una Industria, a partir de una línea base establecida previamente en un diagnóstico energético.

En caso de solicitar financiamiento para implementar una mejora de ahorro de energía, el M&T puede sustentar ante la entidad financiera, que los beneficios económicos van a ser logrados en el plazo previsto por el programa.

La metodología de este sistema exige identificar los centros de consumo, aplicar e implementar llave en mano la recomendación, establecer indicadores que permitan hacer un seguimiento permanente y medir periódicamente para demostrar el beneficio económico, el cual será comparado con la línea de base establecida al inicio del programa.

Los elementos esenciales del sistema M&T son:

- a. Registro: Medir y registrar el consumo de energía.
- b. Análisis: Establecer indicadores energéticos para comparar consumo y producción
- c. Comparación: Comparar consumos de energía antes y después del uso eficiente.
- d. Metas: Establecer la meta para reducir o controlar el consumo de energía.
- e. Monitoreo: Seguimiento permanente de la evolución del consumo de energía
- f. Reporte: Reportar los resultados, incluyendo variaciones de la meta.
- g. Control: Controlar medidas de gestión para corregir variaciones.

A modo de ilustración, de este sistema en el Tabla N° 7 se muestra el ejemplo de una variación del consumo específico de



energía eléctrica en función de las toneladas de harina producida.

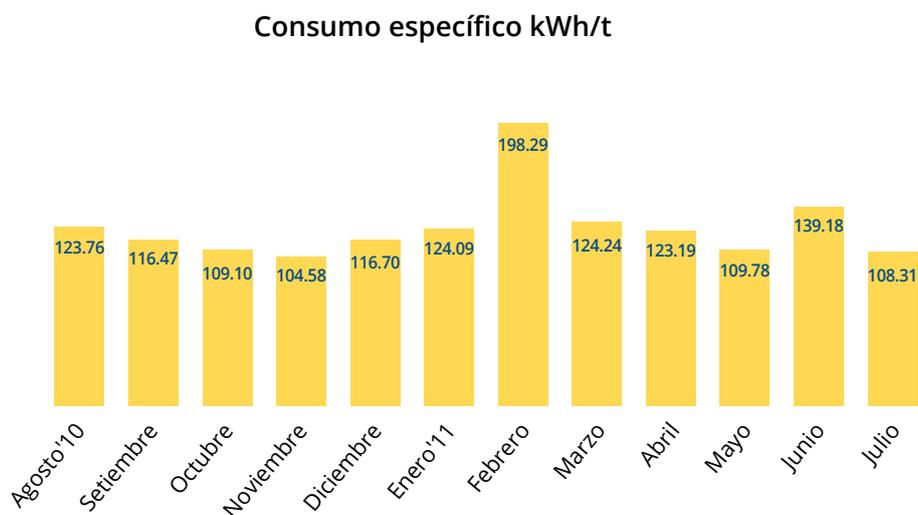
**Tabla N° 7.**  
**Línea base de Consumo Específico**  
(Producción empresa de Industria Pesquera)

Mes	Harina	Electricidad	Índice Energético
	Toneladas (t)	kWh	kWh/t
Agosto'10	111,7	13 824	123,76
Septiembre	400,9	46 692	116,47
Octubre	604,2	65 916	109,10
Noviembre	460,95	48 204	104,58
Diciembre	363,4	42 408	116,70
Enero'11	270,1	33 516	124,09
Febrero	59,55	11 808	198,29
Marzo	283,85	36 684	129,24
Abril	286,1	35 244	123,19
Mayo	570,25	62 604	109,78
Junio	173,3	24 120	139,18
Julio	561,4	60 804	108,31
<b>PROMEDIO</b>			<b>125,22</b>

Fuente: Adaptación de Estudio de Industria Pesquera, FONAM 2014.

En la Figura N° 12 se puede observar como varía el consumo específico kWh por tonelada a través del año.

**Figura N° 12.**  
**Variación Anual del Indicador Energético**



Fuente: Adaptación de Estudio de Industria Pesquera, FONAM 2014

Es normal que la cantidad de electricidad consumida varíe de acuerdo a la producción y otros factores, pero si hablamos del consumo específico, esta no debería tener variaciones por cuanto está referida a una unidad productiva solamente.

En el ejemplo mostrado, Figura N° 12 se observa como el consumo específico varía durante el año, por lo que se hace necesario analizar cuál es el motivo por el que una tonelada de productos consumió 124,09 kWh en enero y la misma tonelada 108,31 kWh en julio del mismo año. Luego del análisis realizando y la implementación de las correcciones apropiadas, en cada producto debe medirse el consumo específico y la tendencia recomendada sería que cada consumo específico como mínimo debe mantenerse constante y en el futuro debería disminuir o sea menor consumo energético.



- **Protocolos de medición y verificación**

Luego de identificar las mejoras en la planta para lograr la eficiencia energética, se hace necesario su implementación para obtener el beneficio económico esperado. El M&T brinda las herramientas necesaria para lograr el ahorro, pero a su vez requiere de una medición y verificación precisa y confiable, más aun si se ha solicitado recursos a una entidad financiera.

Para validar las mejoras logradas en una industria es conveniente adoptar el protocolo IPMPV (International Performance Measurement and

Verification Protocol), desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO).

- **El Protocolo IPMPV**

El protocolo define cuatro opciones de cálculo para la medición y verificación de los ahorros, tomando como referencia la línea de base que luego será comparado, se deberá seleccionar una de las opciones de medición y verificación.

**Opción A:** análisis parcial de la zona aislada, donde se efectúa una medida de mejora energética

- Análisis solo de la mejora realizada en una zona o equipo consumidor.
- Medición efectiva solo del parámetro involucrado en la mejora y el resto puede ser estimado con datos estadísticos u otros proporcionados por la planta.
- La aplicación se usa generalmente para la sustitución de equipos, asumiendo que no hay interacción de consumos con otros equipos.

**Opción B:** análisis total de la zona aislada, donde se efectúa una medida de mejora energética

- Análisis solo de la mejora realizada en una zona o equipo consumidor.
- Medición efectiva de todos los parámetros involucrados dentro de los límites señalados para la mejora.
- La aplicación es generalmente utilizada para la sustitución de equipos, en los que se haya definido los límites de medición para la zona involucrada.

**Opción C:** Análisis de una instalación completa

- Análisis de toda la instalación, y donde se ubica la mejora recomendada.
- Medición efectiva y continua de todos los parámetros necesarios para lograr la mejora recomendada.
- La aplicación es generalmente utilizada en las plantas donde hay varias mejoras relacionadas entre sí.

**Opción D:** Análisis por simulación

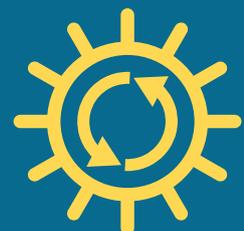
- Análisis calibrado utilizando programa de simulación.
- El programa puede simular o predecir consumo energético y/o consumo de escenarios de referencia.
- Se utiliza generalmente cuando no existe o no están disponible los datos de referencia. También se utiliza cuando los consumos a medir están encubiertos por otros factores difíciles de cuantificar. En caso que las opciones A, B y C sean muy difíciles de cuantificar o son muy costosas se puede usar esta opción D.







# USOS INADECUADOS DE ENERGÍA Y LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



# 5

## USOS INADECUADOS DE ENERGÍA Y LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

El uso de la energía ha sido fundamental para el desarrollo mundial, desde los inicios de la industrialización esta ha sido utilizada en forma desmedida e irracional, nuestro país que también aspira a la industrialización no ha sido la excepción y es por eso que se debe impulsar las buenas prácticas en el uso de esta energía.

### 5.1 Buenas Prácticas (BP) para evitar usos inadecuados de la Energía

Las labores cotidianas en una planta industrial, suelen acostumbrar a los trabajadores y a directivos, a preocuparse más que el proceso productivo no se detenga, pasando por alto todo las anomalías o detalles negativos que se puedan percibir; y como no afecta a la marcha de la producción, no se le da mayor importancia.

producción y mayor beneficio económico para la empresa.

Las buenas prácticas que pueden ser consideradas como oportunidades de ahorro Sin o Con Baja Inversión en una industria pesquera, se muestran a continuación:

#### Cocinadores:

- **Mejora Sin inversión.** Monitorear regularmente la temperatura del producto a la salida del cocinador para controlar el flujo de vapor y mantener la temperatura en el valor deseado.
- **Mejora Sin inversión.** Revisar periódicamente la correcta operación de las trampas de vapor para evitar pérdidas de calor.
- **Mejora de Baja inversión.** Realizar periódicamente una termografía<sup>2</sup> de la superficie externa del cocinador para identificar las áreas con temperaturas fuera de lo estándar y con ello

Precisamente varias o muchas de estas anomalías pueden ser malas prácticas de uso de energía que originan derroches que afectan a la eficiencia productiva, elevando los costos de producción. Estas anomalías o malos hábitos pueden ser mejor apreciados en equipos, máquinas o accesorios de la planta industrial.

Existen las buenas prácticas (BP), orientadas al uso eficiente de la energía asociada a la utilización adecuada de equipos y sistemas de producción que pueden significar oportunidades de mejora y optimización sin inversión o con muy baja inversión; logrando reducir consumo energético, menor costo de

2 Ver Anexo 11.5



reemplazar el asilamiento defectuoso para evitar las pérdidas por radiación al exterior.

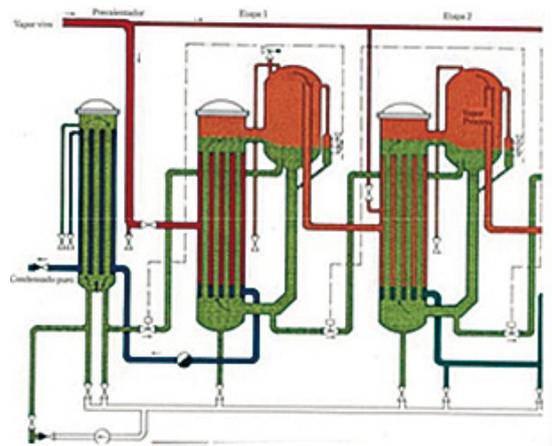
- **Mejora de Baja Inversión.** Hacer un monitoreo periódico de las temperaturas de la superficie externa de las tuberías de vapor de ingreso al cocinador para determinar el estado del aislamiento térmico y cambiarlo en caso sea necesario.
- **Mejora Sin inversión.** Se recomienda que las cocinas cuenten con un manómetro de ingreso de vapor y controlar con ello la presión a la que debe trabajar los cocinadores.

#### Evaporador:

- **Mejora Sin inversión.** Monitorear periódicamente el estado de los tubos para determinar si hay corrosión que pueda afectar la transferencia de calor.
- **Mejora Sin inversión.** Monitorear regularmente la operación de la bomba de extracción de condensados.
- **Mejora Sin Inversión.** Monitorear la temperatura y presión de entrada de vapor al evaporador para optimizar la transferencia de calor.
- **Mejora Sin Inversión.** Monitorear la temperatura y la concentración de los sólidos solubles en el licor de salida del evaporador, a fin de regular los parámetros de transferencia de calor que permitan una mejor evaporación y mayor concentración del licor a la salida.

- **Mejora Sin Inversión.** Monitorear los valores de vacío en el evaporador, sabiendo que con mayor vacío se logra una evaporación con menor temperatura y menor consumo de vapor.

**Figura N° 13.**  
**Evaporador de tubos inundados**



#### Secador:

- **Mejora Sin inversión.** Calibrar periódicamente la relación — combustible utilizando equipos de análisis de gases. Tener en cuenta que cuando no se controla la relación aire-combustible, el secador consume más combustible. Recordar que los secadores requieren de grandes cantidades de aire para el proceso de secado, provocando un enfriamiento de la llama y algo de inquemados como Monóxido de Carbono (CO); es por ello que es importante controlar el exceso de aire.
- **Mejora de Baja inversión.** Realizar periódicamente una termografía<sup>3</sup>



3 Ver Anexo 11.5

de la superficie externa del secador para identificar las áreas con temperaturas fuera de lo estándar y con ello determinar pérdidas de calor y programar el cambio de aislamiento.

- **Mejora Sin inversión.** Revisar periódicamente la correcta operación de las trampas de vapor para evitar pérdidas de calor.
- **Mejora Sin inversión.** Monitorear el proceso de secado a través de las ventanas de inspección de secador
- **Mejora de Baja Inversión.** Hacer un monitoreo periódico de las temperaturas de la superficie externa de las tuberías de vapor de ingreso al secador para determinar el estado del aislamiento térmico y cambiarlo en caso sea necesario.



Mejora de Baja Inversión. Con un medidor infrarrojo de temperatura efectuar un monitoreo periódico del tablero eléctrico del motor del extractor de gases, para identificar pérdidas de energía por Efecto Joule en puntos calientes en los interruptores termomagnéticos, en los contactores de potencia del motor, en los empalmes y conexiones con las barras.

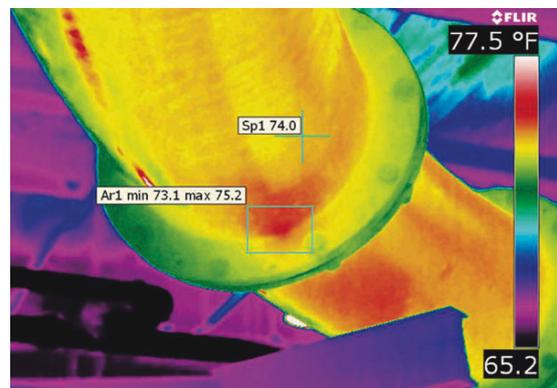
#### Prensa:

- **Mejora Sin inversión.** Monitorear regularmente la corriente de operación de los motores para evitar operación con sobrecarga, que incrementan las pérdidas de energía por Efecto Joule.
- **Mejora Sin Inversión.** Monitorear periódicamente la operación de los

reductores de velocidad, con toma de muestras del aceite, a fin de verificar su viscosidad, recordando que la pérdida de ésta afecta las tres funciones que cumple el aceite (lubricación, hermeticidad y disipación del calor de fricción).

- **Mejora de Baja inversión.** Realizar periódicamente una termografía<sup>4</sup> de la superficie externa de la prensa para identificar las áreas con temperaturas fuera de lo estándar y con ello determinar puntos de desgaste por fricción excesiva y programar su revisión en el siguiente mantenimiento.
- **Mejora de Baja Inversión.** Hacer un monitoreo periódico del tablero eléctrico de la prensa con un medidor infrarrojo (no contactante) de temperatura para identificar pérdidas de energía por Efecto Joule en puntos calientes en los interruptores termomagnéticos, en los contactores de potencia del motor, en los empalmes y conexiones con las barras.

**Figura N° 14.**  
Termografía típica de una superficie externa



4 Ver Anexo 11.5

## Calderas:

- **Mejora Sin inversión.** La presión del caldero debe ser un poco más de la presión requerida por el proceso, con la finalidad de compensar las pérdidas de traslado del vapor; si no es suficiente hay un problema de capacidad del caldero que debe ser analizado. Las calderas que trabajan a elevadas presiones o por encima de lo requerido en el proceso, originan mayor consumo de combustible.
- **Mejora de Baja inversión.** Considerar el uso de control electrónico para modulación de la operación de la caldera.
- **Mejora de Baja inversión.** Regular periódicamente la relación aire-combustible utilizando un equipo analizador de gases de combustión. Una relación aire/combustible no óptima según el tipo de combustible e inadecuada al tipo de quemadores, ocasiona mayor consumo de combustible.

De no lograrse la regulación, se puede atribuir el problema al quemador, al sistema de combustión o al combustible.

- **Mejora de Baja inversión.** Realizar periódicamente una termografía<sup>5</sup> de la carcasa de la caldera para identificar las áreas con temperaturas fuera de lo estándar y con ello reemplazar el aislamiento defectuoso para evitar las pérdidas por radiación al exterior.

- **Mejora de Baja inversión.** Aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo con el uso de instrumentación portátil (detector ultrasónico de fugas de fluidos, detector infrarrojo, conductivímetro, vibrómetro, a fin de detectar potenciales fallas y realizar las correcciones adecuadas anticipándose a las fallas.

## Línea de distribución de vapor:

- **Mejora de Baja inversión.** Sellar las fugas reparando o cambiando tubos y accesorios e implementar un plan de mantenimiento periódico. Las fugas de vapor en tuberías y accesorios (válvulas, trampas, etc), origina mayor consumo de combustible en la caldera.
- **Mejora de Baja inversión.** Recuperar la mayor cantidad posible de condensado hacia el caldero; permite un menor consumo de combustible y esto también significa un ahorro importante de agua tratada.
- **Mejora de Baja inversión.** Se recomienda eliminar tramos de tubería de vapor que ya no forman parte del proceso; con ello, tendremos un menor consumo de combustible en la caldera.



## Motores:

- **Mejora de Baja inversión.** Se recomienda evitar tener motores operando en vacío en las áreas productivas, así evitaremos derrochar electricidad.

<sup>5</sup> Ver Anexo 11.5

- **Mejora de Baja inversión.** Se recomienda evitar el arranque simultáneo de varios motores y hacer una mejor distribución de cargas, así evitaremos elevados picos de demanda con mayor consumo de electricidad.
- **Mejora de Baja inversión.** Intercambiar motores internamente con una previa redistribución de cargas, con ello evitaremos operar motores con bajo factor de carga y en condiciones distintas a las nominales, lo que originaría mayor consumo eléctrico.
- **Mejora de Baja inversión.** Evitar arranque frecuentes en un motor, que causan calentamiento no deseados en el devanado, sometiéndolo a sobretensiones frecuentes.
- **Mejoras de Baja inversión.** Efectuar mediciones periódicas con el telurómetro a fin de verificar la conductividad en rangos aceptables de los pozos de tierra de la planta. Efectuar mediciones periódicas con el megómetro para identificar fugas de corriente en los conductores eléctricos y en las instalaciones eléctricas de planta.



## Bombas:

- **Mejora de Baja inversión.** Utilizar una bomba de menor capacidad para aplicaciones específicas. Para atender cargas parciales, no se debe utilizar bombas estranguladas, en serie o paralelo, ello genera derroche de electricidad.
- **Mejora de Baja inversión.** Reparar las fugas antes de reemplazar la bomba. Para incrementar la presión

de las bombas, verificar si la causa de la baja de presión se debe a fugas en las tuberías o válvulas.

- **Mejora de Baja inversión.** Poner particular atención a las bombas en paralelo, adicionar más bombas puede hacer que el sistema total sea progresivamente menos eficiente.
- **Mejora de Baja inversión.** Usar tuberías de baja fricción sobre todo cuando considere renovar las tuberías viejas. Minimizar el número de cambios de dirección en la tubería. Evaluar el redimensionamiento de tuberías y accesorios para optimizar la operación de la bomba.
- **Mejoras de Baja inversión.** Efectuar el mantenimiento predictivo con instrumentación portátil para detectar fugas y evitar salidas de servicio de las bombas por fallas previsibles. Complementariamente cumplir con el mantenimiento preventivo acorde con las especificaciones del fabricante.
- **Mejoras de Baja inversión.** Verificar periódicamente el alineamiento de la bomba con el motor, anticipándose a potenciales fallas del sello mecánico y del acoplamiento, el operar con desalineamiento ocasiona mayor consumo de energía en el motor de la bomba.
- **Mejoras de Baja inversión.** Verificar la operatividad del sello mecánico para anticiparse a fallas que pueden sacar de servicio a la bomba
- **Mejoras de Baja inversión.** Verificar el estado de la línea de succión de la bomba, una excesiva pérdida por fricción en la línea de

succión pudiera resultar en cavitación por reducción del NPSH, causando un pobre desempeño, ruido, vibración y mayores consumo de energía

### Iluminación:

- **Mejora de Baja inversión.** Reemplazar lámparas por otras más eficientes en áreas de producción y oficinas administrativas. Se recomienda evitar mantener lámparas encendidas durante períodos no productivos, horas de descanso del personal o en zonas de almacenes sin personal en el interior, ello origina derroche de electricidad y mayor costo de operación.
- **Mejora de Baja inversión.** Sectorizar los circuitos de iluminación para que su control no dependa de un solo interruptor y se ilumine solo sectores necesarios. Evaluar el uso de sensores de movimiento u ocupación, en particular en áreas de almacenamiento, corredores y lugares de tránsito. Utilizar un solo interruptor para encender varias lámparas no es adecuado, se recomienda independizar circuitos.
- **Mejora de Baja inversión.** Se recomienda realizar el montaje de lámparas y/o fluorescentes a las alturas que permitan proveer la iluminación requerida (lux) en el plano de trabajo. Si se montan a gran altura obliga a usar lámparas de mayor potencia para lograr la iluminación requerida, con el consiguiente incremento del consumo eléctrico.

- **Mejora de Baja inversión.** No encender todas las lámparas para efectuar tareas de mantenimiento o limpieza en horarios no productivos. Limpiar de polvo las lámparas y sus pantallas. Apagar las lámparas innecesarias y reducir al mínimo imprescindible la iluminación en exteriores. No sobre iluminar áreas innecesariamente, para ello verificar con un luxómetro los estándares de iluminación por áreas según el uso del ambiente a iluminar.
- **Mejora de Baja inversión.** Reemplazar balastos magnéticos por balastos electrónicos, que tienen un mayor factor de potencia. Si no se retiran las lámparas quemadas y/o defectuosas de las luminarias, ocasionarán un consumo de electricidad innecesario en el reactor de la lámpara.
- **Mejora de Baja inversión.** Para reducir consumos de electricidad en la planta industrial utilizar al máximo la luz natural o pintar de color claro las paredes y techos de las áreas de producción y oficinas administrativas. Considerar los colores claros en mobiliario de oficinas.
- **Mejoras de Baja Inversión.** Sustituir las lámparas actuales por lámparas LEDs<sup>6</sup> LEDs de mayor eficacia lumínica (lúmenes/Watt) y de mayor vida útil.



### Compresores de aire:

- **Mejora Sin inversión.** Controlar la presión y utilizar el aire mínimo

requerida por el proceso. Evitar operaciones en vacío. En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los compresores. Evitar el uso de aire comprimido para limpieza, aire fresco, etc.

- **Mejora de Baja inversión.** Buscar fugas de aire con un detector ultrasónico y repararlas lo más pronto posible. Verificar las caídas de presión a través de los filtros y reemplazarlos rápidamente. Usar válvulas solenoide para aislar máquinas con probables fugas. Reparar las múltiples fugas en la línea de distribución.
- **Mejora de Baja inversión.** Evitar el ingreso de aire húmedo al compresor. La toma de aire debe ser de aire frío externo directo o mediante ducto para el compresor, de acuerdo a las condiciones climáticas de la región. Ubicar la admisión de aire al compresor lejos de una fuente de calor.
- **Mejora de Baja inversión.** Considerar el uso de ventiladores o sopladores para aplicaciones que requieren poca presión. Considerar alternativas como el uso de herramientas eléctricas en vez de usar aire comprimido. No utilizar el compresor para aplicaciones de aire a baja presión.
- **Mejoras de Baja inversión.** Conectar la red de aire comprimido de la planta en una topología en anillo, así se podrá suministrar a cualquier equipo de aire desde dos puntos de llegada, evitando que al ocurrir una avería en la red de topología radial tengan que salir fuera de servicio los equipos ubicados aguas abajo de la falla. Una red en anillo permite una mejor distribución de la presión de

línea a los equipos, al tener dos fuentes de llegada. Implementar válvulas solenoide para aislar sectores de la red o equipos bajo mantenimiento por fugas, a fin de dar continuidad operativa a otros equipos de la red.

- **Mejoras de Baja inversión.** Instalar un tanque pulmón para mantener la presión en los valores operativos, sobre todo cuando la demanda de aire es fluctuante con carga intermitente y flujos apreciables, a causa de un equipo que consume más aire comprimido que los equipos vecinos, ocasionando caídas de presión significativas. Determinar los puntos en la red en los que estén instalados equipos de alta demanda de aire comprimido y cuya operación produzca caídas de presión en la línea, e instalar en tales puntos un tanque pulmón para mantener la presión en los valores operativos.
- **Mejoras de Baja inversión.** Reemplazar los aceites lubricantes minerales por aceites sintéticos, se logran ahorros de energía entre el 7% y el 10% por menores coeficientes de fricción de los aceites sintéticos, con beneficios adicionales de mejor protección contra el desgaste, mayor vida útil para los equipos, menor consumo de repuestos, operación a mayores temperaturas sin degradación del aceite o disminución de su vida útil, mayor confiabilidad en la operación de los equipos y mayor protección del medio ambiente por el menor número de cambios de aceite y por ser biodegradables.
- **Mejoras de Baja inversión.** Monitorear periódicamente las caídas de presión a través de los filtros y reemplazarlos cuando se tengan



caídas de presión significativas. Cada 25 mbar de pérdida de presión en la aspiración ocasiona una reducción de 2% en el rendimiento del compresor. Se pueden instalar manómetros diferenciales con seteo de diferencial de presión y con contactos eléctricos para dar alarma al llegar al valor seteado de diferencial de presión. En su defecto instalar un sensor con transmisor que lleve la señal al PLC.

### Sistema eléctrico:

- **Mejoras de Baja Inversión.** Mejorar la distribución de los circuitos eléctricos con el criterio de balance de

cargas y minimización de pérdidas por conducción (efecto Joule). Actualizar los diagramas unifilares.

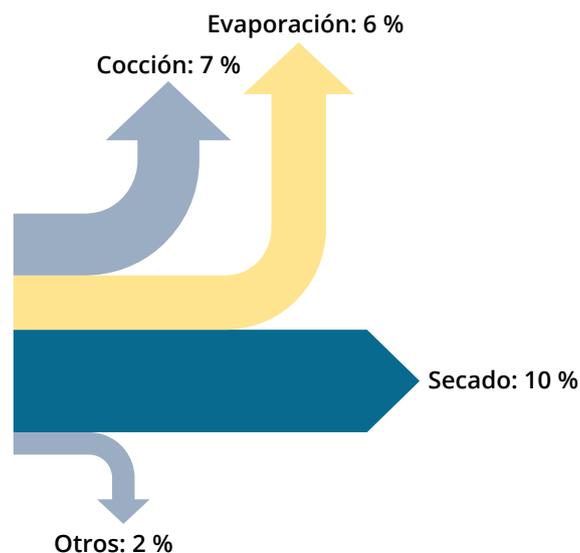
- **Mejoras de Baja inversión.** Considerar la renovación progresiva del cableado antiguo u obsoleto, en muchos casos se utilizan conductores con muchos años de antigüedad que presentan recalentamiento, deterioro, pérdidas de aislamiento y fugas de corriente.
- **Mejoras de Baja inversión.** Hacer un monitoreo en forma periódica del correcto funcionamiento de los bancos de condensadores.

## 5.2 Oportunidades de mejoramiento u optimización

A modo de ejemplo ilustrativo se muestra los potenciales ahorros identificados en una industria pesquera luego de un estudio realizado.

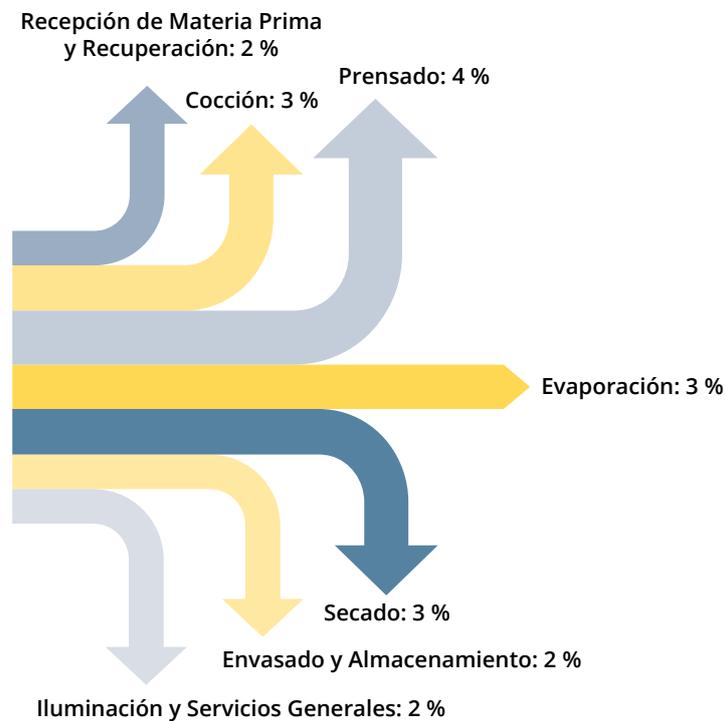


**Figura N° 15.**  
**Ahorros potenciales de energía térmica en una industria pesquera**



Elaboración: FONAM, Fuente: Empresa Pesquera Hayduk S.A.

**Figura N° 16.**  
**Ahorros potenciales de energía eléctrica en una industria pesquera**



Elaboración: FONAM, Fuente: Empresa Pesquera Hayduk S.A.



A continuación se muestran las recomendaciones de potenciales de ahorros de energía por buenas prácticas de eficiencia energética, enfocado desde la perspectiva de los equipos utilizados en una industria pesquera, y tomando como modelo de presentación las recomendaciones del Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff.

**Tabla N° 8.**  
Mejoras energéticas y sus potenciales ahorros de energía

### Cocinadores

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Implementación de un sistema de control automático para mantener la temperatura de salida del producto en el valor deseado, modulando en un lazo de control simple la válvula de entrada de vapor.	10 a 20 %	Menor a 1 año	10 000 a 15 000
2	Implementación de un variador de velocidad en el transportador de gusano del cocinador para tener un ajuste automático de la velocidad de rotación en función a las necesidades de mayor carga al siguiente proceso, reduciendo el consumo específico de vapor.	10 a 12 %	Más de 2 años	20 000 a 30 000
3	Implementación de un sistema de control automático de carga de producto al cocinador.	5 a 7 %	Más de 2 años	10 000 a 20 000
4	Implementación de un sistema de control automático de descarga del producto.	10 a 30%	Más de 2 años	15 000 a 20 000
5	Adquisición de un analizador ultrasónico de operatividad de trampas para el monitoreo periódico de la correcta operación de las trampas de vapor.	10 a 30 %	Más de 1 año	4 000 a 5 000
6	Adquisición de un analizador de vibraciones para verificar periódicamente el estado de los rodamientos del cocinador rotatorio y analizar igualmente vibraciones del motor eléctrico.	1 a 10 %	Más de 1 año	6 000 a 8 000



Elaboración: FONAM  
**Evaporadores**

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Implementación de un sistema de control automático para mantener el nivel del agua de cola en los tanques de vahos en el valor deseado, modulando para ello la válvula de control de flujo de entrada de agua de cola, en un lazo de control simple.	5 a 10 %	Más de 1 año	5 000 a 10 000
2	Implementación de un sistema de control automático para la operación de la bomba de extracción del concentrado que sale del evaporador.	2 a 4%	Más de 1 año	2 000 a 3000
3	Implementación de un sistema de control automático de carga de agua de cola al evaporador.	5 a 7 %	Más de 2 años	10 000 a 20 000
4	Cambiar el motor eléctrico de la bomba de extracción del licor concentrado, de eficiencia estándar a motor eléctrico de alta eficiencia	10 a 12 %	Menor a 1 año	4 000 a 6 000
5	Cambiar el motor eléctrico de la bomba de extracción de condensado, de eficiencia estándar a motor eléctrico de alta eficiencia	10 a 12 %	Menor a 1 año	3 000 a 5 000
6	Utilizar en el evaporador el calor residual de los vahos del proceso de secado con vapor, permitiendo un proceso energéticamente eficiente.	10 a 20 %	Más de 2 años	15 000 a 20 000

Elaboración: FONAM



## Secadores

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Implementación de un sistema de control automático para mantener la temperatura de salida de la harina en el valor deseado, modulando en un lazo de control simple la válvula de entrada de vapor. Evitando sobre temperaturas en la harina que puedan perjudicar sus características físicas, químicas y biológicas.	10 a 20 %	Menor a 1 año	4 000 a 5 000
2	Implementación de un variador de velocidad en el extractor de agua evaporada para mantener el valor deseado de presión de vacío en el secador reduciendo el consumo específico del vapor en el proceso de secado.	10 a 12 %	Más de 2 años	20 000 a 30 000
3	Implementación de un sistema de control automático de carga de producto al secador.	5 a 7 %	Más de 2 años	5 000 a 10 000
4	Implementación de un sistema de control automático de descarga de la harina.	5 a 6 %	Más de 2 años	3 000 a 5 000
5	Adquisición de un analizador ultrasónico de operatividad de trampas para el monitoreo periódico de la correcta operación de las trampas de vapor.	10 a 30 %	Más de 1 año	4 000 a 5 000

Elaboración: FONAM

## Prensas

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Cambiar el motor eléctrico de la prensa de eficiencia estándar a motor eléctrico de alta eficiencia	10 a 12 %	Más de 2 años	10 000 a 20 000
2	Implementación de un sistema de control automático de carga de producto a la prensa	5 a 7 %	Más de 2 años	10 000 a 20 000
3	Implementación de un sistema de control automático de descarga del producto de la prensa.	10 a 15%	Más de 2 años	15 000 a 20 000
4	Implementación de un variador de velocidad en el transportador de tornillo de la prensa para tener un ajuste automático de la velocidad de rotación en función a las necesidades de mayor carga al siguiente proceso, reduciendo el consumo específico de electricidad.	10 a 12 %	Más de 2 años	20 000 a 30 000
5	Implementar un tablero con un banco de condensadores individual automático que opere directamente con el motor de la prensa, de modo que se reduzca el consumo de energía reactiva y disminuya la corriente total que demanda el motor al reducir la potencia reactiva.	10 a 12 %	Menor de 2 años	5 000 a 8 000
6	Implementación de un analizador de redes eléctricas para monitorear periódicamente los parámetros eléctricos del motor y tomar decisiones oportunas de mantenimiento predictivo, que eviten paradas del motor no deseadas.	5 a 7 %	Más de 2 años	5 000 a 7 000

Elaboración: FONAM



## Calderas

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Instalar economizadores para recuperar calor de los gases de combustión y reducir consumo de combustible	10 a 20 %	Más de 2 años	5 000 a 20 000
2	Evaluar instalar sistema de cogeneración, para generar calor y electricidad en forma simultánea.	10 a 30 %	Más de 2 años	30 000 a 80 000
3	Reemplazar quemadores obsoletos por otros más eficientes	5 a 20 %	Más de 1 año	5 000 a 20 000
4	Considerar uso de calderas de menos potencia (BHP) para cargas parciales o para requerimiento de menor temperatura o presión	10 a 30%	Más de 2 años	Más de 30 000
5	Sustitución de combustible a gas natural o GLP en reemplazo del petróleo.	10 a 30 %	Más de 1 año	5 000 a 30 000
6	Instalación de interruptores de potencia con enclavamiento que impidan la operación innecesaria de bombas stand by.	1 a 10 %	Menor a 1 año	Menor de 5,000
7	Instalación de PLCs para una operación eficiente de calderas mediante el control automático de los parámetros relevantes.	1 a 10 %	Menor de 3 años	8 000 a 30 000
8	Optimización de la Eficiencia de Combustión de la Caldera	2 a 10 %	Menor de 1 año	Menor a 1 000

Elaboración: FONAM

## Líneas de distribución de vapor

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Las trampas de vapor, válvulas y otros accesorios no suelen evidenciar físicamente las fugas de vapor porque se produce en su interior. Esto también es pérdida de vapor y agua, y mayor consumo de combustible en la caldera. La buena práctica indica implementar un plan de mantenimiento periódico de reparación y/o reemplazo de trampas, válvulas y accesorios defectuosos, verificando la operatividad de las trampas de vapor con un analizador ultrasónico.	5 a 10 %	Más de 2 años	5 000 a 15 000
2	Las tuberías calientes por carecer o tener deteriorado el aislamiento, originan mayor consumo de combustible en el caldero. La buena práctica recomienda reparar aislamientos y efectuar plan de mantenimiento periódico.	3 a 10 %	Más de 1años	1 000 a 10 000
3	Aislar las tuberías de retorno de condensado a la caldera	5 a 10 %	Más de 1 año	2 000 a 10 000

Elaboración: FONAM

## Proceso productivo



N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Recuperar calor perdido en los gases de combustión de calderas, para precalentar el aire de combustión y para el proceso de secado.	5 a 20 %	Más de 2años	5 000 a 20 000

Elaboración: FONAM

## Motores

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Reparar motores sin llevar un control de las veces que se ha realizado, contribuye a incrementar las pérdidas de eficiencia acumulada, con el consiguiente mayor consumo de electricidad. Se recomienda efectuar mantenimiento de los motores según especificaciones del fabricante.	5 a 15 %	Más de 1 año	2 000 a 10 000
2	Reemplazar motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia o eficiencia Premium	10 a 20 %	Más de 1 año	5 000 a 30 000
3	En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los motores. Para la compra de motores nuevos, verificar que sea de alta eficiencia; efectuar la evaluación económica considerando costos de operación durante la vida útil en adición al costo de inversión inicial. Evaluar la incorporación de variadores de velocidad u otros accesorios que permitan ahorrar energía.	10 a 20 %	Más de 2 año	5 000 a 30 000

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
4	Implementar variadores de velocidad en los motores donde lo permita el proceso. Utilizar fajas de transmisión de alta eficiencia.	10 a 20 %	Más de 2 años	5 000 a 20 000
5	Mejorar el factor de potencia mediante banco de condensadores individuales.	10 a 30 %	Más de 2 años	5 000 a 20 000

Elaboración: FONAM

## Bombas

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	En ocasiones se utilizan bombas en condiciones de caudal y altura de presión distintas a lo establecido por el diseño original del sistema, originando mayor consumo de electricidad. Se recomienda utilizar la bomba de acuerdo al caudal y altura de agua del diseño del fabricante.	Por definir según proyecto		
2	Utilizar una sola bomba de gran capacidad para atender todo el proceso puede originar baja eficiencia y mayor consumo eléctrico; evalúe el sistema más óptimo.	Por definir según proyecto		
3	Si por razones de emergencia se intercambian bombas en diferentes partes de la planta, pasado la emergencia, considerar las características del proceso para el retorno de la bomba o reemplazarla por otra	Por definir según proyecto		
4	Controlar horas de operación, en particular durante horas punta. Programar el mantenimiento oportuno de la bomba. Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda si el proceso lo permite.	Por definir según proyecto		
5	Para adquirir un nuevo equipo, seleccionar una bomba eficiente y operarla cerca de su flujo de diseño. Comprobar si la presión de la bomba es satisfactoria. En ampliaciones o proyectos energéticos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de las bombas.	Por definir según proyecto		
6	En bombas de gran capacidad, es necesario un programa de monitoreo para calcular el tiempo óptimo de renovación. Efectuar mantenimiento oportuno según especificaciones del fabricante	5 a 15 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000
7	Evaluar la implementación de controles automáticos de presión y caudal. Implementar variadores de velocidad en el motor de la bomba.	10 a 20 %	Más de 2 años	5 000 a 20 000

Elaboración: FONAM



## Iluminación

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Utilizar lámparas halógenas en lugar de vapor de mercurio, en áreas de producción; lámparas de vapor de sodio en áreas de almacenamiento. Evaluar el uso de tecnología más eficiente como son las luminarias LED <sup>7</sup> , para todas las áreas donde sea posible.	10 a 30 %	Más de 2 años	5 000 a 30 000
2	Utilizar "timer" o sensores de luz natural (células fotoeléctricas) para luces exteriores. Utilizar "Dimmers" para reducir la intensidad de luz en periodos que se necesite poca iluminación, ejemplo durante la limpieza.	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000

Elaboración: FONAM

Nota: Los "timer" son dispositivos temporizadores programables y los "dimmer" son dispositivos que reducen el consumo de energía, principalmente de un foco.

## Compresores de aire



N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Se operan los compresores en forma desordenada en lugar de instalar un tanque pulmón. Evaluar el uso del motor de alta eficiencia o eficiencia Premium para el compresor. Evaluar el uso de fajas de transmisión de alta eficiencia en el ventilador.	10 a 20 %	Más de 1 año	5 000 a 20 000
2	Utilizar el compresor en forma continua aun cuando el proceso no lo requiera es consumir electricidad inútilmente. Controlar las horas de operación, en particular durante el período de horas punta (18:00 a 23:00 h). Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda si el proceso lo permite. Considerar la instalación de un compresor pequeño para usarlo durante los períodos de baja demanda.	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000
3	Dimensionar el tamaño del compresor según la demanda, si se necesitan varios compresores usar un controlador. Dar mantenimiento al equipo regularmente, y evitar el uso de repuestos de baja calidad. Utilizar lubricantes sintéticos que permitan reducir consumos de energía y mitigar el impacto ambiental.	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000
4	Usar el calor residual del enfriamiento del compresor para calentar agua para el proceso o alguna área de producción	10 a 30 %	Más de 2 años	5 000 a 15 000

Elaboración: FONAM

## Sistema eléctrico

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Operar dentro de las horas punta (18:00 a 23:00 h) implica pagar una tarifa de mayor valor. Efectuando modulación de cargas, se puede seleccionar solo cargas imprescindibles para trabajar en horas punta, evitando de este modo un mayor pago por facturación. Registrar y controlar los consumos de energía en áreas prioritarias del proceso mediante la instalación de equipos de medición.	10 a 20 %	Más de 1 año	1 000 a 20 000
2	Revisando la facturación de energía eléctrica si existe consumo de energía reactiva importante, esto puede ser eliminado o reducido con un adecuado banco de compensación. Si ya se dispone de uno, revisar en forma periódica el correcto funcionamiento, o de lo contrario seleccionar y ubicar adecuadamente el banco de compensación reactiva (Compensación global, parcial e individual). Actualizar periódicamente los diagramas unifilares.	10 a 20 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000
3	Los picos repentinos de máxima demanda en horas punta, implica mayor costo en la facturación; esto debe ser controlado y vigilado adecuadamente. Implementar un controlador de máxima demanda o en su defecto un analizador de redes con salida discreta (contactos secos) para dar alarma y/o rechazar cargas, y así evitar sobrepasar el límite fijado de demanda en la planta (baja inversión).	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000
4	Evaluar en un caso la distribución de carga entre los transformadores de la subestación y reasignar cargas para balancear la red. Si operara sobrecargado, adquirir un nuevo transformador para operar en paralelo, ambos deben tener la misma corriente de cortocircuito. Evaluar la compensación de energía reactiva en transformadores operando con baja carga.	10 a 30 %	Más de 2 años	5 000 a 30 000
5	Mantener operativos equipos obsoletos en la línea operativa implica ineficiencia y mayor consumo de electricidad. Se debe planificar el crecimiento del sistema eléctrico de la planta con equipos nuevos y eficientes, a medida que lo requiere el proceso productivo.	Por definir según proyecto		
6	El crecimiento desordenado del sistema eléctrico de la planta como producto de la exigencia de demanda en el proceso productivo, implica mayor costo de facturación. Planificar un crecimiento ordenado y evaluar el cambio de nivel de Baja Tensión a Media Tensión para reducir costos.	Por definir según proyecto		



N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
7	Mantener activos cables conductores con muchos años de antigüedad, pone en riesgo al sistema eléctrico de la planta, por recalentamiento, pérdidas de aislamiento y por ende fugas de corriente, por lo que se debe planificar la remodelación.	Por definir según proyecto		
8	En consumos cercanos a los 1000 kW evaluar la conveniencia de aplicar para ser considerado cliente libre o regulado, teniendo la ventaja de poder definir como horas punta para la planta las que se acomoden a la operación de la planta y que no necesariamente deba suceder entre las 18:00 y las 23:00 horas. Evaluar la factibilidad técnico económico de contratar directamente con una empresa generadora de electricidad, pagando para ello el peaje a través de las líneas de transmisión hasta llegar a la planta.	Por definir según proyecto		
9	No se controla la calidad de la energía en la planta. Monitorear la calidad de la energía en forma periódica mediante el uso de analizadores de redes.	Por definir según proyecto		
10	Evaluar la instalación de la compensación de energía reactiva (manual o automático). Evaluar la implementación de una subestación para comprar energía en media tensión	10 a 20 %	Más de 1 año	5 000 a 30 000
11	Considerar la implementación de filtros para corregir la distorsión armónica que se tiene en planta debido a la gran cantidad de equipos electrónicos	2 a 3%	Más de 1 año	1 000 a 2 500



Elaboración: FONAM

El nivel de inversión de las mejoras energéticas tienen los siguientes rangos:

- Menos de US\$ 5 000 es Baja inversión
- De US\$ 5 000 a US\$ 30 000 es Mediana inversión
- Más de US\$ 30 000 es Alta inversión

Asimismo, es importante indicar que actualmente existe software de cálculo para la optimización del consumo de energía, identificando potenciales ahorros de energía en equipos y procesos industriales. En la bibliografía de esta guía se encuentran referencias de éstos software.

## 5.3 Nuevas Tecnologías y su contribución en la Eficiencia Energética

A continuación se presentan nuevas tecnologías que contribuyen a la eficiencia energética y a la mejora de la productividad en la industria pesquera:

- **Planta de producción industria pesquera**

Mejoras tecnológicas en los procesos de la industria pesquera con la implementación de variadores de velocidad en los motores de ventiladores, extractores, ejes de los transportadores de gusano (tornillo helicoidal) en el proceso de prensado. En las bombas de sanguaza, de licor o caldo de prensa, en las fajas transportadoras alimentadoras de harina, a fin de operar tales equipos en los puntos de eficiencia óptima, reduciendo los consumos por operaciones a baja carga. Los variadores integrados en un lazo de control permiten variar la velocidad del motor según las necesidades precisas de carga o extracción del proceso, logrando ahorros energéticos y operativos.

Controladores Lógicos Programables (PLCs) independientes (slaves) en los diversos procesos integrados a un PLC central (host) para que mediante el control automático de las operaciones se operen los equipos de la industria pesquera en las condiciones óptimas de temperatura, presión, nivel y de proporcionalidad óptima de mezclas. Asimismo para la preparación y análisis automatizado de procesos en línea, todo ello contribuye a reducir los consumos específicos de energía térmica y eléctrica. Los PLCs se integran en un sistema SCADA de la planta como base de

la pirámide de información en redes LAN y Ethernet, de modo que las diversas áreas de la empresa participen en tiempo real de la información de su competencia.

Controlador automático de la combustión, manteniendo en las calderas la relación óptima aire/combustible definida para cada tipo de combustible<sup>8</sup>, tanto en la quema con combustibles individuales, duales o triales. La automatización vía PLC es una opción eficaz.

Pre calentadores para aprovechar los calores residuales que salen por la chimenea de las calderas, teniendo como resultado un menor consumo específico de energía térmica (menos energía consumida por tonelada de harina producida). Se pueden aprovechar con eficacia en la segunda etapa del proceso de secado de la harina.

Analizador de redes en la subestación eléctrica para el monitoreo on-line de los parámetros eléctricos de planta (tensión, demandas de energía activa y reactiva, factor de potencia, etc.) y para dar señales de salida de control para alarmas por máxima demanda y permitir traslado de cargas, actuar sobre equipos.

Monitoreo periódico de la potencia específica de los compresores de aire, definida ésta como el ratio entre la potencia eléctrica demandada-medible (kW) y el flujo producido (cfm). Este indicador permite comparar eficiencias de los compresores de planta para adoptar decisiones.



8 [http://www.engineeringtoolbox.com/fuels-combustion-efficiency-d\\_167.html](http://www.engineeringtoolbox.com/fuels-combustion-efficiency-d_167.html)

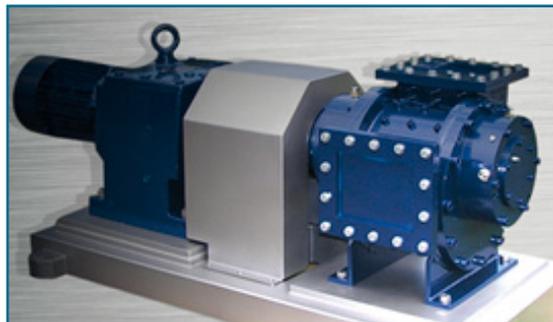
Tecnología LED<sup>9</sup> para la iluminación de planta y almacenes. Se debe identificar la densidad de iluminación recomendada ( $\text{lux} = \text{lúmenes}/\text{m}^2$ ) según el uso del ambiente a iluminar. Ver Norma EM-010 del Reglamento Nacional de Edificaciones<sup>10</sup>.

- **Materia prima**

La condición en la que llegan las especies pelágicas -como materia prima- a la planta de harina de pescado tiene influencia en el posterior consumo de energía en los procesos de planta así como en la calidad a obtener de la harina. Es por

ello que es conveniente usar tecnologías de bombeo de pescado que garanticen un menor destrozo del mismo y un menor volumen de bombeo de agua de mar, reduciendo los volúmenes de agua residual a tratar antes de devolverla al mar con un menor consumo de energía. Con los sistemas de bombeo tradicionales con bomba centrífuga se tenía una relación agua:pescado de 2,4 :1. Las tecnologías disponibles hoy permiten bombear el pescado con una relación agua:pescado de 0,6:1 hasta máximo 1:1, utilizando bombas Lamella, bombas centrífugo-helicoidales, entre otras.

**Figura N° 17.**  
**Bomba Lamella para bombear el pescado a la planta**



Implementación de bombas peristálticas y sistemas automáticos de mezclado para la dosificación de productos, con menor consumo de energía y en la que la bomba no entra en contacto con el producto a dosificar, lo que garantiza exactitud en la dosificación con beneficios en la calidad de la harina.

- **Cocinador**

Implementar en el cocinador un equipo automático de control de temperatura, control de nivel automático para la alimentación de materia prima, equipos de control de descarga, que se requieren en particular para el manejo adecuado de la materia prima.

<sup>9</sup> Anexo 11.6

<sup>10</sup> [http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/04\\_EM/RNE2006\\_EM\\_010.pdf](http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/04_EM/RNE2006_EM_010.pdf)

Fuente IDAE

[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10055\\_GT\\_aprovechamiento\\_luz\\_natural\\_05\\_c7e314e8.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10055_GT_aprovechamiento_luz_natural_05_c7e314e8.pdf)

Técnica de termografía<sup>11</sup> aplicada a la superficie de la coraza del cocinador, del secador y del evaporador, para hacer un mapeo de temperaturas, útil para identificar pérdidas de calor por radiación al exterior por asilamiento defectuoso.

Tecnología de cocinadores con ejes de gran diámetro en los que el calor recorre poca distancia para llegar al centro de masa del pescado, requieren de menos tiempo de recorrido que los cocinadores con eje de poco diámetro, lo que resulta en una mayor capacidad de transferencia de calor y aumento de la capacidad de cocinado de producto.

### • Prensas

El uso de prensas de doble gusano (tornillo) permite mayor capacidad de transporte de la harina en el proceso de prensado con menor consumo específico de energía eléctrica. Se asegura una máxima recuperación de aceite, un mayor contenido de sólidos con menos agua, menos contenido de grasas con mejor calidad de la harina.

**Figura N° 18.**  
**Prensa de doble tornillo**



<sup>11</sup> Ver Anexo 11.5

<sup>12</sup> <http://www.essicolumbia.com/actualizacion/sistema-de-limpieza-cip>

### • Evaporador

Implementación de un evaporador que utiliza doble evaporación incrementa la densidad del licor, aumentando la recuperación de la harina de pescado y mejorando el rendimiento hasta en un 15%.

En el evaporador el utilizar los gases residuales del cocinador y del secador sea en la primera o segunda etapa, reducen notablemente los costos de producción, ahorran energía térmica y reducen la afectación al medio ambiente.

La implementación de plantas evaporadoras con sistemas automáticos de limpieza Clean In Place (CIP) de última generación<sup>12</sup> permite una disminución de consumo de energías (eléctrica y térmica) hasta en un 40% gracias a la reducción del tiempo en las rutinas del lavado.

Considerar la implementación de plantas evaporadoras con tecnología de película descendente, que permite usar como fuente de calor los vapores (vapos) generados en la deshidratación de la carga de los secadores, con ventajas de reducción del consumo específico de energía térmica en el proceso. En esta tecnología el líquido fluye mediante película perimetral en el exterior de los tubos calientes en lugar de fluir en el interior de los tubos, como ocurre con la tecnología de evaporador de tubos inundados, logrando temperaturas menores, con reducción en el consumo de energía. Asimismo las plantas evaporadoras de modelo tradicional de tubos inundados operan con mayor volumen de entrada de agua de cola y demoran alrededor de



4 horas antes que la concentración llegue a alrededor de 40 %, mientras que las plantas evaporadoras de película descendente operan con menor volumen de agua de cola, concentran con mayor rapidez, con una menor demanda de soda caustica o ácido para el lavado, con beneficios energéticos, ambientales y económicos (menor costo de operación).

**Figura N° 19.**  
**Evaporador con tecnología de película descendente**



- **Secador**



En lugar del secado a fuego directo, realizar el secado indirecto de calor por convección, en el que los gases de combustión no están en contacto con el producto influye en la calidad final de la harina.

Evaluar para la segunda etapa de un secador de vapor del proceso de secado de la harina, la implementación del secado con aire calentado indirectamente por medio de un sistema de aceite térmico (serpentín) con lo que se logran altas temperaturas de ingreso al secador. El aceite térmico posee la característica de calentarse a altas temperaturas con bajas presiones<sup>13</sup>, por lo que permite reemplazar a costo efectivo al vapor (que para lograr altas temperaturas requiere presiones mayores) en diversos procesos de transferencia de vapor, sin embargo

se debe monitorear permanentemente el proceso para prevenir y evitar que se presenten picaduras en el serpentín de transferencia de calor al aire para evitar la contaminación con aceite térmico y con ello afectar la calidad de la harina.

Variador de velocidad para operar el extractor de agua evaporada de los secadores en un lazo de control automático para permitir regular el flujo del extractor y mantener el vacío seleccionado en el secador.

Secador rotatubos de intercambio de calor indirecto, conformado por un banco de tubos paralelos al eje del secador cilíndrico, por donde fluye el vapor. Posee una superficie de intercambio relativamente extensa, no hay producción de polvo, utiliza los vahos que provienen del agua evaporada en el proceso de secado. Se tiene un bajo consumo específico de energía entre 40

<sup>13</sup> <http://www.intec-energy.com/en/references/>

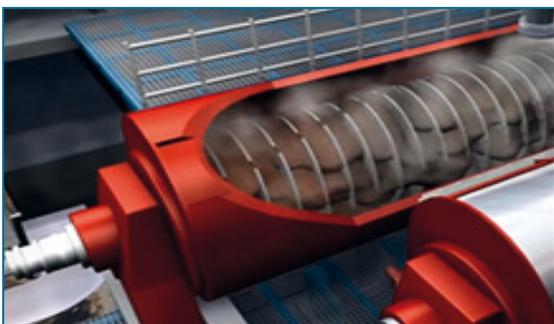
a 42 galones de petróleo residual 500 SSF/ tonelada de harina producida.

**Figura N° 20.**  
**Vista de un secador rotatubos**



Tecnología con secadores rotadiscos, tecnología similar al secador rotatubos con la diferencia de que está conformada por un eje hueco con un conjunto de discos, por donde fluye el vapor saturado en sentido en contracorriente al mix a deshidratar. Tiene dos variantes y son: tecnología con secadores de discos con canales anulares espirales y tecnología con secadores de discos con canales anulares. Dentro de las tecnologías de secado a vapor es la más utilizada, tiene consumos específicos de energía bajos, entre 38 a 40 galones de petróleo residual 500 SSF/tonelada de harina producida.

**Figura N° 21.**  
**Vista de un secador rotadiscos**



El empleo de secadores de vacío para la producción de harina de pescado de alta calidad permite reducir los consumos específicos de energía térmica.

Extractor centralizado de polvos de los secadores con un filtro de bolsa y ciclón para la recuperación de finos al final del proceso. La proliferación de extractores individuales (uno en cada equipo) genera mayor consumo total de energía eléctrica.

- **Envasado y almacenamiento**

Tecnología de ultrasonido o de radar con sensores de nivel en silos para el monitoreo on-line y en forma permanente del nivel de los silos de almacenamiento de harina, considerando que se extrae material incluso durante el proceso de llenado del silo. Esta tecnología sin contacto, ha sido probada con éxito, ofreciendo importantes ventajas en condiciones operativas especialmente duras como las que se presentan en la industria pesquera.

Sistemas de control de presión negativa en los almacenes de harina para evitar las emisiones fugitivas al ambiente exterior<sup>14</sup>.

Tecnologías de faja-balanza en línea para medir el flujo instantáneo de materiales a granel o harinas en polvo (toneladas de producto/hora) que está transportando una faja<sup>15</sup>.

Uso del transporte neumático como método energéticamente eficiente para transportar la harina dentro de los sistemas de producción y para el transporte a la zona de envasado.



<sup>14</sup> <http://thavan.org.in/thao/vertical-roller-mills-and-how-they-are-controlled-by-negative-pressure.html>

<sup>15</sup> <http://www.beltwayscales.com/>

Automatización de la zona de empaque, con sistemas de envasado en sacos, maxi-sacos y paletizado automático con control por PLCs o con robot paletizador.

Evaluar técnica y económicamente la opción de refrigerar (4 °C aprox.) la harina de pescado como una alternativa para evitar su deterioro en almacenamientos prolongados.

- **Tecnologías de información y comunicaciones**

Monitoreo on-line de parámetros operativos relevantes de procesos de

la planta de harina de pescado con el uso de smartphones<sup>16</sup>, disponible para IOs y Android. Con el equipo Taker Data Logger que incluye modem para soporte de datos, puerto USB se puede transmitir datos de planta a la oficina o a cualquier lugar vía Internet con el Smartphone vía la red de telefonía móvil, para una toma de decisiones operativas oportuna. Los teléfonos inteligentes y las tabletas pueden ofrecer una solución flexible, los ingenieros pueden ser capaces de conectar directamente un dispositivo de adquisición de datos (DAQ) y escribir software específicamente para sus necesidades de aplicación<sup>17</sup>.

Figura N° 22.

**Monitoreo de parámetros operativos con smartphones y tabletas**



- **Sistemas combinados de potencia y calor (Cogeneración)**

La industria pesquera al operar con calderas de alta potencia (700 a 1300 BHP) y medianas presiones tiene la oportunidad de cogenerar instalando un

turbogenerador, de modo que con una turbina de contrapresión (back pressure turbine) y un generador acoplado pueda generar energía eléctrica para los procesos, con la ventaja de emplear el vapor de salida de la turbina para los procesos de transferencia de calor, como se viene haciendo normalmente.

<sup>16</sup> <http://news.thomasnet.com/fullstory/data-loggers-use-smartphone-app-for-remote-monitoring-20052824>

<sup>17</sup> <http://www.ni.com/newsletter/51387/en/#toc1>

El proceso de cogeneración consiste en la producción de electricidad aprovechando simultáneamente el calor producido para producir vapor de proceso, calentamiento de agua, calentamiento de espacios, y otras necesidades industriales. La producción simultánea de calor y electricidad alcanza mucha mayor eficiencia que en el caso de generación separada, obteniendo un ahorro de combustible del 35%, con eficiencias totales de hasta el 90 %.

Trigeneración es la producción conjunta de electricidad, calor y frío. La instalación es similar a una planta de cogeneración a la que se le añade un sistema de absorción para la producción de frío.

Clasificadas las tecnologías por la máquina de generación eléctrica

las opciones de cogeneración más comunes son:

- **Turbina de gas.** La expansión de los gases quemados en la cámara de combustión acciona la turbina que a su vez acciona el generador de electricidad. Recomendado cuando existen elevadas demandas de vapor.
- **Turbina de vapor.** La energía mecánica se produce por la expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera convencional. Apto para utilizar combustibles residuales como biomasa.
- **Motor alternativo.** Se transforma la energía del combustible en mecánica que posteriormente se convierte en energía eléctrica en el generador.

**Figura N° 23.**  
**Opciones de Cogeneración**

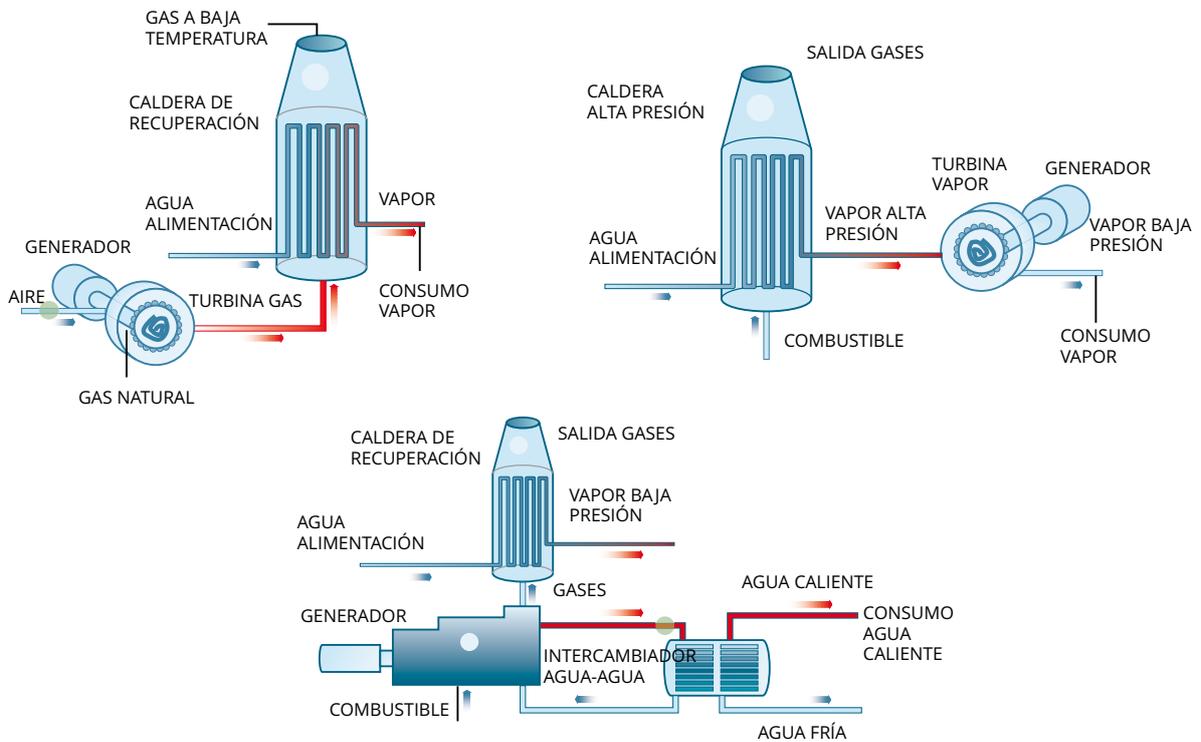
	N (Pm)	Eficiencia (%) Calor	Eficiencia (%) Eléctrica	Total Eficiencia (%)
Turbina de gas	<20	60-65	20-25	85-90
Turbina de vapor	—	65	7-20	75-85
Motor alternativo	108	50	35-40	85-90

Fuente: Eficiencia Energética en empresas del Sector Agroalimentario, Agencia Extremeña de la Energía, España – Portugal, 2014



Los componentes principales de un sistema de cogeneración son:

**Figura N° 24.**  
**Esquema de cogeneración con turbina de gas, turbina de vapor y motor alternativo respectivamente**



Fuente: Eficiencia Energética en empresas del Sector Agroalimentario, Agencia Extremeña de la Energía, España – Portugal, 2014

- **Implementación de un skid de recuperación de energía de purgas:**

Las calderas de vapor necesitan realizar purgas para controlar el nivel de los sólidos disueltos totales (SDT) en el agua al interior de la caldera, para esto se instala un sistema de control de SDT, mediante el cual se abre una válvula de forma automática permitiendo purgar el agua de la caldera cuando el nivel de SDT sobrepase el límite fijado. El calor del agua que se descarga a través de este sistema puede ser recuperado a través de un skid de recuperación de energía de purgas.

**Figura N° 25**  
**Skid**



## Funcionamiento

El vapor flash o revaporizado es liberado del agua caliente de purga cuando la presión cae después de la válvula de control de purga de los STD; este efecto se produce dentro del tanque de revaporizado o tanque flash. El revaporizado a baja presión se introduce en el tanque de almacenamiento de agua de alimentación a través de un inyector de vapor. Una trampa tipo flotador, montada en la salida inferior del tanque de revaporizado, descarga el agua residual de purga. Desde la descarga de la trampa, el agua residual de purga que aún está caliente pasa por un intercambiador de calor de coraza y tubos, donde transmite su calor al agua fría de reposición. Luego el agua de purga ya enfriada puede descargarse al desagüe.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°69

- **Instalación de los eliminadores de aire:**

Los eliminadores de aire son dispositivos similares a una válvula automática la cual poseen una capsula termostática que cierra en presencia de vapor. A diferencia de las trampas termostáticas estas capsulas tienen una mezcla de agua destilada con alcohol, la cual le permite a la mezcla tener un punto de ebullición cercano al del agua (2 o 3 °C menos), con ello aseguramos que cuando entre en contacto con el vapor cierre por completo. Existen fabricantes que no disponen de estos dispositivos e instalan trampas termostáticas (diferencial de 5 °C a más),

que en presencia de vapor cierran antes sin conseguir el mismo efecto que los eliminadores de aire (al no lograr evacuar el mismo volumen de incondensables, son menos eficientes afectando el coeficiente de transferencia de calor en equipos que emplean vapor como medio de calentamiento y no reducen el nivel de acidez en la misma medida).

Instalación de los eliminadores de aire: los lugares más adecuados para instalar eliminadores de aire son:

- En el distribuidor o manifold de distribución de vapor.
- En los puntos elevados de las líneas de distribución de vapor y finales de línea.
- En las acometidas o líneas de ingreso de vapor a equipos consumidores (lo más cercano al equipo).

## Beneficios del empleo de los eliminadores de aire:



El empleo de eliminadores de aire trae varios beneficios porque se reduce el empleo de químicos (secuestrante de oxígeno), además se elimina el CO2 generado en la caldera como el aire que ingresa a la red de vapor durante una parada de la planta, es decir, se reduce el nivel de acidez del condensado, además, con la eliminación de cualquier gas diferente al vapor del sistema de distribución generamos un aumento en los coeficientes de transferencia de calor, mejorando la eficiencia térmica de los procesos.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°79





# IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA



## 6 IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

### 6.1 Formación de un Comité de Gestión de la Energía (CGE)

La formación de un comité de gestión de la energía es de vital importancia porque contribuirá en la implementación de mejoras energéticas de forma ordenada y sostenible en el tiempo. El comité de gestión de la energía apoyará la implementación de las mejoras energéticas que contribuyan al uso eficiente de la energía. El tamaño del comité depende de la complejidad de la organización.

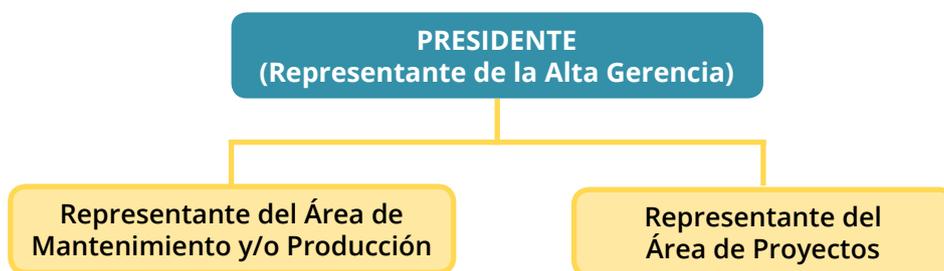


La creación de un comité interdisciplinario con un representante de cada área, resulta un mecanismo eficaz para comprometer a las diferentes áreas de la empresa en la planificación e implementación de las mejoras energéticas.

Es recomendable que los integrantes del comité cuenten con el perfil apropiado, con condiciones de liderazgo, con conocimientos específicos de energía y de los equipos y procesos de la empresa. El comité deberá ser presidido por un miembro representante de la alta gerencia y con poder de decisión en la empresa.

En la Figura N° 26, se muestra a modo de ilustración el organigrama de un comité de uso eficiente en una industria pesquera, en el cual destaca la participación del representante de la alta gerencia (presidente del comité).

Figura N° 26.  
Organigrama de un Comité de Gestión de la Energía



Fuente: Elaboración FONAM

## Responsabilidades y Funciones del Comité:

- ✓ Analizar los consumos de energía en las distintas áreas.
- ✓ Identificar oportunidades para el ahorro de energía.
- ✓ Seleccionar los proyectos de energía a ser implementados en función a las mejoras energéticas prioritarias.
- ✓ Garantizar el seguimiento de las actividades de implementación de mejoras energéticas, identificando responsables y fechas de cumplimiento.
- ✓ Se deberán sostener reuniones periódicas que promuevan la participación de todo el personal de la empresa, y de este modo motivarlos a que propongan ideas orientadas al uso eficiente de la energía.

Las ideas propuestas por el personal deberán ser analizadas y evaluadas por los representantes de las diferentes áreas a fin de presentarlas en forma concisa al presidente del comité para su respectiva evaluación y decisión.

Los jefes de cada área, directivos y la alta gerencia deben comprometerse totalmente en contribuir al éxito del CGE, motivando a que los empleados entreguen sus mejores esfuerzos.

En el caso, que la empresa sea una pequeña o micro empresa, mínimamente se deberá contar con un gestor energético, que será el personal a cargo de la supervisión e implementación de mejoras energéticas contempladas en los proyectos de ahorro de energía, y deberá cumplir con las funciones y responsabilidades del comité.



## 6.2 Sistema de Gestión de la Energía (SGE) y la importancia de contar con la Certificación ISO 50001

El SGE de acuerdo a su definición según la norma internacional ISO 5001, es "El Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos"

De lo anterior se puede afirmar que un SGE sirve para gestionar la energía de forma sistemática y eficiente, garantizando una mejora continua. Es una herramienta de gestión voluntaria,

en la cual una organización introduce, de forma sistemática, la variable "energía" en todas las actividades y operaciones de su proceso productivo, con el objetivo de mejorar continuamente su desempeño energético.

Igual que en los demás sistemas, la norma se basa en el ciclo de mejora continua "**Planificar-Hacer-Verificar-Actuar**" (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la Figura N° 27.

**Figura N° 27.**  
**Modelo de Gestión de la Energía ISO 50001**



Elaboración FONAM, Fuente: Norma Internacional ISO 50001:2011



A continuación se presentan los aspectos generales de las Fases a implementar en un SGE enmarcado al ciclo de mejoramiento continuo PHVA:

### **FASE I: Planificar - ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo?**

Se basa en entender el comportamiento energético de la organización para establecer controles y objetivos que permitan mejorar el desempeño energético. En esta Fase se debe considerar realizar lo siguiente:

#### **a) La Política Energética**

La empresa u organización deberá contar con una sólida política energética que servirá de apoyo hacia la implementación de un SGE. El comité de gestión de la energía tendrá a cargo la elaboración

de la política energética y deberá ser aprobada por la alta gerencia, mediante un documento firmado que incluya las principales líneas de actuación en materia de gestión de la energía.

La política energética deberá ser una declaración breve y concisa para el fácil entendimiento de los miembros de la organización y pueda ser aplicada en sus actividades laborales, tiene que ser apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y consumo de la energía de la empresa, incluyendo un compromiso de mejora continua en el desempeño energético.

La política energética es un documento imprescindible a la hora de implementar un SGE, ya que se trata del impulsor de la implementación y la mejora del mismo, así como del desempeño energético de la organización.

La Política Energética deberá desarrollarse conjuntamente a las metas estratégicas de la organización y de acuerdo con otras políticas (calidad, ambiente, etc.).

### **b) Auditoría energética (Diagnóstico Energético)**

La auditoría energética o llamada también Diagnóstico Energético, desarrollado en el ítem 4.2., realiza un balance total de la energía ingresada, analiza e identifica los usos y consumos significativos de la energía y propone oportunidades de mejora de ahorro energético y la administración óptima de la energía.

Determina la situación actual “línea de base energética” en función a indicadores de desempeño energético (IDEs), para el planteamiento de objetivos, metas y planes de acción.

### **c) Objetivos, Metas y Planes de Acción**

La organización deberá establecer objetivos, metas y planes de acción, en función a los resultados del diagnóstico energético, con la finalidad de mejorar su desempeño energético. Los objetivos y metas deberán ser documentados y, contar con el detalle necesario para asegurar que sean cumplidos en tiempos definidos.

Asimismo, los objetivos y metas planteados por la organización deberán ser coherentes y consistentes con lo planteado en la política energética. La organización deberá implementar planes de acción que permitan dar seguimiento y monitoreo a los objetivos y metas.

En los planes de acción se deberá considerar la identificación del personal y sus responsabilidades indicando sus tareas específicas y el área a la cual pertenece, los plazos previstos para el logro de metas y el método de verificación de resultados.

## **FASE II: Hacer – Hacer lo planificado**

Se basa en implementar proyectos de energía en función a los objetivos y metas planteadas en los planes de acción, con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.

### **a) Controles Operacionales:**

La organización deberá definir criterios bajo los cuales operará en el marco del SGE, buscando siempre el mejoramiento continuo del desempeño energético.

Se deberá identificar aquellas operaciones relacionadas con el uso significativo de la energía y para cada una de ellas se desarrollará instructivos de trabajo en los que se especifiquen principalmente los criterios de operación (modos y horarios de funcionamiento de los principales equipos consumidores de energía), criterios de mantenimiento (periodicidad con la que se realizaran las tareas de mantenimiento de los principales equipos consumidores de energía) y parámetros de control.

### **b) Sensibilización y capacitación**

Todos los miembros de la organización deben ser conscientes de la importancia de reducir los derroches de energía, y



conseguir ahorros de energía, beneficios económicos, y por ende también beneficios ambientales.

Se deberá considerar capacitar y sensibilizar a los miembros del comité del sistema de gestión de la energía, directivos de cada área y otros que estén involucrados, sobre la aplicación y la importancia de las prácticas de ahorro de energía en el desarrollo de los trabajos que vienen realizando.

Implementación de proyectos sobre mejoras energéticas

Los proyectos de energía a ser implementados deben ser coherentes con la política energética de la organización, en caso de contar con varios proyectos se debe considerar un orden de prioridad principalmente en función a los recursos necesarios para su implementación.



Se podría iniciar con proyectos que rindan ahorros modestos pero de fácil implementación, sobre todo en aquellos proyectos donde se pueda implementar medidas sencillas, de pérdidas de energía detectada en un diagnóstico energético. Los ahorros logrados motivarán a que el comité de gestión de la energía busque mayores ahorros en otras áreas.

### **FASE III: Verificar - ¿Las cosas pasaron según lo que se planificaron?**

Se basa en realizar el monitoreo de procesos y productos así como la medición de los mismos, en base a la política energética, objetivos, metas y características de las operaciones, para finalmente reportar los resultados obtenidos.

### **a) Monitoreo, medición y análisis**

Implementar controles y sistemas de reporte que permitan a la organización realizar un seguimiento de su desempeño energético.

Para comprobar que una determinada actividad se está llevando a cabo correctamente es necesario realizar las medidas y el seguimiento oportuno.

Es importante que la organización desarrolle los medios y herramientas necesarias para monitorear, medir y analizar su desempeño energético a través de aquellas operaciones y variables relacionadas con los usos significativos de la energía.

Por ejemplo, se debe monitorear, medir y analizar principalmente los Consumos de combustibles, Eficiencia de quemadores, Horas de operación de los equipos, Mantenimientos, Tasas de consumo de combustibles, Pérdidas de energía y la Efectividad de planes de acción.

Con ello, el comité de gestión de la energía puede recoger mucha información que le ayudará a evaluar el progreso de su programa y planear futuros proyectos. Con los datos registrados se puede determinar si el progreso se está logrando, comparar los resultados de la implementación de una medida de ahorro de energía versus los consumos de la línea base.

Se deberá informar sobre las mejoras implementadas, a través de los informes a las jefaturas correspondientes. Trazar las metas futuras y monitorear el progreso hacia las nuevas metas.

## b) Comunique los resultados y Celebre el éxito

Este paso es sumamente importante y necesita ser bien ejecutado de modo que se perciba que todos son parte del esfuerzo. Los informes regulares tomados de los datos monitoreados, motiva al personal, demuestra que están progresando hacia sus objetivos.

Se deberá presentar los resultados de forma gráfica, usando tablas, diagramas de cumplimiento, que sean publicados dónde el personal pueda visualizarlos.

El éxito de la implementación de las oportunidades de mejora en eficiencia energética deberá ser evaluada comparando el consumo de energía de la línea base antes de la implementación versus el consumo de energía (estimado) posterior a la implementación de las mejoras energéticas.

Asimismo se debe reconocer los logros y la contribución destacada del equipo. La celebración del éxito de una meta se debe celebrar como un hito en el rumbo de la mejora incesante de la eficiencia energética en la planta.

## c) Auditoría Interna

El objetivo de implementar procedimientos de auditorías internas, no conformidades, acciones correctivas y acciones preventivas, es establecer los controles sistemáticos que aseguren que los SGE funcionan de acuerdo a lo planeado y definido por las empresas, cumpliendo los requerimientos de la ISO 50001.

La empresa debe definir un procedimiento que asegure la correcta conformación del equipo de auditores internos, y la

organización de la auditoría, así como la corrección de no conformidades. En una auditoría interna, si en la organización se han implementado otros sistemas de gestión basados en normas ISO, los procedimientos ya existentes deberían cumplir con la totalidad de los requerimientos del estándar ISO 50001.

## d) No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva

Las desviaciones del comportamiento previsto por la propia organización deben ser identificadas y tratadas, éstas se pueden detectar a través de:

- Evidencias relacionadas con el desempeño energético de la organización.
- En procesos rutinarios de evaluación del SGE como, por ejemplo, la revisión por la gerencia.
- Detección de problemas reales o potenciales por parte del personal.

Las desviaciones identificadas deberán ser transmitidas a quien corresponda en cada caso, quien decidirá si se trata de una no conformidad y cuáles serán las medidas aplicables, considerando que una No conformidad es el incumplimiento de un requisito. Una vez identificado el hallazgo se deberán tomar las medidas pertinentes para corregirlas, iniciándose el programa de acciones correctivas y preventivas.

Para ello, se deberá realizar un análisis de sus causas. En función de la naturaleza del hallazgo detectado, deberán tomarse unas medidas, acciones correctivas para eliminar la causa de una no conformidad detectada, acciones preventivas para eliminar la causa de una no conformidad potencial.



### FASE IV: Actuar - ¿Cómo mejorar la próxima vez?

Se basa en la toma de acciones para mejorar continuamente el desempeño energético en base a los resultados.

#### a) Revisión por la Alta Dirección

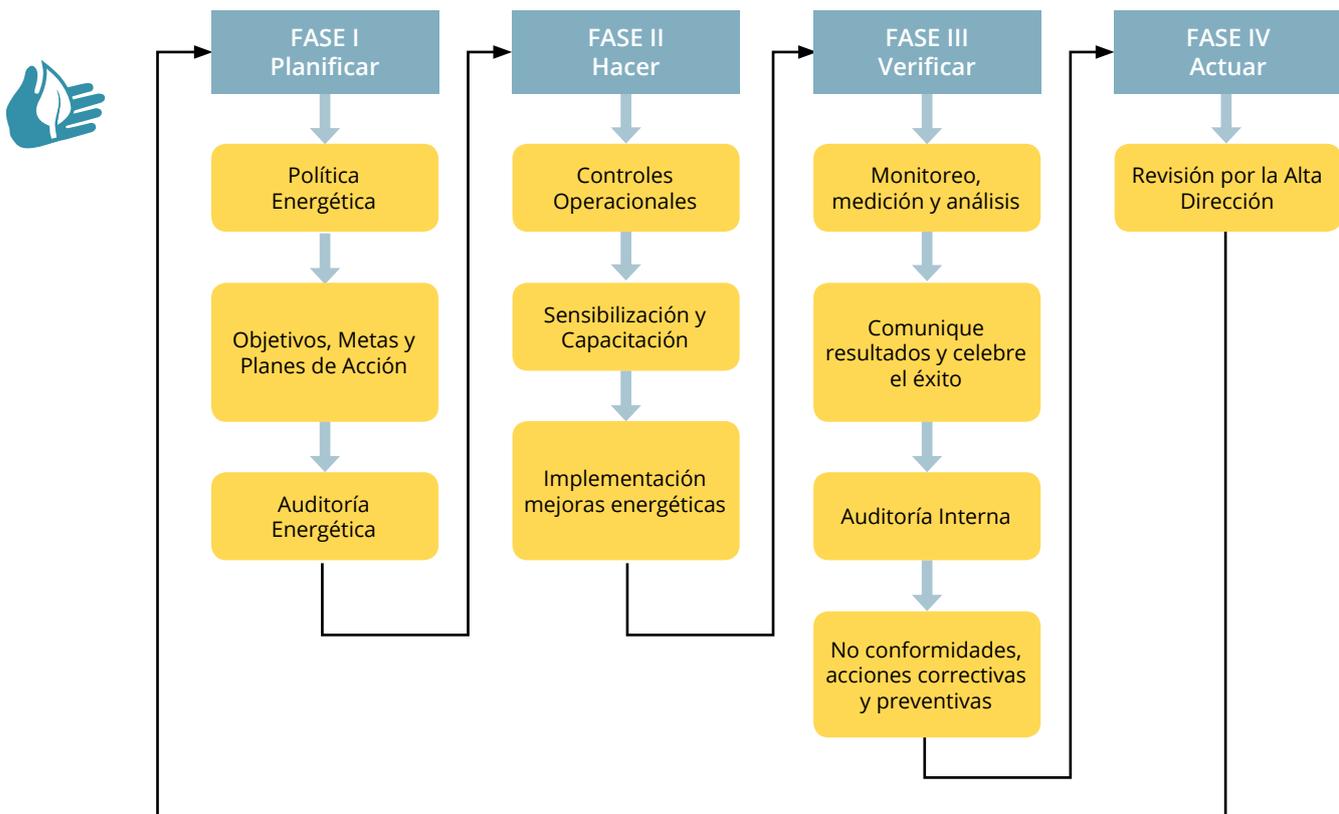
La alta gerencia debe realizar una revisión periódica de la política de energía, objetivos, metas y planes de acción, con el fin de asegurar que el SGE es adecuado a la organización y efectivo en su ejecución.

Se sugiere que la alta gerencia realice la revisión al menos una vez al año, de manera que pueda contar con resultados del desempeño energético, objetivos, metas y auditorías.

Se deberá definir un tipo de registro o reporte de las conclusiones que tome la alta gerencia frente a su revisión.

La revisión por la dirección consiste en analizar los resultados del sistema de gestión y en la toma de decisiones para actuar y promover la mejora continua.

Figura N° 28.  
Aspectos Generales del ciclo de Deming aplicado al SGE



Elaboración FONAM, Fuente: Guía Chilena ISO 50001

## Importancia de contar con la Certificación ISO 50001

La norma ISO 50001 busca apoyar a las organizaciones en estructurar e implementar un sistema integral de gestión energética de forma sistemática, integral, sustentable y orientada a objetivos, mejorando continuamente el rendimiento energético mediante un monitoreo continuo de los flujos de energía.

Esta norma además de contribuir con el cumplimiento de requisitos legales, genera reducción de los costos de energía y por ende obtención de ahorros económicos, asimismo contribuye con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

De otro lado brinda ventajas competitivas a las empresas por contar con procesos eficaces, personal concientizado en el uso eficiente de la energía e imagen empresarial, mostrándose como una empresa comprometida con el ambiente que desarrolla sus procesos productivos con responsabilidad energética-ambiental. Cabe resaltar que aquellas empresas que cuenten con una auditoría energética (diagnóstico energético) desarrollado

en sus instalaciones, tienen una primera herramienta que les servirá para poder implementar el sistema de gestión de la energía en la empresa y aplicar a la certificación de la ISO 50001.

## Ventajas de contar con un SGE:

- Facilita la adopción de un enfoque sistemático para la mejora continua de la eficiencia energética.
- Facilita el cumplimiento de la legislación vigente.
- Reducción de costos de la energía y por ende mejora de la competitividad de la empresa.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en beneficio de la lucha contra el cambio climático.
- Es compatible con otros sistemas de gestión: calidad ISO 9001, ambiental ISO14001, de la seguridad y salud en el trabajo OHSAS 18001. La estructura común facilita su uso y la integración del SGE en los demás sistemas de gestión.
- Mejora la credibilidad e imagen de la empresa en medios.
- Reduce la amenaza de los competidores sobre la "imagen"



## 6.3 El etiquetado como garantía de compra eficiente

Actualmente el Ministerio de Energía y Minas viene desarrollando el Proyecto de “Normas y Etiquetado e Eficiencia Energética en Perú” - PNUD 00077443, cuyo objetivo principal es contribuir a la comercialización de equipos y artefactos de consumo eficiente de la energía. Asimismo proteger al consumidor y reducir el impacto ambiental.

La etiqueta energética de los equipos y artefactos es una herramienta informativa que permite saber de forma rápida y sencilla la eficiencia energética con la que operan, es decir mide la capacidad de realizar su función con un consumo de energía menor.

El consumidor será uno de los actores más beneficiados, cuando realice la compra de un equipo o artefacto que cuente con el etiquetado de eficiencia energética, su compra se verá garantizada por la eficiencia registrada en el etiquetado y

tendrá opción de elegir los artefactos más eficientes.

Con la vigencia de la norma de etiquetado de eficiencia energética, los equipos y artefactos que estarán obligados a llevar una etiqueta que precise su eficiencia energética son: lámparas, refrigeradoras, lavadoras, secadoras, calentadores de agua, aire acondicionado, motores eléctricos y calderas industriales.

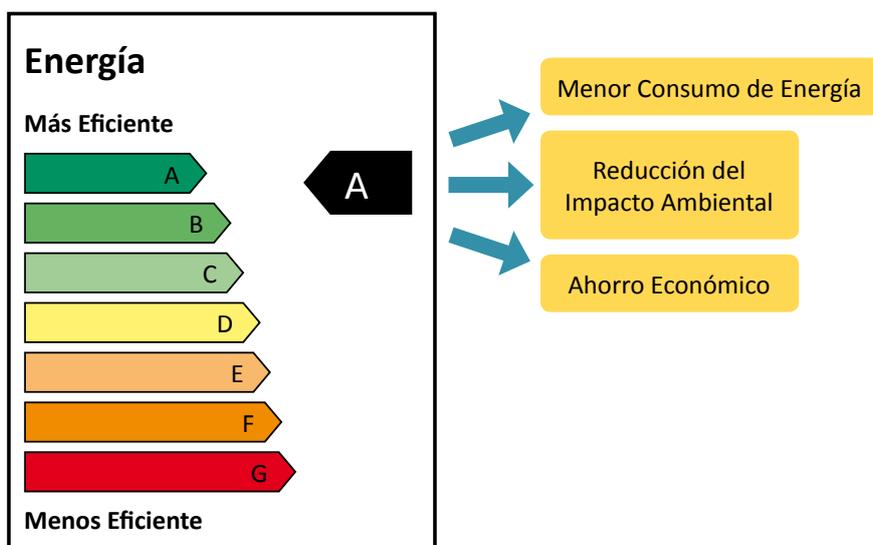
El etiquetado se basa en una escala de clasificación por letras y colores, que va desde la A y el color verde, para los equipos más eficientes, a la G y el color rojo, para los equipos menos eficientes.

A pesar que los aparatos más eficientes son los más caros en el momento de la compra, sus costos se amortizan generalmente antes de la finalización de su vida útil por lo que el ahorro es mucho mayor.



Figura N° 29.

### Etiqueta de Eficiencia Energética y sus beneficios



Elaboración FONAM, Fuente: MINEM



## CASOS EXITOSOS



# 7

## CASOS EXITOSOS

### 7.1 Caso 1:

La empresa pesquera "A" ubicada en Chimbote, Perú, ha implementado en la subestación eléctrica un banco de condensadores automático con una potencia de 240 kVAR - 480 VAC- 60 Hz, de siete escalones, logrando un ahorro medio de 710063 kVARh/año, con una inversión de 19 250 Soles y un periodo de repago de 1,2 años. Ver Tabla N° 9.

**Figura N° 30.**  
**Banco de condensadores automático**



#### Mejora Implementada:

- Reducción del consumo de energía reactiva
- Mejoramiento del factor de potencia
- Reducción de costos por energía eléctrica

**Tabla N° 9.**  
**Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas**

Sistema	Situación Original	Propuesta	Beneficios			
			Ahorro energía (kWh)	Ahorro económico (S./año)	Inversión Total (S./)	Retorno Inversión (años)
Subestación Eléctrica	Alto consumo de energía reactiva – Bajo factor de potencia – Alto costo en la facturación eléctrica	Implementación de un banco de condensadores	710 063	15 915,22	19 250	1,2

Elaboración FONAM, Fuente: Adaptación de Estudio de Industria Pesquera,

## Beneficios

- Ahorro de energía reactiva, con reducción de costos por energía eléctrica.
- Disminución de la corriente reactiva y corriente total que circula en los conductores, reduciendo así su calentamiento por efecto Joule, previniendo deterioros en el aislamiento, evitando cortocircuitos y prolongando la vida útil de los conductores.
- Reducción de las caídas de tensión en la red interna de planta al disminuir la corriente que circula en los conductores.
- Disminución de la carga eléctrica a los transformadores, prolongando su vida útil.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono y de su impacto en el cambio climático.



## 7.2 Caso 2:

La empresa pesquera "B" ubicada en Tambo de Mora, Perú, ha realizado el cambio de matriz energética en el año 2014 en su planta con la implementación de una red de gas natural para sus procesos productivos, reemplazando al petróleo residual 500 SSF que se venía utilizando. En el año 2015 se consumieron 3 millones 445 mil Sm<sup>3</sup> de gas natural equivalentes calóricamente al consumo -que se hubiera tenido de no haber hecho el cambio de matriz energética- de 927 mil 504 galones de petróleo residual 500 SSF. Este desplazamiento representa un ahorro de 51,5 % en costos por

combustible, equivalente a 1 millón 647 mil Soles anuales, para lo cual se hizo una inversión de 4 millones 760 mil Soles, que incluye el pago por derecho de conexión y la habilitación interna realizada por la empresa. El periodo de repago de la inversión de 2,9 años. Ver Tabla N° 10.

### Mejora Implementada:

- Cambio de matriz energética con la sustitución del combustible petróleo residual 500 SSF por gas natural

**Tabla N° 10.**  
**Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas**

Sistema	Situación Original	Propuesta	Beneficios		Inverións	
			Ahorro energía (kWh)	Ahorro económico (S./año)	Inversión Total (S./)	Retorno Inversión (años)
Red de combustible	Utilización del petróleo residual 500SSF como combustible en procesos	Cambio de matriz energética sustituyendo el petróleo 500 SSF por gas natural	710 063	1 647 050	4 760 000	2,9

Elaboración FONAM, Fuente: Adaptación de Estudio de Industria Pesquera,

### Beneficios

- Reducción de costos en combustibles en más del 50%.
- Reducción del consumo de energía térmica (vapor) que se tiene en los tanques de almacenamiento del petróleo residual así como en el precalentamiento para reducir la viscosidad de entrada del petróleo al quemador de las calderas.
- Reducción de costos financieros, pues el gas natural se paga después de ser consumido.
- Menor impacto en la salud por reducción de emisiones de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, hidrocarburos cíclicos, benzopirenos, inquemados sólidos.
- Menores costos de mantenimiento en calderas al reducirse las necesidades de limpieza de tuberías, de ductos y disminuirse los problemas de corrosión.
- Reducción del consumo de energía térmica (vapor) para la pulverización del petróleo en los quemadores o de energía eléctrica en caso se use aire comprimido para este efecto.
- Reducción del potencial impacto ambiental y económico que significa tener derrames de petróleo en la planta.

- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono y de su impacto en el cambio climático.
- Mejora la competitividad de la empresa en el mercado por reducción de los costos específicos de energía.
- Mejora la imagen de la empresa por el cuidado que hace del medio ambiente (responsabilidad social empresarial-RSE).
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono y de su impacto en el cambio climático.

**Figura N° 31.**  
**Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP) para gas natural**



### 7.3 Caso 3:

La empresa pesquera "B" ubicada en Tambo de Mora, Perú ha mejorado la eficiencia de combustión de sus cinco calderas que operan a gas natural. Se ha mejorado la relación aire/combustible, pasando de una eficiencia promedio de 86,1 a 92,2 % por regulaciones en las calderas en base a las mediciones realizadas en tiempo real con un

analizador de gases de combustión basado en microprocesador. La empresa consumió en las cinco calderas 3 millones 445 mil Sm<sup>3</sup> de gas natural.

El ahorro anual en gas natural como consecuencia de la mejora en la eficiencia promedio de combustión en las calderas se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de combustible} \frac{\text{Sm}^3}{\text{año}} \times \left(1 - \frac{E_A}{E_F}\right)$$

Donde:

$E_A$  = Eficiencia promedio de combustión inicial = 0,861

$E_F$  = Eficiencia promedio de combustión luego de la regulación = 0,922

El consumo de combustible fue 3 445 000 Sm<sup>3</sup>/año (Ref.: año 2015).

Luego, ahorro anual en combustible (gas natural):

#### Ahorro en energía:

227 923 Sm<sup>3</sup>/año x 0,04000436 GJ/Sm<sup>3</sup> = **9 118 GJ/año**

#### Ahorro en costos:

Según detalles de facturación del gas natural.

Por el gas natural (no consumido):

9118 GJ/año x 3,1687 Soles/GJ = **28 892 Soles/año**

Por servicio de transporte, recargo FISE, margen de distribución variable, margen de distribución fijo, margen de comercialización variable, margen de comercialización fijo:

((227 923/1000) Sm<sup>3</sup> /año) x (110,49 + 5,62 + 179,6 + 27,43) Soles = **73 651 Soles/año**

Luego:

**Ahorro total = 102 543 Soles/año**

#### Inversión:



**Adquisición de un analizador de gases: 10 200 Soles**

En la combustión uno de los factores de ineficiencia es el exceso de aire (o de oxígeno) en valores más allá de los óptimos de mezcla que se tiene para cada tipo de combustible. Ineficiencia ocasionada debido a que una parte del calor de combustión se utiliza para calentar tal exceso de aire, calor que se va por la chimenea, restando calorías para la transferencia de calor al agua. Según experiencias de campo, por cada 2% de

incremento en el exceso de oxígeno, se tiene una pérdida del 1% en el rendimiento de la combustión. Igualmente por cada 23 °C de incremento en la temperatura de los gases de combustión, se tiene una pérdida del 1% en el rendimiento de la combustión.

**Mejora Implementada:**

- Incremento de la eficiencia de combustión de cinco calderas que operan con gas natural. Ver Tabla N° 11.

**Tabla N° 11.**  
**Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas**

Sistema	Situación Original	Propuesta	Beneficios		Inverións		
			Ahorro energía (kWh)	Ahorro económico (S./año)	Concepto	Inversión Total (S./)	Retorno Inversión (años)
Generación de vapor	Ineficiencia de combustión	Incremento de la eficiencia de combustión	9 118	102 543	Adquisición de un analizador de gases	10 200	0,1 (1,2 mes)

Elaboración FONAM, Fuente: Adaptación de Estudio de Industria Pesquera,

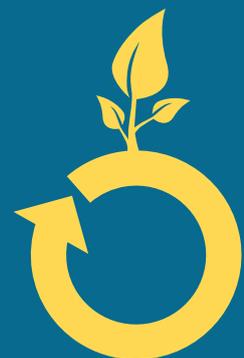
**Beneficios**

- Disminución del consumo de energía térmica
- Reducción de costos en combustible.
- Mayor temperatura de llama que mejora la transferencia de calor directo.
- Menores emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> por reducción del exceso de aire en la combustión. Menor consumo de energía eléctrica por reducción del volumen enviado por el ventilador de aire primario.
- Reducción de las pérdidas de calor por conducción, convección y radiación en la caldera al tener menor temperatura de gases.
- Menores gastos por mantenimiento de piezas y elementos sometidos a mayor temperatura
- Menor temperatura de gases reduce potenciales esfuerzos térmicos en los tubos de las calderas, genera menor potencial de corrosión y menor impacto en la metalurgia de la chimenea.





# EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO



## 8

## EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

El desarrollo de la humanidad ha significado el incremento de las necesidades del ser humano y la atención de las mismas está representando el uso de diversos recursos del planeta y dentro de ello el uso de los combustibles fósiles para generar diversos tipos de energía y su aplicación en diversas actividades económicas como la industrial.

Este uso, cada vez mayor de los combustibles fósiles como energía, aunado a la generación de residuos sólidos y líquidos, han provocado el incremento de los gases de efecto invernadero de procedencia antropogénica, lo que a su vez generó el efecto de incremento de la temperatura media de la tierra denominado "Calentamiento Global" y lo que desencadena una serie de efectos como la intensificación de los desastres naturales que conlleva a grandes pérdidas materiales.

Es por todas estas evidencias que en 1988 se creó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático – IPCC cuya misión es evaluar en términos exhaustivos, objetivos, abiertos y transparentes la mejor información científica, técnica y socioeconómica disponible sobre el cambio climático en todo el mundo<sup>18</sup>.

El IPCC elaboró su Primer Informe de Evaluación<sup>19</sup> el cual se publicó en 1990 donde se confirmó mediante pruebas científicas que el Cambio Climático es un problema evidente y por lo cual la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció el Comité Negociador Intergubernamental que redactó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – CMNUCC.

Finalmente, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, aprobada en 1992 y que entró en vigor en 1994 reconoce que el cambio climático requiere la unión de esfuerzos a nivel mundial de todos los países quienes, mediante compromisos comunes pero diferenciados, brinden apoyo de acuerdo a sus condiciones de desarrollo social y económico.

En 1988 se creó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

En 1992 se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – UNFCCC por la Asamblea General de las Naciones Unidas



<sup>18</sup> <http://ipcc.ch/pdf/ipcc-faq/ipcc-introduction-sp.pdf>

<sup>19</sup> [https://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC\\_1990\\_and\\_1992\\_Assessments/Spanish/ipcc\\_90\\_92\\_assessments\\_far\\_overview\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/Spanish/ipcc_90_92_assessments_far_overview_sp.pdf)

El objetivo de esta Convención (CMNUCC) es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero – GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (CMNUCC, 1992).

**Tabla N° 12.**  
**Gases de Efecto Invernadero**

Nombre	Fórmula
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>
Metano	CH <sub>4</sub>
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O
Hidrofluorocarbonos	HFC
Perfluorocarbonos	PFC
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>

Fuente: Elaboración FONAM

Dicha Convención (CMNUCC) contempla al Desarrollo Sostenible como el pilar de las acciones de mitigación y adaptación del Cambio Climático, para lo cual toma diversas medidas en cuanto al inventario de emisiones de GEI y en cuanto a las medidas de reducción de las mismas.

**Mitigación** Intervención humana destinada a reducir las fuentes o intensificar los sumideros de gases de efecto invernadero (GEI).

**Adaptación** Ajuste en sistemas humanos o naturales en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados o sus efectos, que modera los daños o explota oportunidades beneficiosas. Hay dos tipos de adaptación: reactiva, es decir después de la manifestación de impactos iniciales, y la adaptación planificada la cual puede ser reactiva o anticipatoria (emprendida antes que los impactos sean aparentes). Además, la adaptación puede ser a corto o largo plazo, localizada o extendida, y pueden tener varias funciones y tomar varias formas.

Fuente: IPCC

Así mismo reconoce que los países en general y en especial los países en desarrollo como Perú requieren el acceso a diversos recursos para lograr el desarrollo económico y social sostenible y que para ello incrementan cada vez más su consumo de energía, sin embargo la Convención busca que este **consumo de energía sea de forma eficiente** y que

en su mayoría de apliquen medidas de producción de energía limpia con el fin de controlar las emisiones de GEI mediante la aplicación de **nuevas tecnologías** y mediante el **acceso al financiamiento** con el apoyo de los países desarrollados.

De esta manera la CMNUCC establece una serie de compromisos de los países

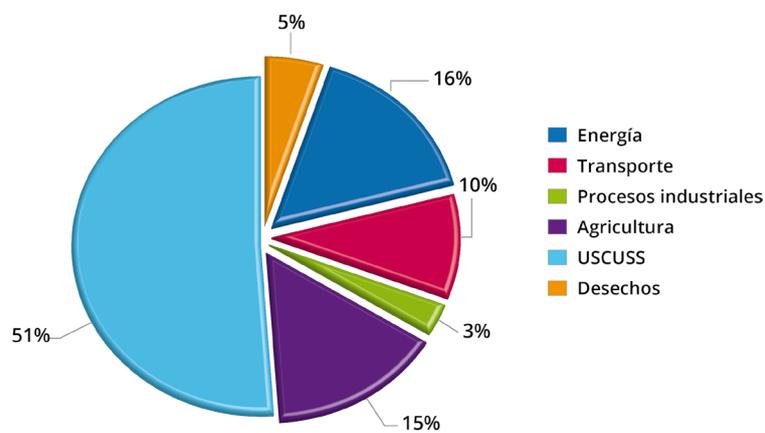


(Partes) que coadyuven a la mitigación y adaptación del Cambio Climático, protegiendo principalmente a las Partes más vulnerables a estos efectos, ya sea por su geografía, su ubicación, su condición social o económica para hacerle frente a estos efectos.

## 8.1 El impacto atmosférico del consumo de energía

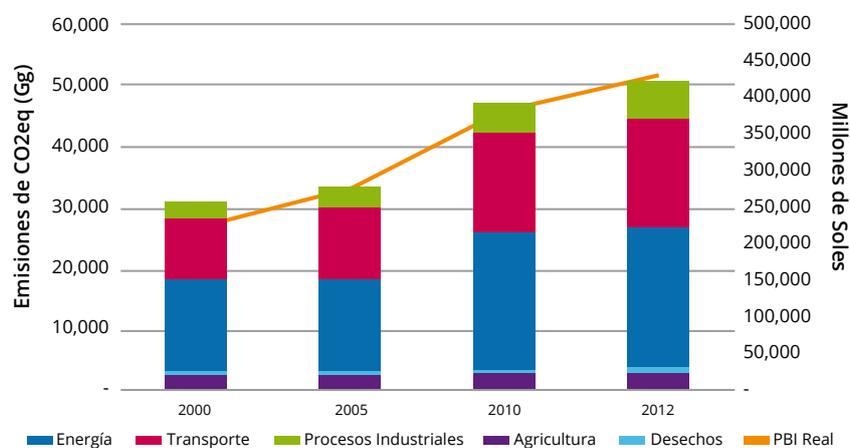
De acuerdo al Inventario nacional de emisiones la industria participa con un 3% de las emisiones totales del país. Es por ello, la importancia de implementar acciones de eficiencia energética a fin de detener o reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> generados por el sector industrial.

**Figura N° 32.**  
Participación de emisiones GEI a nivel nacional



Fuente: MINAM 2012, USC USS: Uso, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

**Figura N° 33.**  
Emisiones nacionales de GEI por sectores sin Uso, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCCUSS)



Existe una correlación directa entre el crecimiento económico y las emisiones  
Fuente: MINAM 2012

## 8.2 El uso eficiente de la energía como compromiso mundial para la lucha contra el cambio climático

La CMNUCC, el Protocolo de Kyoto y el reciente acuerdo de París de que la temperatura del planeta no se incremente a no más de 2°C y para ello promover el Desarrollo Bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compromete a los países a considerar esta responsabilidad para los países y también para el Perú. Una forma de atender esta responsabilidad es promover la eficiencia energética que contribuye a la reducción del consumo de energía y por lo tanto a la reducción de GEI. Para ello los países con el apoyo de los países desarrollados trabajarán de la siguiente manera:

Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados

por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos;

Aquellos países desarrollados que conforman la Convención, deberán asumir medidas relacionadas con el financiamiento, los seguros y la transferencia de tecnología con el fin de brindar soporte para atender las necesidades y preocupaciones específicas relacionados a los efectos adversos del cambio climático de las Partes que son países en desarrollo incluyendo a los países cuyas economías dependen en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo; cuya sustitución les ocasione serias dificultades.



## 8.3 Oportunidades de los compromisos mundiales

Las oportunidades de los compromisos mundiales con la energía están asociadas principalmente a las acciones de mitigación para la reducción de emisiones de GEI.

Estas acciones se han tratado en las diversas reuniones COPs de los países miembros de la CMNUCC y se tomaron acuerdos como el Protocolo de Kioto que promovió un mercado regulado para la venta de reducciones y adicionalmente se formó el mercado voluntario de

carbono. Luego hubo compromisos de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs) y recientemente las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (INDCs).

En todas estas acciones el sector energético se considera de significativa participación ya que medidas de eficiencia energética y de empleo de energías limpias son medidas de mitigación que contribuirán a la reducción de emisiones.

### 8.3.1 Mercado regulado - El Protocolo de Kioto

En 1998, se firma el Protocolo de Kioto, un acuerdo importante que establece compromisos y metas de reducción de emisiones de GEI de 37 países industrializados y la Unión Europea (denominados Países Anexo I dentro del Protocolo de Kioto), reconociendo que son los principales emisores de GEI y por lo tanto responsables del cambio climático<sup>20</sup>.

Este Protocolo de Kioto promueve la elaboración de políticas y medidas para cumplir con los objetivos, diferentes en cada país pero que contemple para el caso de energía lo siguiente<sup>21</sup>:

- ✓ Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- ✓ Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de dióxido de carbono y

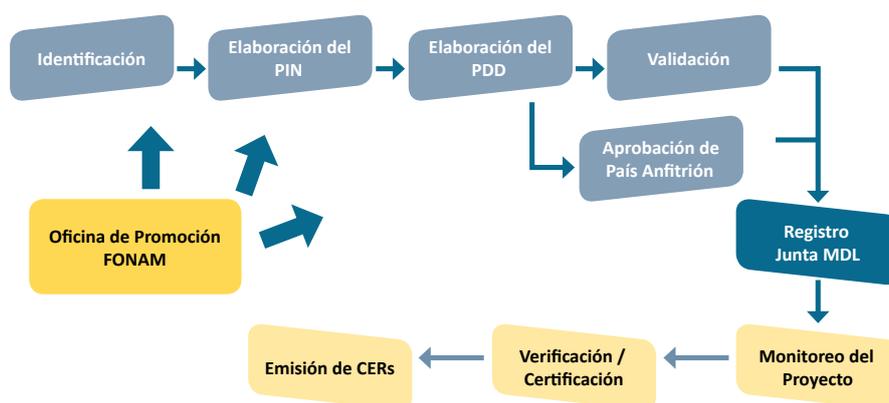


de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.

Para facilitar el cumplimiento de dichos compromisos, el Protocolo de Kioto establece tres mecanismos de flexibilidad: **Mecanismo de Desarrollo Limpio, Implementación Conjunta y Comercio de Emisiones.**

- ✓ **Mecanismo de Desarrollo Limpio:** Es el único mecanismo que incluye la participación de los países No Anexo I como el Perú. Los países Anexo I ponen en práctica proyectos de reducción de emisiones de GEI en territorio de países No Anexo I, a partir de lo cual se pueden conseguir los Certificados de Reducción de Emisiones – CERs. De esta manera el MDL fomenta el desarrollo de iniciativas sostenibles en países No Anexo I gracias al aporte de los países Anexo I, quienes por su compromiso de reducción de emisiones de GEI, apoyan estas iniciativas. Aplicar al MDL considera el siguiente proceso:

**Figura N° 34.**  
**Proceso de aplicación al MDL**



PIN: Nota Informativa del Proyecto, CER: Certificado de reducción de emisiones  
 PDD: Proyecto de Diseño de Documento/Estudio de factibilidad de carbono.  
 Fuente: Elaboración FONAM

<sup>20</sup> Estos compromisos aplican al principio de la CMNUCC de ser “responsabilidades comunes pero diferenciadas”  
<sup>21</sup> Protocolo de Kioto - CMNUCC

### 8.3.2 Mercado Voluntario de Carbono

En paralelo al desarrollo del Mercado de Carbono regulado por el Protocolo de Kioto, se desarrolló el Mercado Voluntario de Carbono, que como su nombre lo indica, no se encuentra vinculado a ninguna norma de compromisos de reducción de emisiones sino que al contrario se desarrolla de manera voluntaria entre entidades que voluntariamente desean desarrollar iniciativas de lucha contra el cambio climático y lo registran en Estándares Internacionales que se

han ganado credibilidad por el tipo de proyectos que registran. Estas iniciativas también reciben créditos de carbono por las reducciones o secuestro de carbono que resulta de su implementación, a estos créditos se les denomina VERs por sus siglas en inglés o Reducción de Emisiones Voluntarias. El proceso de aplicación es similar al MDL, sin la carta del país anfitrión que en el caso de Perú es el MINAM (Ver Figura N° 34).

Los Estándares asociados a energía, dentro de este mercado voluntario son los siguientes:

**Tabla N° 13.**  
**Estándares del Mercado Voluntario**

Estándares a Nivel Mundial	Alcance
<b>VCS (Verified Carbon Standard)</b>	Energía (renovable / no renovable), distribución de energía, demanda de energía, industrias manufactureras, industria química, entre otros.
<b>GS (Gold Standard)</b>	Energía Renovable, Eficiencia Energética
<b>American Carbon Registry Standard (ACRS)</b>	Eficiencia Energética y Energía Renovable

Fuente: Elaboración FONAM



### 8.3.3 Caso del Perú

El Perú es un país líder en el mercado mundial del carbono y ha mostrado mucha competitividad teniendo a diciembre del 2015 un potencial de inversiones de proyectos de reducción de emisiones de GEI que representan más de US\$ 13 mil millones con alta participación de proyectos de energía y de eficiencia energética, como se puede observar en la siguiente Tabla:

**Tabla N° 14.**  
**Potencial de Proyectos de Reducción de Emisiones de GEI de Perú Kyoto y Voluntario**

Sector	Reducción de Emisiones (tCO <sub>2</sub> e/año)	Inversión (Millones US\$)	N° Proyectos
Hidroeléctricas	18 070 249,69	7 972,36	88
Líneas de transmisión	30 327,00	130,41	5
Solar	1 028 998,00	385,30	6
Eólicos	2 874 654,60	1 175,90	9
Residuos Sólidos	6 154 218,00	645,33	22
Transporte	649 146,00	742,50	4
Biomasa	1 618 906,00	243,41	22
Cambio de Combustible	600 313,00	150,54	9
Cogeneración	36 359,00	15,92	7
Eficiencia Energética	3 621 513,00	1 725,53	19
Petroquímico	160 000,00	8,00	1
Geotérmico	224 406,00	140,00	1
<b>TOTAL</b>	<b>35 069 090,29</b>	<b>13 335,20</b>	<b>193</b>

Fuente: Elaboración FONAM



Los proyectos de eficiencia energética de una industria pesquera pueden aplicar al mercado de carbono ya que al reducir el consumo de energía generan menos emisiones de CO<sub>2</sub>, los pasos a seguir para el MDL son los indicados en la figura N°34 y para el mercado voluntario es casi igual, sin la carta de aprobación del MINAM. De todo el proceso la elaboración del PDD/Estudio de carbono es la fase principal ya que ahí se indica la calificación como proyecto de carbono y la cantidad de CERs del proyecto de eficiencia energética.

Los proyectos de carbono MDL y del mercado voluntario pueden ser

canalizados en Perú a través del FONAM y otras entidades promotoras.

El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) es una institución de derecho privado, sin fines de lucro encargada de promover la inversión pública y privada en el desarrollo de proyectos prioritarios ambientales en el Perú. Sus actividades se dirigen a promover la inversión en planes, programas y proyectos orientados al mejoramiento de la calidad ambiental, el uso sostenible de los recursos naturales, y el fortalecimiento de las capacidades para una adecuada gestión ambiental. Más información en [www.fonamperu.org](http://www.fonamperu.org)

## 8.4 Financiamiento climático

La preocupación a nivel mundial sobre los efectos del cambio climático y la creciente lucha contra el mismo, ha generado compromisos climáticos principalmente de países desarrollados. Uno de estos compromisos es la reducción de sus emisiones de GEI mediante diversos mecanismos y políticas internas y además el compromiso de los países desarrollados, principales responsables del Cambio Climático de apoyar el financiamiento para las diversas medidas de lucha contra el cambio climático a nivel mundial principalmente para ser implementados en países en desarrollo y países vulnerables a los efectos del cambio climático. Estos compromisos se efectuaron en el Marco de las reuniones anuales de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Es importante indicar que por los compromisos contraídos los países desarrollados han estado financiando directamente proyectos energéticos y programas de eficiencia energética a través de los bancos de sus países.

Uno de estos mecanismos financieros recientes que se suman a los indicados líneas arriba es el Fondo Verde del Clima el cual fue adoptado el 2011 por la CMNUCC y el cual tiene como objetivo financiar actividades de mitigación y adaptación al cambio climático mediante el aporte de los países desarrollados por US\$ 100 000 millones anuales para el año 2020 y recientemente en París hay un nuevo objetivo colectivo cuantificado al 2025 (sobre la base de \$100 mil millones anuales al 2020)

Actualmente, el Fondo Verde del Clima ha recibido aportes por más de US\$ 10 200 millones.

Una proporción importante del financiamiento para el clima va dirigido a mitigación y dentro de ello para proyectos/ programas de eficiencia energética y de energías renovables

Adicionalmente, a los recursos financieros del Fondo Verde del Clima hay otras fuentes financieras como el Fondo Fiduciario, GEF (Fondo Mundial para el Medio Ambiente). Casi la totalidad de los recursos se han destinado a proyectos de mitigación, incluida la energía renovable (36%), la eficiencia energética (30%), y las tecnologías de baja emisión de gases de efecto invernadero (13%).

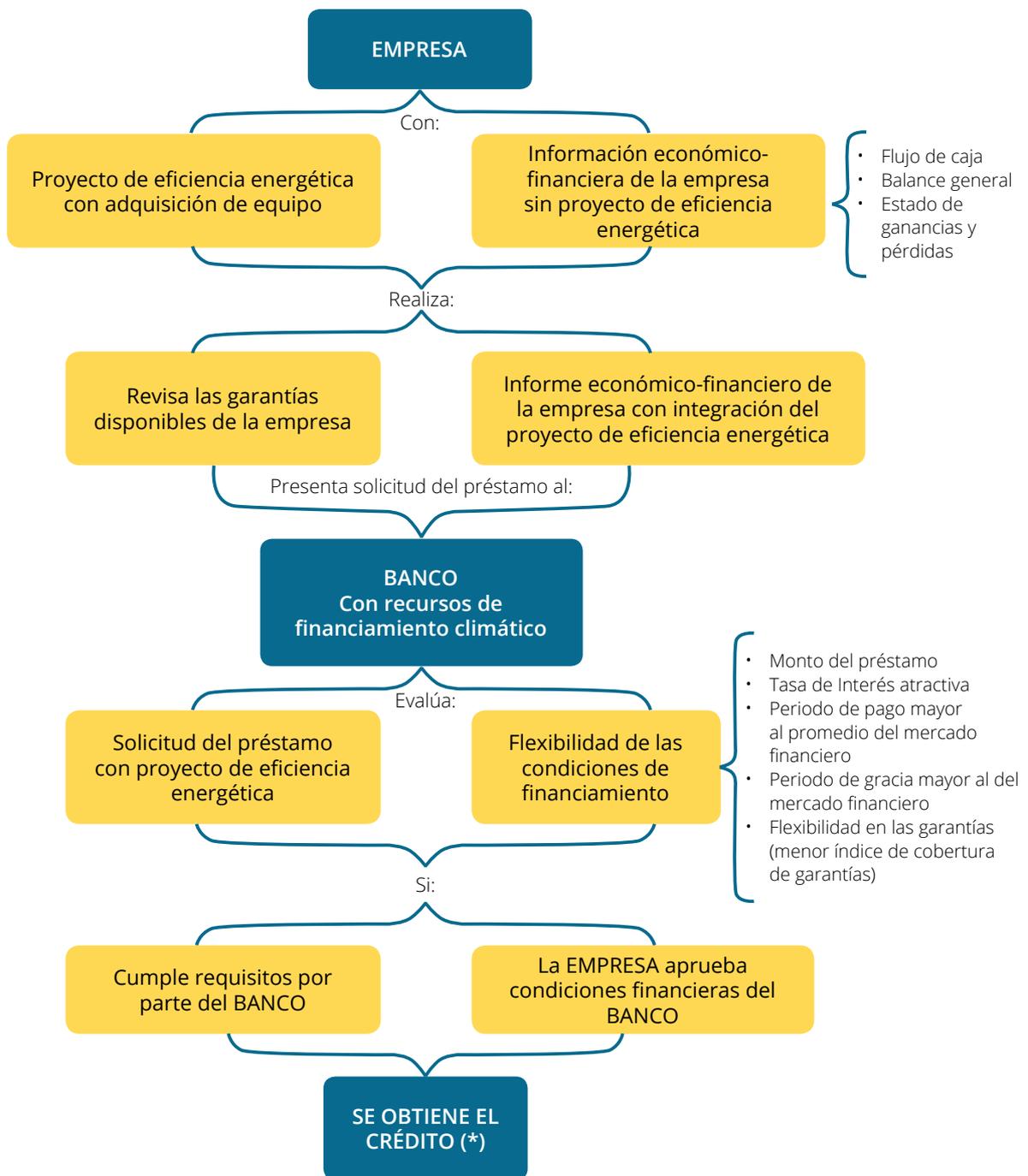
En conclusión, existen diversos compromisos financieros globales que realizan los Países Desarrollados, Bancos de Desarrollo Multilaterales y otras instituciones hacia los países en desarrollo con el fin de financiar proyectos de mitigación y adaptación para la lucha contra el Cambio Climático. Esto es una oportunidad de financiamiento para los proyectos de eficiencia energética.

En el Perú hay recursos de estos fondos aportados de KfW por 120 MM de € y de JICA por US\$ 80MM para ser aplicados entre otros sectores también a los proyectos de eficiencia energética, esto es una oportunidad financiera para las empresas industriales. Estos recursos se encuentran administrados por COFIDE.



Estos recursos del financiamiento climático y de fondos de inversión con responsabilidad ambiental se pueden acceder en los bancos y el proceso a seguir para acceder a dichos fondos es el siguiente:

**Figura N° 35.**  
**Ciclo de un préstamo con recursos de financiamiento climático**



(\*) Con posibilidad de obtener asistencia técnica no reembolsable.

Fuente: Elaboración FONAM



# BIBLIOGRAFÍA



# 9

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ahorro y Eficiencia Energética en el Sector Pesquero, revista Fondo Europeo de la Pesca en España, año 2011, Nº 11, pp. 10-23, España.
- ✓ Ahorro de energía en una empresa minera implementando un variador de velocidad en un lazo de control en cascada; Luque Casanave Manuel H., Revista "Energía y Mecánica", Nº 46-2015, pp. 12-16, Capítulo de Ingeniería Mecánica y Mecánica Eléctrica-Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, Perú.  
<http://es.calameo.com/read/004176104009b1eb9b782>
- ✓ Automatización, herramienta efectiva para la eficiencia energética; Luque Casanave Manuel H., Revista UNITEC de la Asociación de Egresados y Graduados de la UNI, Año1 Nº1 Enero 2016, pp. 35-37, Lima, Perú  
<https://issuu.com/unitecrevista/docs/unitec-1b>
- ✓ Evaluación del Cambio Tecnológico de los Secadores Directos a los Secadores a Vapor con Aprovechamiento de Vahos en una Planta Evaporadora de Película Descendente, Universidad Nacional del Santa, Programa Académico Profesional de Ingeniería en Energía, Nuñuvero Yzquierdo Alexander A., año 2011, Perú.
- ✓ Guía de implementación de ISO 50001, Agencia Chilena de Eficiencia Energética.  
<http://www.smarkia.com/es/blog/como-aplicar-el-protocolo-internacional-de-medida-y-verificacion-ipmvp>
- ✓ Guía Metodológica de Diagnóstico Energético, FONAM-BID/FOMIN
- ✓ Guía Modelo Nº 07 Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético – Industria Pesquera, mayo 2008, Dirección General de Electricidad, Ministerio de Energía y Minas, Perú
- ✓ Lineamientos de Política de cambio climático para el sector energético, Julia Justo – OLADE 2015
- ✓ Tecnología de Proceso e Ingeniería para Harina y Aceite de Pescado, Haarslev Industries, Año 2015, Dinamarca.



### Referencias de material audiovisual sobre eficiencia energética en la industria pesquera:

- ✓ Agencia AChEE - Eficiencia Energética: El desafío de la Industria y Minería  
<https://www.youtube.com/watch?v=u518bR-ITMU>
- ✓ Agustiner Harina de Pescado  
<https://www.youtube.com/watch?v=a0igBqlZ3x8>

- ✓ Eficiencia energética en iluminación en la industria (planta y almacenes) con tecnología LED  
<https://www.youtube.com/watch?v=1iRLAi4f6f8>
- ✓ Fishmeal Production in Mauritania  
<https://www.youtube.com/watch?v=SPj880GwA9I>
- ✓ Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica – Industrias  
<https://www.youtube.com/watch?v=ITdRnb5yo80>
- ✓ Fishmeal Plant  
<https://www.youtube.com/watch?v=OA9t5gBKY-k>
- ✓ Fish meal Factory in Viet Nam  
<https://www.youtube.com/watch?v=h5R5vOHqV20>
- ✓ Sasea Fishmeal Factory Educational Video  
<https://www.youtube.com/watch?v=X0db6HDNuNI>
- ✓ Solución de gestión energética para la industria  
<https://www.youtube.com/watch?v=gj9QNImyhYw>

### Referencias de Softwares gratuitos disponibles para aplicaciones de eficiencia energética en planta:

- ✓ Ahorro de Energía en Motores, Bombas y Ventiladores:  
<http://www.automation.siemens.com/sinasave#/en/home>
- ✓ Calculadora para ahorro en iluminación, climatización y agua caliente  
<http://ovacen.com/herramienta-eficiencia-energetica/>
- ✓ Estimating appliance and home electronic energy use:  
<http://energy.gov/energysaver/estimating-appliance-and-home-electronic-energy-use>
- ✓ Herramientas de Software: Gestionar el consumo energético de su planta:  
<http://www.energy.gov/eere/amo/software-tools>
- ✓ RETScreen es un sistema de software de gestión de la energía limpia para la eficiencia energética:  
<http://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/7465>
- ✓ Siemens PLM Software Teknomatix Plant Simulation Software  
[https://www.youtube.com/watch?v=3P\\_u1yjofzY](https://www.youtube.com/watch?v=3P_u1yjofzY)
- ✓ Siemens AG Internet portal on the subject of energy-efficient production:  
<http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/energy-efficient-production/Pages/Default.aspx>







# GLOSARIO



# 10 GLOSARIO

## Acrónimos

PUEE	Programa de uso eficiente de la energía.
COFIDE	Corporación financiera de desarrollo S.A.
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente.
IFFO	International Fishmeal and Fish Oil Organization
IR	Infrarrojos
SNI	Sociedad Nacional de Industrias.
PRODUCE	Ministerio de la Producción.
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
LCE	Ley de Concesiones Eléctricas.
COES	Comité de Operación Económica del Sistema.
DEP	Dirección Ejecutiva de Proyectos del MEM.
DGE	Dirección General de Electricidad del MEM.
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía.
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería.
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
BRG	Barra de referencial de generación.



## Términos

**AGUA DE COLA:** En la planta de harina de pescado es el líquido con cierto contenido de sólidos que sale del proceso de centrifugación y que ingresa al proceso de evaporación para serle extraída el agua y concentrar así la materia orgánica.

**BALANCE ENERGÉTICO :** Valor estadístico de un sistema dado, proceso, región o área económica, en un período de tiempo dado, de la cantidad de oferta de energía y la energía consumida, incluyendo las pérdidas por conversión, transformación y

transporte, así como las formas de energía no empleadas con fines energéticos.

### **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE:**

Equipo basado en microprocesador para el monitoreo y control automático de un proceso industrial, que integra en una sola unidad los dos sistemas de control, el discreto y el análogo. Posee una fuente, módulos de entrada y salida, tiene gran capacidad de memoria, en la que se almacena el programa de control que el usuario configura. Se puede implementar un programa de supervisión para controlar el sistema desde una PC o Lap Top.

Tiene conectividad total, acceso a Internet, puerto USB, puerto EIA RS-485, módulos de expansión, acceso a redes LAN y Ethernet.

**CO<sub>2</sub>:** El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas de efecto invernadero. Se produce por la combustión de compuestos orgánicos y en los sistemas respiratorios de animales y plantas.

**EFICIENCIA ENERGÉTICA:** Está asociada al concepto de conservación de la energía, pero no puede entenderse solamente como una reducción del consumo. Los países de América Latina tienen un desafío doble, crear las condiciones para una adecuada calidad de vida de toda la población, que en muchos casos necesita aumentar su consumo de energía, y al mismo tiempo reducir la cantidad de energía que es convertida en bienes y servicios.

**MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL):** Mecanismo flexible del Protocolo de Kyoto que permite comercializar las reducciones de emisiones certificadas de gases de efecto invernadero, de un país en vías de desarrollo como el Perú a otro desarrollado, en Perú el CONAM es la autoridad nacional designada para el MDL y otorga la carta de aprobación nacional, en el ciclo internacional de este tipo de proyectos.

**TORTA DE PRENSA:** En la planta de harina de pescado es la materia orgánica que sale del proceso de prensado luego de haber extraído el aceite y el caldo de prensa.

**USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA (UEE):** Es la utilización de los energéticos en las diferentes actividades económicas y de servicios, mediante el empleo de equipos y tecnologías con mayores rendimientos

energéticos y buenas prácticas y hábitos de consumo.

**COGENERACIÓN:** Es el proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, mediante el cual la energía eléctrica es destinada al consumo propio o de terceros.

**USUARIOS EN MEDIA TENSIÓN (MT) Y BAJA TENSIÓN (BT):** Son usuarios en media tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV (kV = kilovolt) y menor a 30 kV. Son usuarios en baja tensión (BT) aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es igual o inferior a 1 kV.

**HORAS DE PUNTA (HP) Y HORAS FUERA DE PUNTA (HFP):**

- a) Se entenderá por horas de punta (HP), el período comprendido entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día de todos los meses del año.
- b) Se entenderá por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta (HP).

**POTENCIA CONTRATADA:** Es la potencia máxima acordada entre el suministrador y el cliente en el punto de entrega del sistema eléctrico.

**DEMANDA MÁXIMA MENSUAL Y DEMANDA MÁXIMA MENSUAL EN HORAS DE PUNTA:**

- a) Se entenderá por demanda máxima mensual, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes.



- b) Se entenderá por demanda máxima mensual en horas de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de punta a lo largo del mes.
- c) Se entenderá por demanda máxima mensual fuera de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo fuera de punta a lo largo del mes.

**POTENCIA ACTIVA (kW):** Significa la potencia requerida para efectuar trabajo a la velocidad de un kilojoule por segundo. Es la unidad de medida de la potencia eléctrica activa.

**ENERGÍA ACTIVA (kW.h):** Significa kilowatt hora. Es una unidad de medida de la energía eléctrica activa.

**POTENCIA REACTIVA (kVAR):** Los componentes inductivos usan la energía que reciben en crear campos magnéticos que reciben y la devuelven al circuito, de manera que no se toma energía efectiva de la fuente. Unidades: Sistema Internacional: Volt- Ampere Reactivo (VAR).

**ENERGÍA REACTIVA (kVAR.h):** Significa kilovar hora. Es una unidad de medida de la energía eléctrica reactiva.

**FACTOR DE POTENCIA:** El factor de potencia (FP) o  $\cos \varphi$  se define como la razón de la potencia activa a la potencia aparente. Es decir:

$$FP = \text{Potencia Activa} / \text{Potencia Aparente}$$

**FACTURACIÓN DE ENERGÍA ACTIVA:** La facturación por energía activa se obtendrá

multiplicando el o los consumos de energía activa, expresado en kW.h, por el respectivo cargo unitario.

**FACTURACIÓN DE LA POTENCIA ACTIVA DE GENERACIÓN:** La facturación de Potencia Activa se obtendrá multiplicando los respectivos kilowatts (kW) de Potencia Activa registrada mensualmente, por el precio unitario correspondiente al cargo por potencia de generación, según se señala en las condiciones específicas para cada opción tarifaria.

**FACTURACIÓN DE LA POTENCIA ACTIVA POR USO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN:** La facturación de Potencia Activa se obtendrá multiplicando los respectivos kilowatts (kW) de Potencia Activa por el precio unitario correspondiente, según se señala en las condiciones específicas para cada opción tarifaria.

La potencia variable será determinada como el promedio de las dos mayores demandas máximas del usuario, en los últimos seis meses, incluido el mes que se factura.

**FACTOR DE CARGA:** El factor de carga es la relación entre la demanda media y la máxima demanda:

$$\text{Factor de carga} = (\text{Demanda media} / \text{Máxima demanda})$$

La demanda media es la relación entre el consumo de energía y el total de horas del periodo de facturación. Cabe mencionar cada día representa 24 horas, independientemente de que algunas instalaciones no trabajen 24 horas.



**Tabla N° 15.**  
**Niveles de Tensión**

Abreviatura	Significado
MAT	Muy Alta Tensión : mayor a 100 kV
AT	Alta Tensión : mayor a igual 30 kV y menor o igual 100 kV
MT	Media Tensión : mayor a 1 kV y menor a 30 kV
BT	Baja Tensión : menor o igual a 1 kV

**COSTO MARGINAL O CMG:** Definido por el COES cada 15 minutos y utilizado en las valorizaciones mensuales de las transferencias de energía activa.

**VARIADOR DE VELOCIDAD:** Equipo electrónico que permite variar la velocidad de los motores eléctricos. Opera bajo el principio de variación de la frecuencia de alimentación al motor. Son de dos tipos; uno de torque variable (apropiado para bombas, ventiladores) y otro de torque constante (apropiado para molinos y fajas transportadoras)







# ANEXOS



## 11.1 Facturación de energía eléctrica

Una forma de lograr ahorro económico en la fábrica es administrando bien la energía, en este caso la electricidad, cuyo sistema tarifario permite elegir al empresario el sistema que más conviene al empresario desde el punto de vista económico.

Para interpretar correctamente una factura, es importante conocer la terminología tarifaria y algunos conceptos básicos, los cuales normalmente lo define el OSINERGMIN en su página Web (<http://www2.osinerg.gob.pe/gart.htm>). El sistema de tarifas en el Perú, se basa en el libre mercado y en la libre competencia entre suministradores de energía, distinguiendo a dos tipos de clientes: Libres y Regulados.



### a. Clientes Libres

Los clientes o empresas con consumos eléctricos en potencia superiores a 1 MW son considerados clientes libres. Los precios de la electricidad para un cliente libre se fijan en una libre negociación de precios y modalidades entre las empresas generadoras ó distribuidoras y el cliente libre, dentro del marco de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. 25844).

En condiciones de competencia se ha previsto que los clientes libres sean atendidos ya sea por las generadoras o por las distribuidoras en competencia por el servicio a brindar, a diciembre

de 2007 el 61% de clientes libres eran atendidos por empresas distribuidoras y el resto (39%) por generadoras. Los cargos en común acuerdo pueden ser diversos desde los más sofisticados como los de diferenciación de horario estacional hasta los más simples como un solo cargo por energía.

### Recomendaciones para Clientes Libres

En muchas empresas es factible optimizar el Contrato de Suministro Eléctrico de un cliente libre, para lo cual se debe identificar los aspectos relevantes que lleven a la formulación de una Estrategia de Negociación con las empresas suministradoras, a efectos de identificar alternativas disponibles para la modificación del Contrato de Suministro y mejorar las condiciones contractuales de acuerdo a las expectativas de precios de mercado en su coyuntura actual, asimismo, se debe evaluar la factibilidad de migrar de Cliente Libre a Cliente Regulado. En la evaluación de los contratos tarifarios se debe considerar los diversos precios medios de electricidad para clientes libres por nivel de tensión y por empresas suministradoras. Para mayor detalle vea <http://www2.osinerg.gob.pe/gart.htm>.

A continuación se presenta algunas consideraciones a ser tomadas por la gerencia para la reducción de la factura de energía eléctrica:

- Renegociación del Contrato, mediante una estrategia adecuada técnico-legal.
- Compensación Reactiva, para eliminar el pago por energía reactiva mediante la instalación de bancos de condensadores.
- Reducción de las horas punta de potencia de 5 a 2 horas, existen varios contratos de clientes libres que se benefician con esta cláusula en sus contratos, lo que permite administrar mejor la máxima demanda.
- Facturación de potencia coincidente con la máxima demanda del SEIN; es una opción viable que permite reducir los costos de facturación por máxima demanda.
- Contrato mediante compra al mercado Spot, nueva posibilidad de obtener mejores precios de energía y potencia que puede incorporarse en los contratos tarifarios.
- Control de la máxima demanda mediante: desplazamiento de cargas de algunos procesos de operación no continuos, reducción de picos de demanda y autogeneración en Horas Punta.
- Regulación óptima de la tensión y calidad de energía; para evitar el deterioro prematuro de los equipos eléctricos y reducir el consumo de energía.
- Mediante el traslado de cliente libre hacia regulado, se puede obtener beneficios económicos previa evaluación y se aplica en caso de que la máxima demanda de un cliente libre sea menor a 1 MW.

### Conociendo su factura eléctrica:

A continuación se hace una descripción de las características de la factura de energía eléctrica de clientes libres.

La facturación mensual por potencia incluirá los siguientes cobros:

- Cobro por potencia en Horas de Punta.
- Cobro por exceso de la Máxima Demanda Comprometida (MDC) coincidente con la máxima demanda del SEIN serán facturados aplicando como precio el 25% del precio de la Potencia en Horas de Punta.
- Cobro por Peaje de Conexión al Sistema Principal de Transmisión considerando el total de la potencia facturada.
- Cobro por las compensaciones por uso del Sistema Secundario de Transmisión de acuerdo a los peajes establecidos por el OSINERGMIN.



La facturación de energía se hará sobre la energía activa consumida por el cliente de acuerdo a los registros de la medición. La facturación de excesos sobre la energía asociada se efectuará sólo si la demanda máxima registrada por el cliente excediera la potencia contratada.

La energía a facturarse en cada punto de suministro y medición en Horas Punta y Fuera de Punta, será igual al producto de la energía registrada durante el respectivo periodo de facturación

por el factor de pérdidas de energía (fpe) entre la Barra de Referencia de Generación (BRG) y el punto de suministro y medición asociado por el precio de energía activa asociada.

La facturación mensual por energía activa incluirá los siguientes cobros:

- Cobro por Energía Activa en Horas de Punta.
- Cobro por Energía Activa en Horas Fuera de Punta.

- Cobro por exceso de consumo de energía activa sobre la energía asociada a los periodos de 15 minutos donde se excede la MDC.
- Cobro por las compensaciones por uso del Sistema Secundario de Transmisión y Sistema de Distribución.
- Cargo por electrificación rural (Ley N° 28749).

A modo de ejemplo, se presenta el detalle de los cargos de una factura de un cliente libre:

**Tabla N° 16**

DESCRIPCIÓN		CONSUMOS	PRECIO UNITARIO	VALOR VENTA (soles)
1.	Potencia contratada de h.p. (coincidente con el día y hora MD SEIN)	15 240 KW	17,11 S/. /kW-mes	260 756
2.	Exceso de potencia en h.p.	740 KW	34, 22 S/. /kW-mes	2235 3
3.	Potencia adicional contratada en h.f.p.	7 440 KW	3, 09 S/. /kW-mes	22 990
4.	Energía activa en horas punta	12 859 000 KW.h	0,0938 S/. /kW.h	12 062
5.	Energía activa en h.f.p.	76 019 000 KW.h	0,0899 S/. /kW.h	68 341
6.	Peaje de conexión	15 240 KW	8, 79 S/. /kW-mes	133 960
7.	Peaje Potencia Hora Punta por uso de SST	14 500 KW	0, 3117 S/. /kW-mes	4 520
8.	Cargo Base Peaje Secundario Equivalente en energía HP SST	12 859 000 KW.h	0,0768 cent S/. /kW.h	9 876
9.	Cargo Base Peaje Secundario Equivalente en energía HFP SST	76 019 000 KW.h	0,0768 cent S/. /kW.h	58 383
10.	Peaje energía Activa Hora Punta por uso SST	12 601 820 KW.h	0,6141cent S/. /kW.h	77 388
11.	Peaje energía Activa Hora Fuera Punta por uso SST	74 498 620 KW.h	0,5952 cent S/. /kW.h	443 416
12.	Exceso de energía reactiva inductiva	134 430 KVAR	3,72 cent S/. /kVAR.h	5 001
<b>Sub Total</b>				<b>1 122 014</b>



## b. Clientes Regulados

Los clientes o usuarios de electricidad cuyas demandas sean inferiores a 1 MW pertenecen al mercado regulado (cliente regulado), para los cuales las tarifas la regulan la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) del OSINERGMIN, mediante resoluciones que emiten en forma periódica. Por los niveles de consumo las plantas de la industria pesquera de tamaño mediano son clientes regulados en media tensión.

Para estos clientes el OSINERGMIN ha establecido una serie de opciones tarifarias a libre elección de acuerdo a sus tipos de consumos. Los clientes regulados sólo pueden ser atendidos, a precios regulados, por una Empresa Distribuidora dada la existencia de un monopolio natural.

Las opciones tarifarias del mercado regulado se encuentran normadas por la GART del OSINERGMIN mediante sus Resoluciones semestrales de precios en barra y de períodos de cuatro (04) años para los costos de distribución, para mayor detalle vea el siguiente enlace:

<http://www2.osinerg.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?>

Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias vigentes publicadas por el OSINERGMIN, cumpliendo previamente con ciertos requisitos técnicos que exige la respectiva opción tarifaria. La opción tarifaria elegida por el usuario que se supone la más económica, tiene vigencia un año.

Para mayor detalle de los pliegos tarifarios, se puede recurrir al siguiente enlace:

<http://www2.osinerg.gob.pe/gart.htm>

Por lo común hay tres conceptos de cargo para formular las facturas eléctricas: demanda máxima, energía consumida y factor de potencia, adicionalmente se aplican diversos complementos, según especifica la legislación vigente (la definición de estos conceptos se presenta en el Glosario de Términos).

### Conociendo su factura eléctrica:

A continuación se hace una descripción detallada de la característica de la facturación o recibo de energía eléctrica de clientes regulados, con la finalidad de que el usuario interprete adecuadamente la información que se consigna en ella:

1. Nombre del titular del suministro de energía.
2. Número de cliente o número de suministro eléctrico, este número identifica al cliente de la empresa eléctrica y podrá realizar las consultas o reclamo ante la empresa eléctrica.
3. Son datos técnicos del suministro y son de información para el cliente.
4. El gráfico muestra la evolución de su consumo eléctrico durante un año atrás.
5. Es la información correspondiente al periodo de lectura, al consumo de energía y potencia mensual registrados por el medidor, la cual se obtiene de la diferencia de la lectura anterior con la lectura actual, multiplicada por el factor de medición.
6. Detalle de los consumos eléctricos y sus respectivos costos a facturarse.
7. Mensajes al cliente, recordatorio sobre



su fecha de vencimiento y corte, en caso de atraso en sus pagos, nuevos servicios, saludos en fechas especiales, etc.

**Figura N° 36.**  
Modelo de factura cliente regulado

**Pliego Tarifario Máximo del Servicio de Electricidad**

**Empresa: Hidrandina**

Pliego	Vigencia	Sector	Interconexión	
CHIMBOTE	4/Abr/2016	2	SEIN	
	MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA Sin IGV
<b>TARIFA MT2</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>			
	Cargo Fijo Mensual		S./mes	6.43
	Cargo por Energía Activa en Punta		ctm. S./kW.h	20.60
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta		ctm. S./kW.h	17.04
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP		S./kW-mes	50.86
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP		S./kW-mes	12.76
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP		S./kW-mes	14.26
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa		ctm. S./kVar.h	4.27
<b>TARIFA MT3:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>			
	Cargo Fijo Mensual		S./mes	6.43
	Cargo por Energía Activa en Punta		ctm. S./kW.h	20.60
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta		ctm. S./kW.h	17.04
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:			
	Presentes en Punta		S./kW-mes	47.38
	Presentes Fuera de Punta		S./kW-mes	23.39
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:			
	Presentes en Punta		S./kW-mes	13.82
	Presentes Fuera de Punta		S./kW-mes	14.05
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa		ctm. S./kVar.h	4.27
<b>TARIFA MT4:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>			
	Cargo Fijo Mensual		S./mes	6.43
	Cargo por Energía Activa		ctm. S./kW.h	17.97
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:			
	Presentes en Punta		S./kW-mes	47.38
	Presentes Fuera de Punta		S./kW-mes	23.39
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:			
	Presentes en Punta		S./kW-mes	13.82
	Presentes Fuera de Punta		S./kW-mes	14.05
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa		ctm. S./kVar.h	4.27



## Empresa: Electro Dunas (ex - Electro Sur Medio)

Pliego	Vigencia	Sector	Interconexión
ICA	4/Abr/2016	2	SEIN
MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA Sin IGV
<b>TARIFA MT2</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.43
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	21.90
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	18.31
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	52.63
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	12.10
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	14.31
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.27
<b>TARIFA MT3:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.43
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	21.90
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	18.31
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	49.03
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	24.21
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	13.31
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.82
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.27
<b>TARIFA MT4:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.43
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	19.22
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	49.03
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	24.21
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	13.31
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.82
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.27



Consideraciones a ser tomadas por la gerencia y el comité de energía para la reducción de la factura de energía eléctrica de un cliente regulado.

- Conocimiento de los tipos de tarifas eléctricas existentes y la posibilidad de elegir el más conveniente para la empresa.
- Conocimiento del perfil de carga actual e histórica, sobre la base del consumo de energía (kWh) y demanda (kW), para determinar el posible cambio de tarifa.
- Compensación Reactiva, para

eliminar el pago por energía reactiva.

- Control de la máxima demanda: desplazamiento de cargas y reducción de picos de demanda.
- Autogeneración en Horas Punta, para reducir la máxima demanda en horas punta y obtener la calificación del usuario como presente en fuera de punta.

Un programa de control de la demanda eléctrica es factible en aquellos procesos cuya operación tiene fuertes variaciones en la demanda máxima y

bajo factor de carga, como son empresas relacionadas con pesqueras, agroindustria, alimentos, fundición, papeleras, minería, textil, etc.

## 11.2 Facturación de Gas Natural

Las tarifas del servicio de distribución de Gas Natural se encuentran reguladas por el Estado Peruano a través de OSINERGMIN.

Los cargos a facturar al consumidor según D.S. 042-99-EM son:

- El precio del Gas Natural (Boca de Pozo).
- La Tarifa por Transporte (Red Principal).
- La Tarifa de Distribución (Otras Redes).
- El Costo de la Acometida, cuando sea financiada.
- Los Tributos que no se encuentren incorporados en la tarifa de Distribución. (IGV, CED).



El uso de Gas Natural en el sector industrial permite obtener ahorros significativos con respecto al uso de otros combustibles, para lo cual se deberán hacer inversiones en la adecuación de las instalaciones industriales para utilizar gas natural.

Si se desea hacer una nueva instalación para usar gas natural, se puede consultar al distribuidor de gas, vía correo electrónico [servicioalcliente@calidda.com.pe](mailto:servicioalcliente@calidda.com.pe). cuáles son los procedimientos para el diseño, construcción e instalación de una nueva acometida.

### Categorías de Consumidores

Existen categorías de Consumidores para la Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de Lima y Callao, de acuerdo al Tabla siguiente:

Tabla N° 17

Categoría	Rango de Consumo (sm <sup>3</sup> /mes) *
A	Hasta 300
B	301 - 17 500
C	17 501 - 300 000
D	Más de 300 000

(\*) sm<sup>3</sup>: metro cúbico estándar según el numeral 2.19 del Artículo 2° y Artículo 43° del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, aprobado por DS 042-99-EM.

### Facturación del Gas Natural (FG)

El procedimiento de Facturación aplicable a los Consumidores de la Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (otras redes) de Lima y Callao, es como sigue:

$$\begin{aligned}
 FG &= PG \times EF \dots\dots\dots (1) \\
 EF &= Vf \times PCSGN \dots\dots\dots (2) \\
 EC &= Vs \times PCSGN \dots\dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

Donde:

FG: Facturación por el Gas Consumido expresado en Soles.

PG: Precio del Gas Natural, expresado en S./GJ (Soles por Giga Joule), aplicado a los clientes y fijado en función al precio libremente pactado entre el Productor y el Distribuidor.

EF: Energía Facturada, expresada en GJ/mes.

EC: Energía Consumida en un mes, expresado en GJ/mes.

Vf: Volumen del Gas Natural Facturado en el periodo, en metros cúbicos (sm<sup>3</sup>), corregido a condiciones estándar de presión y temperatura (15°C y 101,325 kPa). Calculado según el procedimiento definido en el contrato respectivo.

Vs: Volumen del Gas Natural consumido en el periodo facturado, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), corregido a condiciones estándar de presión y temperatura (15°C y 101,325 kPa).

PCSGN: Poder Calorífico Superior promedio del Gas Natural correspondiente al periodo facturado, expresado en Giga Joule (GJ) por metro cúbico (sm<sup>3</sup>). Está referido a condiciones estándar de presión y temperatura (15°C y 101,325 kPa).

Las facturas de gas natural, deberán incluir la siguiente información: lectura inicial y final del medidor, el volumen consumido a condiciones de la lectura (Vr), el factor de corrección del volumen (Ks), el volumen a condiciones estándar (Vs), el

volumen facturado (Vf), el precio del gas natural (PG), el poder calorífico superior promedio del gas natural (PCSGN), la tarifa de distribución por Otras Redes (MD, MC, CED), las tarifas de la Red Principal y los montos facturados por FG, FRP y FDOR.



## Figura N° 37. Pliego Tarifario Gas Natural Contugas



CATEGORIA	RANGO DE CONSUMOS		SUMINISTRO	TRANSPORTE		DISTRIBUCION GAS NATURAL				
	DESDE	HASTA	PS (1)	TTR (2)		MARGEN COMERCIAL (3)		MARGEN DISTRIBUCION (3)		
				FIRME	INTERRUMPIBLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	
	sm3/mes	sm3/mes	S/. /GJ	S/. /1.000 sm3	S/. /1.000 sm3	S/. /(sm3/día)	S/. /1.000 sm3	S/. /(sm3/día)	S/. /1.000 sm3	
A	Residenciales	0	300	0,9677 x TC	37,6692 x TCt	41,8547 x TCt	0,0670 x TC	31,8913 x TC	0,4464 x TC	213,3227 x TC
B	Comercio y Pequeña Industria	301	19.000	1,2097 x TC	37,6692 x TCt	41,8547 x TCt	7,2988 x TC	23,2439 x TC	48,0820 x TC	153,4762 x TC
C	GNV	19.001	370.000	1,2097 x TC	37,6692 x TCt	41,8547 x TCt	0,0656 x TC	14,3081 x TC	0,4352 x TC	94,5733 x TC
D	Gran Industria	370.001	4.000.000	1,2097 x TC	37,6692 x TCt	41,8547 x TCt	0,0467 x TC	10,1387 x TC	0,3083 x TC	67,0696 x TC
E	Generador Eléctrico	4.000.001	30.000.000	1,5778 x TC	37,6692 x TCt	41,8547 x TCt	0,0345 x TC	7,5739 x TC	0,2302 x TC	50,1476 x TC
	Eléctrico Menor			0,9677 x TC	37,6692 x TCt	41,8547 x TCt	0,0345 x TC	7,5739 x TC	0,2302 x TC	50,1476 x TC

**NOTAS:**

Los importes descritos no incluyen el IGV

TC	Tipo de Cambio - TC: De acuerdo con el contrato de concesión, los valores serán convertidos a moneda nacional considerando como Tipo de Cambio (TC), el definido por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP del Perú, cotización de Oferta y Demanda – Tipo de Cambio Promedio Ponderado, o el que lo reemplace. Se utilizará el promedio para la venta de los 5 últimos valores publicados en el Diario Oficial "El Peruano" correspondientes al mes anterior a aquel en que las tarifas resultantes serán aplicadas. La actualización de los valores como consecuencia de la conversión a moneda nacional, será aplicable sólo si el TC empleado para la conversión varía en más de 3% respecto a la tasa empleada en la última actualización, o si transcurren más de cuatro (4) meses desde la última actualización.
TCt	Tipo Cambio Transportista - TCt: El tipo de cambio para pagar al transportista se aplicará de acuerdo con lo señalado en la Resolución N° 078-2004-OS/CD, "TIPO DE CAMBIO.- Valor de referencia para el Dólar de los Estados Unidos de América, determinado por la Superintendencia de Banca y Seguros del Perú, correspondiente a la "COTIZACIÓN DE OFERTA Y DEMANDA – TIPO DE CAMBIO PROMEDIO PONDERADO" o el que lo reemplace, correspondiente al mes anterior al que se hace la actualización. Se tomará en cuenta el promedio de los valores Venta de los primeros 25 días de cada mes que se encuentren publicados, a la fecha de la actualización."
(1)	Tarifa de Suministro de Gas Natural definida al contrato sobre el precio de gas natural para las regiones.
(2)	Tarifa del Servicio de Transporte. No incluye el cargo por el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), el cual será añadido en la facturación respectiva
(3)	Tarifa del Servicio de Distribución. Para los Consumidores de Categoría A y B, los componentes fijos de ambos márgenes, están expresados en S/. /mes
(*)	Por efecto de la Adenda la fecha de aplicación resién empieza a partir del primero de enero 2016

CTG-FO-Q-SC-017 /Rev. 00



### 11.3 Factores de Conversión – Energía

Tabla N° 18  
Conversiones energéticas

		kWh	kcal
Wh	wat hora	10 <sup>-3</sup>	0,86
kWh	kilo wat hora	1	860
MWh	Mega wat hora	10 <sup>3</sup>	0,86 x 10 <sup>3</sup>
GWh	Giga wat hora	10 <sup>6</sup>	0,86 x 10 <sup>6</sup>
TWh	Tera wat hora	10 <sup>9</sup>	0,86 x 10 <sup>9</sup>
Kcal	kilocaloría	1,16 x 10 <sup>-3</sup>	1
Te	termia	1,163	1,000
J	julio	2,778 x 10 <sup>-7</sup>	2,389 x 10 <sup>-4</sup>
TJ	Tera julio	2,778 x 10 <sup>2</sup>	2,389 x 10 <sup>5</sup>

Tabla N° 19

		kcal	Tep
tep	tonelada equivalente de petróleo	$10^7$	1
ktep	miles de tep	$10^{10}$	$10^3$
Mtep	millones de tep	$10^{13}$	$10^6$
tec	tonelada equivalente de carbón	$7 \times 10^6$	0,7

## 11.4 Formatos para el diagnóstico energético

Figura N° 38  
Formato de Mediciones

FORMATO DE MEDICIÓN PARA MOTORES			
Compañía _____		_____	
Fecha _____	Ubicación _____	_____	
	Proceso _____	_____	
	Departamento _____	_____	
<b>Datos Generales</b>		<b>Perfil de operación</b>	
Equipo que acciona _____		Tiempo de operación anual _____	hrs/año
<b>Datos de Placa del Motor</b>		<b>Tipo de carga</b>	
Fabricante _____		1. Carga constante, durante la operación	<input type="checkbox"/>
Modelo _____		2. Carga arranca y para, cte cuando opera	<input type="checkbox"/>
Numero de serie _____		3. Carga arranca y para, fluctuante cuando opera	<input type="checkbox"/>
Tipo de motor _____		<b>Datos de Medición</b>	
Potencia: HP,Kw _____		Con instrumentos de medición	
Voltaje (V) _____		Voltaje (Voltios)	
Corriente (A) _____		Va _____	Vavg _____
Velocidad de sincronismo (RPM) _____		Vb _____	
Velocidad a plena carga (RPM) _____		Vc _____	
Factor de potencia a plena carga (%) _____		Corriente (amperios)	
Eficiencia a plena carga (%) _____		Ia _____	
Temperatura (°C) _____		Ib _____	Iavg _____
Clase de aislamiento _____		Ic _____	
Tipo de conexion _____		Factor de potencia (PF) _____	
<b>Rebobinado</b>		Potencia (hp/kw) _____	
Si <input type="checkbox"/>		Velocidad de operación (RPM) _____	
Cuantas veces <input type="checkbox"/>		Frecuencia de operación (Hz) _____	
No <input type="checkbox"/>			
Carga del Motor (%) _____			
<b>Observaciones</b>	_____		
	_____		
	_____		
	_____		



## 11.5 Mediciones con termografía por infrarrojos

La termografía por infrarrojos (IR) es una técnica que permite calcular y determinar temperaturas de un objeto a distancia, con exactitud y sin que el objeto cuya temperatura se desea medir esté en contacto físico con el medidor. La termografía permite captar la radiación infrarroja del espectro

electromagnético que emite el objeto, utilizando cámaras termográficas. La cámara infrarroja hace uso de dispositivos optoelectrónicos para detectar y medir la radiación emitida, obteniéndose con ello la temperatura superficial de la estructura o equipo que se inspecciona.

Figura N° 39.  
Cámaras termográficas por infrarrojos



A partir de datos de las condiciones del entorno (humedad y temperatura del aire, distancia a objeto termografiado, ratio distancia a objeto/distancia focal del lente, temperatura reflejada, radiación incidente) y de las características de las superficies termografiadas como la emisividad la energía radiada detectada es convertida por la cámara termográfica en valores de temperaturas. En la termografía, cada pixel corresponde con un valor de medición de la radiación; con un valor de temperatura.

Se muestra en la cámara el objeto bajo medición IR con distintos tonos de color en su superficie, en la que cada color representa un valor de radiación y con ello de temperatura. Asimismo se muestra en la pantalla de la cámara un espectro de colores con escala de temperaturas.

A la cámara infrarroja se le puede incorporar filtros para filtrar longitudes de onda de emisiones no deseadas de gases o vapores que se encuentren en



la trayectoria de medición, tal es el caso en que se desee medir en una caldera u horno solo la temperatura de la llama. Se tienen equipos de medición termográfica portátiles, operados con batería y que son comunmente empleados para inspecciones periódicas, poseen memoria y al final de las mediciones se descarga la información a una computadora o Lap Top para el análisis con un software propietario. Se cuenta con equipos conectados en línea para mediciones y/o registro continuo de temperaturas en sistemas de monitoreo y/o integrando un sistema de control, como es el caso de control de combustión por temperatura de llama.

Poseen guiador de rayo láser para indicar exactamente lo que se está enfocando. Vienen con juego de lentes de diferentes distancias focales para permitir mediciones focalizadas en un área específica del objeto bajo medición infrarroja; asimismo tienen conectividad para transferencia inalámbrica de imágenes directamente a la PC, Lap Top, a smartphones iPhone™, iAndroid™, sea por vía Wi Fi™ o Bluetooth™.

**Figura N° 40.**  
**Cámaras termográficas con conectividad para transferencia inalámbrica de imágenes de mediciones de temperatura**



Las mediciones con termografía por infrarrojos tienen múltiples ventajas, entre ellas la mayor rapidez y máxima eficacia de detectar temperaturas críticas al menor costo, previene averías y pérdidas de tiempo por salida de servicio de equipos. Es una de las herramientas más útiles del mantenimiento predictivo. Con solo poder prever qué componentes están a punto de averiarse, se puede precisar en qué momento adoptar las debidas medidas correctivas, antes que fallen los equipos.

Las cámaras termográficas son la herramienta perfecta para predecir fallas, ya que consiguen hacer visible lo invisible, en una termografía los problemas saltan a la vista de inmediato. Se utilizan para supervisar las superficies de calderas, hornos, secadores, molinos, tanques de almacenamiento, deterioros del aislamiento térmico, determinando problemas por pérdidas de calor.

En muchos sectores, los sistemas mecánicos son la espina dorsal de todas las operaciones. Los datos térmicos recopilados con una cámara termográfica pueden ser una fuente muy valiosa de información complementaria para los estudios de vibración y la supervisión de los equipos mecánicos. Los sistemas mecánicos se recalientan si hay errores de alineamiento en ciertos puntos del sistema. Las fajas transportadoras son un buen ejemplo, si un rodillo está gastado, aparecerá claramente en la termografía, indicando que debe cambiarse; los componentes mecánicos que se desgastan y pierden eficiencia suelen disipar más calor, como resultado, los equipos o sistemas defectuosos aumentan rápidamente su temperatura antes de averiarse. Al comparar periódicamente lecturas de una cámara termográfica con el perfil de temperatura

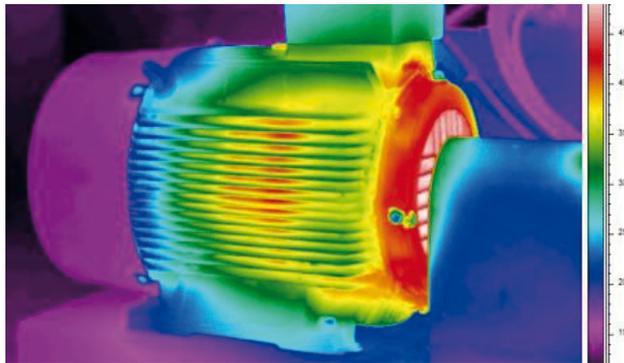


de una máquina en condiciones de funcionamiento normales, es posible detectar las fallas antes que ocurran y saquen de servicio a un equipo y/o a la planta de producción, según la relevancia del equipo en la operación.

Se realizan inspecciones de acoplamientos, transmisiones, rodamientos en desgaste, bombas, compresores, fajas de transmisión, sellos mecánicos, turbinas y fajas transportadoras. Se detectan tempranamente problemas de lubricación, errores de alineamiento, motores recalentados, rodillos gastados, bombas, ventiladores y compresores operando en sobrecarga.

La termografía también ofrece información muy valiosa sobre el estado del aislamiento de conductos, tuberías y válvulas. Se pueden detectar con la termografía fugas en bombas, tuberías y válvulas, averías del aislamiento, obstrucciones en tuberías. Además se usa la termografía para determinar desde el exterior el nivel de producto en tanques y silos de almacenamiento. Con las cámaras termográficas se realizan inspecciones de equipos eléctricos, sean de alta, media o baja tensión, componentes de mando y protección de los tableros eléctricos, empalmes de barras con conductores, recalentamiento de motores, bombas, compresores.

**Figura N° 41.**  
**Termografía de un motor eléctrico**

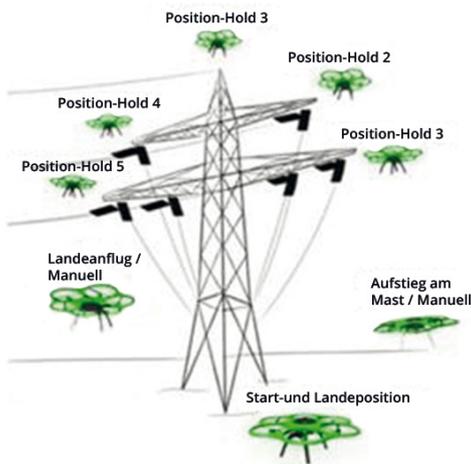


También se pueden inspeccionar motores, cuyas fallas como desgaste de rodamientos, pérdida de aislamiento en el devanado del estator, desalineamientos, etc. suelen producir un calor excesivo antes de la falla, en algunos casos no detectables mediante un análisis de vibraciones puesto que con frecuencia generan poca o ninguna vibración; en estos casos la termografía ofrece una visión completa y permite comparar las temperaturas con las que se tenían en operación normal.

Recientemente se están utilizando los UAVs o drones con cámaras termográficas para el monitoreo aéreo remoto de las temperaturas de tanques y de equipos de instalaciones de difícil acceso. Inspección de plantas solares con UAV y termografía; inspección de líneas de transmisión y torres de tendido eléctrico con termografía; inspección en turbinas de generadores eólicos con termografía y drones; mantenimiento predictivo e inspección en instalaciones industriales

con UAV; termografía urbana y evaluación de eficiencia energética con drones; búsqueda de personas y rescate con drones y termografía (se detecta la presencia humana por la temperatura corporal diferenciada del entorno; control de cultivos con cámaras multispectrales.

**Figura N° 42.**  
**Termografía con el uso de UAVs (drones)**



## 11.6 Especificaciones técnicas para lámparas LED

Las lámparas LED han marcado un hito en el mercado de la iluminación, por su alta eficacia lumínica, esto es menos Watts de potencia eléctrica demandada para brindar similar flujo luminoso con otros tipos de lámparas, por la mayor cantidad de horas de vida útil y por la variada gama de colores y arreglos en la iluminación. Si bien tienen un costo inicial relativamente mayor que otro tipo de lámparas, el ahorro en electricidad durante su operación y el mayor número de horas de vida útil justifica largamente su implementación.

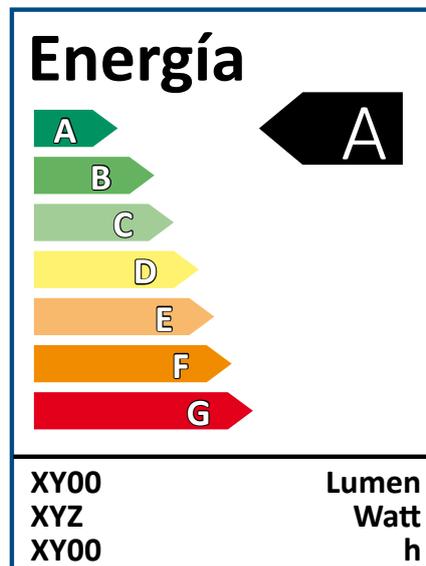
Las características y especificaciones a tener en cuenta en la elección de un LED para garantizar los ahorros en energía y en costos, son las siguientes:

### 1. Etiqueta de eficiencia energética.

Todas las lámparas -incluyendo las LEDs- deben incorporar en el embalaje, caja o blíster de venta, información sobre su consumo energético; esta información se refleja en esta etiqueta energética, la que muestra siete categorías de eficiencia energética A, B, C, D, E, F y G siendo A la más eficaz y G la menos eficaz.



Figura N° 43.  
Modelo de etiqueta de eficiencia energética para lámparas



Donde:



**XY00** : Flujo luminoso, es la potencia luminosa emitida por la lámpara (lúmenes).

**XYZ** : Potencia eléctrica demandada por la lámpara (Watts).

**XY00** : Vida útil según las horas de uso (horas).

## 2. El flujo luminoso (lúmenes).

Representa la cantidad de luz que emite la lámpara.

3. **La potencia (W).** Es la potencia eléctrica que demanda la lámpara para brindar el flujo luminoso.

## 4. Eficacia lumínica (lúmenes/Watt).

Este valor se obtiene de la etiqueta de eficiencia energética, al dividir los lúmenes entre los Watts mostrados. Este es el factor más importante para el ahorro de energía durante la operación de la lámpara.

5. **El factor de potencia (PF).** Se refiere al aprovechamiento energético que una lámpara LED hace de la electricidad que le llega, se mide en una escala del 0 al 1 y representa la fracción de energía consumida que se convierte en iluminación. Normalmente las lámparas LED tienen un PF mayor de 0,8 siendo un factor gravitante en el ahorro de energía respecto a otras lámparas.

## 6. Cumplimiento de normas de fabricación y estándares de calidad.

Entre ellas la Certificación UL (Underwriters Laboratory) o Factory Mutual (FM) que certifican la calidad de los componentes de fabricación de la lámpara. Cumplimiento de normas técnicas internacionales, de la Unión Europea Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad. UNE EN 62031; Norma Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2012, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para

iluminación general, límites y métodos de prueba;

**7. La temperatura (°K).** Este factor indica el color de la luz que emite la lámpara LED; dependiendo de la temperatura, se cuenta con luz amarilla (2700°K) o blanca (6000°K). Las temperaturas más utilizadas en la iluminación suelen ser los 2700°K en hogares, los 3000°K para oficinas y 4000°K para industrias y almacenes. Las bombillas con temperatura de 6500° K son las que arrojan una luz comparable a la luz del día y suele ser común en hospitales o grandes fábricas. Existe una tabla que se puede pedir a la hora de comprar un dispositivo para conocer detalladamente el color que proporcionará la bombilla en cuestión.

**8. El índice cromático (CRI o Ra).** El CRI indica porcentualmente la calidad y fiabilidad de la luz que emite la lámpara en comparación con su luz natural. Está indicado en una escala entre el 0 al 100, donde 100 es la luz y el color natural. Por ejemplo un CRI de 90 o 100 nos asegura unos resultados excelentes, respetando la viveza y brillo de los colores naturales.

Para tener una iluminación adecuada a la actividad que se ejerce en el ambiente a iluminar, tener en cuenta el concepto de iluminancia.

**La Iluminancia (lux= lúmen/m<sup>2</sup>).** Mide la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Según el tipo de actividad hay una iluminancia recomendada (lux). En Perú la iluminancia recomendada está especificada en el

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), tópico III.4 Instalaciones Eléctrica y Mecánicas, Norma EM.010. Tabla de Iluminancias para Ambientes al Interior.<sup>22</sup>

La determinación de la iluminancia es el primer paso que debe dar el usuario para determinar el número de lámparas LEDs que se necesitará en una instalación en base al área a iluminar (m<sup>2</sup>) y al flujo luminoso que ofrecen las lámparas LEDs en el mercado.

Los fabricantes de luminarias LED deberán proporcionar en forma clara, concisa, realista y normalizada, las características y parámetros técnicos de sus luminarias, posibilitando la comparación entre productos de diferentes fabricantes:

Los diodos emisores de luz (LED) no tienen filamentos u otras partes mecánicas sujetas a roturas o fallas, por lo que su vida útil es mucho mayor, alcanzando una duración de hasta 50 mil horas. Las lámparas y luminarias LED no contienen mercurio, no producen radiación infrarroja, ni contaminación lumínica, la mayoría de sus componentes son reciclables: La iluminación LED es mucho más brillante y nítida que la tecnología fluorescente u halógena, posee un encendido inmediato y no presenta variaciones en la intensidad de la iluminación.

Las lámparas LEDs se diferencian por la cantidad de leds (diodos emisores de luz) que contienen, desde 3 hasta series de 20. Igualmente por el material del que están fabricados los leds, el que un LED emita más luz depende de la cantidad de material activo (material que convierte la electricidad en fotones) que se haya



22 [http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/04\\_EM/RNE2006\\_EM\\_010.pdf](http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/04_EM/RNE2006_EM_010.pdf)

utilizado. Según tenga más o menos el precio de la lámpara LED se encarece. Para evitar usar leds de alta densidad, que son más caros, algunos fabricantes incluyen 12, 20 o más leds en sus lámparas de calidad inferior, lo que acarrea a futuro problemas al usuario, pues al estar colocados en serie los leds, al fallar uno fallarán los siguientes por lo que la vida de

la lámpara se reduce. Es recomendable adquirir las lámparas LEDs de fabricantes conocidos como Philips, Osram, GE, LG, Samsung, Sylvania, Toshiba, Bridgelux.

En la Tabla N° 20 se muestra una guía para la sustitución de lámparas basada en equivalencias de varios tipos de lámparas.

**Tabla N° 20.**  
**Guía para la sustitución de lámparas**

SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS																					
Tipo de lámpara	Incandescente									Halógena						Fluorescente T8					
Potencia (W)	25			40			60			35		50		75		18		36		58	
Sustitución por																					
Tipo de lámpara	LED	HAL	BC	LED	HAL	BC	LED	HAL	BC	LED	BC	LED	HBC	BC	HBC	FTS	LED	FTS	LED	FTS	LED
Potencia (W)	6	13	5	7	20	8	12	30	11	4	20	7	30	20	45	16	9	28	18	51	29
Ahorro de energía	76%	48%	80%	83%	50%	80%	80%	50%	82%	89%	43%	80%	40%	73%	40%	11%	50%	22%	50%	12%	50%

Fuente: Basada en la información técnica disponible de lámparas LEDs Philips y Osram



## 11.7 Especificaciones técnicas para motores eléctricos de alta eficiencia

Los motores de alta eficiencia y de calificación Premium debido a sus menores pérdidas funcionan a temperatura más baja que los motores equivalentes de eficiencia estándar. Ello redundará en una vida más larga del aislamiento y del lubricante, y en menos tiempo improductivo. Asimismo, por su diseño específico, tienen la capacidad de tolerar mayores variaciones de voltaje y, de ser necesario, mayores temperaturas ambiente. Un beneficio adicional es que, al generarse menor calor residual en el

espacio que rodea al motor, se reducen las necesidades de ventilación.

Al adquirir un motor de alta eficiencia o de eficiencia Premium tener en cuenta no solo la alta eficiencia, sino que el motor además debe cumplir con la velocidad de rotación (RPM), el torque nominal requerido del motor, cumplir con el torque de arranque, la calificación NEMA A, B, C, D. Según la función del motor en el proceso, la corriente de arranque y el factor de servicio, el ambiente de trabajo.

Las características y especificaciones técnicas a tener en cuenta en la elección de un motor eléctrico de alta eficiencia para garantizar los ahorros en energía y en costos, son las siguientes:

### 1. Etiqueta de eficiencia energética.

Los motores eléctricos deben tener una etiqueta de eficiencia energética pegada en el cuerpo o en el embalaje

y el catálogo. El objetivo es que el comprador tenga la información relevante sobre la demanda de potencia y consumos de energía para una decisión técnico económica de su adquisición.

En la Figura N° 44 se aprecia un modelo de etiquetas de eficiencia energética para los motores eléctricos.

**Figura N° 44.**

### Modelo de etiqueta de eficiencia energética para motores eléctricos

<b>ENERGIA</b>		<b>IE2</b>
Fabricante		XYZ
Modelo		XYZ
Más eficiente (Menor consumo)		
Menos eficiente (Mayor consumo)		
Los resultados se obtienen aplicando los métodos de ensayo descritos en las Normas Técnicas Peruanas e internacionales correspondientes		
La etiqueta debe ir adherida al motor, debiendo permanecer hasta ser adquirido por el consumidor		Entidad Certificadora



2. **Cumplimiento de normas de fabricación y estándares de calidad.** Entre ellas la Certificación UL (Underwriters Laboratory) o Factory Mutual (FM) que certifican la calidad de los componentes de fabricación del motor.<sup>23</sup>

**Figura N° 45.**  
**Motor eléctrico de alta eficiencia con certificados de calidad de componentes**



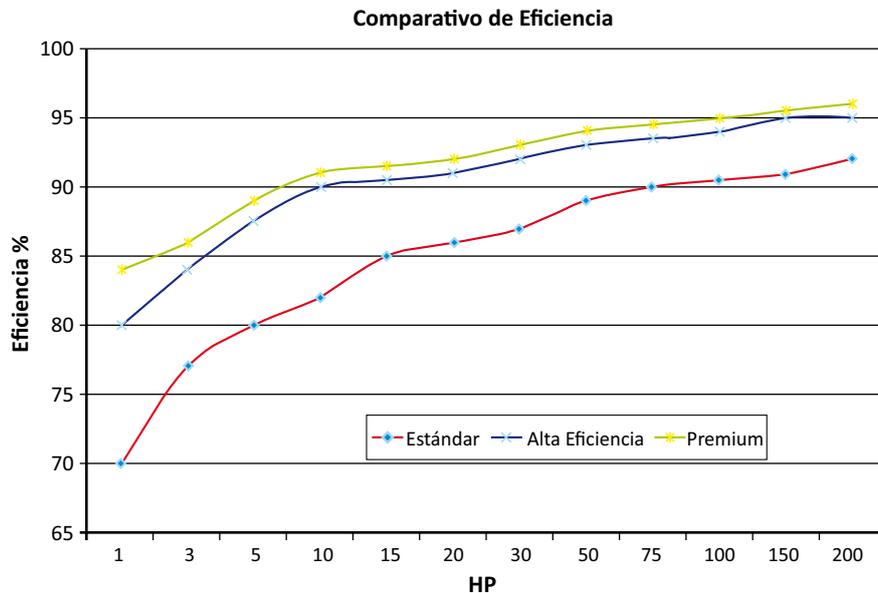
El hecho de que un motor eléctrico tenga una eficiencia mayor significa que se disminuye los costos de operación del motor y se puede recuperar la inversión adicional en un tiempo razonable, sobre todo si se opera a una carga cercana a la potencia nominal. Los motores de alta eficiencia poseen generalmente un menor deslizamiento

(mayor velocidad de operación) que los motores de eficiencia estándar, debido a los cambios que se producen en los parámetros del motor. Los motores de alta eficiencia son normalmente más robustos y mejor construidos que los motores estándar, lo que traduce en menores gastos en mantenimiento y mayor periodo de vida útil.

<sup>23</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Underwriters\\_Laboratories](https://es.wikipedia.org/wiki/Underwriters_Laboratories)

En la Figura N° 46 se presenta un gráfico comparativo de eficiencias de motores, en el que por ejemplo se aprecia para motores con potencias mayores a 100 HP, eficiencias del orden de 91 % para motores estándar y mayores a 95 % para motores Premium.

**Figura N° 46.**  
**Gráfico comparativo de eficiencia de motores**



Fuente: Programa Integral de Asistencia Técnica y Capacitación; Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Guatemala- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, México



A manera de ejemplo, un motor de 15 HP de eficiencia estándar de 89 %, y un motor de alta Eficiencia con una eficiencia de 92%. La diferencia de precios puede ser aproximadamente 30 %. Para un uso

de 16 horas diarias durante todo el año la diferencia se puede pagar en un periodo menor a 15 meses. A partir de ese momento, el uso del motor de alta eficiencia generará ahorro para la empresa.