



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

INDUSTRIA DE BEBIDAS

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 DE
BEBIDAS**

INDICE

1. PRESENTACIÓN	5
2. OBJETIVO	7
3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR	9
3.1 Proceso productivo típico	10
3.2 Fuentes y costos de energía	18
3.3 Principales equipos consumidores de energía	21
4. EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	25
4.1 Objetivos	26
4.2 Etapas de elaboración del diagnóstico energético	26
4.2.1 Etapa 1: Recopilación de Información Preliminar	26
4.2.2 Etapa 2: Revisión de la Facturación de Energéticos	28
4.2.3 Etapa 3: Recorrido de las instalaciones	28
4.2.4 Etapa 4: Campaña de Mediciones	29
4.2.4.1. Área térmica	29
4.2.4.2. Área eléctrica	30
4.2.5 Etapa 5: Evaluación de Registros - Línea base energética: consumos y costos de la energía	32
4.2.6 Etapa 6: Identificación de Oportunidades de Mejoras en Eficiencia Energética	33
4.2.7 Etapa 7: Evaluación técnica-económica-financiera de las Mejoras planteadas	33
4.2.7.1. Evaluación técnica-económica	33
4.2.7.2. Análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financieros	36
4.2.7.3. Alternativas de financiamiento convencional	37
4.2.8 Etapa 8: Informe de Auditoría Energética	39
4.2.9 Etapa 9: Propuesta de Implementación de Mejoras	40
4.3 Seguimiento y monitoreo de las mejoras implementadas	40
5. USOS INADECUADOS DE LA ENERGÍA Y LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	45
5.1 Buenas Prácticas para evitar usos inadecuados de la Energía	46
5.2 Oportunidades de mejoramiento u optimización	49
5.3 Nuevas Tecnologías y su contribución en la Eficiencia Energética	58

6. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA	63
6.1 Formación de un Comité de Gestión de la Energía (CGE)	64
6.2 Sistema de Gestión de la Energía (SGE) y la importancia de contar con la Certificación ISO 50001	65
6.3 El etiquetado como garantía de compra eficiente	71
7. CASOS EXITOSOS	73
7.1 Caso 1	74
7.2 Caso 2	76
7.3 Caso 3	77
8. EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO	79
8.1 El impacto ambiental del consumo de energía	82
8.2 El uso eficiente de la energía como compromiso mundial para la lucha contra el cambio climático	83
8.3 Oportunidades de los compromisos mundiales	83
8.3.1 Mercado regulado - El Protocolo de Kioto	84
8.3.2 Mercado Voluntario de Carbono	85
8.3.3 Caso del Perú	85
8.4 Financiamiento climático	87
9. BIBLIOGRAFÍA	89
10. GLOSARIO	93
11. ANEXOS	97
11.1 Facturación de energía eléctrica	98
11.2 Facturación de Gas Natural	103
11.3 Factores de Conversión – Energía	104
11.4 Formatos para el diagnóstico energético	105
11.5 Especificaciones técnicas para lámparas LED	106
11.6 Especificaciones técnicas para motores eléctricos de alta eficiencia	109



PRESENTACIÓN



1

PRESENTACIÓN

La presente es una Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético correspondiente a una Industria de bebidas, 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 de Bebidas 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.



Asimismo 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.

Asimismo, 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.

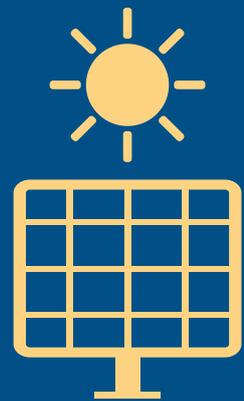
A través de las diferentes normativas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, uno de los aspectos importantes es promover, la “Formación de una cultura de uso eficiente de la energía”, para lo cual se procedió a la “Elaboración de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico 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.

La Industria de bebidas es muy variada, con diferentes líneas de producción y por ende cuenta con diferentes equipos consumidores de energía tanto eléctrica como térmica, de acuerdo a los requerimientos de su proceso productivo. 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 al sector de la Industria de bebidas.

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.



3

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 de bebidas abarca los siguientes productos: vinos, espumantes, pisco, cerveza, bebidas gaseosas con dulce y sin dulce, alcohol etílico rectificado y agua embotellada de mesa, etc. Estos productos derivados requieren que la industria de bebidas utilice insumos para la producción, de tal manera que como materia prima se pueden procesar: frutas frescas y jugos de frutas, cereales y otros vegetales, azúcar, así mismo agua, saborizantes, colorantes y otros productos químicos.

Dependiendo del tipo de bebida, en el proceso también se incluyen la cocción en agua caliente de frutas y cereales, la fermentación en caso de la cerveza y la destilación en caso de bebidas alcohólicas.



Además de materia prima la Industria de bebidas también consume energía en sus modalidades de electricidad para mover máquinas y equipos, frío para refrigeración, fermentación y calor (térmico) para la cocción y destilación de la materia prima en procesamiento.

La eficiencia energética es una herramienta útil para reducir el consumo de energía y optimizar el proceso productivo; es decir producir más o igual pero con menos energía. En consecuencia los empresarios tienen la oportunidad de aumentar productividad y maximizar el beneficio, ya que el consumo energético en la industria es proporcional a la situación económica y los ciclos económicos.

3.1 Proceso productivo típico

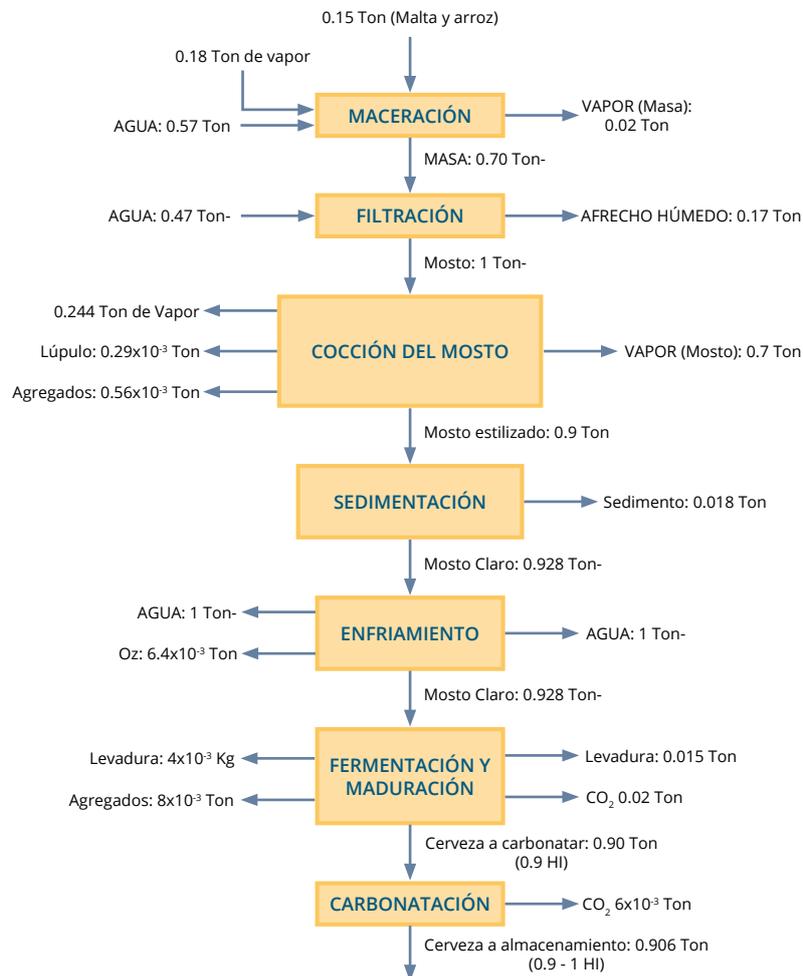
A modo de ilustración se presentará diferentes procesos productivos correspondientes a la industria de bebidas.

CERVEZA

Para el caso de la industria de la cerveza, se muestra el proceso productivo típico donde la materia prima utilizada y

necesaria es malta, lúpulo y levadura, complementada con agua y azúcar; pero además en la primera etapa de la preparación del mosto y dependiendo del tipo de cerveza, se puede acompañar con maíz, arroz u otro tipo de cereales. En la Figura N° 1 se muestra un proceso general de producción de la cerveza, el cual puede tener ciertas variantes, dependiendo del tipo de cerveza que se desea obtener.

Figura N° 1.
Proceso Productivo de la cerveza



Fuente: Grupo de investigación del convenio Universidad Industrial de Santander (UIS) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de Colombia

El proceso de producción de la cerveza se describe a continuación:

Maceración

Comprende las siguientes sub actividades:

- **Recepción de materias primas**

El proceso se inicia con la recepción de la malta, lúpulo, levadura, azúcar y otros agregados como maíz y arroz. La malta y los cereales son clasificados, limpiados

y preparados, quedando en almacén y listos para la siguiente etapa. También se almacena agua de calidad seleccionada y preparada con una adecuada combinación de sales minerales que garantizaran el sabor de la cerveza (agua cervecera).

- **Molienda y tamizado**

De los silos de almacenamiento se extrae la cantidad necesaria de malta, el cual es acondicionado hasta una humedad específica acorde al proceso y después se

muelen en equipos de alta tecnología que garantizan una granulometría adecuada. Del mismo modo el agregado (arroz) es sometido a molienda.

- **Preparación de crudos**

La mezcla de malta y cereal molida con un agregado de agua, es depositado en la paila de crudos, donde por medio del calor de vapor se incentiva a las enzimas de la malta a convertir el almidón de los cereales en azúcares fermentables. Esto se realiza a temperatura y humedad controlada. El preparado de la paila de crudos más otro agregado de malta, se deposita en la olla de mezcla, donde con más agua y vapor se somete a un calentamiento controlado en tiempo y temperatura, que termina por macerar toda la mezcla.

- **Filtración**

La mezcla macerada de líquido y sólido (afrecho) se somete al filtrado de separación de sólidos y líquidos, obteniéndose un líquido claro y azucarado denominado mosto.

- **Cocimiento del mosto**

Utilizando pailas de acero inoxidable se recibe el mosto filtrado y más el agregado de cereales y lúpulo, el mosto nuevamente se somete a calentamiento mediante el vapor. El lúpulo genera el aroma característico de la cerveza y también detiene el accionar de las enzimas del proceso anterior. El mosto puede hervir a más de 95 °C durante una hora o más, depende del proceso elegido, pero también ayuda a eliminar las bacterias que pueden haber aparecido en el proceso anterior.

- **Sedimentación**

Previo al almacenado se procede a retirar restos del lúpulo y partes espesas formados durante el cocimiento, mediante la filtración, decantado o centrifugación.

- **Enfriamiento**

El mosto caliente es enfriado rápidamente con intercambiadores de calor hasta los 15 a 20 °C, que luego con esta temperatura se almacenan en tanques de acero inoxidable cilindro cónicos.

Fermentación y maduración

Comprende las siguientes actividades:

- **Fermentación**

Con el agregado de levadura al mosto en los tanques de almacenamiento se inicia el proceso de fermentación, que puede ser a esta temperatura y durar de 4 a 5 días si la cerveza es del tipo Ale (alta fermentación); pero si es del tipo Lager (baja fermentación) la temperatura debe bajar de 10 a 6 °C y la fermentación durará de 8 a 10 días. La fermentación genera alcohol y abundante CO₂, parte de este CO₂ puede ser almacenado y utilizado posteriormente en la etapa de carbonatación. La fermentación es un proceso químico exotérmico por lo que es factible de recuperar el calor perdido para ser utilizado en alguna parte del proceso.

- **Maduración**

Los tanques cilindro cónicos permiten realizar el proceso de maduración que



consiste en dejar en reposo la cerveza, luego de un promedio de casi 21 días, la cerveza está prácticamente lista. En esta etapa se le agrega antioxidantes.

- **Última filtración**

Luego se realiza una última filtración para eliminar todas las materias insolubles como restos de levadura y proteínas precipitadas por el enfriamiento. La cerveza filtrada que es pura y densa es almacenada en taques de acabado (finishing).

- **Carbonatación**

A la cerveza pura y densa se le agrega agua helada y el dióxido de carbono recuperado en la tapa de fermentación, quedando listo en los tanques de cerveza terminada.

- **Envasado**

El envasado se realiza en botellas, latas y toneles de diferentes capacidades.

La máquina llenadora de botella es la más representativa de esta industria y actualmente puede llegar a velocidades de más de 500 botellas por minuto, con un contenido exacto de cerveza en cada botella. Menos de un segundo después del llenado, la máquina coronadora tapa la botella herméticamente.

- **Pasteurización y almacenaje**

Luego de embotellar la cerveza estas se derivan hacia la pasteurizadora que es un túnel instalado en la línea del embotellado, donde las botellas con el contenido son calentadas hasta 60 °C durante 15 minutos. Como un complemento final de seguridad, la pasteurización inhibirá la presencia de cualquier microorganismo en la cerveza.

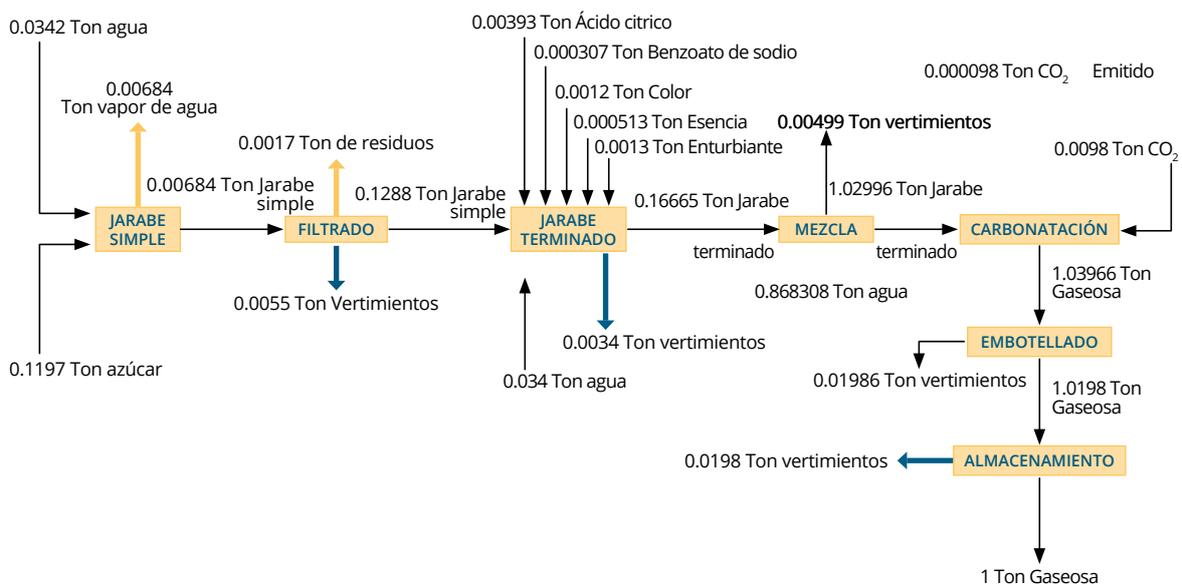
Una vez pasteurizadas cada una de las botellas será etiquetada e identificadas de acuerdo a la fecha de fabricación. Las botellas de cerveza se colocan en sus respectivas cajas y se almacena de acuerdo al destino final de venta.



BEBIDAS GASEOSAS

A continuación se muestra el diagrama del proceso productivo de las bebidas gaseosas:

Figura N° 2.
Proceso Productivo de la bebida gaseosa



Fuente: Grupo de investigación del convenio Universidad Industrial de Santander (UIS) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de Colombia

El proceso de producción de bebidas gaseosas es sencillo, aunque involucra etapas que requieren cuidado en su desarrollo. En términos globales el proceso se lleva a cabo como se describe a continuación:

Jarabe simple

El proceso se inicia con la disponibilidad de agua, el cual debe ser limpio y debidamente tratada; con el agua tratada se elabora el jarabe simple que es una mezcla de agua y azúcar refinada.

Filtrado

El jarabe atraviesa un filtro prensa de placas verticales con tamiz filtrante y fino, con el fin de retirar impurezas contenidas en el azúcar.

Jarabe terminado

Una vez certificado que el jarabe simple cumple con los requisitos de calidad, se envía a tanques de almacenado destinados para tal propósito y se le adicionan concentrados y preservantes, dependiendo del tipo de producto final elaborado. Posteriormente se analizan sus características organolépticas y fisicoquímicas; pasando estas pruebas de control queda listo para ser utilizado en el proceso de carbonatación y posterior embotellado.

Mezcla

El jarabe terminado se mezcla con agua tratada a porcentajes convenientes hasta obtener la bebida deseada; para luego proceder a la siguiente etapa.

Carbonatación

Una vez que el jarabe cumple con los requerimientos exigidos, este y el agua tratada pasan a un Carbocooler, donde el agua sufre un proceso de enfriamiento y carbonatación; se sabe que la capacidad para absorber gas depende en los líquidos de la temperatura a la cual se encuentre.

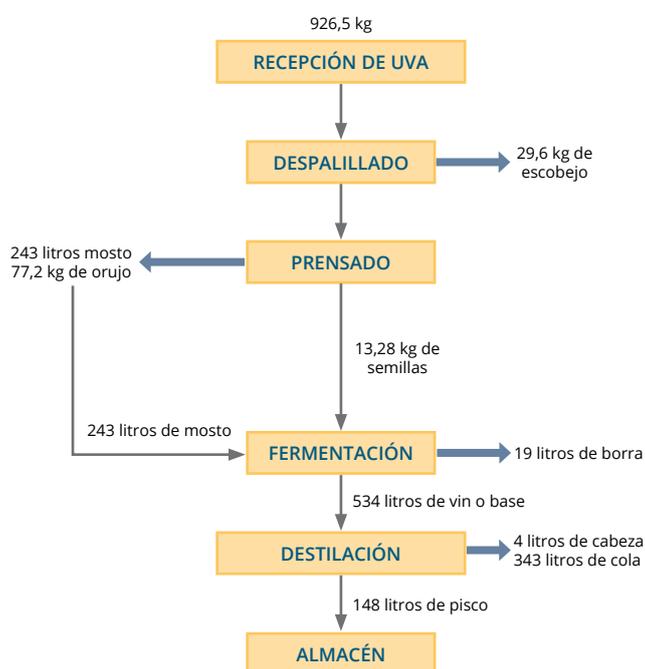
Pasteurización y almacenaje

Luego de embotellar las bebidas carbonatadas se derivan hacia la pasteurizadora, esto con el ánimo de limpieza y preservación, sin tener que agregar preservantes; una vez pasteurizadas cada una de las botellas serán etiquetadas e identificadas de acuerdo a la fecha de fabricación. Las botellas se colocan en sus respectivas cajas y se almacena de acuerdo al destino final de venta.

PISCO

A continuación se muestra el diagrama del proceso productivo del pisco:

Figura N° 3.
Proceso Productivo del pisco



Fuente: Tesis de maestría Propuesta Tecnológica para la Fabricación de Pisco Puro. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

El proceso productivo del pisco se inicia con la recepción de la uva en cajones de madera de aproximadamente 12 kg cada uno.

Despalillado

Una vez recibida las uvas se debe de separar el grano pulposo de los tallos o palillos, actividad conocida como el despalillado. Puede ser de forma manual o con despalilladora.

Prensado

Es una operación de separación del jugo y las enzimas que acompañan a la uva pisquera desde los viñedos. El orujo sobrante se retira luego de sacar la mayor cantidad de azúcar que contiene la pulpa. Con la finalidad de lograr un mayor rendimiento, se pre fermenta el orujo sobrante del prensado y el mosto obtenido se agrega a la siguiente etapa de fermentación.

Fermentación

En recipientes acondicionados se almacena el líquido para proseguir con la fermentación donde ocurren cambios

químicos de las sustancias que contiene el mosto. La fermentación alcohólica es el proceso por el que los azúcares contenidos en el mosto se convierten en alcohol etílico.

Destilación y almacenaje

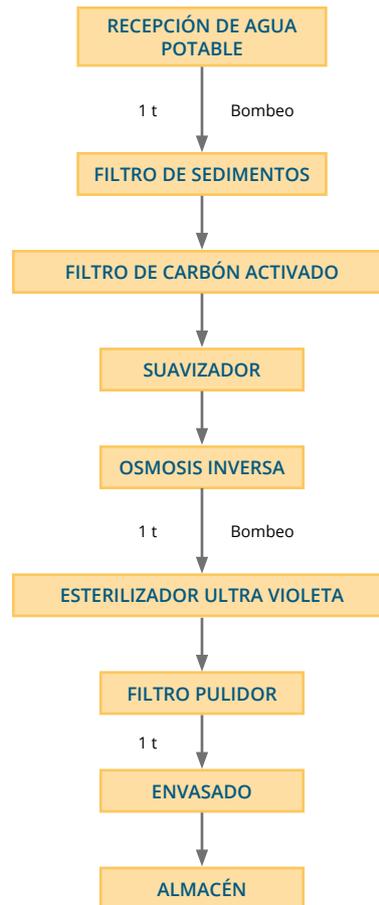
La destilación tiene una secuencia que se inicia con la carga del vino base a la paila de destilación y luego con el calentamiento progresivo hasta que aparecen los primeros vapores. El equipo utilizado se complementa con un serpentín enfriador tomando el nombre de alambique. Los primeros condensados constituyen el producto de cabeza con una carga alcohólica de más de 70° que representa el 0,7% del volumen de la carga de vino base en el alambique. Luego viene el 30% de destilado de la carga de vino base que constituye el pisco de uva fresca, finalmente lo que queda es la cola o vinaza con bajo grado de alcohol. Finalmente el pisco obtenido se almacena adecuadamente como producto terminado.



AGUA DE MESA

A continuación se muestra el diagrama del proceso productivo del agua de mesa embotellada:

Figura N° 4.
Proceso Productivo del agua de mesa embotellada



Fuente: Elaboración FONAM, Planta envasadora de la empresa ACQUA Agua Purificada, de Hermosillo, Sonora, México.

El proceso productivo de la agua de meza embotellada se inicia con la recepción y almacenamiento del agua potable.

Recepción de agua potable

Se recibe el agua potable, suministrada por la red municipal. La cual llega con una elevada carga mineral, lo cual

justifica su purificación para el consumo humano. Esta agua se capta en tanques de polietileno, los cuales se lavan y desinfectan periódicamente.

Filtro de sedimentos

Se bombea el agua hacia el filtro donde se detiene las impurezas grandes (sólidos

hasta 30 micras) que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena. Este filtro se regenera periódicamente; retro lavándose a presión, para desalojar las impurezas retenidas.

Filtro de carbón activado

El agua se conduce por columnas con Carbón Activado. El carbón activado elimina el cloro, sabores y olores característicos del agua de pozo, además de una gran variedad de contaminantes químicos orgánicos, tales como: pesticidas, herbicidas, metilato de mercurio e hidrocarburos clorinados

Suavizador

Este filtro remueve del agua los minerales disueltos en forma de Calcio, Magnesio, y Hierro. La remoción de estos minerales se logra por medio de un proceso de intercambio iónico al pasar el agua a través del tanque de resina. El suavizador disminuye las sales disueltas antes de pasar al equipo de osmosis inversa



Sistema de osmosis inversa

La osmosis inversa separa los componentes orgánicos e inorgánicos

del agua por la presión ejercida en una membrana semipermeable mayor que la presión osmótica de la solución. La presión fuerza al agua pura a través de la membrana semipermeable, dejando atrás los sólidos disueltos. El resultado es un flujo de agua pura, esencialmente libre de minerales, coloides, partículas de materia y bacterias.

Esterilizador de luz ultravioleta

Funciona como germicida, anula la vida de las bacterias, gérmenes, virus, algas y esporas que vienen en el agua. Los microorganismos no pueden proliferarse ya que mueren al contacto con la luz.

Filtro pulidor

La función de este filtro es de detener las impurezas pequeñas (sólidos hasta 5 micras). Los pulidores son fabricados en polipropileno grado alimenticio (FDA). Después de este paso se puede tener un agua brillante, cristalina y realmente purificada.

Envasado.

Finalmente se llenan en bidones, se tapan, se secan y se destina al almacén de venta.

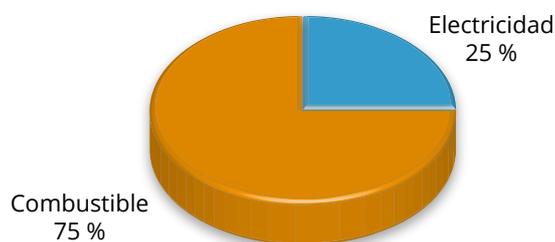
3.2 Fuentes y costos de energía

En la industria de bebidas además de materia prima también se utilizan electricidad y combustibles como fuentes de energía para el funcionamiento del aparato productivo y la prestación de servicios auxiliares como son vapor, aire comprimido y frío. Como combustible generalmente, se usa gas natural o gas

licuado de petróleo-GLP que es la fuente de energía térmica.

En la Figura N° 5, se puede observar el consumo promedio anual de energía en una industria de cerveza. En términos de porcentaje, se consume aproximadamente 25 % en electricidad y 75 % en combustible.

Figura N° 5.
Consumo de energía en la industria de cerveza



Elaboración FONAM, Fuente: AINIA - Instituto Tecnológico Agroalimentario - España

Consumo eléctrico

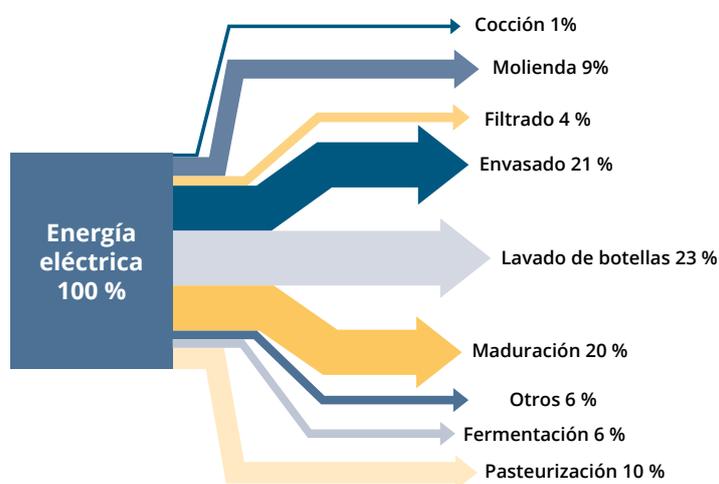
El consumo eléctrico de una planta industrial de bebidas en general, es similar o parecido a una planta de procesamiento de cerveza, como es el caso de nuestro ejemplo. En la Figura N° 6 se muestra el diagrama de consumo eléctrico de una cervecería, donde se puede apreciar que en promedio el 23 % de la electricidad se destina para el lavado de botellas donde se dispone de equipos automáticos y de alta velocidad para atender un volumen considerable de botellas; luego la envasadora y la pasteurizadora consumen

respectivamente 21 % y 10 % cuyos equipos son también automatizados y con capacidad de atender gran volumen de botellas.

Por el lado de la materia prima la molienda consume 9 % de la electricidad en los molinos de malta y agregados de arroz, maíz, cebada y otros cereales. En la preparación del mosto se tienen consumos eléctricos de 1 % y 4 % en cocción y filtrado respectivamente, cuyos equipos son agitadores de pailas, mallas, bombas y/o centrifugas para obtención del mosto y su posterior filtrado y clarificado.



Figura N° 6.
Consumo de electricidad en una Industria de bebidas



Elaboración FONAM, Fuente: Guía Industria de bebidas, MINEM 2008

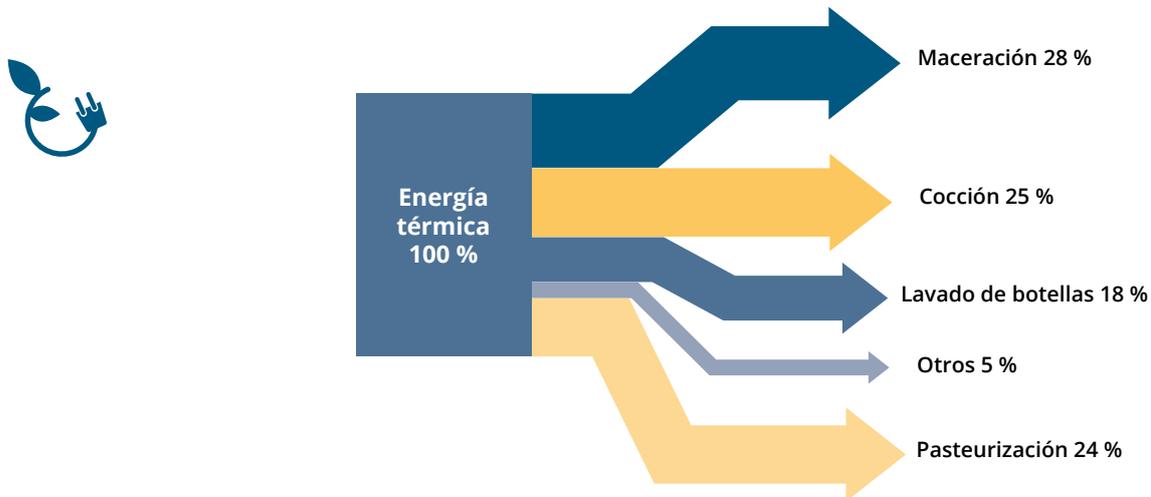
Luego las etapas de fermentación y maduración, consumen electricidad en el orden de 6 % y 20 % respectivamente, por el uso de equipos de refrigeración para mantener frío los tanques de fermentación y maduración, y además con una agitación suave por intermedio de paletas en dichos tanques.

Consumo térmico

Para el caso del consumo de combustibles en una planta de elaboración de cerveza, se puede apreciar en la Figura N° 7, que el 25 % de calor consumido es para la cocción

del mosto en pailas calentadas a su vez con vapor de caldero que puede estar alimentado con gas o petróleo. El 24 % de calor es utilizado en la máquina de pasteurización luego del envasado en botellas. La etapa de maceración consume el 28 % de calor, e involucra el preparado de crudos con malta molida y cereales molidos con suficiente humedad y calor; adicionalmente se le agrega el resto de la malta y se hace hervir hasta obtener el mosto combinado con afrecho que luego será filtrado. El resto del calor se utiliza en lavado de botellas 18 % y algunos calores residuales que son el 5 % aproximadamente.

Figura N° 7.
Consumo de combustibles en Industria de bebidas



Elaboración FONAM, Fuente: Guía de industrias de Bebidas, MINEM 2008

Asimismo para el caso de las otras bebidas como las bebidas gaseosas por ejemplo, el consumo energético promedio es de 40 % eléctrico utilizado en motores de equipos e iluminación y el 60 % es térmico para la preparación del jarabe base. Para el caso del pisco que no es una industria totalmente mecanizada, se tiene de 70 a 80% térmico ya que el principal equipo es el

alambique que puede consumir gas o leña y el 20 % es eléctrico fundamentalmente en iluminación. Para el caso del agua de meza se puede afirmar que el 80 o 90 % es consumo eléctrico para el bombeo de agua y motores de equipos y como no hay calentamiento, el 10 % es térmico fundamentalmente para vehículos de carga utilizados en el almacenaje y despacho.

La tarifa eléctrica para la industria es aproximadamente 0,074 US\$ / kWh (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

3.3 Principales equipos consumidores de energía

La Industria de bebidas tiene diversas ramas productivas como las bebida gaseosas cerveza, vino, pisco, agua de meza, etc.; todos ellos de acuerdo al volumen de producción requieren de equipamiento electromecánico para cada tipo de proceso productivo. A continuación se adjunta una relación de equipos utilizados por la Industria de bebidas en general.

- Tapadora de botellas
- Encajonadora
- Intercambiador de calor
- Equipo de enfriamiento
- Equipo de aire acondicionado
- Carbonatador
- Ventiladores y extractores
- Etiquetador
- Empacador



Máquinas y equipos para el procesamiento de cerveza

- Molinos de malta y cereales
- Paila mezcladora con agitador y calentamiento
- Tanques de almacenamiento
- Bombas para líquidos especiales
- Paila de maceración con agitador y calentamiento
- Paila hervidor con calentamiento
- Enfriador de mosto
- Lavador de granos
- Tanque fermentador
- Tanque de maduración
- Pasteurizador
- Máquina llenador de botellas
- Máquina lavadora de botellas

Máquinas y equipos para bebidas gaseosas

- Dosificador
- Mezclador
- Tanque de almacenamiento
- Paila para disolución de azúcar
- Carbonatador
- Homogeneizador
- Pasteurizador
- Intercambiador de calor
- Lavadora de botellas
- Sistema de filtración
- Tapador de botellas
- Llenador de botellas
- Ventiladores y extractoras
- Etiquetador
- Empacador

Máquinas y equipos para vinos

- Cuba de fermentación
- Despalilladora
- Estrujadora
- Tanque de almacenamiento
- Prensa de mosto
- Clarificador
- Filtrador
- Barrica de roble
- Batidor

Máquinas y equipos para agua de mesa

- Tanque de almacenamiento
- Equipo hidroneumático
- Filtro de grava y arena
- Filtro de carbón activado
- Filtro suavizador
- Filtro de tamiz, 10, 5 y 3 micras
- Equipo de osmosis inversa
- Equipo estabilizador con rayo UV
- Lavador de bidones
- Llenador de bidones
- Generador de ozono



Además de estos equipos que son específicos para cada rama productiva, también se tienen los equipos electromecánicos que son comunes en esta industria, tales como:

- **Caldera generador de vapor saturado**

El vapor es una fuente de calor para la cocción, calentamiento, esterilización, limpieza, etc.; puede ser distribuido en toda la planta donde se encuentren los equipos que requieren de vapor para calentar, como son los pailas, marmitas, hornos, cámaras, esterilizadoras, secadoras, tanques, etc.

En la figura se puede apreciar a dos calderos piro tubulares de 3 pasos, para generar vapor saturado para calentamiento, como las que utiliza la industria de bebidas. Además se puede ver el sistema de tuberías para la distribución de vapor debidamente cubierto con aislamiento.

Figura N° 8.
Calderas



- **Sistema de enfriamiento o chiller**

El agua helada producidos en los chillers pueden ser distribuidos en cámaras, tanques, intercambiadores de calor, ambientes, enfriadores, etc.; donde se desea enfriar productos y materias primas.

Figura N° 9.
Chillers



Todos los “chillers” en su construcción presentan los siguientes componentes básicos:

- Compresor(es) de refrigeración
- Intercambiador de calor del tipo casco y tubo
- Condensador
- Circuito de control
- Líneas y accesorios de refrigeración
- Gabinete
- Refrigerante R-22 o ecológico
- Cámara de refrigeración

Ambientes cerrados para conservación de productos y materia prima, en la figura se puede apreciar el interior de una cámara de refrigeración con los evaporadores generando el frío necesario para la conservación de productos. La hermeticidad es muy importante en estos equipos ya que las infiltraciones de calor son perjudiciales al proceso productivo y originan mayor consumo eléctrico.

Figura N° 10.
Cámaras de refrigeración



• Sistema de calefacción Industrial

Fluidos calientes generados por este sistema pueden secar, calentar y tostar materias primas contenidos en ambientes preparados para este fin.

Figura N° 11.
Sistemas de calefacción Industrial



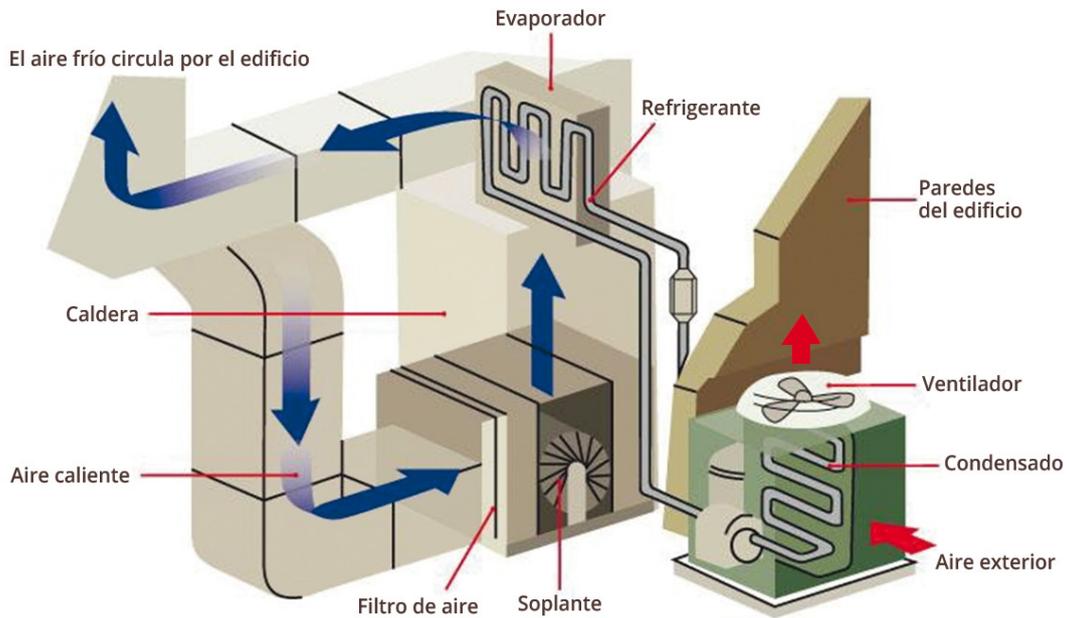
• Sistema de aire acondicionado industrial



Fluidos fríos o ambientados generados por este sistema pueden conservar, acelerar o retardar procesos biológicos necesarios en una cadena productiva.

En la figura se puede observar un sistema generador de aire acondicionado que a través de ductos envía flujos de aire frío a ambientes que requieren de una temperatura de conservación para diversos procesos.

Figura N° 12.
Sistema de Aire Acondicionado



- Motores eléctricos de diversos tamaños para activar la producción continua.
- Compresor generador de aire comprimido, utilizado 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° 13, 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.

4.1 Objetivos

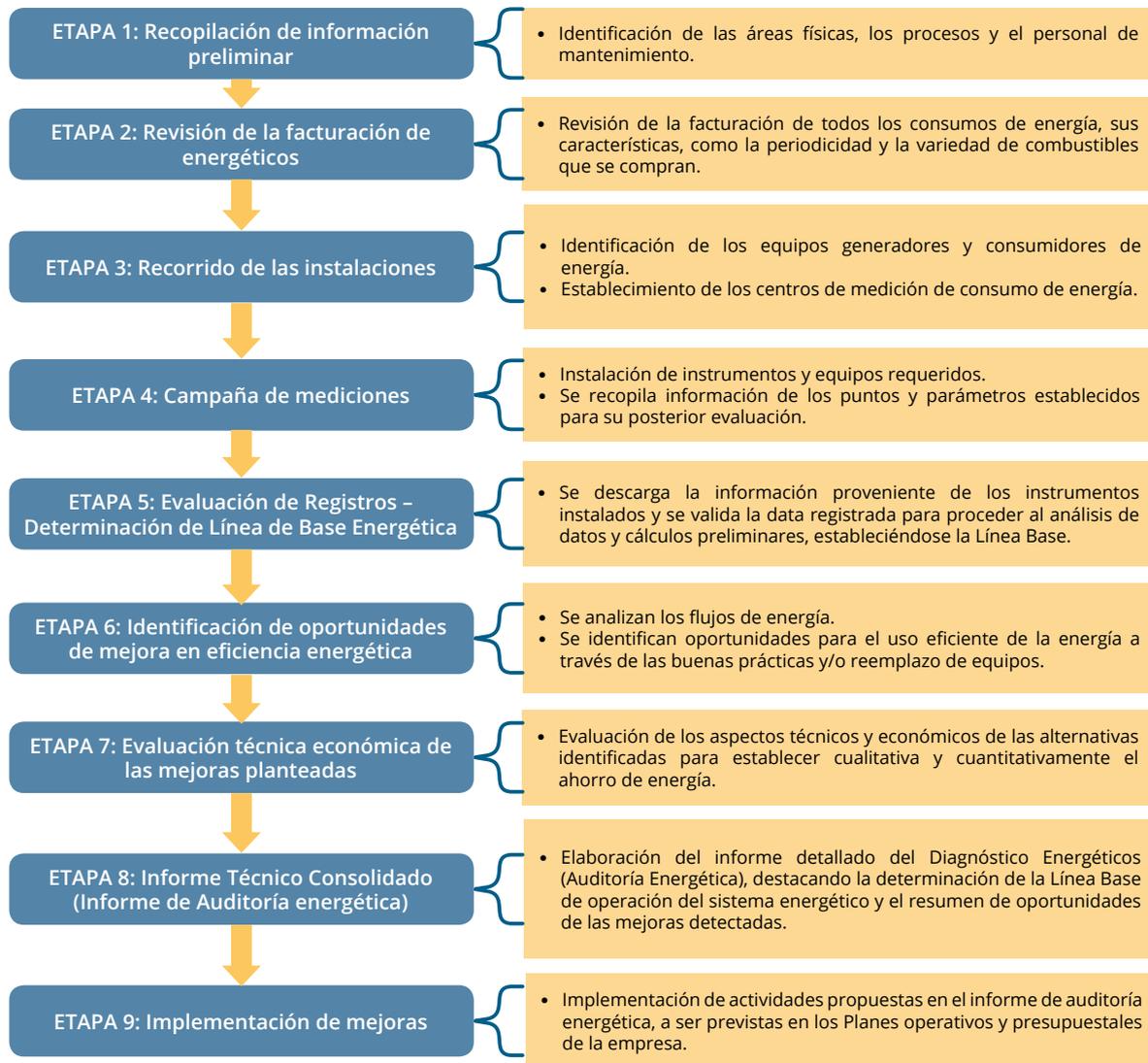
- Cuantificar el uso de la energía, con detalles suficientes para localizar pérdidas.
- Establecer una línea base contra la cual se deberán evaluar los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de las mejoras y recomendaciones asociadas con las oportunidades identificadas.
- Identificar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

Figura N° 13.
Etapas del Diagnóstico Energético



Fuente: Elaboración FONAM

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 (kWh); 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 (kWh 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:

Analizador de gases que puede ser portátiles o fijos.

Permite medir la composición de gases de combustión (CO₂, O₂, NO_x, CO, SO₂), 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 iluminación.



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

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		RIESGOSPOTENCIALES	PROCEDIMIENTO
1.	Asignación de la tarea	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por falta de apoyo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda tarea deberá efectuarse entre dos personas.
2.	Revisión de EPP (Equipo de Protección Personal)	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por no usar los EPPs. • Accidente por deterioro de los EPPs. 	<ul style="list-style-type: none"> • En cada tarea se deben usar los EPPs (casco, lentes, guantes dieléctricos, zapatos dieléctricos, herramientas aisladas). • Verificar el buen estado de los EPPs.
3.	Revisión del equipo registrador.	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por deterioro del equipo y sus componentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el buen estado del equipo y sus componentes de tensión y corriente. • Verificar que el material aislante no tenga, cortes, rajaduras, abolladura, etc.
4.	Reconocimiento de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por pisos húmedos, etc. • Accidente por mal estado de las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar la zona de trabajo y evaluar el riesgo. • En caso de alto riesgo, suspender el trabajo.
5.	Señalización de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por intervención de terceros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar la zona de trabajo utilizando cintas y/o carteles con indicación de peligro, que disuadan el acceso de terceras personas.
6.	Verificación de tensiones y corrientes del circuito	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por tensiones mayores a 600V. • Accidente por corrientes elevadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el nivel de tensión del circuito (en caso de tensiones superiores a 600V suspender la tarea). • Verificar las corrientes del circuito y seleccionar el reductor de corriente adecuado.
7.	Instalación del equipo Registrador	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por conexión incorrecto. • Accidente por falla de aislamiento del circuito de potencia. • Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia. • Accidente por cortocircuito • Accidente por exceso de confianza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el tipo de conexión. • Antes de hacer cualquier conexión, deberá conectar el conductor de verde del equipo a tierra. • Verificar el ajuste mecánico y la temperatura del circuito. • Verificar el aislamiento de los conductores del circuito. • No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un cortocircuito. • Colocar el equipo de manera que no esté expuesto a circuitos energizados. • Evitar el exceso de confianza.
8.	Datos del circuito y del equipo instalado	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes por no mantener distancias mínimas de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • La distancia mínima será de 50 cm.
9.	Transferencia de datos y retiro del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia. • Accidente por cortocircuito • Accidente por exceso de confianza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar forcejeos en los cables de potencia. No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un cortocircuito. • Evitar el exceso de confianza

EPP: Equipo de protección personal

Fuente: Guía Industria Papelera, MINEM 2008



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 o Sm³ o 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.

4.2.7.1 Evaluación técnica-económica

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.



Evaluación del ahorro de energía proyectado

El ahorro de energía atribuible a las recomendaciones asociadas con buenas prácticas de consumo, relacionados con la elevación del coeficiente de performance (COP) mediante la reducción de la presión en la compresión del fluido refrigerante para lograr reducir el consumo de energía eléctrica.

En el presente caso, los ahorros de costos están asociados con elevación de la presión de succión en el compresor de Chiler de 2,5 a 2,6 bar cuando el enfriador de transferencia (evaporador) está

trabajando, y a 2,8 bar cuando el enfriador de transferencia no está trabajando, así como con la reducción de la presión de descarga del compresor de 11,5 a 10 bar logrado en términos económicos un ahorro de S/. 472 020 soles anuales, con una inversión por instalación de sensores de S/. 6 700 soles y un costo total anual por supervisores de control de parámetros de S/. 96,000 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 en el consumo de energía eléctrica en el proceso productivo de la planta de la industria de bebidas. 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 = 472 020 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 la elevación de la presión de succión en el compresor de Chiler de 2,5 a 2,6 bar cuando el enfriador de transferencia (evaporador) está trabajando, y a 2,8 bar cuando el enfriador de transferencia no está trabajando, así como con la reducción de la presión de descarga del compresor de 11,5 a 10 bar. Estas medidas representa un ahorro de S/. 472 020 soles anuales.

Para implementar la mejora se hizo una inversión consistente en la adquisición e instalación de sensores controladores del sistema de compresión fue de S/ 6 700 soles y del costo del personal de supervisión formado por 4 supervisores con un costo anual por cada supervisor de S/. 24,000.00 quienes tendrán el encargo de hacer el control de los parámetros para cumplir con el proceso planteado.

Es decir el costo de implementación es de S/. 102 700 anuales:

- Adquisición e instalación de equipo S/. 6 700
- Costo de personal especializado (4x24000) S/. 96 000
S/. 102 700

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 o 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)

$$RI = \frac{120\,700,00 \text{ soles}}{472\,020,00 \text{ soles/año}}$$

$$RI = 0,2175755 \text{ años}$$

$$RI = 2,6109 \text{ meses}$$

$$RI = 2 \text{ años } 18 \text{ días}$$

Asimismo, se puede calcular los siguientes indicadores para evaluar la rentabilidad del proyecto:

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:

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

$$P = 472\,020 \text{ Soles} / 0,15402729$$

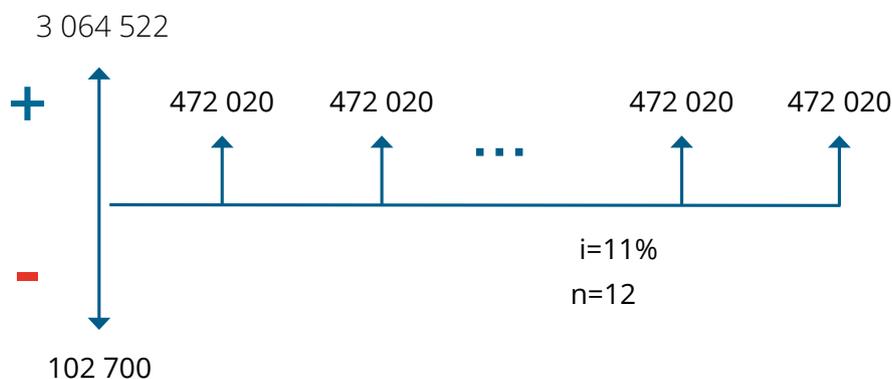
$$P = 3\,064\,522 \text{ Soles}$$

Es decir un ahorro anual de 472 020 Soles durante un periodo de 12 años a una tasa de descuento del 11% equivale en el tiempo presente a 3 064 522 Soles.



En la figura se muestra el análisis del VAN el cual resulta en un beneficio positivo de 3 064 522 Soles.

Figura N° 14.
Análisis utilizando el Valor actual neto



4.2.7.2 Análisis de sensibilidad de los indicadores económico - financieros

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 altamente rentable para una tasa de descuento de 10%, de 11% y de 12%, los indicadores son muy positivos. 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 (%)	459,61	459,61	459,61
VPN (S/.)	3 113 492	2 961 822	2 821 169
B/C	31,32	29,84	28,47

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 los sensores

controladores del sistema de compresión más el costo de personal especializado), los resultados del indicador retorno de inversión variará en el rango de 2,14 a 3,19 meses, y de 0,19 a 0,27 años.

Estos resultados ratifican la rentabilidad obtenida en el retorno de la inversión calculada en el numeral 4.2.7.1.

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%	2,61	2,47	2,35	2,24	2,14
-5%	2,76	2,61	2,48	2,36	2,25
0	2,90	2,75	2,61	2,49	2,37
5%	3,05	2,89	2,74	2,61	2,49
10%	3,19	3,02	2,87	2,74	2,61

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%	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
-5%	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19
0	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
5%	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
10%	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22

Fuente: Elaboración FONAM

4.2.7.3 Alternativas de financiamiento convencional

Los proyectos/programas de eficiencia energética de la industria de bebidas 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 micro finanzas 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).

Fondo de Inversión Responsibility (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). 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) otorga créditos a proyectos energéticos como eficiencia energética del sector privado.

Validación de las mejoras planteadas

Las mejoras planteadas a veces no resultan convenientes 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 en función de los litros de cerveza producidos.

Tabla N° 7.
Línea base de Consumo Específico
(Producción de Industria de Bebidas)

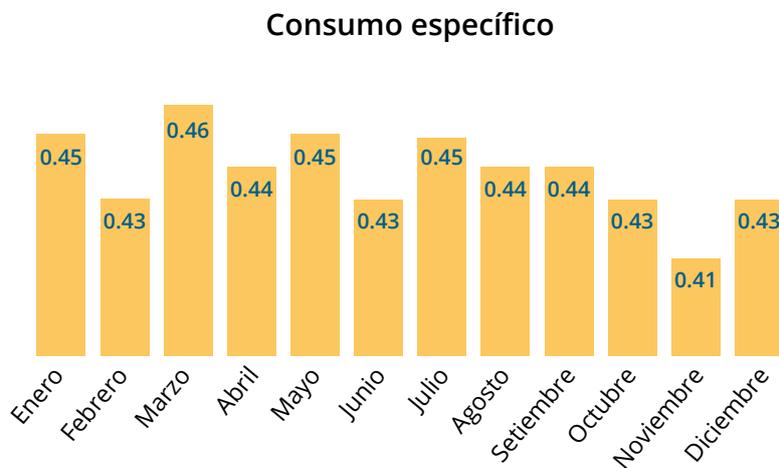
Mes	kWh	toneladas (t)	kWh/t
Enero	1 250 000	2 796 400	0,45
Febrero	1 213 000	2 795 700	0,43
Marzo	1 273 000	2 797 200	0,46
Abril	1 240 000	2 796 000	0,44
Mayo	1 264 000	2 795 200	0,45
Junio	1 200 000	2 797 400	0,43
Julio	1 247 000	2 794 700	0,45
Agosto	1 222 000	2 797 800	0,44
Setiembre	1 222 000	2 794 200	0,44
Octubre	1 213 000	2 799 100	0,43
Noviembre	1 154 000	2 792 500	0,41
Diciembre	1 213 000	2 799 400	0,43
PROMEDIO			0,44

Elaboración FONAM, Fuente: Guía de Orientación de uso de Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, Industria de Bebidas, MINEM 2008.

En la Figura N° 15 se puede observar como varía el consumo específico kWh por litro de cerveza producido a través del año.



Figura N°15. Variación Anual del consumo específico



Elaboración FONAM, Fuente: Guía de Orientación de uso de Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, Industria de Bebidas, MINEM 2008.



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, se tiene una producción de cerveza en botellas con un consumo eléctrico, lo que determina un factor de uso de esta energía, llamado consumo específico.

En la Figura N° 16 se observa como el consumo específico varía durante el año, y tomando en cuenta que el promedio establecido es de 0,44 kWh/Lt se puede observar que en los últimos 5 meses del año la tendencia se mantiene y decrece. Esto indica que se está actuando con mayor eficiencia, pues se utiliza menos electricidad por cada litro de cerveza producido y será bueno verificar que este resultado se mantenga durante todo el año; sin embargo es también pertinente

verificar si esto es debido a las buenas prácticas aplicadas durante el proceso productivo, y no a otras razones externas, teniendo en cuenta que la calidad del producto no debe alterarse.

• **Protocolos de medición y verificación**

Luego de identificar las mejoras en la planta para lograr la eficiencia energética, se hace necesaria 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 IPMVP (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

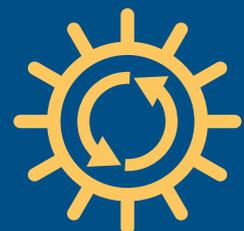
- Análisis calibrado utilizando programa de simulación.
- El programa puede simular o predecir consumo energético y/o consumo de escenarios de referencia.
- Se utiliza generalmente cuando no existe o no están disponible los datos de referencia. También se utiliza cuando los consumos a medir están encubiertos 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 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.



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 apreciados en equipos, máquinas o accesorios que están trabajando deficientemente, no están bien utilizados, no tienen un mantenimiento adecuado o simplemente son obsoletos.

Existen las buenas prácticas, 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 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 de bebidas, se muestran a continuación:

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 carga durante la operación de la caldera.
- Calibrar periódicamente la relación aire- combustible utilizando equipos de análisis de gases. Si no se logra la

calibración, puede ser un problema del quemador, del sistema de combustión o del combustible. Tener en cuenta que cuando no se controla la relación aire-combustible, el caldero consume más combustible.

- Verificar el estado de las paredes externas del caldero y su temperatura, para determinar el nivel de fuga de calor, mediante un analizador termo gráfico.

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 el caldero.
- 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.
- Se recomienda eliminar tramos de tubería de vapor que ya no forman parte del proceso; con ello, tendremos un menor consumo de combustible en el caldero.

Refrigeración

Mejora Sin inversión.

- Verificar la operatividad del equipo controlador de la temperatura requerida en tanques y cámaras, para la conservación de la carga. Mantener la cámara innecesariamente a muy baja temperatura, origina mayor consumo de electricidad.
- Evaluar posibles ajustes en el proceso productivo. No controlar la operación

productiva durante horas de punta, origina mayor gasto en la tarifa.

Mejora de Baja inversión.

- Verificar que no existan infiltraciones en los ambientes refrigerados. Las infiltraciones en los ambientes refrigerados, ocasiona mayor consumo de electricidad.
- Ubicar equipos de refrigeración en zonas frescas, ventiladas y bajo techo. Ubicarlos en zonas cercanas a fuentes de calor o expuestas al sol, ocasiona mayor consumo de electricidad.
- Introducir cargas lo más fría posible, evitar introducir cargas calientes a la cámara de frío, que originaría un mayor consumo de electricidad.
- El condensador de la cámara debe estar ubicado a libre circulación del aire, lejos de las paredes y de los rayos solares directos.

Aire Acondicionado

Mejora Sin inversión.

- Setear la temperatura utilizando estándares recomendados de acuerdo al ambiente enfriado, evitando así consumos excesivos de electricidad para el confort. Mantener ambientes muy fríos innecesariamente origina derroche de electricidad.

Mejora de Baja inversión.

- Mantener sellados las paredes y puertas de los ambientes acondicionados, evitando infiltraciones de aire caliente; lo que reduce el consumo de electricidad.
- Ubicar equipos de aire acondicionado en zonas frescas, ventiladas y bajo techo, ya que si los ubicamos en



zonas cercanas a fuentes de calor o expuestas al sol, ocasiona mayor consumo de electricidad.

Motores

Mejora de Baja inversión.

- Se recomienda evitar tener motores operando en vacío en las áreas productivas, así evitaremos derrochar electricidad.
- 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.
- 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.
- Evitar arranque frecuentes en un motor. Evitar sobre calentamiento y sobretensión del motor.



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.
- 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.
- Poner particular atención a las bombas en paralelo, adicionar más bombas

puede hacer que el sistema total sea progresivamente menos eficiente.

- 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.

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.
- Separar 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. Utilizar un solo interruptor para encender varias lámparas, no es adecuado, se recomienda independizarlo lo más posible.
- Se recomienda utilizar lámparas y/o fluorescentes a diferentes alturas de acuerdo a la iluminación requerida en el punto de operación. Si las colocamos a gran altura nos obliga a usar lámparas de más potencia para tener buena iluminación, con el consiguiente incremento del consumo eléctrico.
- 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 ilumine áreas innecesariamente, para ello verifique los estándares de iluminación por áreas, con un luxómetro.

- Reemplazar balastos magnéticos por balastos electrónicos. 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.
- 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.

Compresores

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.

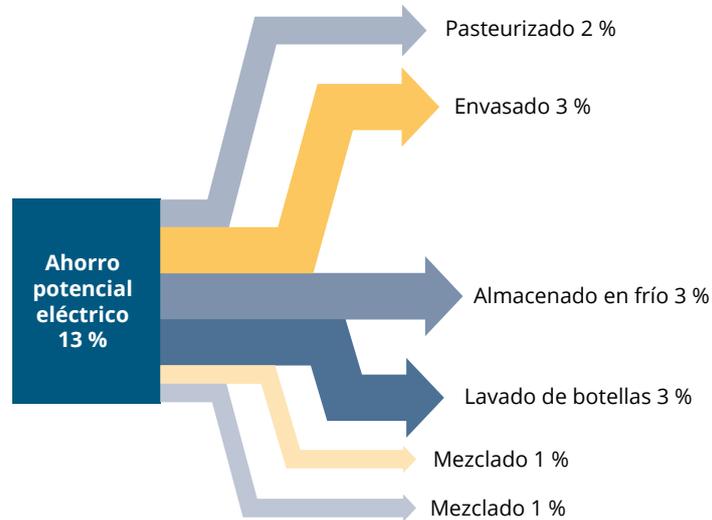
- Buscar fugas de aire con un detector ultrasónico y repararlas lo más pronto posible. Verificar las caídas de presión a través de los filtros y reemplazarlos rápidamente. Usar válvulas solenoide para aislar máquinas con probables fugas. Reparar las múltiples fugas en la línea de distribución.
- Evitar el ingreso de aire húmedo al compresor. La toma 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.
- 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.



5.2 Oportunidades de mejoramiento u optimización

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

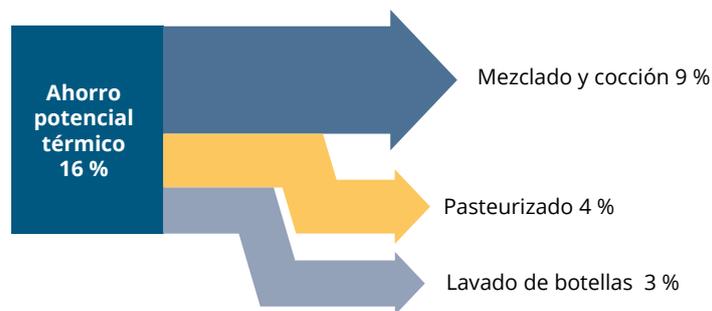
Figura N° 16.
Ahorros potenciales de energía eléctrica en una industria de bebidas



Elaboración FONAM, Fuente: Guía de Orientación de uso de Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, Industria de Bebidas, MINEM 2008.



Figura N° 17.
Ahorros potenciales de energía térmica en una industria de bebidas



Elaboración FONAM, Fuente: Guía de Orientación de uso de Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, Industria de Bebidas, MINEM 2008.

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 de bebidas, 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 Sistema de enfriamiento

N°	Mejora energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Instalar y mantener un control de purga automática en la torre de enfriamiento o en el condensador de evaporación	30 a 60 %	Menor a 1 año	Menos de 1000
2	Instalar limpiadores automáticos de tubos de condensador	3 a 12%	Menor a 1 año	350 – 1000
3	Restablecer manualmente la temperatura del enfriamiento del agua	4 a 10%	Inmediato	Mínimo
4	Instalar un control automático de temperatura para el enfriamiento del agua del enfriador	5 %	Menos de 1 año	Más de 1000

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, 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	Por definir según proyecto
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 más pequeñas, para cargas parciales o para requerimiento de menor temperatura o presión	10 a 30%	Más de 2 años	Más de 30 000
5	Usar gas natural o GLP en reemplazo del petróleo	10 a 30 %	Más de 1 año	5 000 a 30 000
6	Instalación de un controlador automático para el funcionamiento de calderas	1 a 10 %	Menor de 3	8 000 a 30 000
7	Optimización de la Eficiencia de Combustión de la Caldera	2 a 10 %	Más de 1 año	500 a 10 000

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, 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 el caldero. La buena práctica indica implementar un plan de mantenimiento periódico de reparación y/o reemplazo de trampas, válvulas y accesorios defectuosos	5 a 10 %	Más de 2 años	5 000 a 15 000
2	Lastuberías 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 1 años	1 000 a 10 000
3	Aislar las tuberías de retorno de condensado al caldero.	5 a 10 %	Más de 1 año	2 000 a 10 000

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, Elaboración: FONAM



Proceso productivo

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Calentar insumos para procesos productivos que luego se enfrían y más adelante se vuelven a calentar, es un derroche de calor y origina mayor consumo de combustible. La buena práctica indica evaluar el proceso productivo considerando esta deficiencia para corregirla, o recuperar algún calor perdido para precalentar dicho insumo.	5 a 25 %	Más de 2 años	10 000 a 30 000
2	Recuperar calor perdido de calderas u hornos, para precalentar o secar materia prima húmeda.	5 a 20 %	Más de 2 años	5 000 a 20 000

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, Elaboración: FONAM

Refrigeración

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Las aperturas constantes de las cámaras de enfriamiento, ocasionan arranques y paradas frecuentes y mayor consumo de electricidad. Se recomienda disponer de una antecámara de almacenamiento y programar el ingreso y salida de cargas.	5 a 15 %	Más de 1 año	2 000 a 10 000
2	Utilizar una sola unidad de refrigeración de gran capacidad para atender cargas parciales, origina consumo extra de electricidad. Se recomienda analizar el reemplazo de otra cámara de menor capacidad, o programar adecuadamente el uso	10 a 30 %	Más de 2 años	10 000 a 30 000
3	Sincronizar la operación del compresor con la resistencia de descongelamiento para evitar el traslape de la demanda	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 6 000
4	En ampliaciones o proyectos energéticos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los equipos de enfriamiento. Considere el uso de refrigerantes menos contaminantes como el R-134. Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda, si el proceso lo permite	Por definir según proyecto	Por definir según proyecto	Por definir según proyecto
5	El mal estado del aislamiento de las tuberías y accesorios del sistema de enfriamiento, origina filtraciones de calor al sistema originando mayor consumo de electricidad. Programar la reparación y/o cambio de aislamiento en cámaras y ductos periódicamente	10 a 30 %	Más de 1 año	5 000 a 30 000
6	Instalación de un control automático para sistemas de refrigeración.	2 a 10 %	Menor de 3 años	4 000 a 30 000

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, Elaboración: FONAM



Aire acondicionado

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Evitar en lo posible el uso de aire acondicionado en horas punta, con la finalidad de reducir el consumo de electricidad. Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda si el proceso lo permite	5 a 15 %	Más de 1 año	2 000 a 10 000
2	En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado. Considere el uso de refrigerantes menos contaminantes como el R-134	Por definir según proyecto		
3	Considere el uso de variadores de velocidad para sistemas de aire acondicionado	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 15 000
4	Considere el uso de motores de alta eficiencia en los ventiladores. Considere el uso de fajas de transmisión de alta eficiencia en los ventiladores	5 a 20 %	Más de 2 años	5 000 a 20 000
5	Verificar el estado de aislamiento y conservación de las tuberías y accesorios del sistema de aire acondicionado a fin de prevenir consumos excesivos de electricidad	5 a 10%	Más de 1 año	2 000 a 10 000

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, 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 adicional costo de inversión inicial. Evaluar la incorporación de variadores de velocidad u otros accesorios que permitan ahorrar energía.	10 a 20 %	Más de 2 años	5 000 a 30 000
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

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, 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, considerarlas 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, para todas las áreas donde sea posible.	10 a 30 %	Más de 2 años	5 000 a 30 000
2	Utilice "timer" o sensores de luz natural para luces exteriores. Utilice "Dimmers" para reducir la intensidad de luz en periodos que se necesite poca luz, ejemplo durante la limpieza.	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000

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

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, Elaboración: FONAM

Compresores

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 %	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 (18:00a23:00h). 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 de 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



Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, Elaboración: FONAM

Sistema eléctrico

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
1	Operar dentro de las horas punta (18:00a23:00h) 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	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 unifilare	10 a 20 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000

N°	Mejora de eficiencia energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Inversión US \$
3	Los picos repentinos de máxima demanda en horas punta, implica mayor costo en la facturación; esto debe ser controlado y vigilado adecuadamente. Considerar el uso de controladores de máxima demanda, de acuerdo a las características del consumo de energía de la planta y las funciones del controlador.	5 a 10 %	Más de 1 año	1 000 a 10 000
4	Los transformadores de la planta industrial operando con baja carga o sobre cargados, implican pérdidas eléctricas y riesgo de siniestros; evitar esta situación planificando y redistribuyendo cargas, o financiar su reemplazo. 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		
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	Si el consumo bordea los 1000 kW, evaluar la conveniencia de ser considerado cliente libre o regulado. Evaluar si la facturación proviene de la mejor opción tarifaria.	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

Fuente: Manual de Eficiencia Energética de Donald R. Wulfinghoff, 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

Hoy en día existen varias tecnologías que contribuyen en el ahorro de energía y mejora de productividad en los procesos industriales. Las tendencias de las nuevas tecnología en los procesos productivos de la industria de bebidas, se detallan a continuación:



• Sistemas de refrigeración y enfriamiento

Antes de plantear la instalación de cualquier sistema es conveniente reducirla demanda de frío mediante la utilización de sistemas de ventilación (natural o mecánica), permitiendo que el aire fluya y disminuya la sensación térmica y la temperatura del interior del ambiente cerrado. La ventaja de esto es tratar de reducir el consumo energético de la planta de frío mediante un pre enfriamiento.

Los sistemas de refrigeración individuales integran ventilador, condensador, evaporador, válvula de expansión y

compresor, en un solo equipo y se utilizan para refrigerar zonas independientes.

Con sistemas de refrigeración centralizados, la refrigeración se obtiene a partir de una única planta. La refrigeración puede ser por agua o por aire, aunque en naves industriales el intercambio de calor se suele realizar con sistemas aire – aire (roof-top). El frío se distribuye por medio de circuitos (de aire en este caso) a cada uno de las unidades terminales situadas en las zonas que se van a refrigerar. En este tipo de sistemas, el COP suele estar entre 2,5 y 4.

Tecnología invertir en las enfriadoras. La tecnología invertir permite variarla potencia del compresor, disminuyéndola cuando la temperatura de la nave se acerca a la de consigna, reduciéndose el ruido y el consumo.

La energía consumida por el equipo se puede estimar con la fórmula:

$$E_{consumida} (kWh) = \frac{PGD \cdot h_{funcionamiento}}{(T_i - T_e) \cdot COP \cdot 365} + P \cdot h_{funcionamientoFC}$$

- P es la potencia frigorífica del equipo en kW
- GD son los grados día de refrigeración base 18
- $h_{funcionamiento}$ son las horas de funcionamiento del equipo con el sistema de compresión
- $h_{funcionamientoFC}$ son las horas de funcionamiento en modo free-cooling

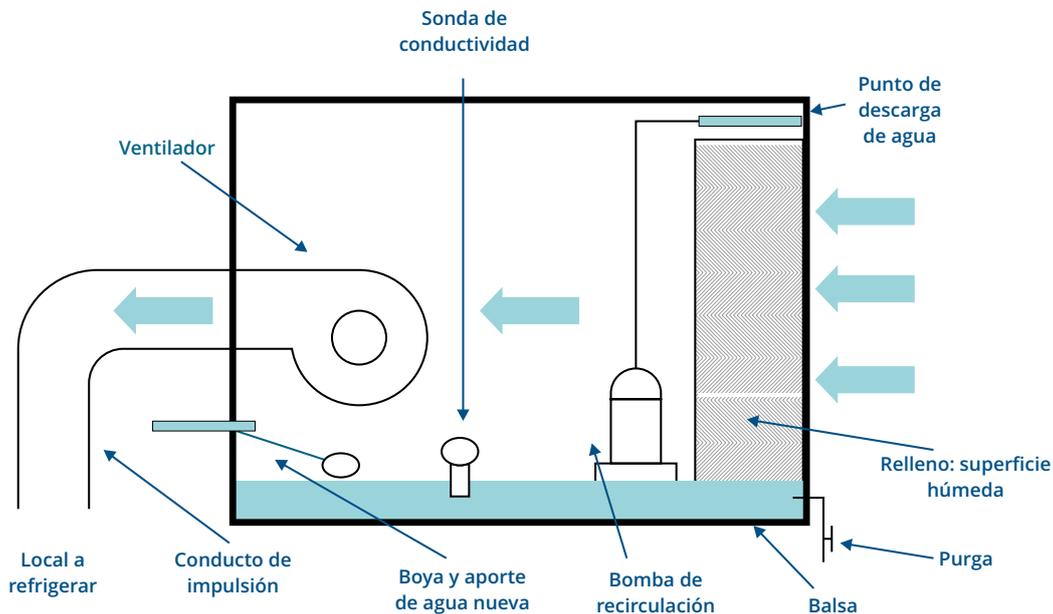
- **Enfriamiento evaporativo.**

Los equipos de enfriamiento evaporativo son instalaciones que ponen en contacto una corriente de aire con otra de agua para disminuir la temperatura del aire aprovechando la energía absorbida por el

agua en su proceso de evaporación. Con estos sistemas se consiguen dos efectos, refrigerar el aire y humidificarlo, por tanto es de aplicación efectiva en fábricas, almacenes, oficinas.

El aire que pasa a través del climatizador, que es una bomba que transporta agua desde el depósito a la parte superior de los filtros de intercambio termodinámico. Los filtros se saturan de agua cuando el agua vuelve descendiendo por gravedad al depósito. Los ventiladores centrífugos se encargan de absorber el aire caliente del exterior y pasarlo por los filtros humectados. Cuando el aire pasa a través de los filtros, se enfría por medio de la evaporación y, luego, se distribuye por las instalaciones.

Figura N° 18.
Esquema de enfriador evaporativo



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



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

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.

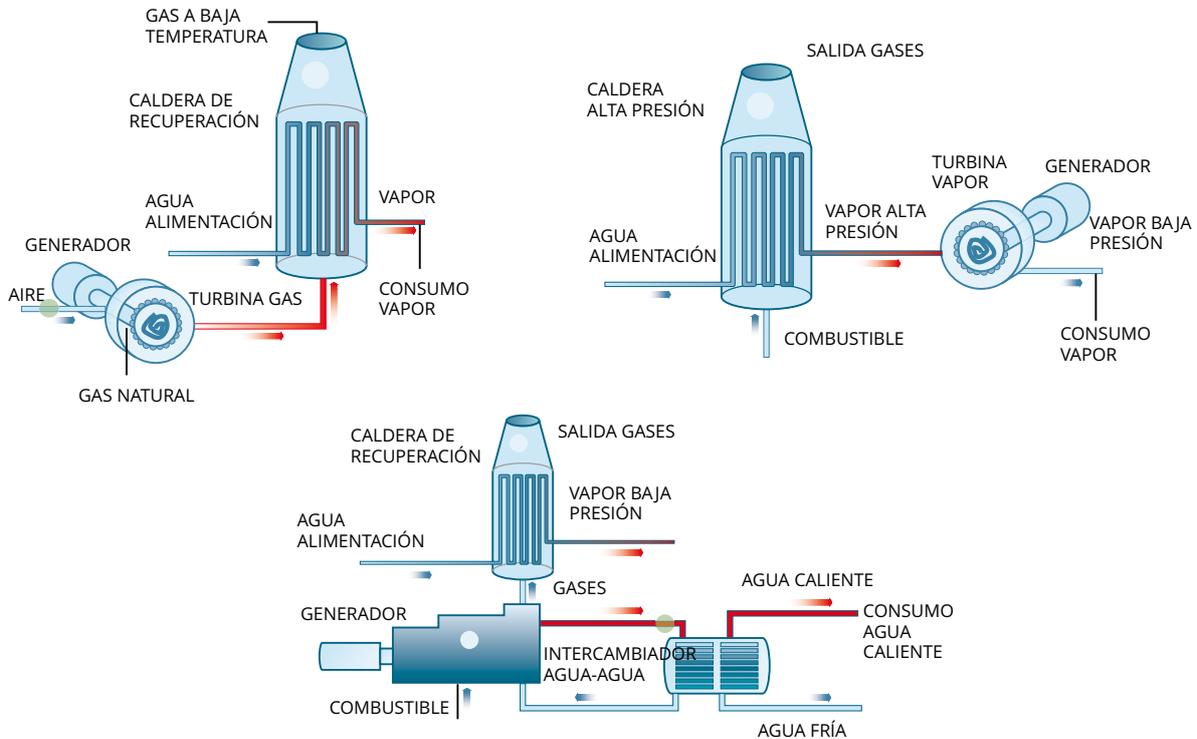


Figura N° 19.
Opciones de Cogeneración

	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

Los componentes principales de un sistema de cogeneración son:

Figura N° 20.
Esquema de cogeneración con turbina de gas, turbina de vapor y motor alternativo respectivamente



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

• Implementación de un skid de recuperación de energía de purgas

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

Funcionamiento

El vapor flash o revaporizado se produce en el agua de purga, cuando la presión cae luego de pasar por la válvula de purga de STD; este efecto ocurre dentro del tanque flash o de re vaporizado. Dicho revaporizado se deriva al tanque de almacenamiento de agua de alimentación de la caldera a través de un inyector de vapor. La trampa de vapor tipo flotador, instalada a la salida del tanque de revaporizado, descarga el agua residual caliente y lo deriva a un intercambiador de calor tipo coraza y tubos, donde

transmite su calor al agua de reposición de la caldera; y 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 ordena 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

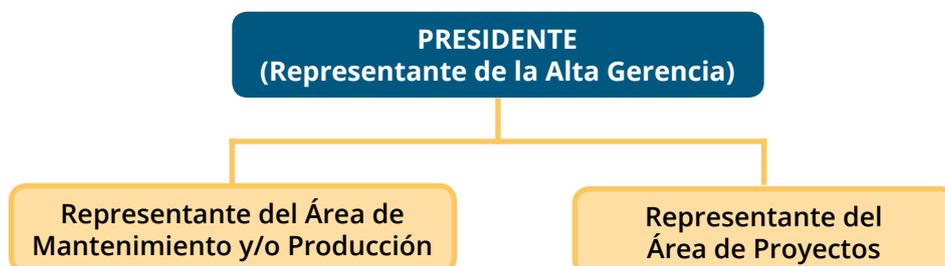
un mecanismo eficaz para comprometer a las diferentes áreas de la empresa en la planificación e implementación de las mejoras energéticas.

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

Figura N° 21.
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



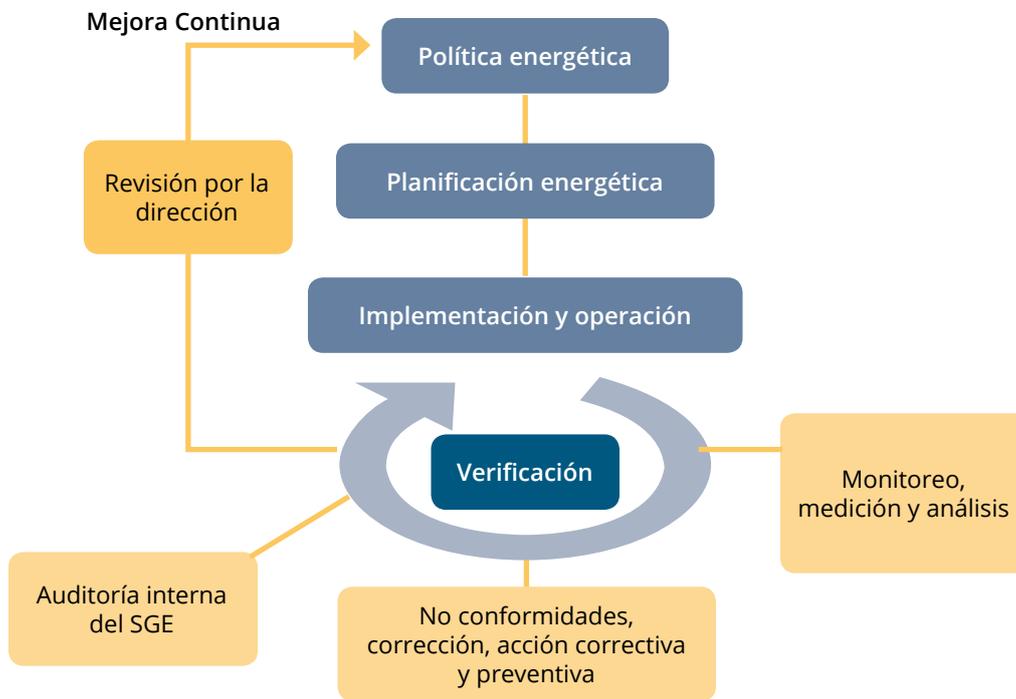
El SGE de acuerdo a su definición según la norma internacional ISO 5001, es ***“El Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos”***

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 Fig. N° 15.

Figura N° 22.
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.

c) 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

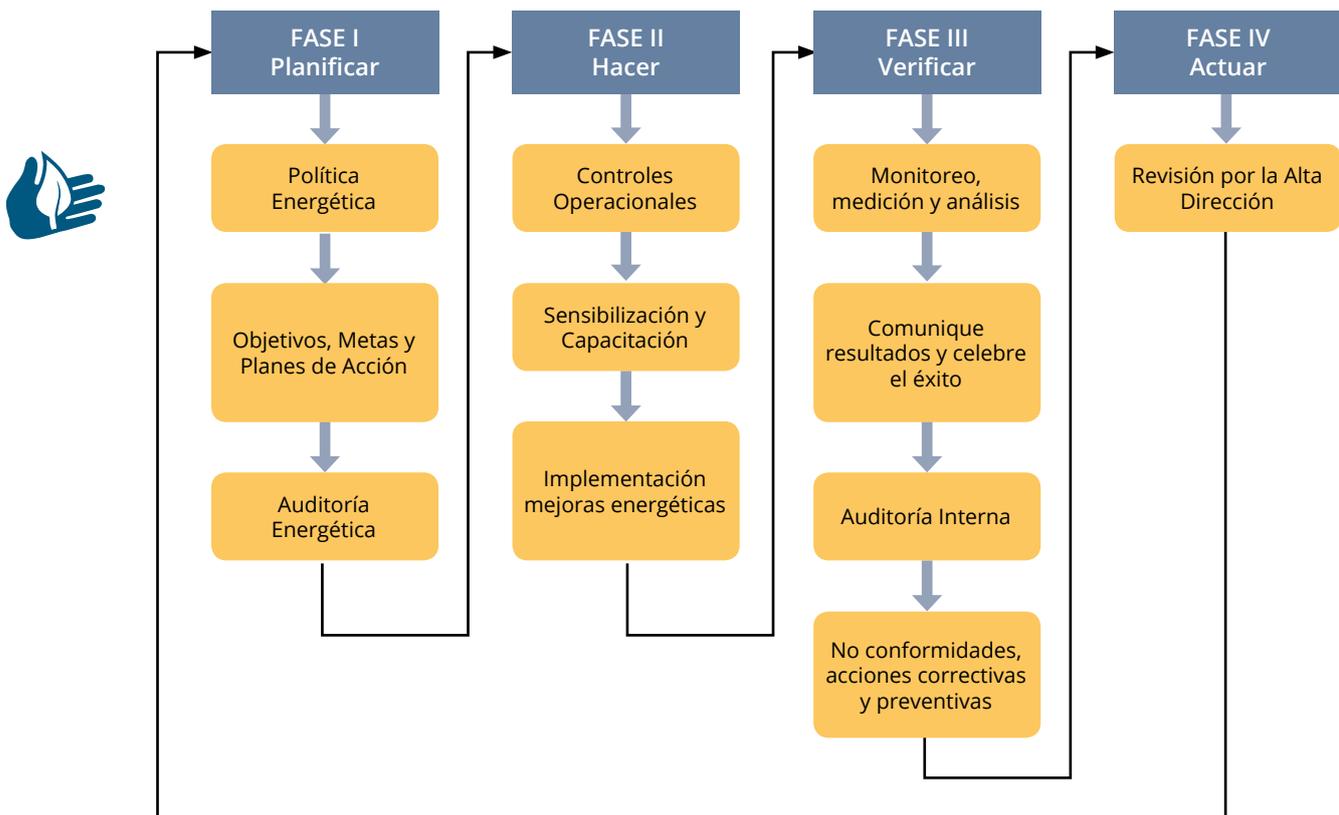
La alta gerencia debe realizar una revisión periódica de la política de energía, objetivos, metas y planes de acción, con el fin de asegurar que el SGE es adecuado a la organización y efectivo en su ejecución.

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° 23.
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 ISO 14001, 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.

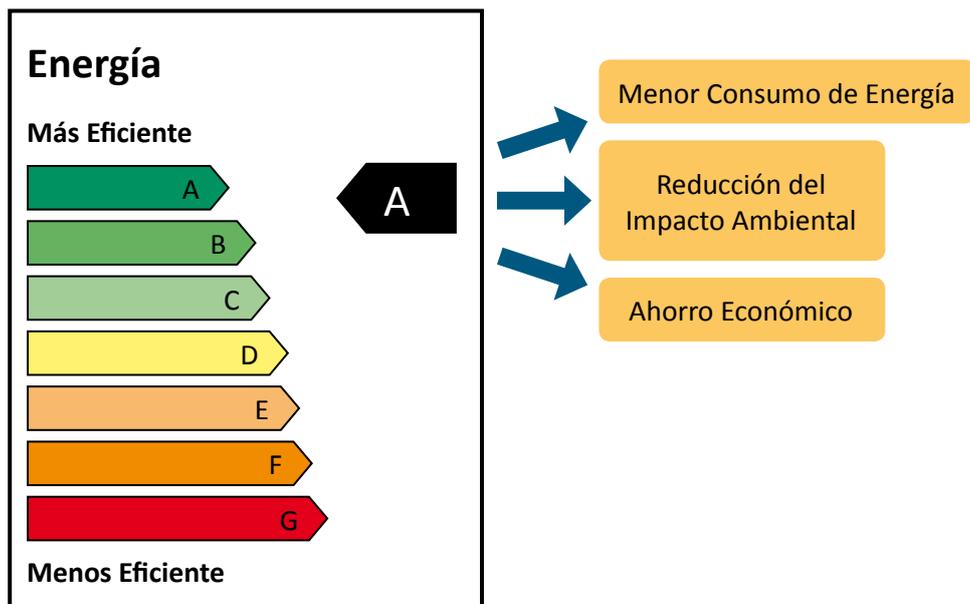
Con la vigencia de la norma de etiquetado de eficiencia energética, los equipos y artefactos que estarán obligados a llevar una etiqueta que precise su eficiencia

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° 24.
Etiqueta de Eficiencia Energética y sus beneficios



Elaboración FONAM, Fuente: MINEM



CASOS EXITOSOS





CASOS EXITOSOS

7.1 Caso 1:

Ahorro eléctrico por reducción de presión en el sistema de enfriamiento de una planta cervecera

En una planta cervecera nacional, se determinó que el mayor consumo eléctrico ocurría en el sistema de enfriamiento (chiller), que es el generador de agua helada, utilizada para el enfriamiento del proceso de fermentación y maduración de la cerveza.

El sistema de enfriamiento se evalúa por el coeficiente de performance (COP) independientemente de la tecnología; y para el caso de esta empresa el COP de su sistema de enfriamiento fluctuaba de 3 a 4,5. Las recomendaciones de otras plantas cerveceras como la compañía SAB MILLER, segunda empresa cervecera a nivel mundial por el volumen de ventas, señalaban que el COP debería ser más de 4,6.

En estas condiciones el compresor del Chiller trabajaba inicialmente con una presión de succión de 2,5 bar y una descarga de 11,5 bar.

Con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica, la empresa decide tomar acción para elevar el COP y sustentarla con un beneficio económico.

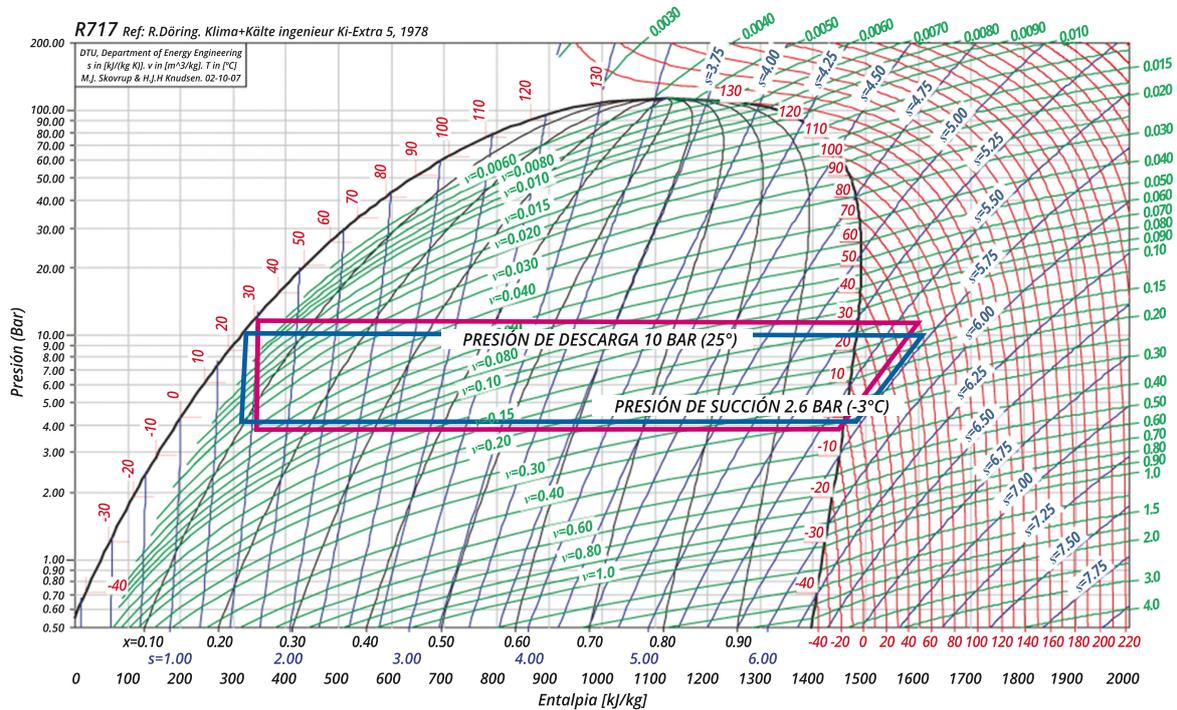
Las acciones realizadas son:

- Elevar la presión de succión en el compresor del Chiller de 2,5 a 2,6 bar cuando el enfriador de transferencia (evaporador) está trabajando; y a 2,8 bar cuando el enfriador de transferencia no está trabajando.
- Reducir la presión de descarga del compresor de 11,5 a 10 bar.

Con estas acciones se logra reducir el consumo de energía eléctrica, debido a la reducción de la presión en la compresión del fluido refrigerante.



Figura N°25.
Diagrama Presión vs. Entalpia



En el diagrama presión – entalpia del ciclo de enfriamiento se pueden observar dos figuras trapezoides de colores rojo y azul ambas representan la energía consumida durante el ciclo del proceso de enfriamiento; la figura roja que es la de mayor área ocurre antes de la mejora y la figura azul de menor área ocurre después de la mejora, por lo tanto el área diferencial representa al ahorro de energía logrado.

En consecuencia el ahorro logrado en términos económicos es de S/. 472 020 soles anuales y la inversión consistente en la adquisición e instalación de sensores controladores del sistema de compresión fue de S/ 6 700 soles y del costo del personal de supervisión formado por 4 supervisores con un costo total anual de S/. 24 000.00 quienes tendrán el encargo de hacer el control de los parámetros para cumplir con el proceso planteado.



Tabla 9.
Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas

Mejora Implementada	Ahorros	Inversión		Retorno de la Inversión
	S./año	Concepto	S/	años
Instalación de sistemas de baja tensión y seis bancos de condensadores serie APC03 y filtros activos serie PQF para compensación de armónicos al sistema	472 020	Adquisición de un sistema en baja tensión y del Banco de Condensadores	30 700	0,065 (1 mes)

Elaboración FONAM, Fuente: <http://docplayer.es/9706900-Ahorro-de-energia-electrica-en-una-industria-cervecera-como-estrategia-de-excelencia-operativa.html> - 2015

7.2 Caso 2:

Ahorro de energía en empresa cervecera de América del Sur

Una empresa de bebidas de cerveza localizada en América del Sur, fabricante de la cerveza "Real", produce anualmente 30 000 hectolitros (Hl) de cerveza al año, asimismo consume energía eléctrica en la categoría Industrial 2, gran demanda y media tensión (MT) 5 343 kWh/año, la misma que utiliza en motores diversos, iluminación interna y externa y en equipos de oficinas. El consumo específico mensual varía de 16,63 a 46,21 kWh/Hl.

En la parte térmica, la empresa utiliza gas natural en dos calderas que generan vapor saturado, cuyo calor es utilizado en la cocción, lavado de botellas, pasteurización, inactivación de levadura y otros. El consumo de combustible gas natural es de 8 054 m³ al año, con un consumo específico de 193 a 475 m³/Hl de cerveza.

Luego de una auditoría energética realizada por terceros, se identificó los siguientes inconvenientes en el uso de la energía que afectaban económicamente a la empresa.

- La empresa tiene un programa de manejo de la demanda, para reducir la máxima potencia solo en hora punta.
- El uso de la electricidad tiene un bajo factor de potencia.
- No tiene programa dirigido a la optimización del uso de energía eléctrica.

Como resultado de la auditoría energética, las alternativas encontradas para implementar el uso eficiente y mejorar

la gestión de la energía, se muestran a continuación.

1. Reducir la máxima demanda de potencia, en punta y fuera de punta

- Implementar un programa de funcionamiento de las máquinas, el programa tiene que contemplar la cantidad y tipo de equipos que pueden funcionar de manera paralela.
- Capacitar y concientizar al personal encargado de la operación de las máquinas, para que se tenga un estricto cumplimiento del programa de producción, y evitar que ocurran eventos como el ocurrido recientemente, cuando una mala manipulación de un equipo elevó en casi 20 kW la demanda de potencia en el horario de punta.
- Asegurar que los splits de aire acondicionado de las oficinas administrativas estén apagados a partir de las 17:30h. Instruir al personal para que el set point este en 22°C (temperatura de confort).

2. Eliminar la penalización por bajo factor de potencia

- Realizar un estudio para verificar el buen funcionamiento de los bancos de capacitores, y para verificar que el dimensionamiento de los capacitores responda a los requerimientos del funcionamiento de la empresa.



3. Utilizar el generador de energía eléctrica en el horario de punta

- Utilizar el grupo electrógeno a gas natural de la planta, en hora punta (de 18:00h a 23:00h), para suministrar energía eléctrica a toda la empresa el periodo de punta.
- Para aplicar la medida se realizó los cambios en el tablero principal del transformador de 1 000 kVA, para que pueda recibir la energía de la red y del generador. La instalación del conmutador para que las cargas puedan trabajar alternativamente con energía de la red y del generador requirió una inversión de US\$ 1,500.

Tabla 10.
Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas

Recomendación	Reducciones	Ahorro	Inversión	Retorno
		S./año	S/.	años
Reducir la máxima demanda en punta y fuera de punta	<ul style="list-style-type: none"> • 25 kW en hora punta. • 120 kW en hora fuera de punta 	19 743,9	0	
Eliminar la penalización por bajo factor de potencia	Mantener un factor de potencia por encima de 0,9	660	930,6	1,4
Utilizar el generador eléctrico en el horario de punta		25 449,6	4 950	0,2
TOTAL		45 853,5	5 880,6	0,2

Elaboración FONAM, Fuente: Bebidas Bolivianas SA – 2015 Tipo de Cambio: 1US\$ = 3.3 nuevos soles



7.3 Caso 3:

Recuperación de calor residual en empresa de cerveza

La Agencia Alemana de la Energía ha premiado a una pequeña fábrica de cerveza local por reducir su consumo eléctrico un 30% con medidas para optimizar el gasto energético. La empresa ha aplicado el sistema de cocción a baja presión; en este sistema el mosto dulce se calienta a presión atmosférica hasta el punto de ebullición mediante un intercambiador de calor externo, posteriormente se presuriza aumentando la temperatura del mosto hasta 105 – 112 °C durante un periodo de 10 a 15 minutos, luego se despresuriza reduciendo la temperatura del mosto. El tiempo total de cocción también se

reduce, respecto al sistema tradicional de cocción al aire libre o presión atmosférica.

El sistema se complementa con la instalación de intercambiadores de calor, tanque de almacenamiento de calor que permite almacenar los vahos de ebullición recuperados, que luego serán utilizados para precalentar el agua que calentará el nuevo mosto a la entrada de la paila, desde 80 a 96 °C. El agua de enfriamiento del mosto a la salida de la etapa de clarificación, también se utiliza para precalentar una nueva cantidad del mosto antes de la cocción.

La fábrica que produce 150 000 litros de cerveza al día, con esta mejora ha logrado ahorrar el 30 % de electricidad consumida durante la producción, equivalente a 500 000 kWh/año cuyo valor aproximado es de 72 000 US\$/año, para lo cual ha sido necesario invertir en equipos y sistemas de control por un valor de 360 000 US \$.

Tabla 11.
Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas

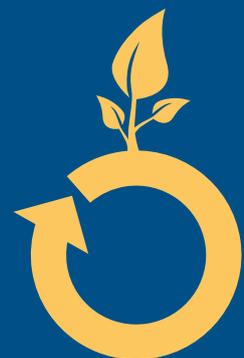
Mejora Implementada	Ahorros	Inversión	Retorno de la Inversión
	S./año	S/	años
Control automático en lavadoras, pasteurizadora y sistema de purificación de agua por radiación UV	237 600	1 188 000	5

Elaboración FONAM, Fuente: Cadena Alemana Deutshe Wille – DW, 2014
Tipo de Cambio: 1US\$ = 3.3 nuevos soles





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.¹

El IPCC elaboró su Primer Informe de Evaluación² 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

¹ <http://ipcc.ch/pdf/ipcc-faq/ipcc-introduction-sp.pdf>

² 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 12.
Gases de Efecto Invernadero

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

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.

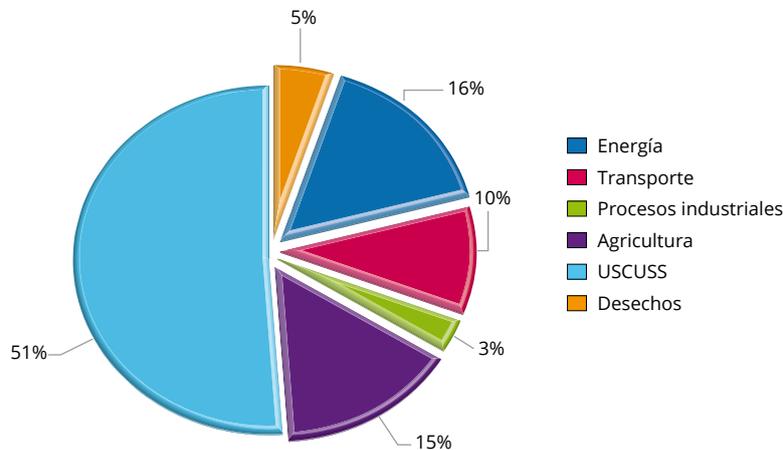


De esta manera la CMNUCC establece una serie de compromisos de los países (Partes) que coadyuvan a la mitigación y adaptación del Cambio Climático, protegiendo principalmente a las Partes más vulnerables a estos efectos, ya sea por su geografía, su ubicación, su condición social o económica para hacerle frente a estos efectos.

8.1 El impacto atmosférico del consumo de energía

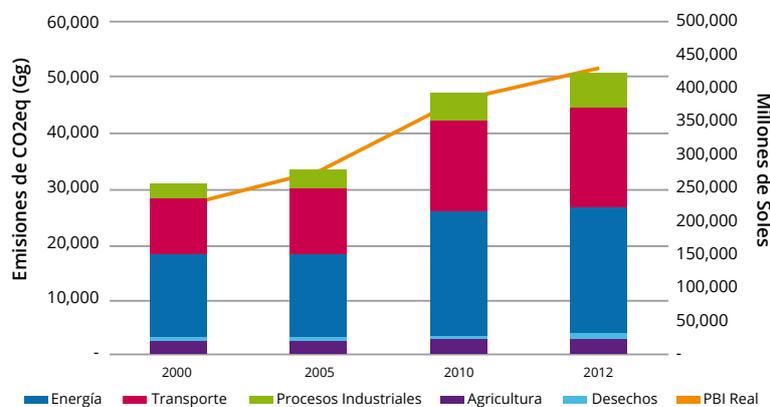
De acuerdo al Inventario nacional de emisiones la industria participa con un 3% de las emisiones totales del país. Es por ello, la importancia de implementar acciones de eficiencia energética a fin de detener o reducir las emisiones de CO₂ generados por el sector industrial.

Figura N° 26.
Participación de emisiones GEI a nivel nacional



Fuente: MINAM 2012, USUUS: Uso, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Figura N° 27.
Emisiones nacionales de GEI por sectores sin Uso, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USUUS)



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 climático³.

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 siguiente⁴:

- ✓ 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

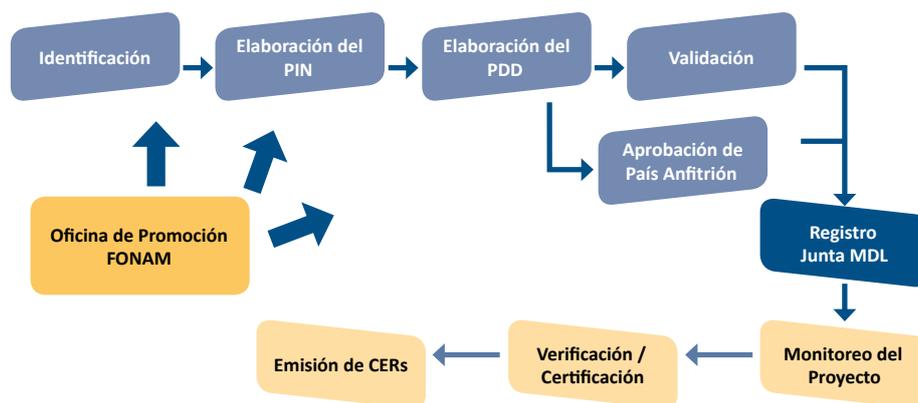


de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.

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° 28.
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

3 Estos compromisos aplican al principio de la CMNUCC de ser “responsabilidades comunes pero diferenciadas”
4 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° 28).

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
VCS (Verified Carbon Standard)	Energía (renovable / no renovable), distribución de energía, demanda de energía, industrias manufactureras, industria química, entre otros.
GS (Gold Standard)	Energía Renovable, Eficiencia Energética
American Carbon Registry Standard (ACRS)	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 ₂ 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
TOTAL	35,069,090.29	13,335.20	193

Fuente:Elaboración FONAM



Los proyectos de eficiencia energética de la industria de bebidas pueden aplicar al mercado de carbono ya que al reducir el consumo de energía generan menos emisiones de CO₂, los pasos a seguir para el MDL son los indicados en la Figura N° 28 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.

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%).

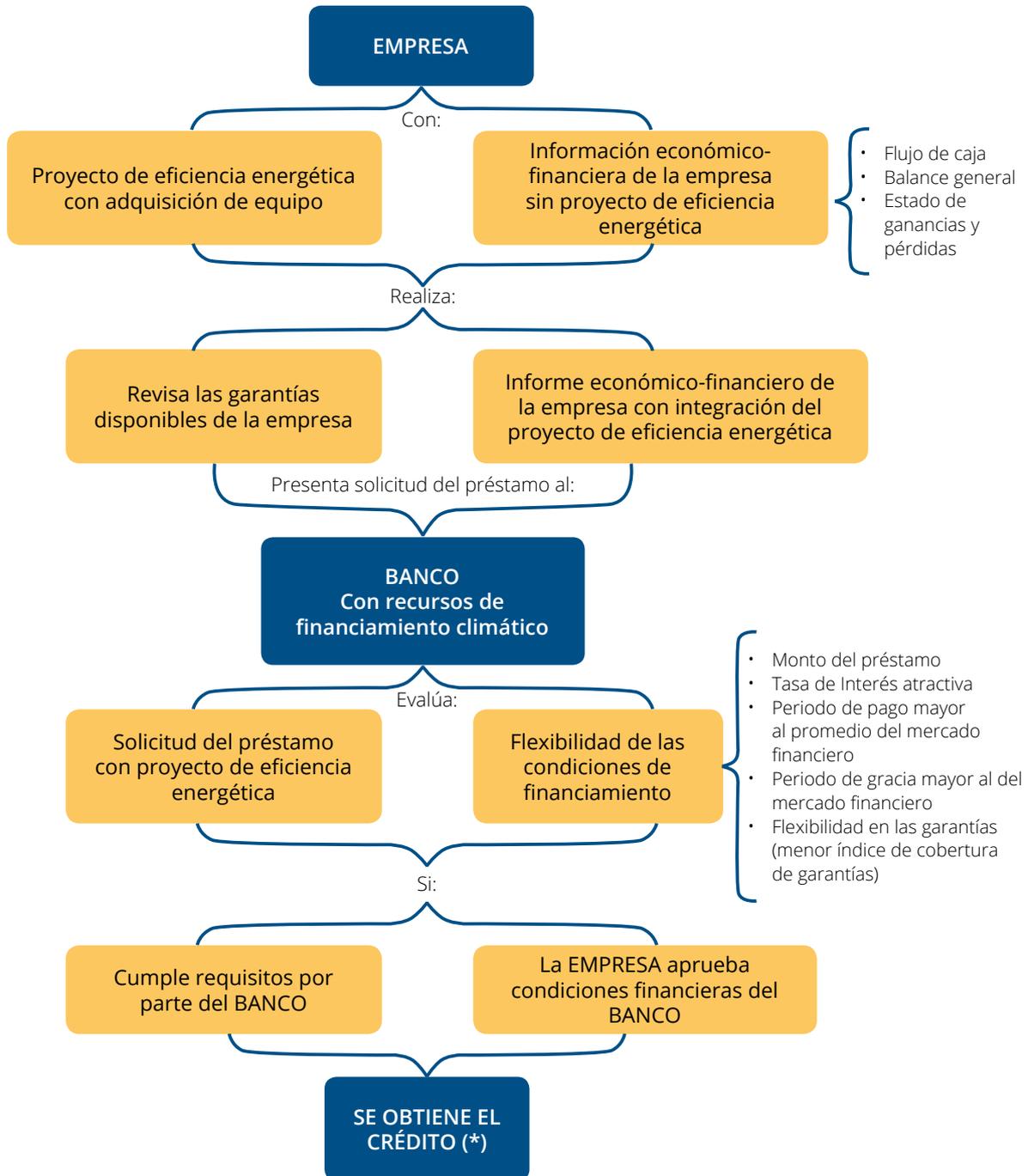
En conclusión, existen diversos compromisos financieros globales que realizan los Países Desarrollados, Bancos de Desarrollo Multilaterales y otras instituciones hacia los países en desarrollo con el fin de financiar proyectos de mitigación y adaptación para la lucha contra el Cambio Climático. Esto 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° 29.
Ciclo de un préstamo con recursos de financiamiento climático



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

Fuente: Elaboración FONAM



BIBLIOGRAFÍA



9

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Manual de ahorro y eficiencia energética del sector Centrales Hortofrutícolas Cooperativas agroalimentarias, Fundación Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino – España
- ✓ Guía de Buenas Prácticas de Ahorro y Eficiencia Energética en Regiones, en el Sector Alimentos, FONAM-IICA/AEA.
- ✓ Guía Metodológica de Diagnóstico Energético, FONAM-BID/FOMIN
- ✓ Guía Modelo N° 16 Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético – Agroindustria de la Dirección General de Electricidad – Ministerio de Energía y Minas – Perú
- ✓ Lineamientos de Política de cambio climático para el sector energético, Julia Justo – OLADE 2015
- ✓ Guía de implementación de la ISO 50001, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
- ✓ <http://www.smarkia.com/es/blog/como-aplicar-el-protocolo-internacional-de-medida-y-verificacion-ipmvp>
- ✓ http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/199/1/quispe_rs.pdf



Referencias de material audiovisual sobre eficiencia energética:

- ✓ Agencia AChEE - Eficiencia Energética: El desafío de la Industria y Minería <https://www.youtube.com/watch?v=u518bR-ITMU>
- ✓ Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica – Industrias <https://www.youtube.com/watch?v=ITdRnb5yo80>
- ✓ Agencia AChEE - Caso de Exito "Acción Eficiente" empresa: DOSAL <https://www.youtube.com/watch?v=rkucBz3BuT8>
- ✓ Agencia AChEE - Caso de Exito "Acción Eficiente" empresa: Miguel Torres <https://www.youtube.com/watch?v=2lV8gjOHSOI>
- ✓ Solución de gestión energética para la industria <https://www.youtube.com/watch?v=gj9QNlmyhYw>
- ✓ Eficiencia energética en iluminación en la industria (planta y almacenes) con tecnología LED: <https://www.youtube.com/watch?v=1iRLAi4f6f8>

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

- ✓ Calculadora para ahorro en iluminación, climatización y agua caliente
<http://ovacen.com/herramienta-eficiencia-energetica/>
- ✓ Ahorro de Energía en Motores, Bombas y Ventiladores:
<http://www.automation.siemens.com/sinasave#/en/home>
- ✓ Herramientas de Software: Gestionar el consumo energético de su planta:
<http://www.energy.gov/eere/amo/software-tools>
- ✓ Estimating appliance and home electronic energy use:
<http://energy.gov/energysaver/estimating-appliance-and-home-electronic-energy-use>
- ✓ 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>







GLOSARIO



10 GLOSARIO

Acrónimos

PUEE	Programa de uso eficiente de la energía.
COFIDE	Corporación financiera de desarrollo S.A.
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente.
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.
CENERGIA	Centro de Conservación de la Energía y el Ambiente.
BRG	Barra de referencial de generación.



Términos

- **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.
- **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 1kV.

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 1kV.

- **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 kilo joule por segundo. Es la unidad de medida de la potencia eléctrica activa.

- **ENERGÍA ACTIVA (kWh):** Significa kilo watt 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 (kVARh):** Significa kilo vatio hora. Es una unidad de medida de la energía eléctrica reactiva.

- **FACTOR DE POTENCIA:** El factor de potencia (FP) o $\cos\phi$ 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 kWh, 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 trabajan 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.



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 o 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, así mismo, 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.
Cargos en facturación de electricidad a cliente libre

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
Sub Total				1 122 014



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 industria de bebidas 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.

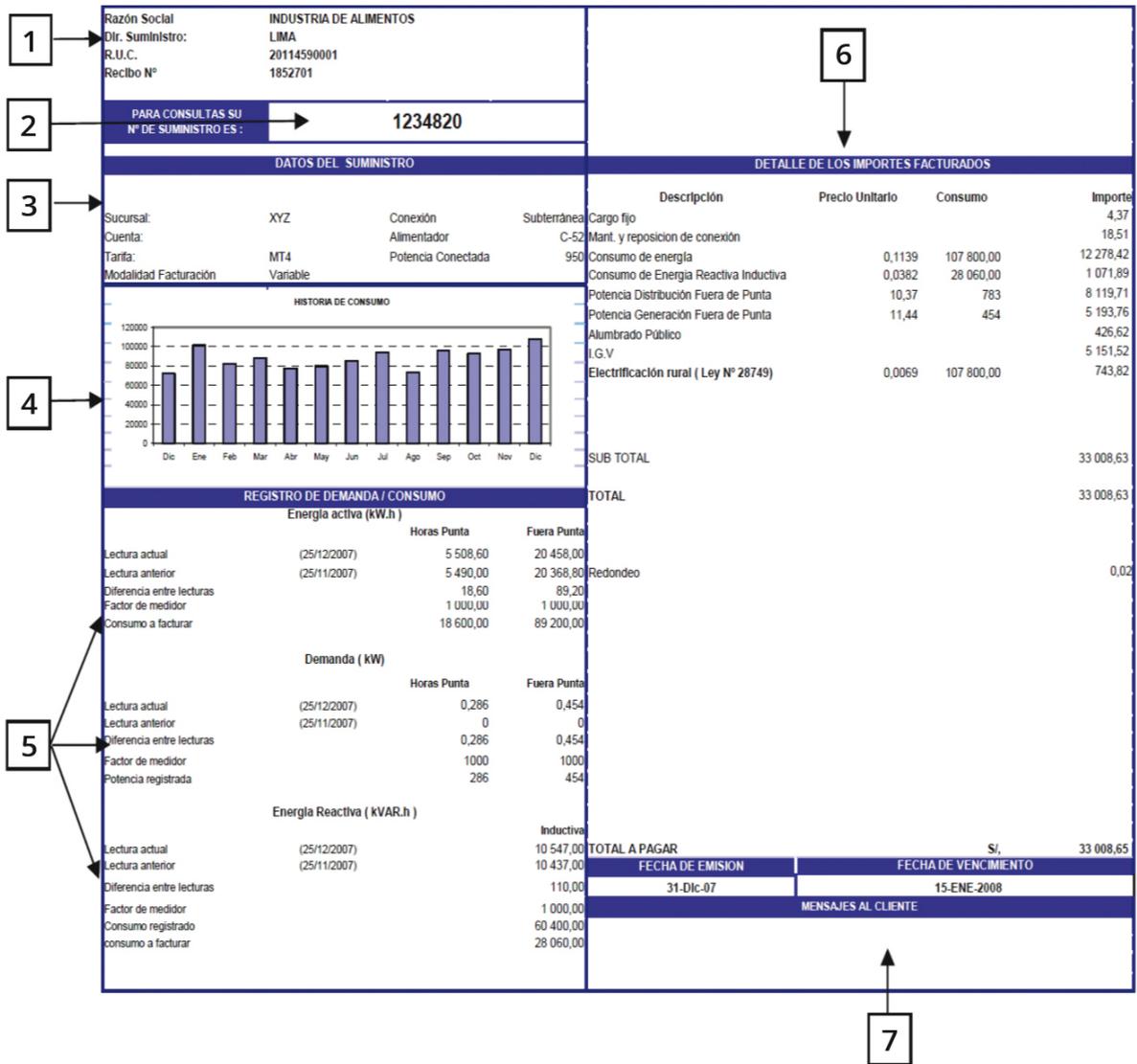
Donde:

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.



- 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° 30.
Modelo de factura cliente regulado – Industria de bebidas



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 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. 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 a la tabla siguiente:

Tabla N° 17.
Categorías de Consumidores

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

(*) sm³: 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:

$$FG = PG \times EF \dots\dots\dots (1)$$

$$EF = Vf \times PCSGN \dots\dots\dots (2)$$

$$EC = Vs \times PCSGN \dots\dots\dots (3)$$



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 (sm³), 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 (m³), 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 (sm³). 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.



11.3 Factores de Conversión – Energía

Tabla N° 18.

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

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	7×10^6	0,7

11.4 Formatos para el diagnóstico energético

Figura N° 31.
Formato de Mediciones

FORMATO DE MEDICIÓN PARA MOTORES			
Compañía _____		_____	
Fecha _____	Ubicación _____	_____	
	Proceso _____	_____	
	Departamento _____	_____	
Datos Generales		Perfil de operación	
Equipo que acciona _____		Tiempo de operación anual _____	hrs/año
Datos de Placa del Motor		Tipo de carga	
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 _____		Datos de Medición	
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 conexión _____		Factor de potencia (PF) _____	
Rebobinado		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 (%) _____			
Observaciones	_____		



11.5 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.

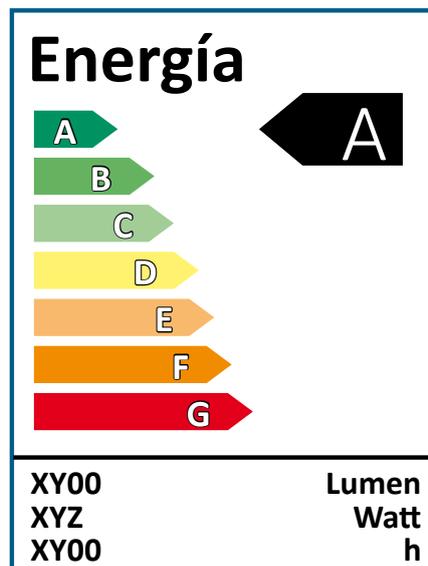
Las características y especificaciones a tener en cuenta en la elección de un LED para garantizar los ahorros en energía y en costos, son las siguientes:

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° 32.

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/m²). 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.⁵



⁵ http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/04_EM/RNE2006_EM_010.pdf

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 (m²) 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.

La lámparas LEDs se diferencian por la cantidad que 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 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

11.6 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:

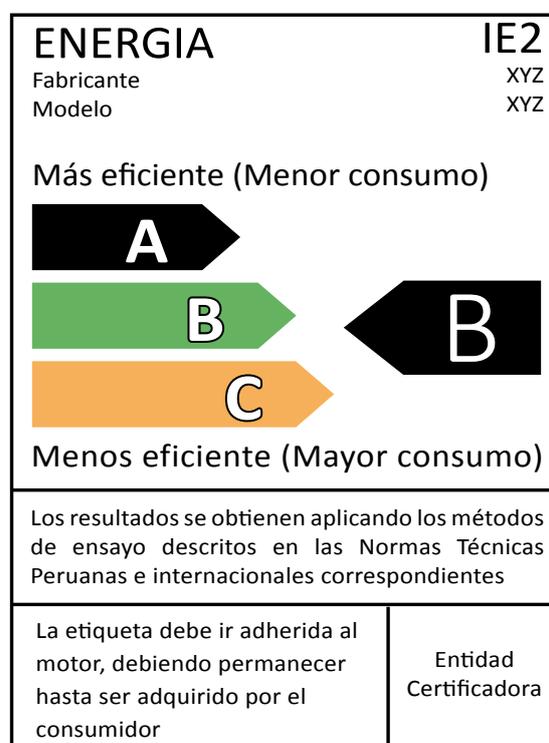
1. Etiqueta de eficiencia energética.

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 económico de su adquisición.

En la Figura N° 33 se aprecia un modelo de etiquetas de eficiencia energética para los motores eléctricos.

Figura 33.
Modelo de etiqueta de eficiencia energética para motores eléctricos



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.⁶

⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/Underwriters_Laboratories

Figura N° 34. Motor eléctrico de alta eficiencia con certificados de calidad de componentes



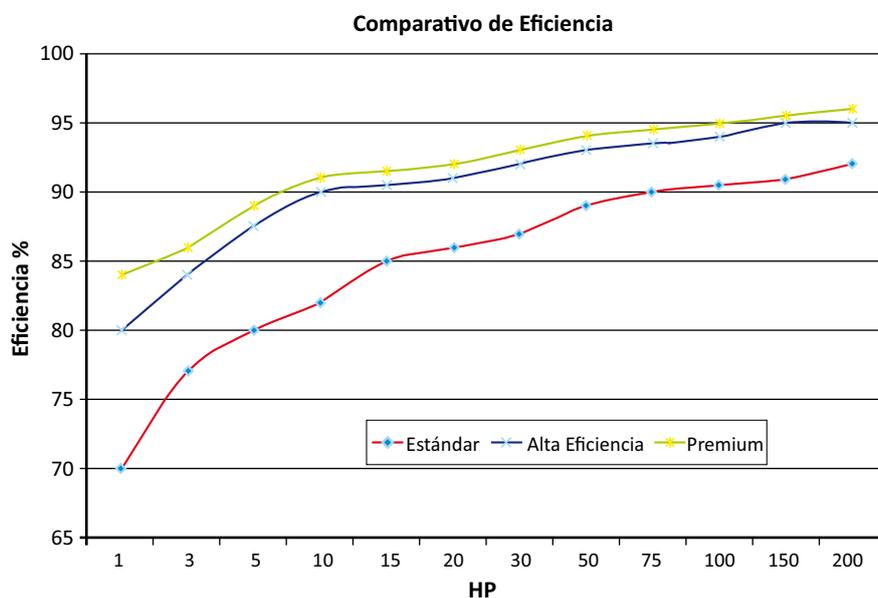
El hecho de que un motor eléctrico tenga una eficiencia mayor significa que se disminuye los costos de operación del motor y se puede recuperar la inversión adicional en un tiempo razonable, sobre todo si se opera a una carga cercana a la potencia nominal. Los motores de alta eficiencia poseen generalmente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

En la Figura N° 35 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° 35.
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.





Dirección General de Eficiencia Energética
Av. Las Artes Sur 260 San Borja. Lima - Perú
Teléfono (+511) 4111100
webmaster@minem.gob.pe