

# Manual

# de Eficiencia Energética



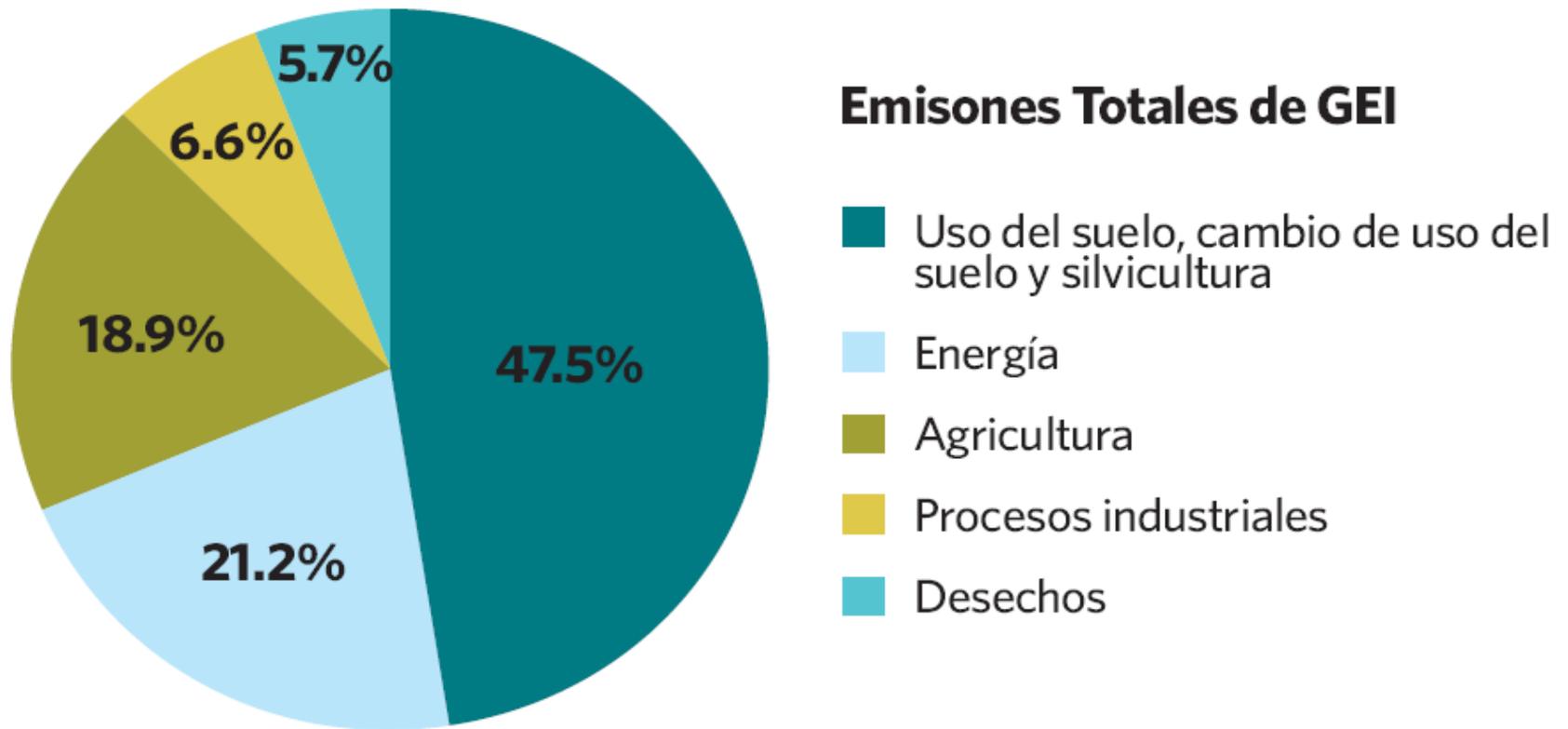
Proyecto financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia



# Eficiencia Energética en el Perú



# El Perú y el Ambiente



120 023 Gg de CO<sub>2</sub>

Fuente: MINAM, 2009(f)

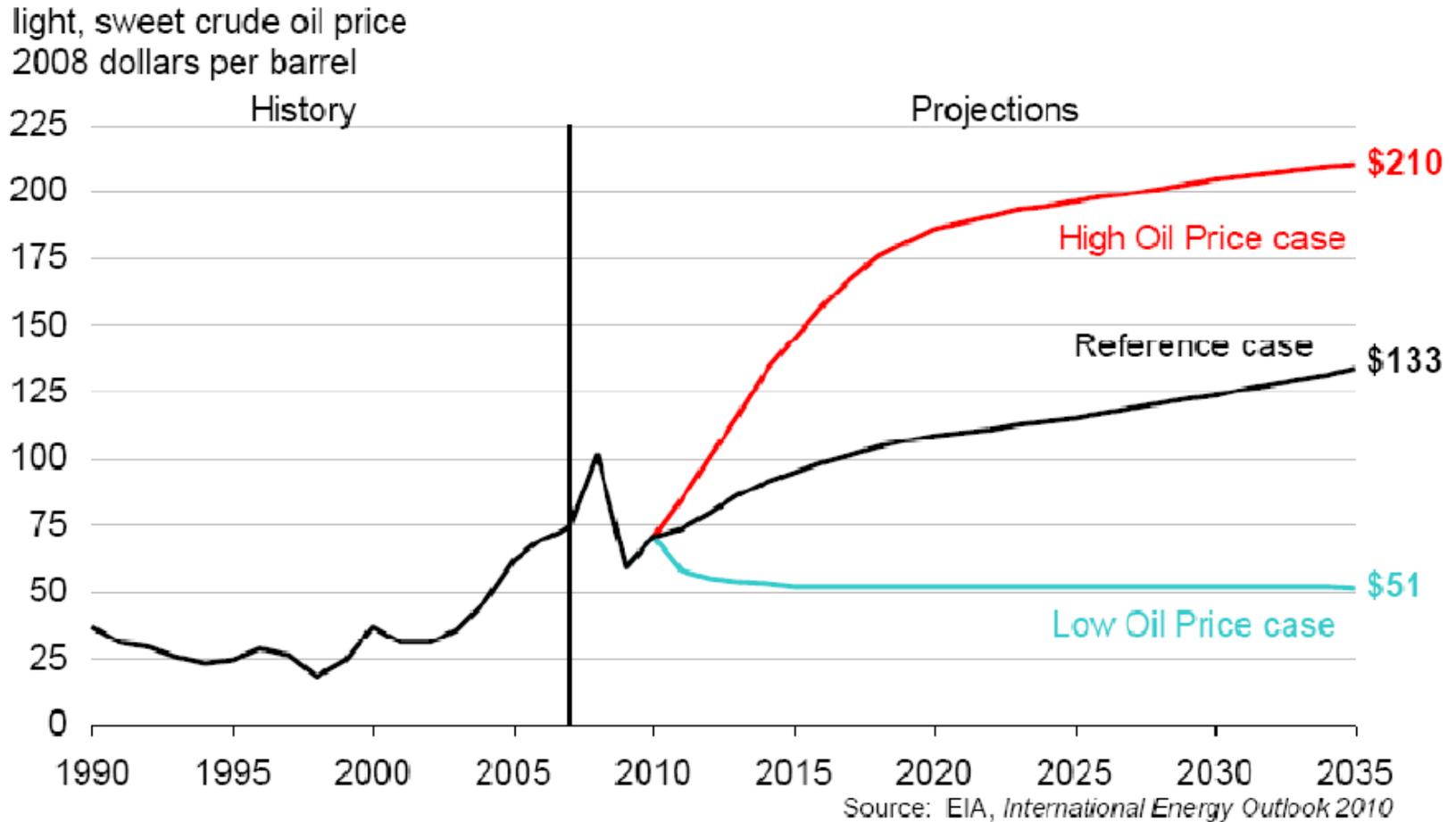
El Perú sólo participa con un 0.27% de las emisiones de GEI del mundo (2000)

# Situación de la Energía en el Perú y el mundo

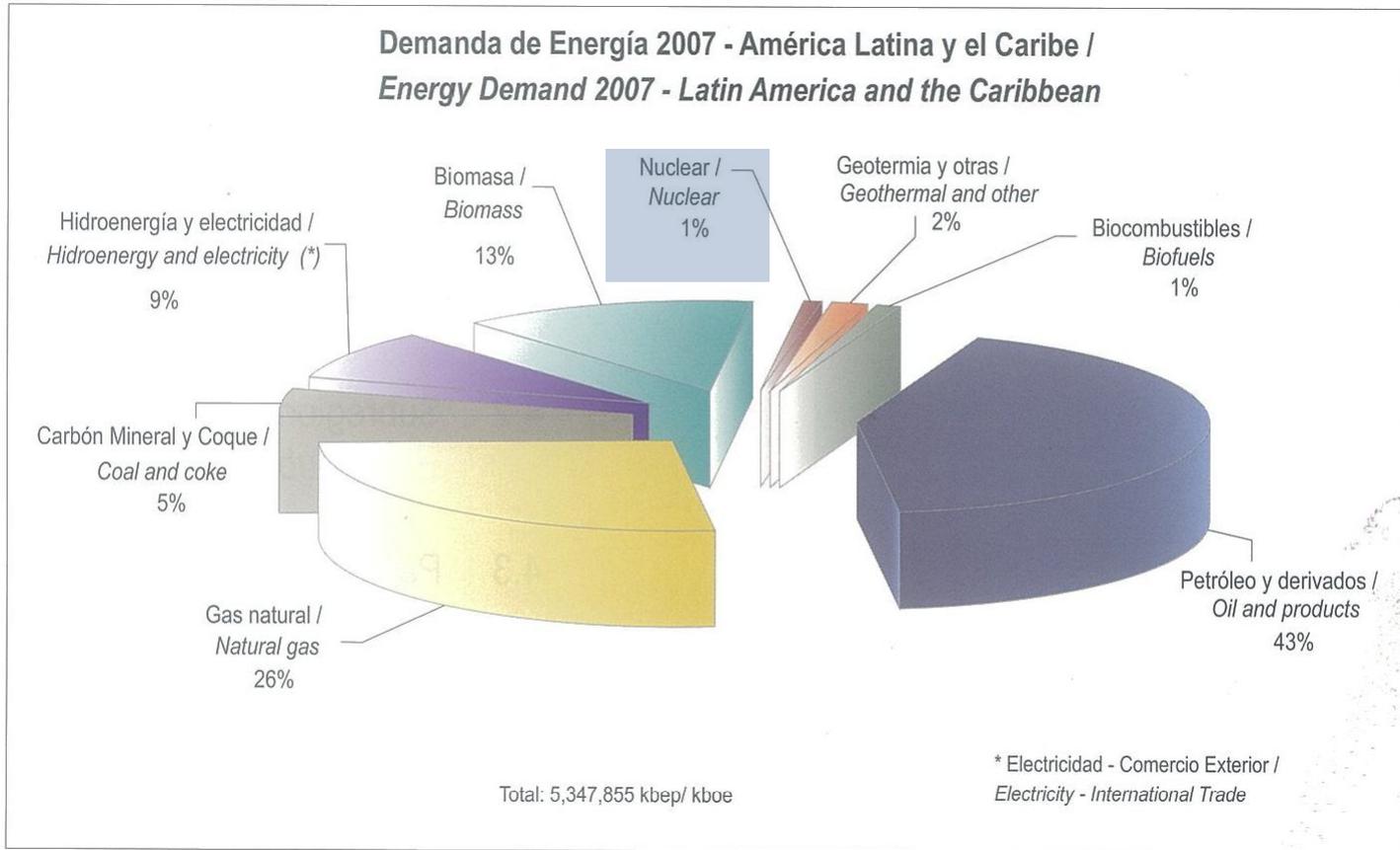
## Problemas con el ambiente

- Siete (7) millones de hectáreas deforestadas (2000)
- Tasa de deforestación anual 150,000 ha
- Se generan 22,400 toneladas diarias de residuos a nivel nacional. Solo 17% se dispone adecuadamente en rellenos sanitarios.
- Principales causas: Agricultura migratoria, apertura de vías, minería informal y cultivos ilegales contaminantes biológicos por usar aguas servidas, metales pesados.
- *Según el Banco Mundial la polución o contaminación hoy en el Perú representa casi el 5% de su PBI, por deterioro de la salud y de la calidad de vida, etc.*

# Proyecciones del precio del petróleo



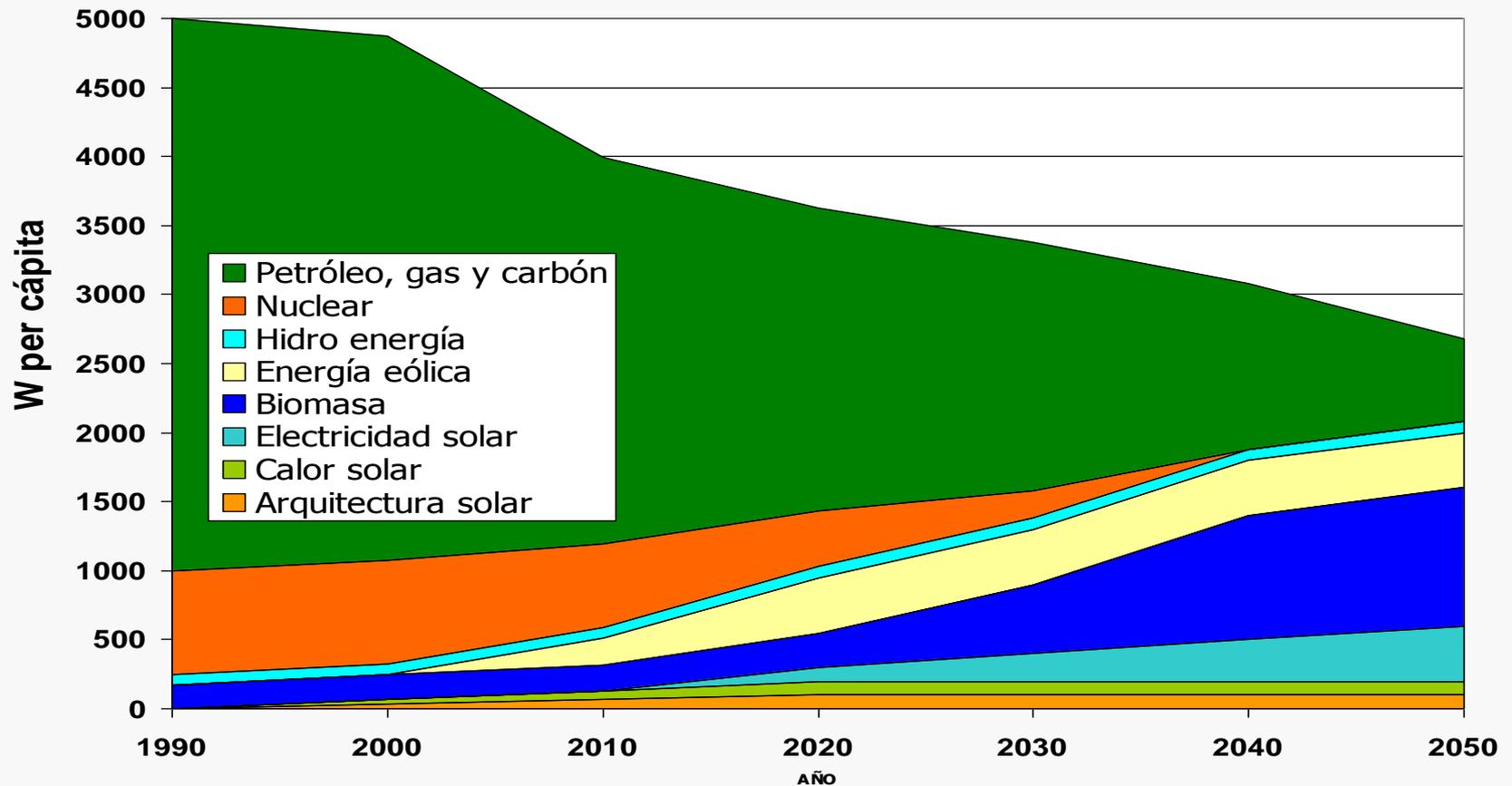
# La Energía en Latinoamérica y el Caribe



Fuente: Informe de Estadísticas Energéticas de la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE. 2007

# SITUACIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL: CONSUMO Y FUENTES DE ENERGÍA EN EL AÑO 1990 - 2050

## FUENTES DE ENERGÍA PRIMARIA DEL ESCENARIO

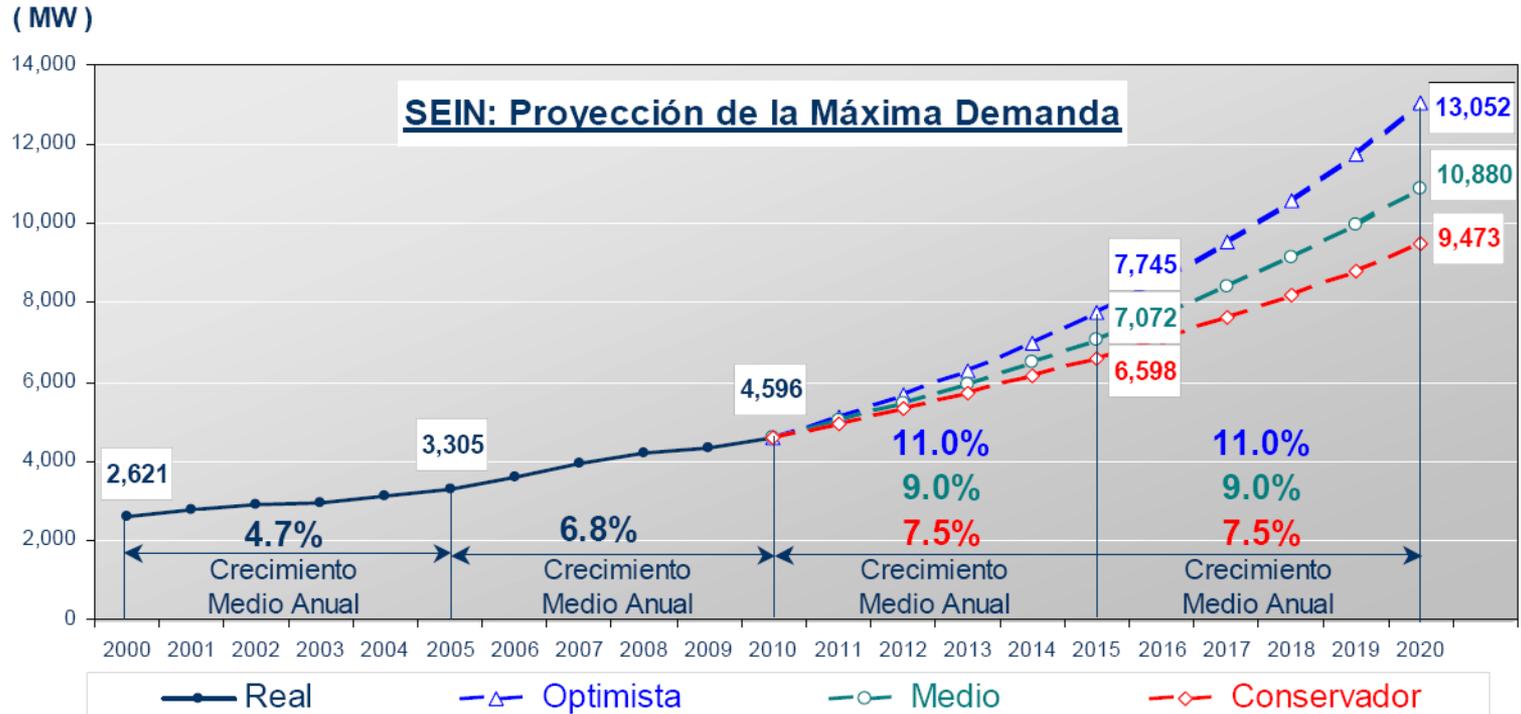


# Perú: Proyección de la demanda

En el año 2015, la demanda sería de:

**7 745 MW** en escenario optimista con una tasa anual de **11%**;

**7 072 MW** en un escenario medio con una tasa anual de **9%**. Lo cual significa que **en promedio cada año** se requiere, como mínimo, **500 MW de nuevas centrales de generación**.



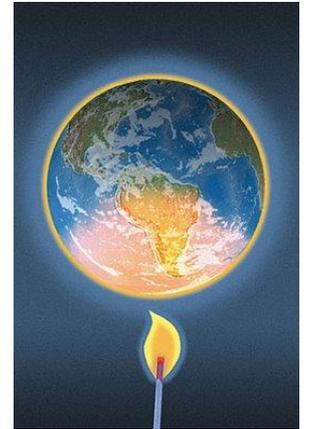
# Eficiencia Energética

# ¿Qué es la Eficiencia Energética?

- Desde el punto de vista de la oferta energética es usar los recursos energéticos – energía primaria- con la mayor eficiencia posible con tecnologías eficientes
- Desde el punto de vista de la demanda de energía es usar tecnologías que aprovechen al máximo la energía final o secundaria
- Ello debe tener presente la cobertura de las demanda y cubrir las mismas necesidades, manteniendo el mismo nivel de confort y seguridad
- Desde el punto de vista social y cultural es la formación de hábitos y actitudes de consumo responsable
- Desde el punto de vista empresarial, debe ser una inversión responsable

# ¿Porque usar eficientemente la energía?

- Porque contribuye a preservar el ambiente, reduciendo la emisión de GEI
- Porque posterga inversiones
- Porque permite ahorros económicos
- Porque los recursos energéticos mas usados son no renovables, cada vez mas escasos y costosos
- Porque contribuye a actitudes responsables



# ¿Como hacer uso eficiente de la energía?

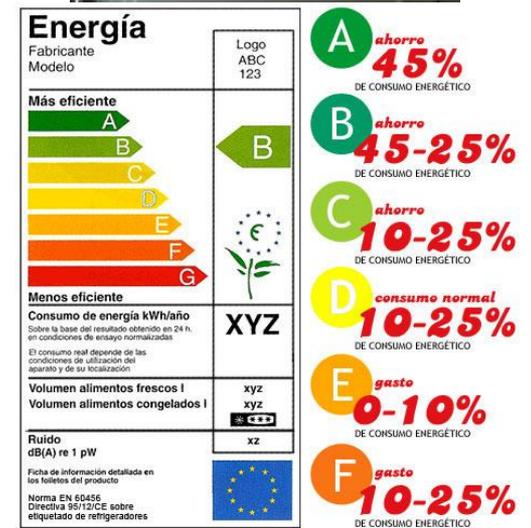
- Utilizando tecnologías de mayor eficiencia para lo cual se requiere mantener informado a los usuarios
- Creando hábitos de consumo eficiente en todos los sectores económicos sensibilizándolos de la importancia de la energía
- Con políticas normativas y regulatorias que reflejen precios justos para la sociedad en su conjunto

## ¿Dónde hacer uso eficiente de la energía? 1/2

- Temas térmicos:
  - **Calderas:** sistemas de combustión, transporte y uso. Tamaño
  - **Hornos** y marmitas: manipulación y fuente de energía
  - **Refrigeración:** Sistemas de aislamiento, motores eae
  - **Aire comprimido:** Tamaño , Sistemas de distribución
  - **Aire acondicionado:** Tamaño, ambiente

# ¿Dónde hacer uso eficiente de la energía? 2/2

- Temas eléctricos:
  - **Iluminación:** uso de lámparas LED y LFC, sistemas de control
  - **Motriz:** uso de motores eléctricos de alta eficiencia y con variadores de velocidad (según su tamaño)
  - **Conductores:** tamaños según la carga, normalizados y su uso
  - Circuitos eléctricos trifásicos y derivaciones independientes
  - **Energía reactiva:** banco de condensadores
  - Administrando y monitoreando la demanda



Medidas propuestas a nivel mundial para lograr los objetivos de reducción de los GEI para el 2050 están direccionadas al uso eficiente de la energía

- **INDUSTRIAS:** deberán reducir 50% consumo de electricidad y combustibles.
- **TRANSPORTE:** deberán consumir 30% menos los carros, 50% los aviones, 75% menos los barcos que ahora.
- **RESIDENCIAL:** refrigeradoras: 15% del consumo actual, TV: 25%, luces: 20% menos.
- **CONSUMO DE EDIFICIOS:** 150 kWh/m<sup>2</sup> año actuales a 30 kWh/m<sup>2</sup> año.

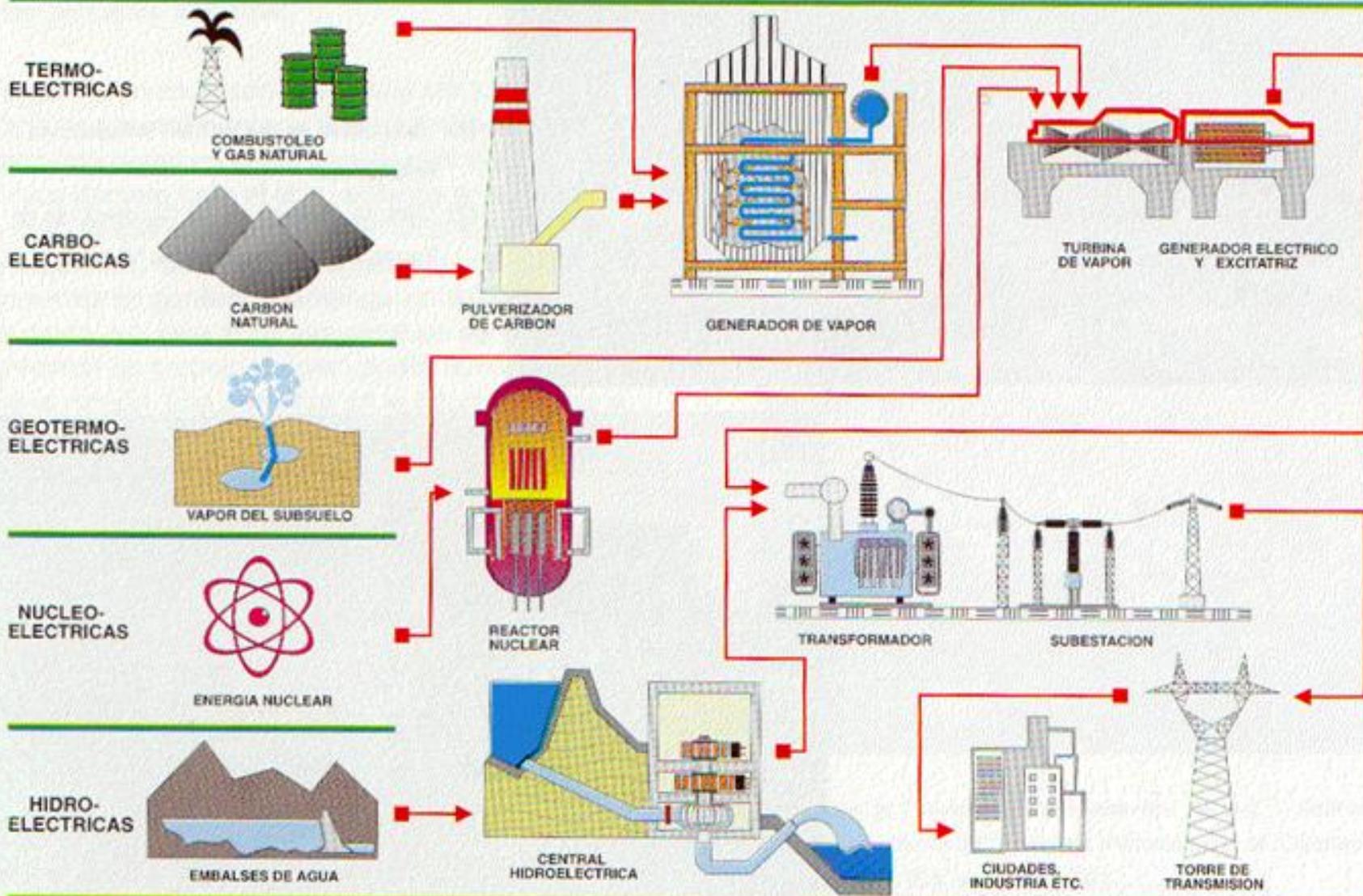
# Eficiencia Energética y su contribución a reducir las emisiones

## Key Opportunities for Energy Efficiencies in the Energy Value Chain

- Primary Production: the quantity of primary energy per unit of energy required to produce it
- Electricity Generation: the kilowatt-hours generated per unit of fuel input
- Primary Energy Transport (fuel transport, transmission and distribution): losses per unit of distance or unit of refined, processed or liquefied product
- Energy storage, for example, natural gas storage;
- Stationary fossil fuel end-use for heating and industrial purposes;
- Electricity transmission and distribution: technical and non-technical losses as a proportion of kilowatt hours fed into the system
- Mobility Use: fuel consumption per kilometre of distance travelled or tonnes of product shipped
- Other Uses: heat for industrial processes, heating/cooling or lighting costs as a proportion of building costs per square metre, consumption in the home for computers and appliances.

– Ref.: Energy efficiency WEC Stat 2006

# DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA A TRAVES DE LOS DIVERSOS ENERGETICOS PRIMARIOS



## Formas de reducir las emisiones en el mundo

- Implementando **programas de reforestación y forestación.**
- Implementando **programas de eficiencia energética** en toda la cadena de demanda y oferta de energía: en la exploración y producción de energía, transporte, distribución y usos de los sectores productivos y servicios.
- Promoviendo el uso de Fuentes de **Energía Renovables**

# Eficiencia Energética en el Perú

# Regulación y normas

1. Ley N° 27435, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, 2007
2. Reglamento de la Ley N° 27345
3. Política Energética Nacional del Perú 2010-2040
4. Promoción de la Cogeneración: DS 064-2005 –EM
5. Medidas para el ahorro de energía en el sector público: DS 034-2008-RM
6. Medidas de Ecoeficiencia: DS 009-2009-MINAM
7. Creación de la Dirección General de Eficiencia Energética: DS 026-2010- EM

# Eficiencia Energética: Perspectivas

- La Ley 27345, Ley de promoción del uso eficiente de la energía propone:
  - Promover una **cultura** de uso racional de RE-desarrollo sostenible
  - Promover la **transparencia** mediante diagnósticos y programas
  - Promover la **cooperación internacional** en programas
  - Elaborar y ejecutar programas
  - Promover el consumo eficiente en zonas aisladas y remotas
  - Promueve el **etiquetado** como medio de protección al consumidor

# Plan Referencial de Eficiencia Energética

1/2

- El Reglamento de la Ley 27345 establece que el MINEM deberá elaborar el PREE
- EL PREE 2009-2018, aprobado en octubre del 2009, propone:
  - **Sector Residencial.**-34 acciones, 4 de ellas cuantificadas: instalación de 1 millón de cocinas mejoradas, sustitución de focos incandescentes por LFC, mejor de hábitos de consumo y sustitución de 100 mil calentadores eléctricos por solares
  - **Sector Productivo y servicios.**- 37 acciones, 4 identificadas: sustitución de motores eléctricos, mejora en calderos e, fomento a la cogeneración y uso eficiente de la iluminación
  - **Sector público.**- 26 acciones, una identificada: modernización de iluminación de edificios del Estado
  - **Sector transporte.**- 28 acciones, una identificada: conducción eficiente

# Plan Referencial de Eficiencia Energética

2/2

- Las metas de ejecutarse las 10 acciones del PREE 200-2018 serían:
  - Ahorros de 372 640 TJ que equivalen a 5291 millones de US\$ que podrían obtenerse con una inversión de 673 millones de US\$
  - Las emisiones que se evitarían serían de 35 millones de toneladas de CO2
- Los resultados a setiembre 2011(\*) son:
  - 102 acciones no se ejecutan aún
  - 19 acciones registran avance de 1% y 25%, 2 acciones entre 26% y 50% y 2 acciones entre 51% y 100%
  - Exigua asignación presupuestal

- *(\*) Eficiencia Energética: Políticas públicas y acciones pendientes en el Perú, JC Romani, V Arroyo, de la serie Matriz energética en el Perú y Energías Renovables de la Fundación Friedrich Ebert Stiftung*

# Reto para el uso eficiente de la energía en edificaciones

- Norma de Auditoría energética en edificaciones porque permitiría
  - ✓ Identificar los centros de consumo de energía
  - ✓ Como se consume la energía
  - ✓ Donde se pierde o desperdicia la energía
  - ✓ Importancia del consumo en la estructura de costos de producción
  - ✓ Identificar donde hay opciones para energías renovables
  - ✓ Tener una aprox. del potencial de emisiones de GEI evitadas
- Apoyar iniciativas como el LEED (edificios verdes) y estudios de arquitectura bioclimática en las universidades
- Apoyar el desarrollo de edificaciones bajo en carbono

# Política Nacional sobre la Eficiencia Energética

1. Dinamizar la sustitución de los equipos ineficientes por los eficientes implementando el etiquetado obligatorio en equipos consumidores de energía, tal como lo dispone la Ley de Eficiencia.
2. Dinamizar el mercado de eficiencia energética en el sector productivo y servicios.
3. Ejecutar multisectorialmente los proyectos de eficiencia conjuntamente con Vivienda, Transporte, Producción y Educación.
4. Implementar acciones con las regiones, de acuerdo a la realidad propia de cada una de ellas.
5. Buscar alianzas estratégicas con las organizaciones de la cooperación técnica internacional y del mercado del carbono, para obtener parte de los recursos tecnológicos y financieros
6. Continuar con la institucionalización de la eficiencia energética en Perú con el establecimiento de un Centro de Eficiencia Energética de línea que ejecute estas tareas
7. Formar una cultura de uso eficiente de la energía en la población.
8. Reducción del consumo en 15% para el 2018

# Barreras

- En las PYME existe escaso interés
  - Bajos consumos, falta de personal capacitado, cultura y poca incidencia de la energía en sus costos de producción
- Falta de normatividad y apoyo estatal para fomentar la formación de ESCO
- Falta obligar el uso del etiquetado de consumos energéticos
- Escasa asignación de recursos humanos y financieros por parte del Estado
- La importación de vehículos usados
- Escasa difusión de beneficios del uso de Biodigestores y cocinas mejoradas

# QUÉ FALTA

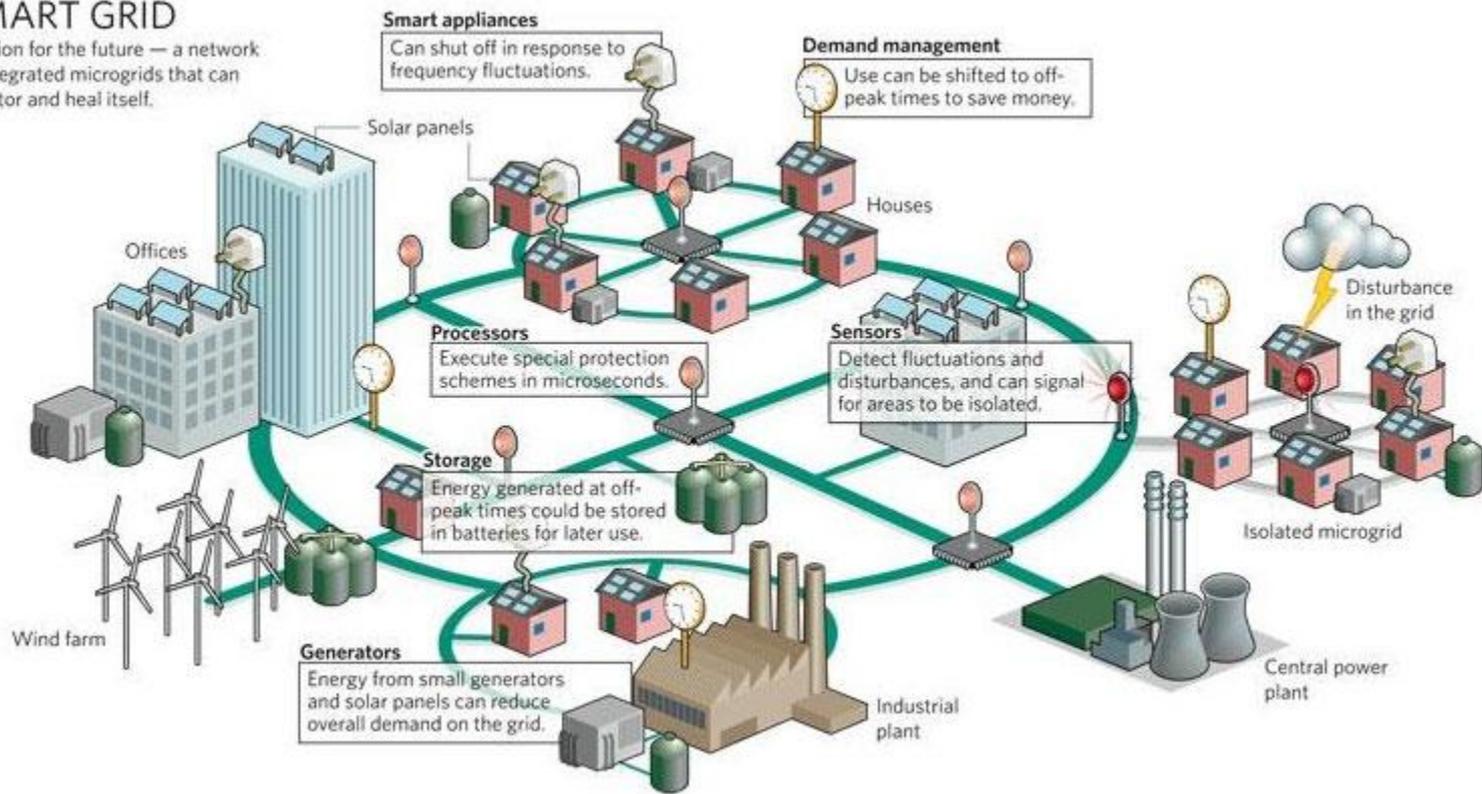
- Acción mas decidida del MINEM para implementar el PREE
- Mayor apoyo de los programas de Ecoeficiencia
- Promover el uso de Biodigestores y cocinas mejoradas
- Promover el uso de focos ahorradores certificados
- Promover uso de lámparas LED
- Uso eficiente del gas en su proceso de masificación
- Promover las energías renovables alternativas
- Ductos virtuales de gas natural
- Prohibir la importación de vehículos usados
- Promover concertadamente los biocombustibles

# Oportunidades para el mercado de Eficiencia Energética

## Generación descentralizada

### SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



# La casa del futuro





# Eficiencia Energética Eléctrica

## Definiciones y Términos



# CONTENIDO

1. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN
2. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL USO DE MOTORES ELÉCTRICOS
3. EFICIENCIA ENERGÉTICA CON CONVERTIDORES DE FRECUENCIA VARIABLE
4. EFICIENCIA ENERGÉTICA VÍA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA





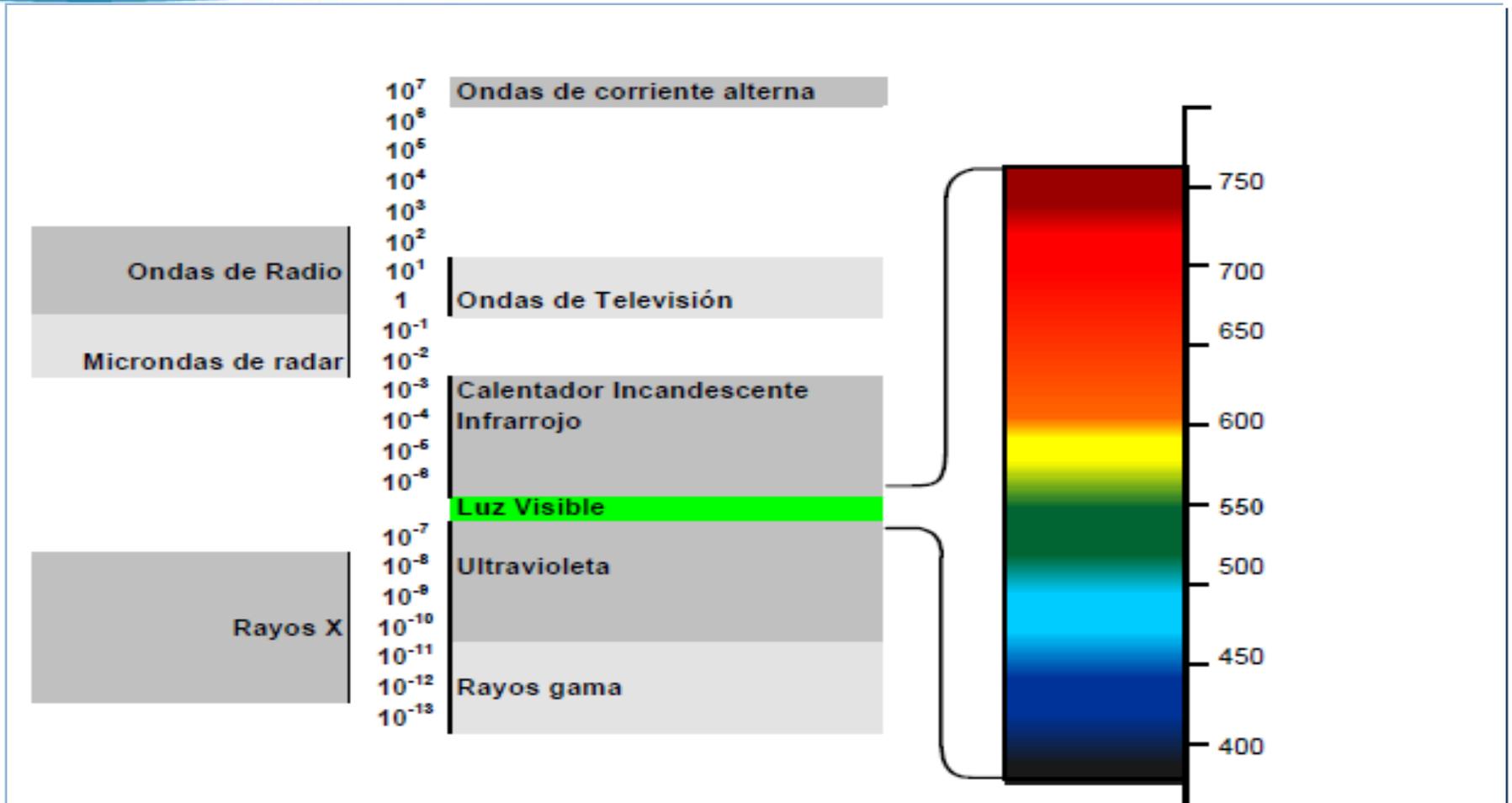
# EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN

# SISTEMAS DE ALUMBRADO

## COMPONENTES

- Lámparas
- Luminarias
- Balastos
- Control y protección

# SISTEMAS DE ALUMBRADO: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



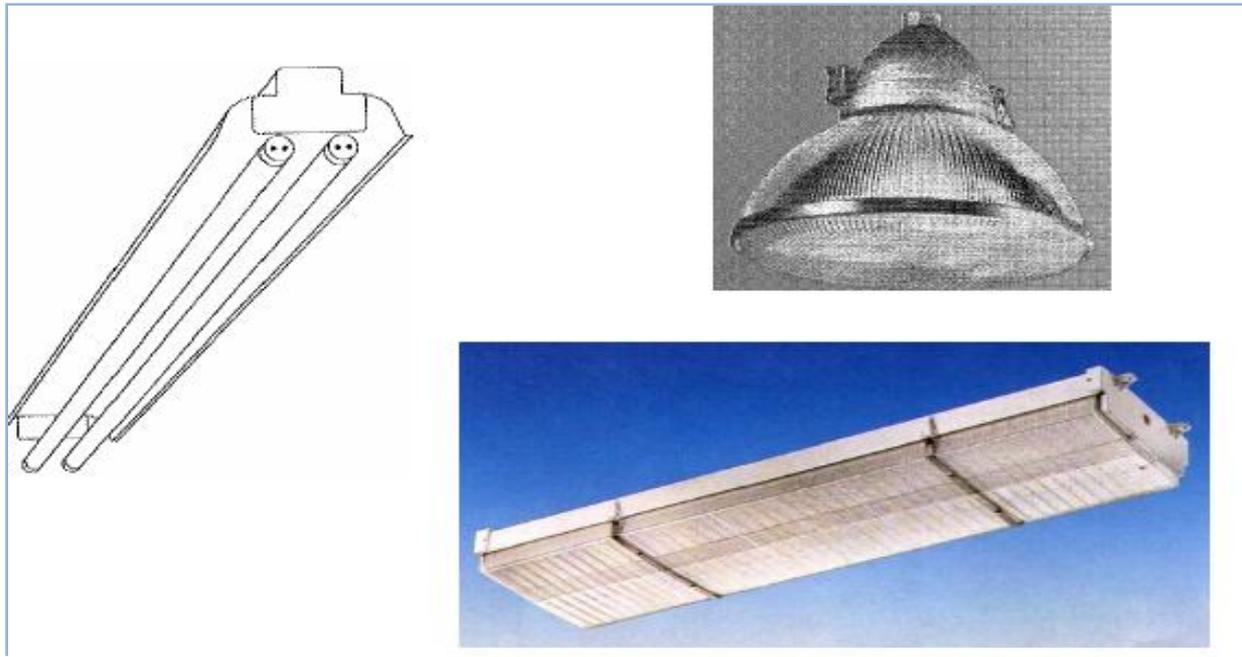
# SISTEMAS DE ALUMBRADO: LÁMPARAS

- Es el aparato mediante el cual la energía eléctrica se transforma en energía luminosa
- Tipos de lámparas:



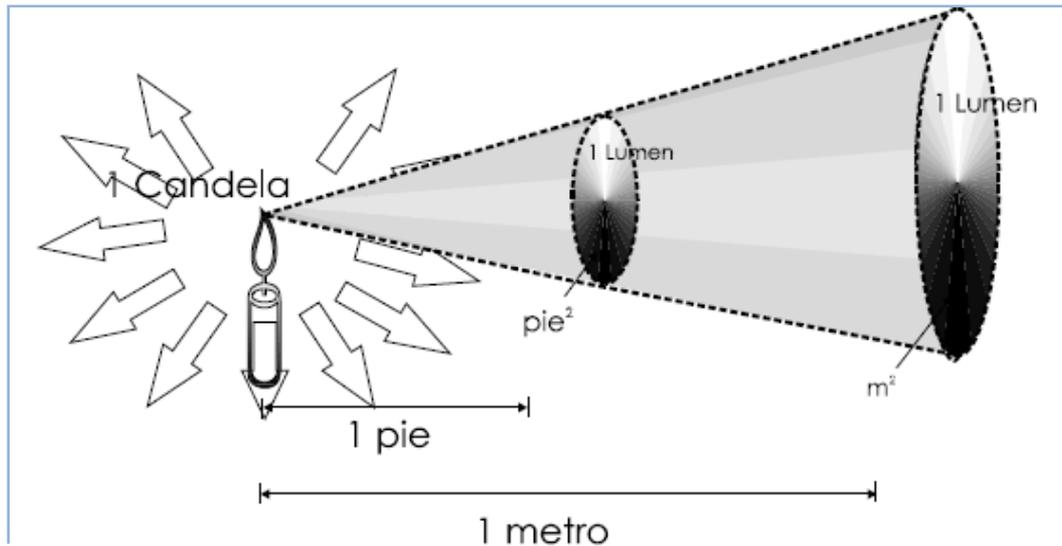
# SISTEMAS DE ALUMBRADO: LUMINARIAS

- Es el aparato que contiene y refleja la energía lumínica producida en las lámparas. En algunos casos albergan a los balastos



# SISTEMAS DE ALUMBRADO: DEFINICIONES

- **Flujo luminoso.-** Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en cierto Angulo solido. Su unidad es el lumen (lm)



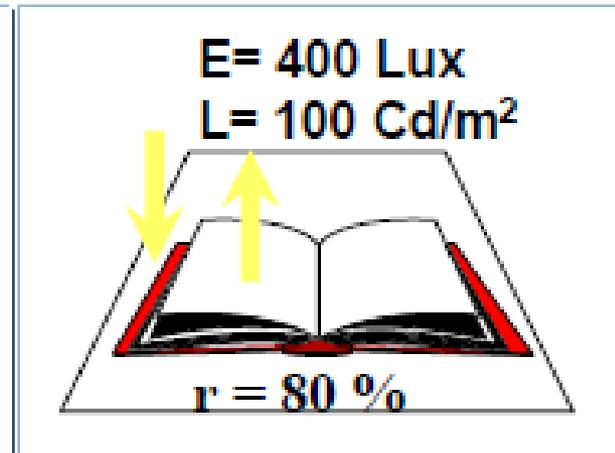
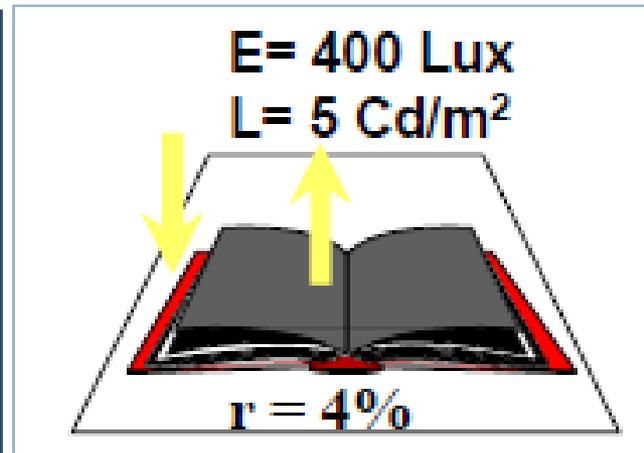
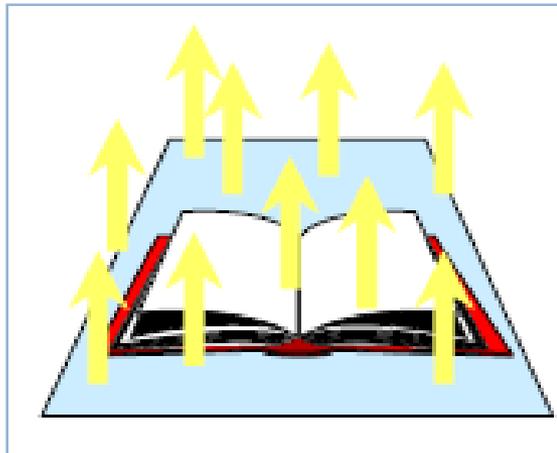
- Nivel de iluminación o **Iluminancia.-** Densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad es el lux

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2}$$

# SISTEMAS DE ALUMBRADO: DEFINICIONES

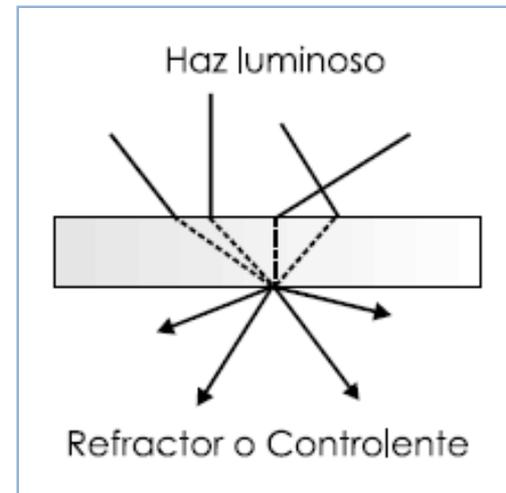
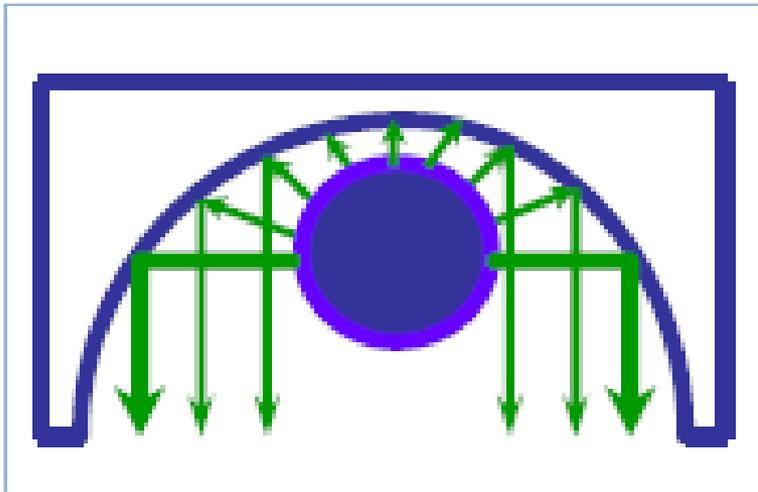
- **Luminancia.**- Intensidad luminosa reflejada por una superficie Angulo solido. Su unidad es el lumen (lm)

Expresa el efecto de luminosidad que una superficie produce en el ojo humano



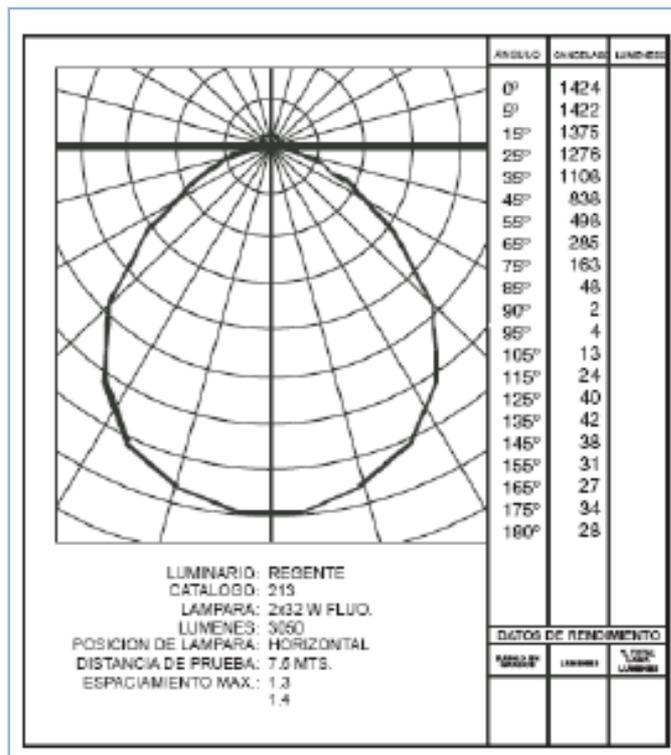
# SISTEMAS DE ALUMBRADO: DEFINICIONES

- **Reflector.**- Dispositivo empleado para aprovechar la reflexión de la luz. Puede ser especular, difusa o mixta
- **Refractor.**- Dispositivo empleado para controlar los cambios de dirección del haz luminoso cuando pasa de un cierto medio a otro de diferente densidad

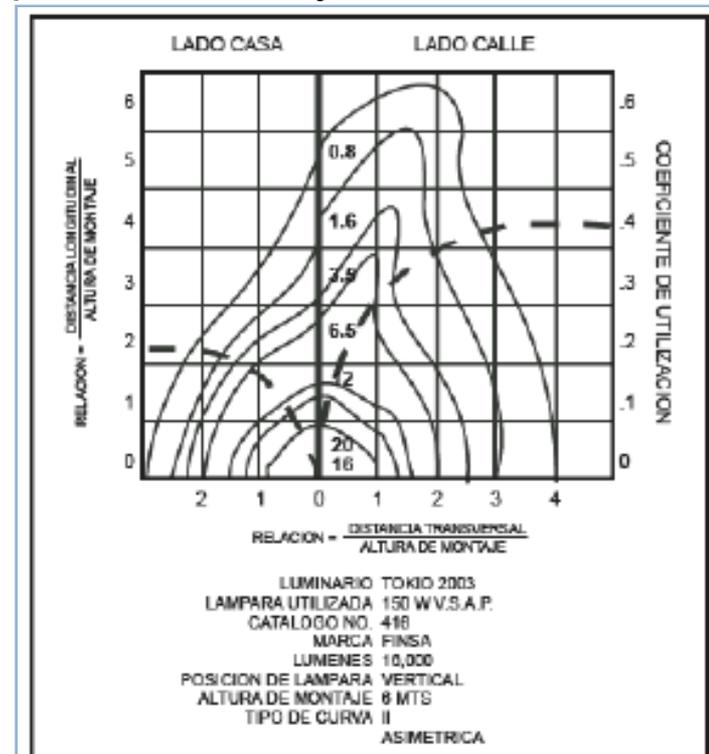


# SISTEMAS DE ALUMBRADO: DEFINICIONES

- **Curva de distribución.-** Es la representación grafica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por una luminaria



- **Curva Isolux.-** representa iguales niveles de iluminación sobre un plano de trabajo

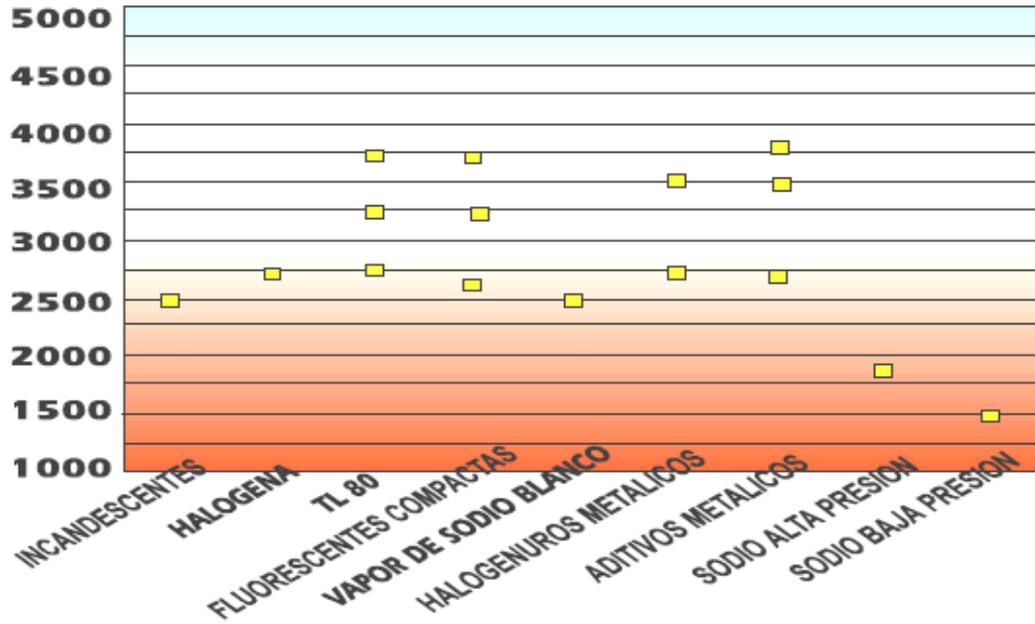


# SISTEMAS DE ALUMBRADO: CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS



# SISTEMAS DE ALUMBRADO: DEFINICIONES

## TEMPERATURA DE COLOR DE LAMPARAS



Ambiente Frío



Ambiente Cálido

# ILUMINACIÓN: CRITERIOS PARA EL DISEÑO

- Nivel de iluminación por tarea
- Temperatura de color
- Reproducción de colores
- Dimensiones del local
- Altura de montaje
- Características del techo
- Colores de paredes, techos y pisos
- Mantenimiento

# ILUMINACIÓN: OTROS CRITERIOS

Temperatura de color	Cálido	Neutral	Frío	Luz de Día
Grados Kelvin	2600-3400 K	3500 K	3600-4900 K	5000 K
Efectos y Ambientes Asociados	Amigable Intimo Personal Exclusivo	Amigable	Fresco Limpio Eficiente	Brillante Alerta Blancos Reales
Aplicaciones Recomendadas	Restaurantes Lobbies Boutiques Librerías Tiendas de Ropa	Recepciones Salón de exposiciones Librerías Oficinas	Oficinas Salón de Conferencias Escuelas Hospitales Tiendas Comerciales	Galerías Museos Joyerías Consultorios Imprentas

# ILUMINACIÓN:

## NORMA PERUANA EM-010

**Art. 2.-** Las prescripciones son de carácter obligatorio a todo proyecto de instalación eléctrica interior tales como:

- Comerciales
- Oficinas
- Locales de espectáculos
- Aeropuertos
- Puertos
- Estaciones de transporte terrestre
- Locales deportivos
- Fabricas y talleres
- Hospitales
- Centros de salud
- Postas medicas ya fines
- Laboratorios
- Museos y afines

**Art 3.-** En la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores están obligados a realizar los cálculos de iluminación

El Peruano domingo 11 de junio de 2006		NORMA
<b>III.4. INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECÁNICAS</b>		
<b>NORMA EM. 010</b>		
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES</b>		
<b>Artículo 1º.- GENERALIDADES</b>		
Las instalaciones eléctricas interiores están tipificadas en el Código Nacional de Electricidad y corresponde a las instalaciones que se efectúan a partir de la acometida hasta los puntos de utilización.		
En términos generales comprende a las acometidas, los alimentadores, subalimentadores, tableros, sub-tableros, circuitos derivados, sistemas de protección y control, sistemas de medición y registro, sistemas de puesta a tierra y otros.		
Las instalaciones eléctricas interiores deben ajustarse a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad, siendo obligatorio el cumplimiento de todas sus prescripciones, especialmente las reglas de protección contra el riesgo eléctrico.		
<b>Artículo 2º.- ALCANCE</b>		
<b>CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN POR TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD</b>		
CALIDAD	TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD	
A	Tareas visuales muy exactas	
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración	
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador.	
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.	
E	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.	

# ILUMINACIÓN:

## NORMA PERUANA EM-010

**Art 5.-** componentes de un proyecto de instalación eléctrica interior

- Memoria Descriptiva
- Factibilidad y punto de entrega del Servicio Publico de Electricidad
- Oficinas
- Memoria de calculo
- Especificaciones técnicas
- Planos
- Certificado de Habilitación de Proyectos

**Art 6.-** El diseño de instalaciones eléctricas deberá realizarse de acuerdo al Código Nacional de Electricidad

**Art 7 .-** Construcción por etapas

**Art 8 .-** Locales especiales

**Art 9 .-** Instalaciones provisionales

**Art 10 .-** Emergencia

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<b>Áreas generales en edificios</b>		
Pasillos, corredores	100	D - E
Baños	100	C - D
Almacenes en tiendas	100	D - E
Escaleras	150	C - D
<b>Líneas de ensamblaje</b>		
Trabajo pesado (ensamble de maquinarias)	300	C - D
Trabajo normal (industria liviana)	500	B - C
Trabajo fino (ensambles electrónicos)	750	A - B
Trabajo muy fino (ensamble de instrumentos)	1500	A - B
<b>Industrias químicas y plásticas</b>		
En procesos automáticos	150	D - E
Plantas al interior	300	C - D
Salas de laboratorios	500	C - D
Industria farmacéutica	500	C - D
Industrias del caucho	500	C - D
Inspección	750	A - B
Control de colores	1000	A - B
<b>Fábricas de vestimenta</b>		
Planchado	500	A - B
Costura	750	A - B
Inspección	1000	A - B

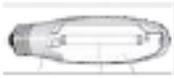
<b>Industrias eléctricas</b>		
Fabricación de cables	300	B - C
Bobinados	500	A - B
Ensamblaje de partes pequeñas	1000	A - B
Pruebas y ajustes	1000	A - B
Ensamble de elementos electrónicos	1500	A - B
<b>Industrias alimentarias</b>		
Procesos automáticos	200	D - E
Áreas de trabajo general	300	C - D
Inspección	500	A - B
<b>Trabajos en vidrio y cerámica</b>		
Salas de almacén	150	D - E
Áreas de mezclado y moldeo	300	C - D
Áreas de acabados manuales	300	B - C
Áreas de acabados mecánicos	500	B - C
Revisión gruesa	750	A - B
Revisión fina - Retoques	1000	A - B
<b>Trabajos en hierro y acero</b>		
Plantas automáticas	50	D - E
Plantas semi - automáticas	200	D - E
Zonas de trabajo manual	300	D - E
Inspección y control	500	A - B

# NIVELES DE ILUMINACIÓN

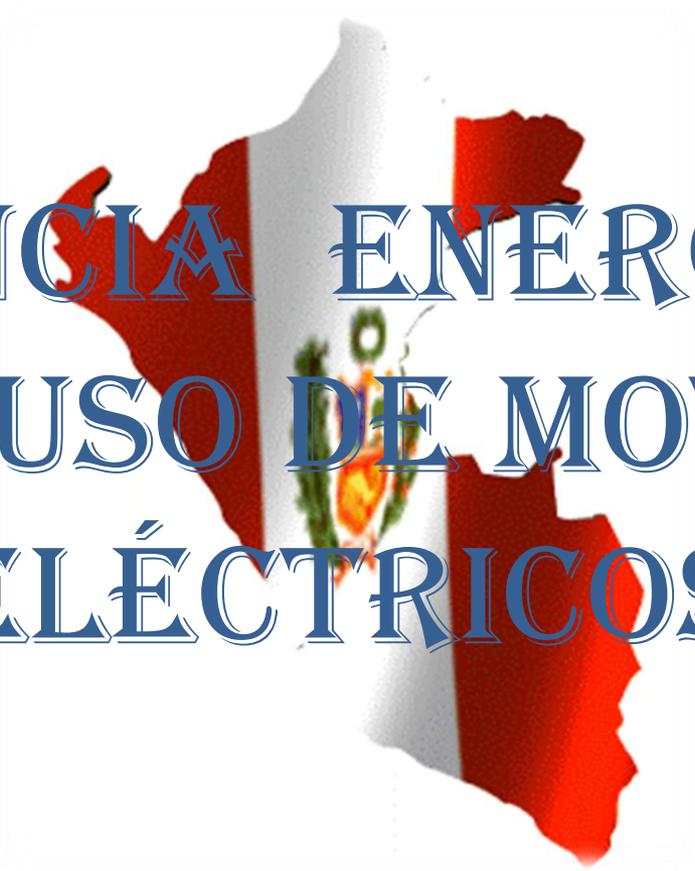
AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<b>Viviendas</b>		
Dormitorios		
- general	50	B - C
- cabecera de cama	200	B - C
Baños		
- general	100	B - C
- área de espejo	500	B - C
Salas		
- general	100	B - C
- área de lectura	500	B - C
Salas de estar	100	B - C
Cocinas		
- general	300	B - C
- áreas de trabajo	500	B - C
Área de trabajo doméstico	300	B - C
Dormitorio de niños	100	B - C
<b>Hoteles y restaurantes</b>		
Comedores	200	B - C
Habitaciones y baños		
- general	100	B - C
- local	300	B - C
Áreas de recepción, salas de conferencia	300	B - C
Cocinas	500	B - C
<b>Subestaciones eléctricas al interior</b>		
Alumbrado general	200	B - C
Alumbrado local	500	A - B
Alumbrado de emergencia	50	B - C
<b>Hospitales – Centros Médicos</b>		
Corredores o pasillos		
- durante la noche	50	A - B
- durante el día	200	A - B
Salas de pacientes		
- circulación nocturna	1	A - B
- observación nocturna	5	A - B
- alumbrado general	150	A - B
- exámenes en cama	300	A - B
Salas de exámenes		
- alumbrado general	500	A - B
- iluminación local	1000	A - B
Salas de cuidados intensivos		
- cabecera de cama	50	A - B
- observación local	750	A - B
Sala de enfermeras	300	A - B
Salas de operaciones		
- sala de preparación	500	A - B
- alumbrado general	1000	A - B
- mesa de operaciones	100000	A - B

<b>Industrias de cuero</b>		
Áreas de trabajo en general		
Prensado, curtiembre, costura	300	B - C
Producción de calzados	750	A - B
Control de calidad	1000	A - B
<b>Trabajos de maquinación ( forjado – torno )</b>		
Forjado de pequeñas piezas	200	D - E
Maquinado en tornillo de banco	400	B - C
Maquinado simple en torno	750	A - B
Maquinado fino en torno e inspección de pequeñas partes	1500	A - B
<b>Talleres de pintado</b>		
Preparación de superficies	500	C - D
Pintado general	750	B - C
Pintado fino, acabados, control	1000	A - B
<b>Fábricas de papel</b>		
Procesos automáticos	200	D - E
Elaboración semi automática	300	C - D
Inspección	500	A - B
<b>Imprentas – Construcción de libros</b>		
Salas de impresión a máquina	500	C - D
Encuadernado	500	A - B
Composición, edición, etc.	750	A - B
Retoques	1000	A - B
Reproducciones e impresiones a color	1500	A - B
Grabados en acero y cobre	2000	A - B
<b>Industrias textiles</b>		
Área de desembalaje	200	D - E
Diseño	300	D - E
Hilados, cardados, teñidos	500	C - D
Hilados finos, entrelazados	750	A - B
Cosido, inspección	1000	A - B
<b>Industrias en madera</b>		
Aserradero	200	D - E
Ensamble en tornillo de banco	300	C - D
Trabajo con máquinas	500	B - C
Acabados	750	A - B
Inspección control calidad	1000	A - B
<b>Oficinas</b>		
Archivos	200	C - D
Salas de conferencia	300	A - B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A - B
Oficinas con trabajo intenso	750	A - B
Salas de diseño	1000	A - B
<b>Centros de enseñanza</b>		
Salas de lectura	300	A - B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A - B
<b>Tiendas</b>		
Tiendas convencionales	300	B - C
Tiendas de autoservicio	500	B - C
Tiendas de exhibición	750	B - C
<b>Edificios Públicos</b>		
Salas de cine	150	B - C
Salas de conciertos y teatros	200	B - C
Museos y galerías de arte	300	B - C
Iglesias		
- nave central	100	B - C
- altar y púlpito	300	B - C

# LED VS LÁMPARAS TRADICIONALES

	Type	Efficiency lm/W	Luminous Flux (klm)	Life -hours x1000	Lamp Watts	Colour Rendering Ra
	High Pressure Sodium	40 -140	2-55	10 – 24	35 - 400	20 -40
	Ceramic Metal Halide	70 – 100	3- 32	6 -12	15 - 250	70 - 95
	Low Pressure Sodium	100 -160	2 - 15	16 – 30	18 – 90	< 20
	High Pressure Mercury	40 – 80	2 -22	8 - 12	50 – 400	40 -60
	Compact Fluorescent	50 – 88	0.25 - 5	2 - 10	5 - 55	50 - 90
	100 High Power LED	100	10	50 (to 70% output)	100	70 – 90

*Products that Help Reduce our Carbon Footprint*



EFICIENCIA ENERGÉTICA  
EN EL USO DE MOTORES  
ELÉCTRICOS

# MOTORES ELÉCTRICOS

## COMPONENTES



**CONEXIONES  
ELECTRICAS**



**ESTATOR**

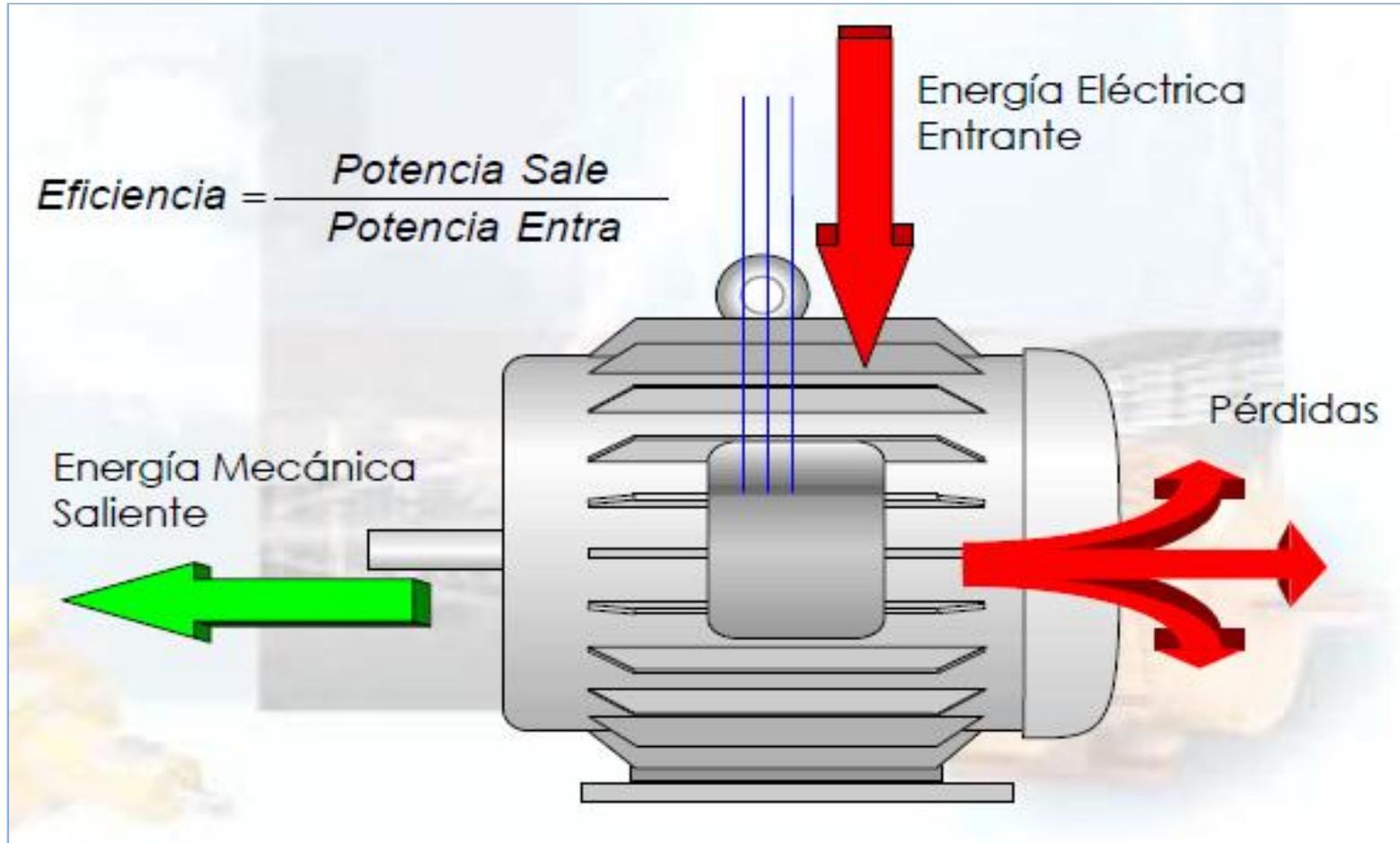


**ROTOR**

Fuente: FIDE/Ing. Alfredo Gutiérrez

# MOTORES ELÉCTRICOS

## POTENCIAS ENTRANTE, SALIENTE, PERDIDAS



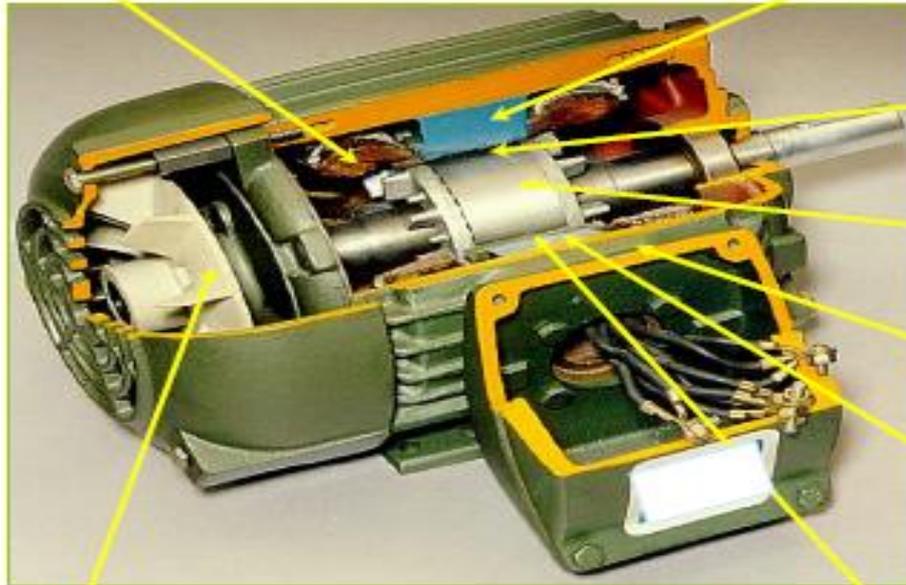
Fuente: FIDE/Ing. Alfredo Gutiérrez

# MOTORES ELÉCTRICOS DE ALTA EFICIENCIA

## CARACTERÍSTICAS

### **MAYOR VOLUMEN DE COBRE.-**

Reduce pérdidas por resistencia. Reduce la temperatura de operación



**VENTILADOR MEJORADO.-** Reduce las pérdidas por fricción y ventilación. Reduce la temperatura de operación

**ACERO AL SILICIO.-** Acero de menores pérdidas magnéticas (W/lb), y de menor espesor

**MENOR ENTREHIERRO.-** Reduce pérdidas indeterminadas

**BARRAS Y ANILLO DE CC DEL ROTOR.-** De mayor sección lo que permite reducir la resistencia de la jaula

**REDISEÑO DE ARMAZON.-** Mejor disipación térmica

**LAMINACIONES REDISEÑADAS.-** Mejoran la eficiencia

**NUCLEOS MAGNETICOS.-** De mayor longitud reducen pérdidas magnéticas. Se incrementa la capacidad de enfriamiento

# MOTORES ELÉCTRICOS

## VENTAJA DE LOS MOTORES NEMA PREMIUM

- Más silenciosos
- Mayor vida útil
- Mayor confiabilidad
- Menor temperatura de operación
- Menores pérdidas
- Menor consumo y pago de energía eléctrica



# MOTORES ELÉCTRICOS-PERDIDAS

<b>Pérdidas que no dependen de la Carga</b>	<b>Pérdidas Típicas (%)</b>	<b>Factores que Afectan las Pérdidas</b>
Núcleo	15-25	Tipo y cantidad de material magnético
Fricción y Ventilación	5-15	Selección y diseño de ventiladores y rodamientos
<b>Pérdidas Función de la Carga</b>	<b>Pérdidas Típicas (%)</b>	<b>Factores que Afectan las Pérdidas</b>
Estator $I^2 R$	25-40	Calibre del conductor en el estator
Rotor $I^2 R$	15-25	Calibre del conductor en el rotor
Adicionales	20-20	Fabricación y métodos de diseño

Fuente: FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica)

# MOTORES ELÉCTRICOS

## FACTORES A TENER CUENTA PARA SU REMPLAZO

### Factores a evaluar

- Descripción completa del motor
- Horas de operación al año
- Eficiencia del motor
- Nivel de carga
- Par de arranque
- Información sobre reparaciones anteriores
- Características especiales eléctricas y mecánicas



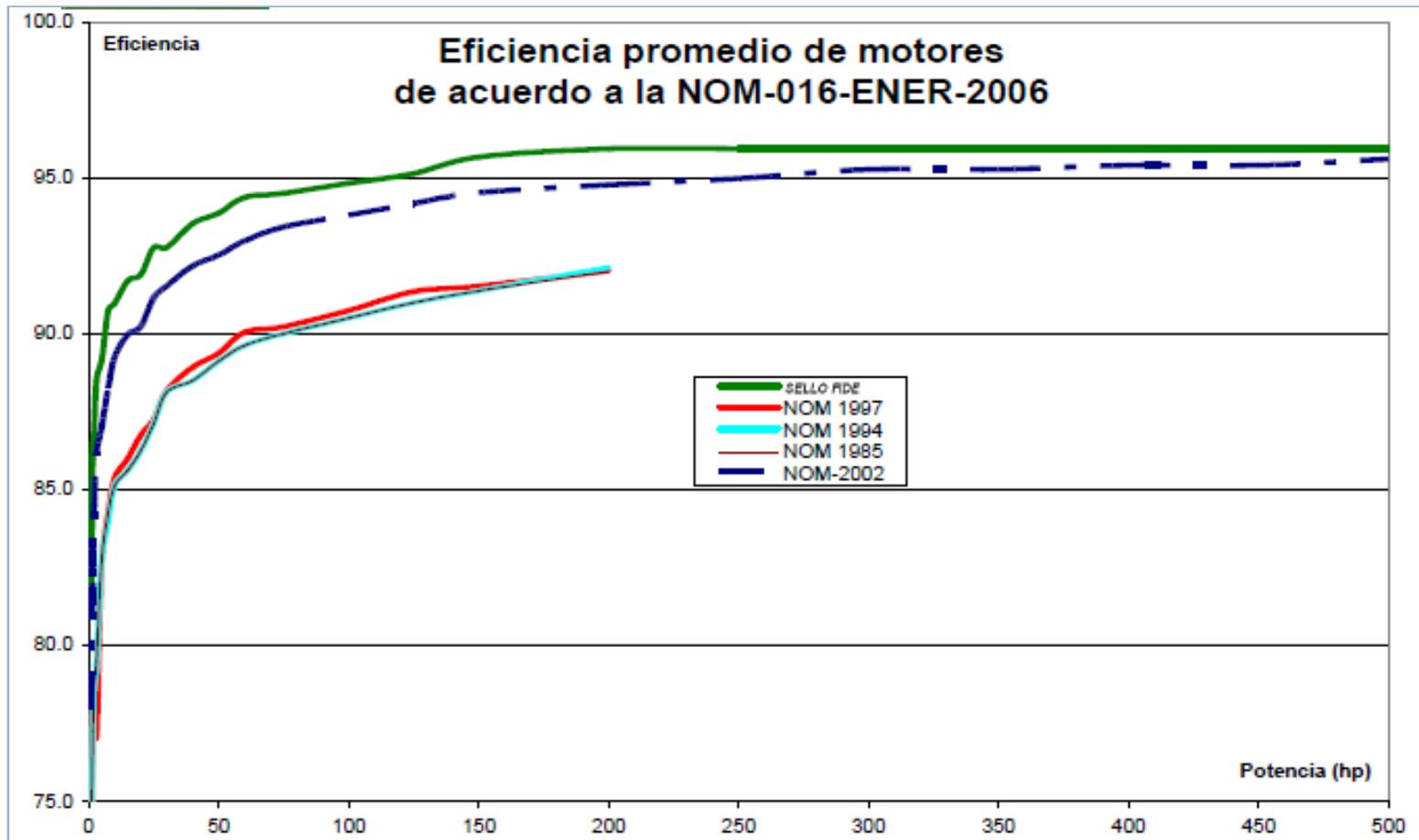
# MOTORES ELÉCTRICOS

## PERDIDAS DE ENERGÍA Y EFICIENCIAS

No dependientes de la carga	% de perdidas	Factores que influyen
Núcleo	15 a 25%	Tipo y calidad de material magnético
Fricción y ventilación	5 al 15%	Selección, diseño de ventiladores y rodamientos. .Entrehierro, tamaño de motor
En función del factor de carga	% de perdidas	
En el estator I <sup>2</sup> R	25 a 40%	Tamaño, tipo, calidad del conductor eléctrico en estator, % carga de trabajo
En el rotor I <sup>2</sup> R	15 a 25%	Tamaño, tipo, calidad del conductor eléctrico en rotor, % carga de trabajo
Adicionales	10 a 20%	Fabricación y métodos de diseño, tipo de armadura, calidad y tipo de laminaciones, proceso de fabricación

# MOTORES ELÉCTRICOS

## EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA EN MÉXICO



Fuente: FIDE

# MOTORES ELÉCTRICOS

## CASO PRACTICO COMPARATIVO

Situación	Estándar	Alta Eficiencia
Potencia del motor en hp	40	30 <sup>1</sup>
Factor de carga	45%	63%
Eficiencia	82%	93%
Potencia eléctrica demandada kW	18.18	16.03
Potencia mecánica entregada kW	14.91	14.91
Consumo de energía eléctrica	13,089.60	11,541.37
Costo de la demanda (US\$)	68.01	59.96
Costo por consumo (US\$)	366.06	322.76
Costo por ajuste en combustibles (US\$)	107.10	98.07
Costo mensual por energéticos (US\$)	541.17	477.15

Nota 1.- Se considera un motor de alta eficiencia de menor potencia debido al bajo factor de carga del motor de eficiencia estándar, con la misma potencia mecánica.

Ahorro mensual por sustitución (US\$)	64.01
Ahorro anual por sustitución (US\$)	768.10
Inversión aproximada (US\$)	1,221.82
Recuperación de la inversión en años	1.6

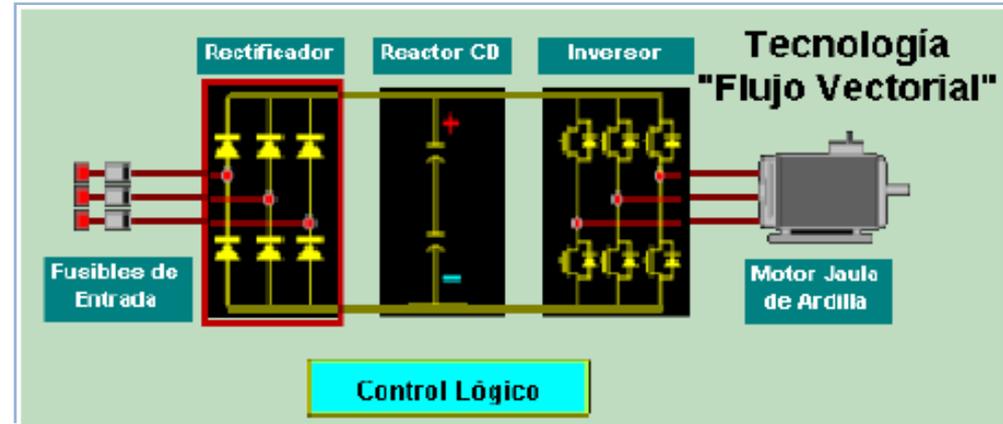
Fuente: FIDE

A map of Peru is shown with a vertical tear down the center. The tear reveals the Peruvian flag, which consists of three vertical stripes of red, white, and red, with the national coat of arms in the center of the white stripe. The map and flag are set against a white background with a blue wavy border at the top and bottom.

# CONVERTIDORES DE FRECUENCIA VARIABLE

# CONVERTIDOR DE FRECUENCIA VARIABLES (VARIADOR ELECTRÓNICO DE VELOCIDAD)

- El CFV es un sistema de control electrónico para el motor de inducción tipo jaula de ardilla de corriente alterna
- Es el único control que suministra la potencia, el torque y permite la variación de velocidad del motor sin ningún accesorio extra entre el motor y la carga
- Convierte voltaje y frecuencia en voltaje y frecuencia variables.
- Primero la corriente alterna es rectificadada y convertida a corriente continua.
- Después la invierte y vuelve a entregar de forma de corriente alterna pero con frecuencia y voltajes variables



# CONVERTIDOR DE FRECUENCIA VARIABLES (VENTAJAS)

1. Variación continua de velocidad con precisión de excelencia
2. Rampas de aceleración y frenado que mejoran el funcionamiento de las maquinas alargan la vida de los componentes mecánicos
3. Arranque suave con torque requerido
4. Control de sentido de giro
5. Control del par motor
6. Es posible controlar y/o sincronizar varios motores en línea de proceso de producción continua y coordinada
7. Múltiples aplicaciones
8. Contribuyen en la mejora tecnológica y automatización de los procesos de producción



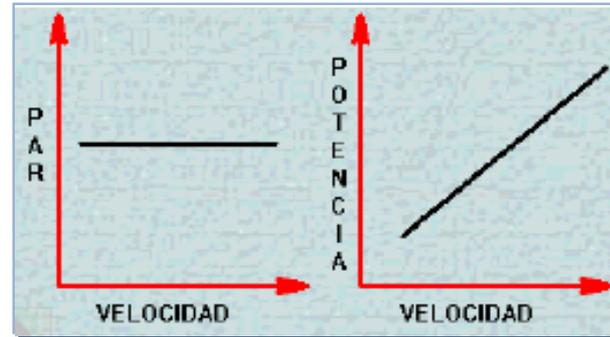
*Fuente: Ing. Alfredo Aguilar (México)*

# CONVERTIDOR DE FRECUENCIA VARIABLES (TIPOS DE CARGA)

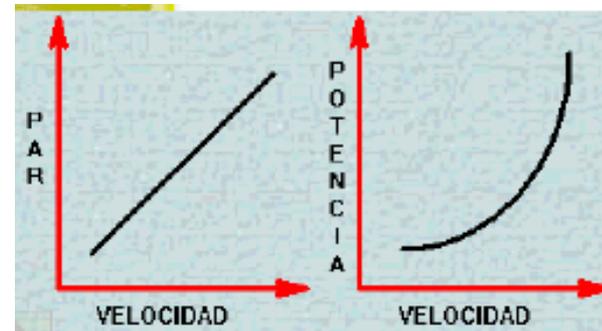
1. **Ley lineal.**- la potencia varia linealmente con la velocidad

Son carga de torque constante tales como:

- Compresoras reciprocantes
- Bombas y compresoras de desplazamiento positivo
- Fajas transportadoras

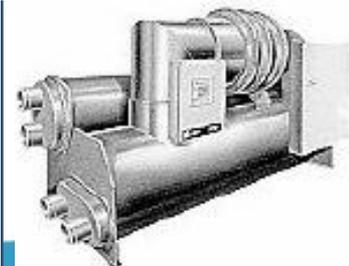
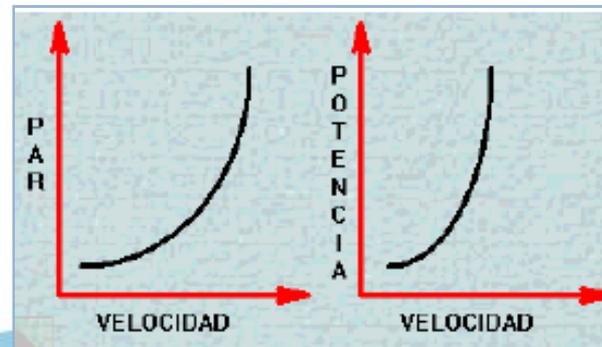


2. **Ley cuadrática.**- torque lineal proporcional a la velocidad. Potencia en función cuadrática de la velocidad



3. **Ley cúbica.**- cubre muchas aplicaciones, por ejemplo, las cargas asociadas a equipos centrífugos, tales como:

- Bombas
- Ventiladores
- Compresores
- Mezcladores



Fuente: Ing. Alfredo Aguilar (Mexico)

# CONVERTIDOR DE FRECUENCIA VARIABLES (APLICACIONES)

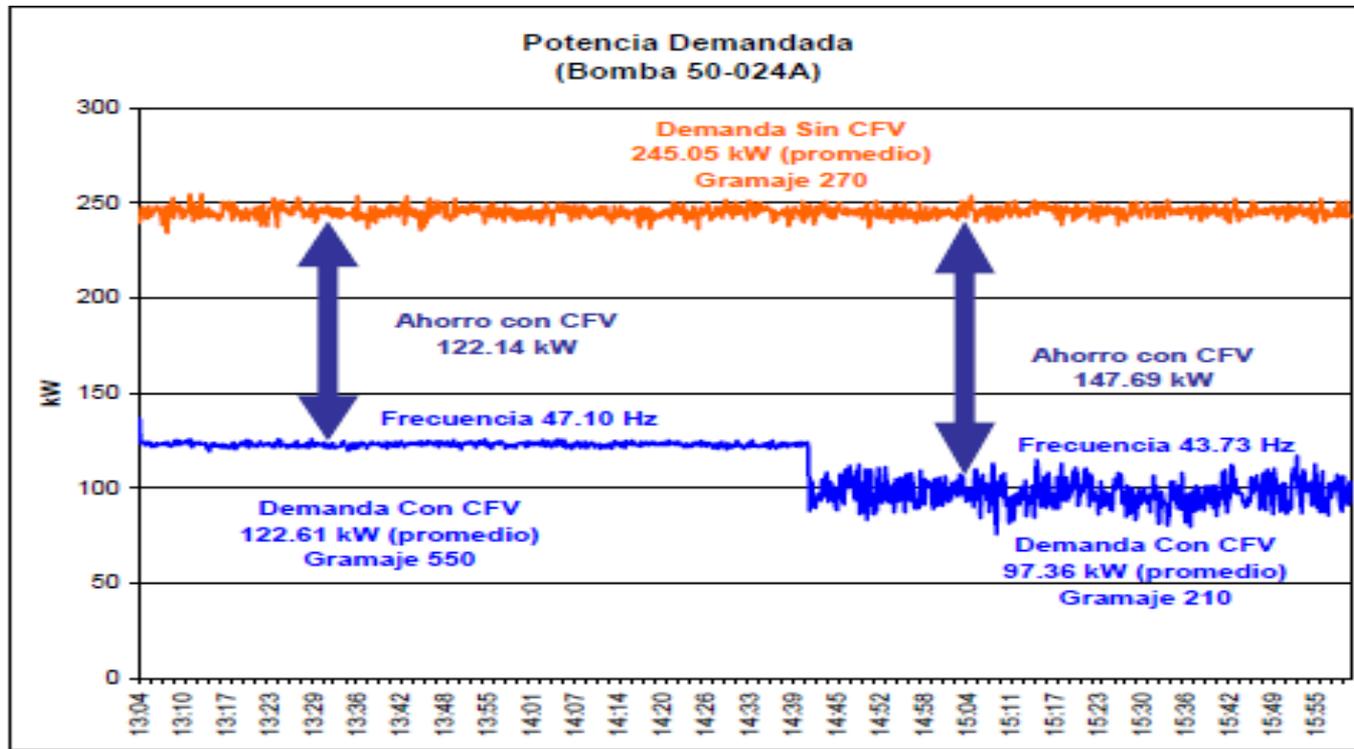
- Fabricas de papel
- Película plástica
- Rollos de lamina metálica
- Enrolladores y des enrolladores
- Inyectores, extrusores
- Molinos
- Fajas transportadoras
- Maquinas de empaque
- Bombas
- Ventiladores
- Industrias químicas alimentarias



*Fuente: Ing. Alfredo Aguilar (México)*

# CONVERTIDOR DE FRECUENCIA VARIABLES (CASO VENTILADOR DE CALDERA)

- De una demanda promedio de 36.61 kW se logro reducir a una demanda de 6.16 kW (frecuencia de trabajo de 21 Hz), permitiendo un ahorro de al menos 30.45 kW que representa una reducción den la demanda de 80%.
- Anteriormente se controlaba el flujo de aire cerrando las compuertas



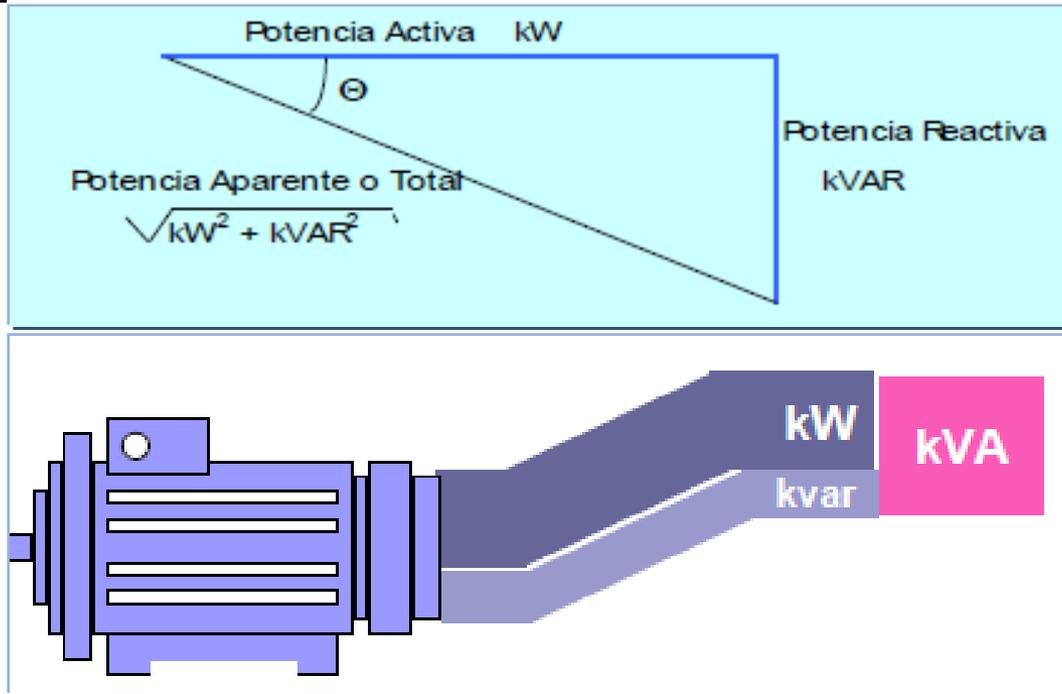
Fuente: Ing. Alfredo Aguilar (México)

A map of Peru is centered on the slide, filled with the colors of the Peruvian flag: red on the left and right, and white in the center. The national coat of arms is superimposed on the white section of the map.

# EFICIENCIA ENERGÉTICA VÍA FACTOR DE POTENCIA

# FACTOR DE POTENCIA

- Técnicamente se define como el Angulo resultante del cociente de la potencia activa entre la potencia reactiva.



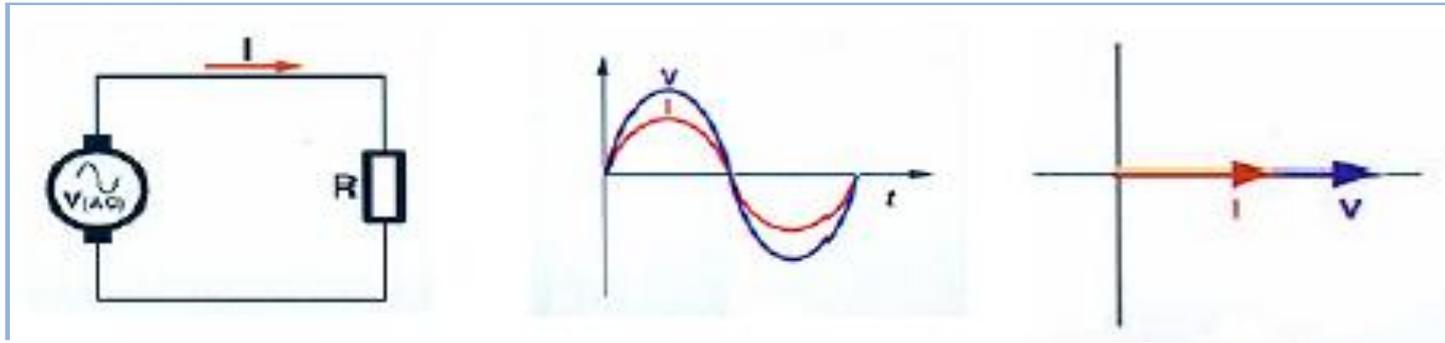
# FACTOR DE POTENCIA

Podemos también definirlo mas técnicamente como el desfaseamiento entre el voltaje u la corriente y explicarlo para los tres tipo de cargas que existen:

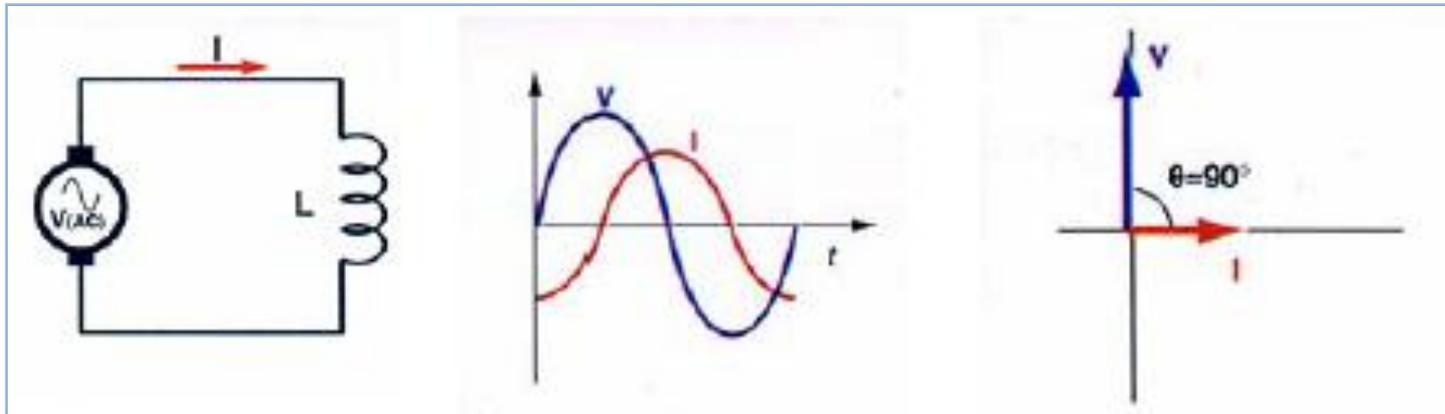
- **Carga Resistiva:** Donde la corriente y l la tensión van en fase.
- **Carga Inductiva:** Donde la corriente va atrasada con respecto al voltaje un ángulo de  $90^\circ$ .
- **Carga Capacitiva:** Donde la corriente va delante con respecto al voltaje un ángulo de  $90^\circ$ .

# FACTOR DE POTENCIA

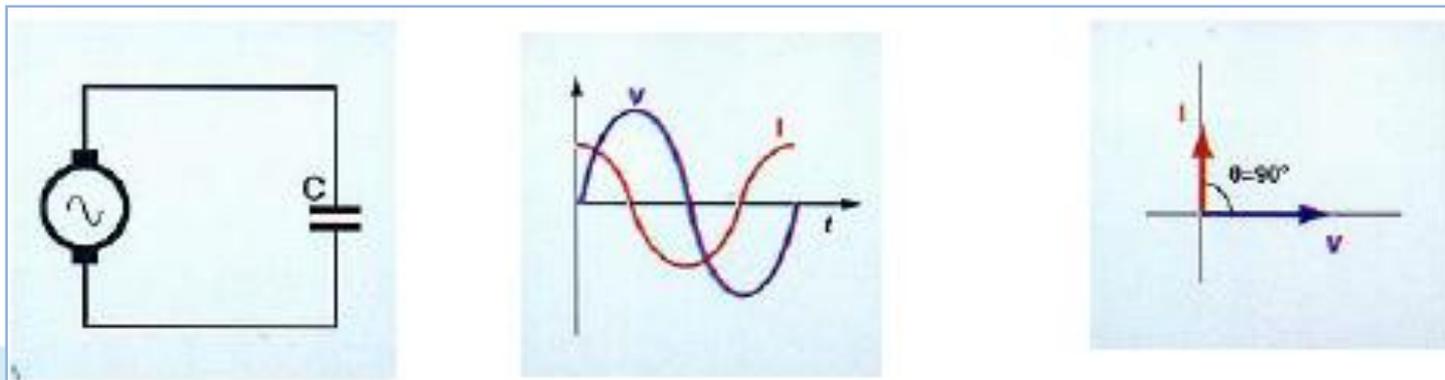
## Carga Resistiva



## Carga Inductiva



## Carga Capacitiva



# FACTOR DE POTENCIA PROBLEMAS

- En la gran mayoría de industrias, tanto los motores como los transformadores están sobredimensionados, ya sea por necesidad, como el caso de molinos, donde se requiere un alto par de arranque; fajas transportadoras que trabajan a diferentes capacidades de carga, variaciones de carga en hoteles, etc.

# FACTOR DE POTENCIA

## COMO CORREGIR SUS PROBLEMAS

- Utilizando motores síncronos
  - Los motores síncronos trabajan sobreexcitado, tiene la característica de proporcionar KVAR capacitivos al sistema. El inconveniente es que no se pueden aplicar en la mayoría de procesos por sus condiciones especiales de operación, su costo elevado y mantenimiento
- Utilizando condensadores síncronos
  - Exclusivo para corregir el factor de potencia, por su alto costo lo usan las grandes empresas
- Utilizando capacitores

# FACTOR DE POTENCIA

## BENEFICIOS DE SU CORRECCIÓN

- Reducir las pérdidas por efecto joules (calentamiento) en los sistemas de generación, transmisión y distribución
- Mejora de la regulación de voltaje en los equipos y sistemas asociados
- Incremento de la capacidad de carga de transformadores y líneas de transmisión de potencia
- Eliminación de la penalidad por alto consumo de energía reactiva

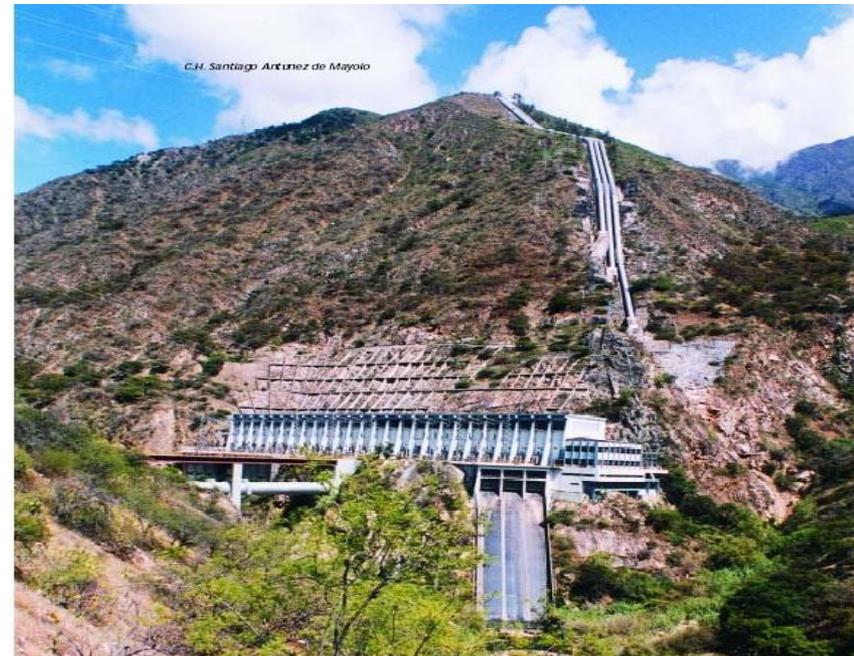
# Los Diagnósticos Energéticos Metodología

# CONTENIDO

- 1. OBJETIVOS**
- 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS**
- 3. VISITA TECNICA A LA PLANTA Y RECOJO DE INFORMACION**
- 4. MEDICIONES Y EVALUACIONES**
- 5. CALCULOS DE CONSUMOS Y COSTOS DE LA ENERGIA**
- 6. EVALUACION E IDENTIFICACION DE MEJORAS ENERGETICAS**
- 7. ESTRUCTURA DEL INFORME TECNICO**
- 8. IMPLEMENTACION Y SOSTENIMIENTO DE CORRECTIVOS**

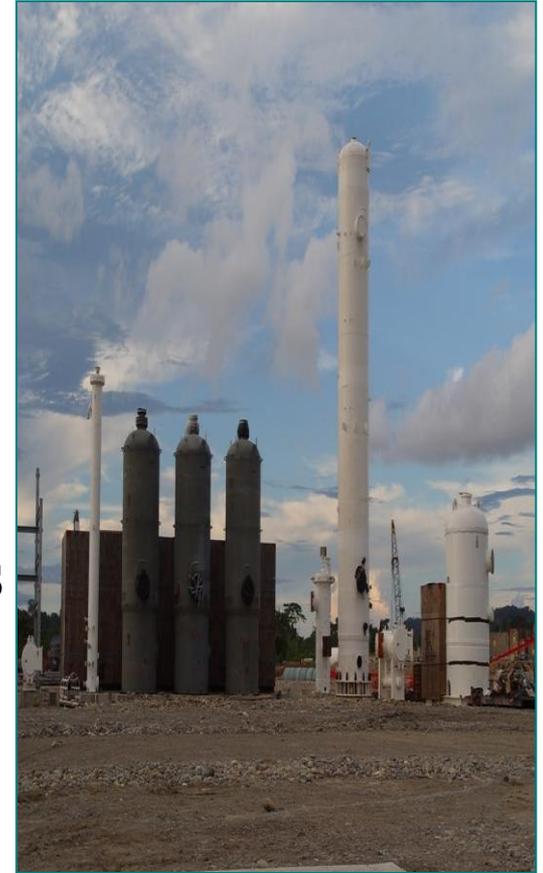
# 1. OBJETIVOS

- **Cuantificar el uso de la energía, con detalles suficientes para localizar pérdidas.**
- **Identificar proyectos y mejoras para ahorrar energía y costos.**



## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

- a) Conocimientos de temas energéticos**
- b) Conocimiento del proceso a analizar**
- c) Conocimiento de los equipos y accesorios**
- d) Conocimiento de las fuentes energéticas**



# Eficiencia térmicas en calderas industriales

**EFICIENCIA 90%**

- Nivel de mantenimiento
- Relación aire combustible
- Recuperadores de calor
- Diseño original



# Eficiencia térmicas en secadores industriales

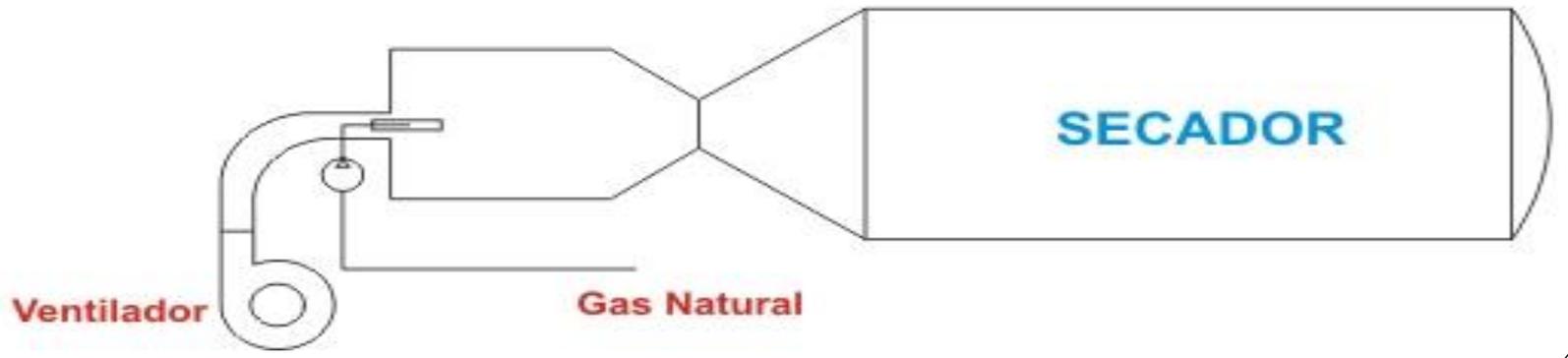
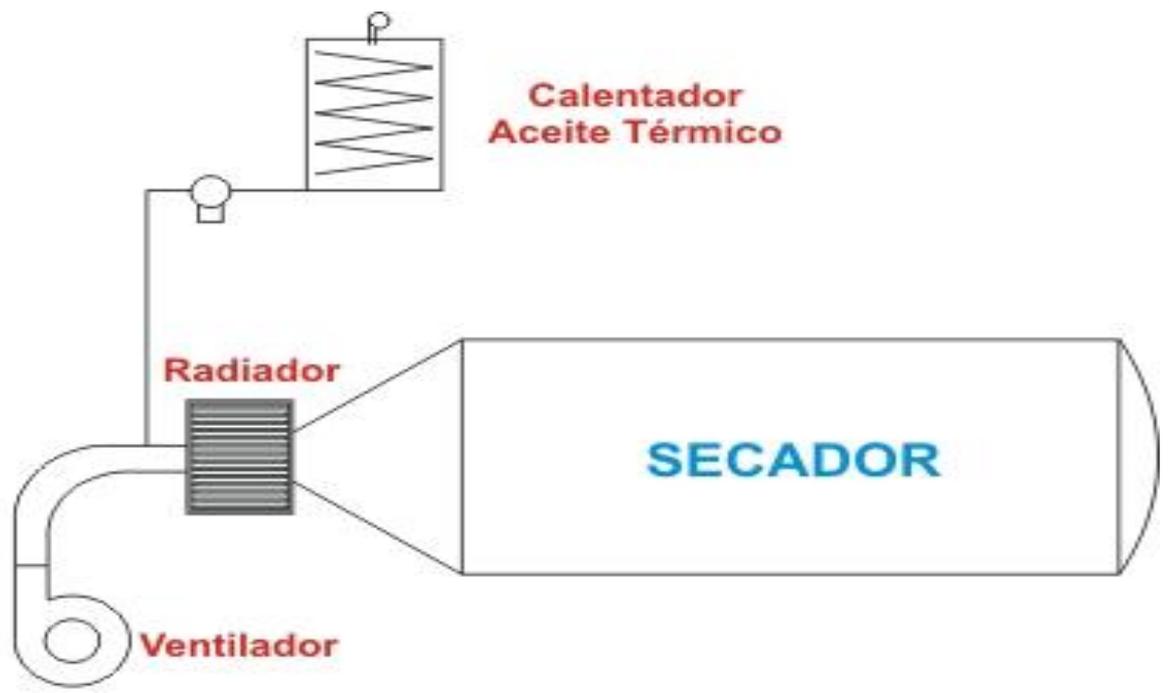
**EFICIENCIA 45 a 85%**

- Nivel de mantenimiento
- Tipo de tecnología (fuego directo o indirecto)
- Relación aire combustible
- Recuperadores de calor
- Diseño original



**TQ Diesel 2**

**TQ Residual 6**



# Quemador de Petr3leo del Secador



# Cámara de Combustión a Gas



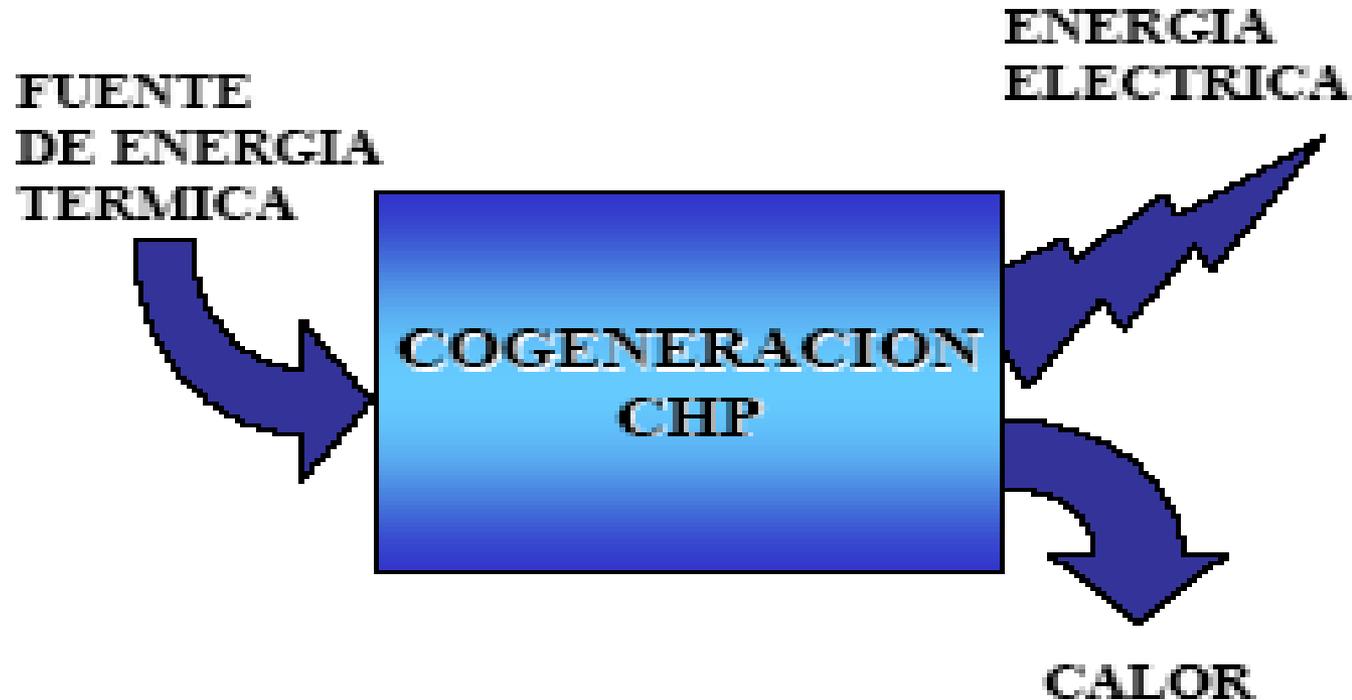
# Eficiencia térmicas en motores de combustión interna

**EFICIENCIA 30%**

- Nivel de mantenimiento
- Tipo de tecnología
- Refrigeración en exceso
- Nivel de revoluciones
- Forma de conducción



# COGENERACION



- Es la producción simultánea de energía mecánica y térmica, ambas generadas, a partir de una sola fuente de energía primaria.

### **3. VISITA TECNICA A LA PLANTA Y RECOJO DE INFORMACION**

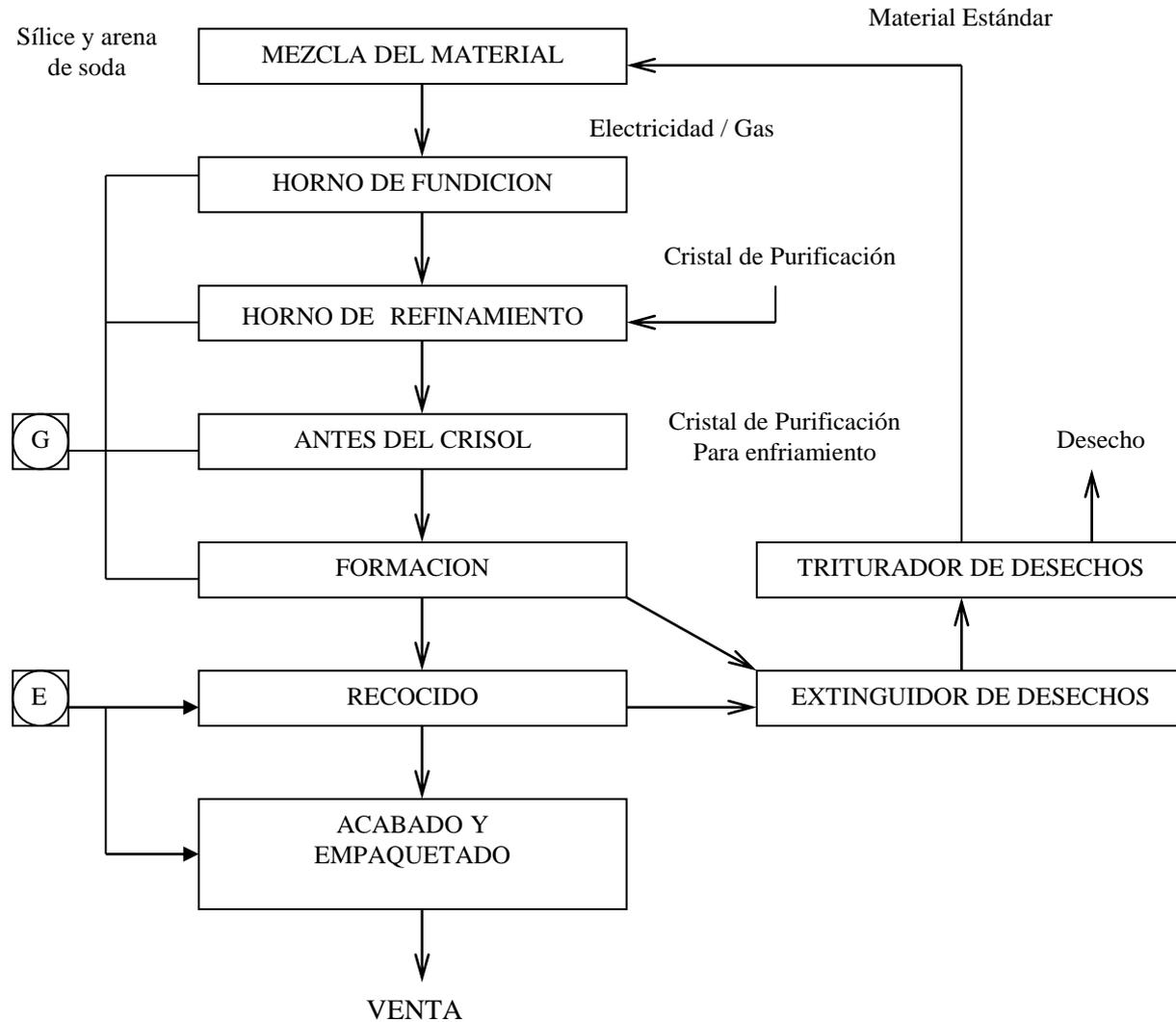
- a) Recorrido de las áreas de la planta**
- b) Conocimiento del proceso a analizar**
- c) Información de fuentes primarias**
  - Entrevista con responsable**
  - Entrevista con operadores**
  - Levantamiento de información (ficha)**
- d) Información de fuentes secundarias**
  - Estudios anteriores**
  - Facturación energética**

# CONSUMOS: ELECTRICIDAD/COMBUSTIBLES

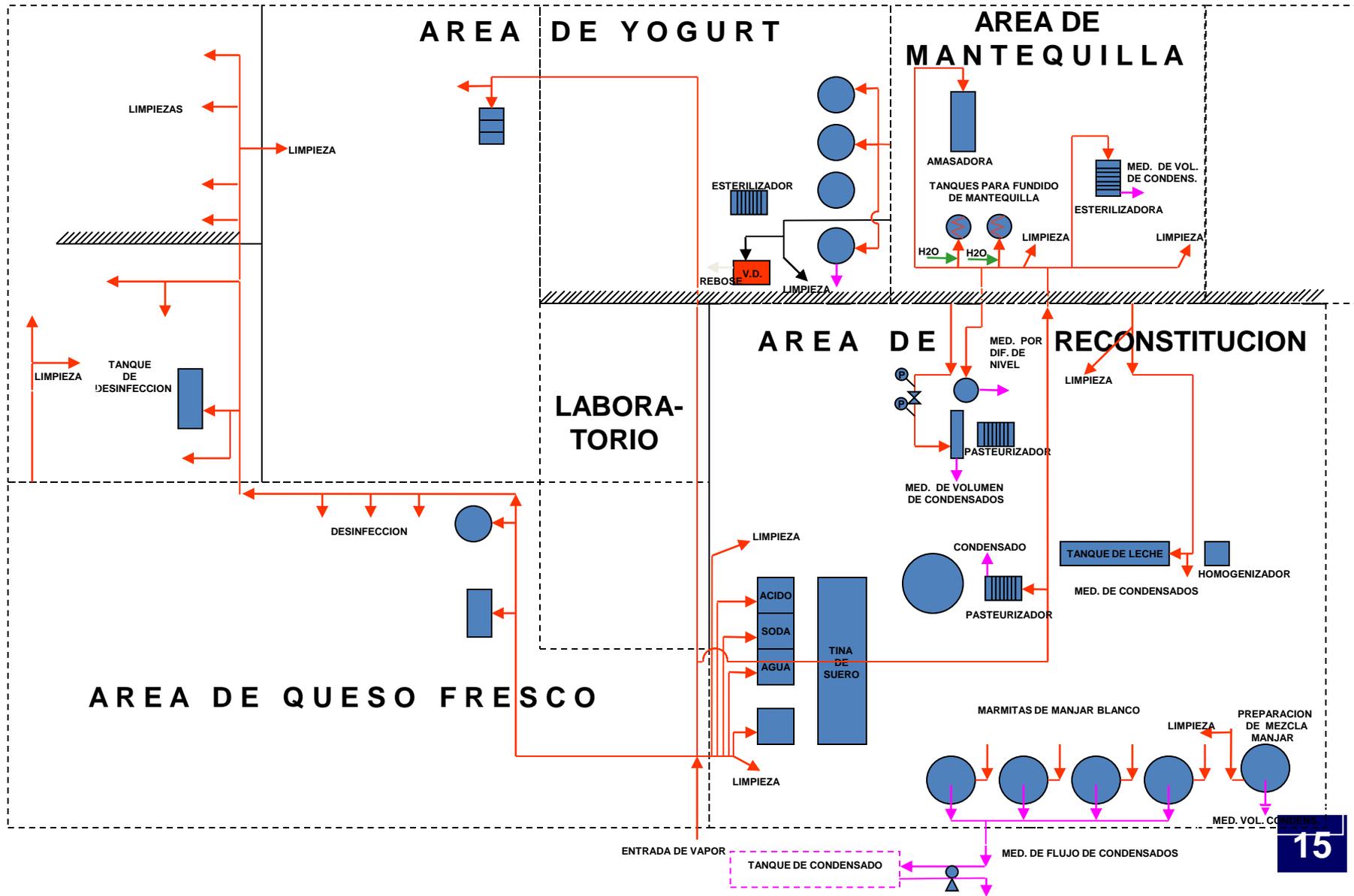
Meses	Combustibles					
	Electr. (kWh)	Nat.Gas (m3)	Diesel (Gal)	Residual (Gal)	GLP (kg)	Carbón (kg)
<b>Enero-99</b>	539066	0	50300	164000	2300	0
<b>Febrero-99</b>	995210	0	312000	1041300	34556	2900863
<b>Marzo-99</b>	999300	0	320000	1003000	32000	2908000
<b>Abril-99</b>	995777	0	321900	1034000	31000	2800001
<b>Mayo-99</b>	980000	0	430000	1034299	33000	2999076
<b>Junio-99</b>	897656	163049	324577	3245678	23124	3245678
<b>Julio-99</b>	789654	231209	456890	6789098	31243	5346765
<b>Agosto-99</b>	975698	326590	334523	3256757	43565	3425679
<b>Setiembre-99</b>	908675	538906	432578	4235687	32456	2342567
<b>Octubre-99</b>	567490	783658	432567	5467349	54634	4356758
<b>Noviembre-99</b>	765897	459045	232341	5267498	34256	2315678
<b>Diciembre-99</b>	876854	438900	422366	3125678	45635	4237897
<b>TOTAL</b>	<b>9752211</b>	<b>2941357</b>	<b>4070042</b>	<b>35664344</b>	<b>397769</b>	<b>36878962</b>

**Gráficamente se obtiene también información útil**

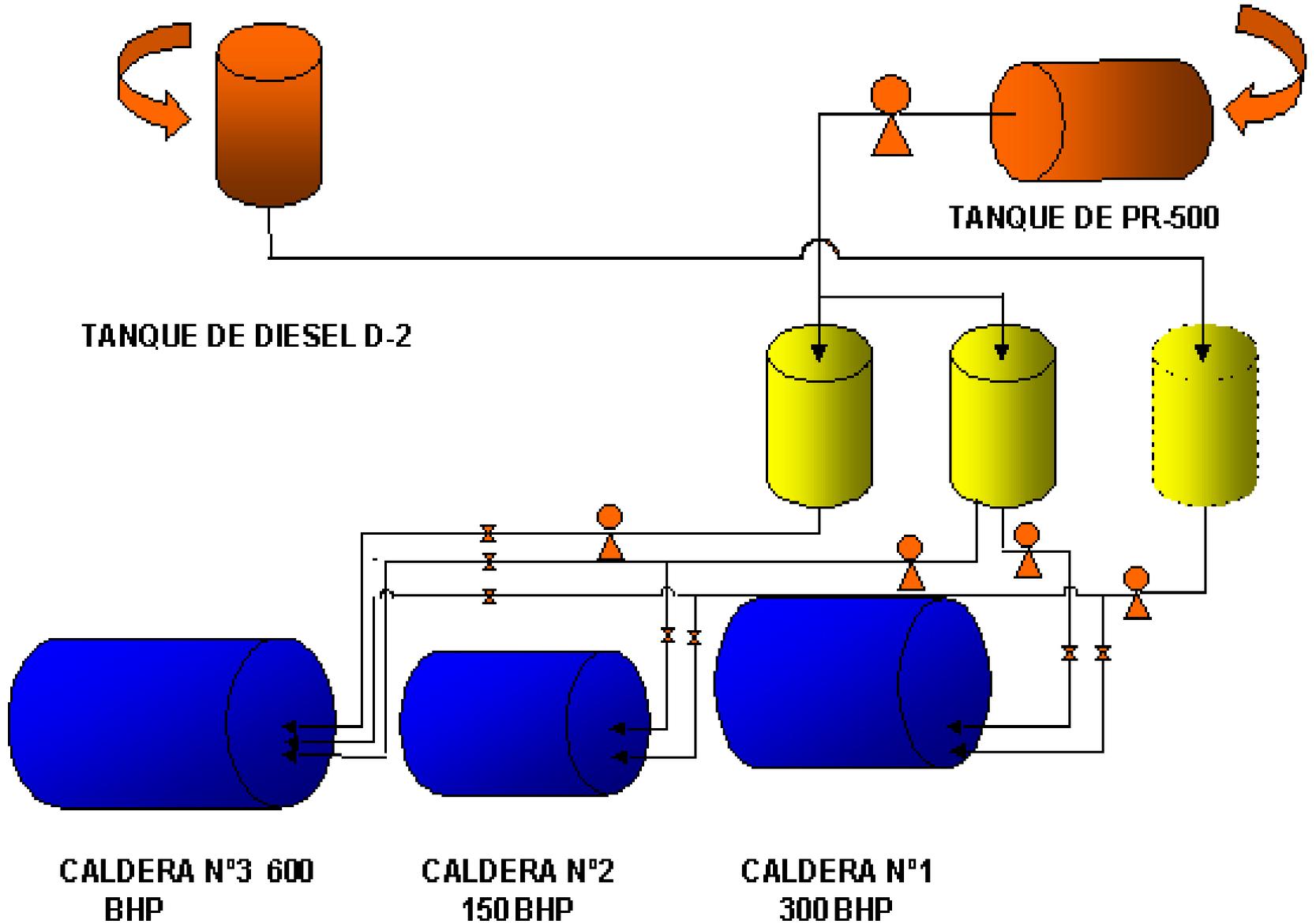
# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



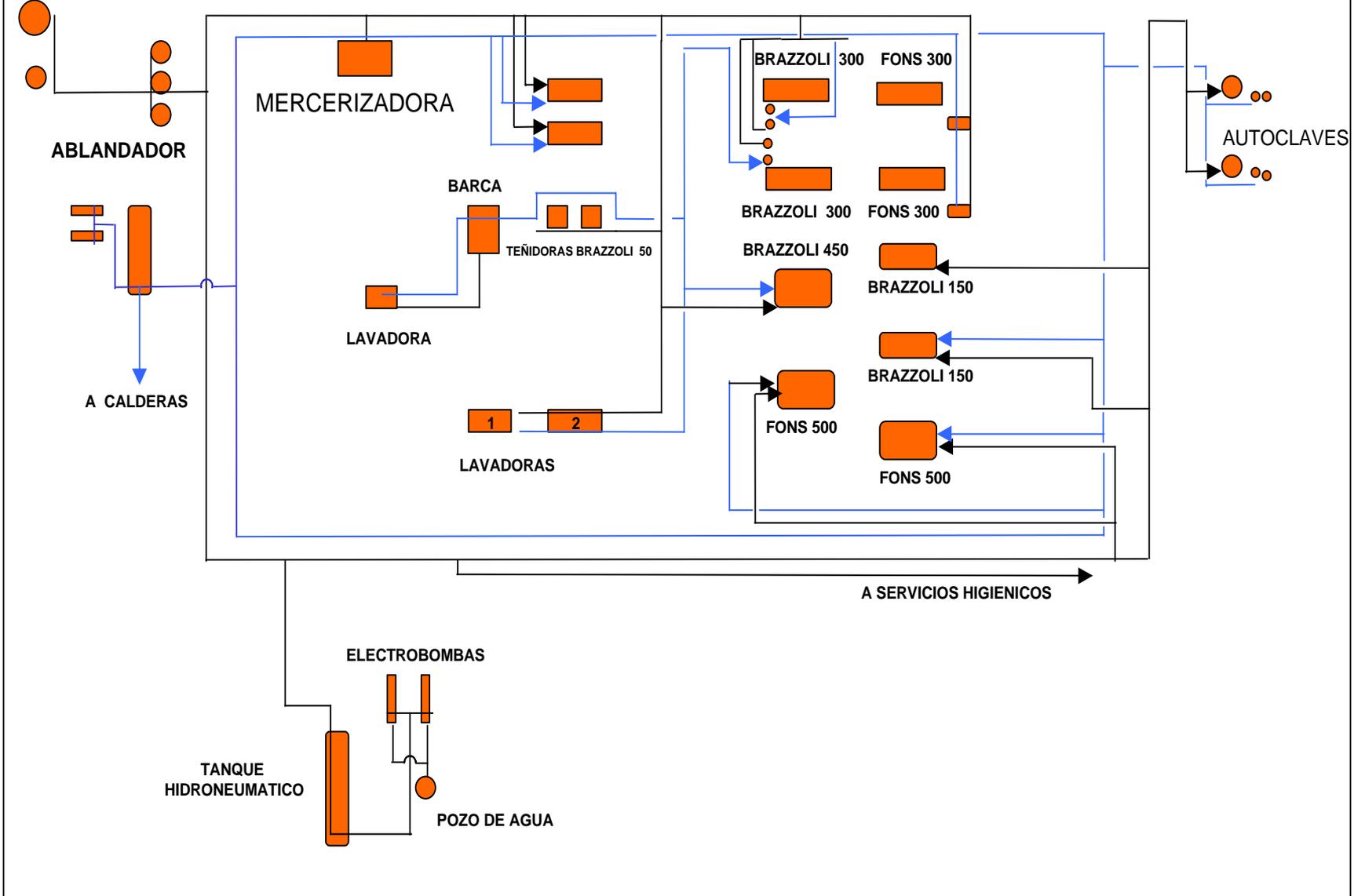
# RED DE VAPOR Y CONDENSADOS PLANTA DE LACTEOS



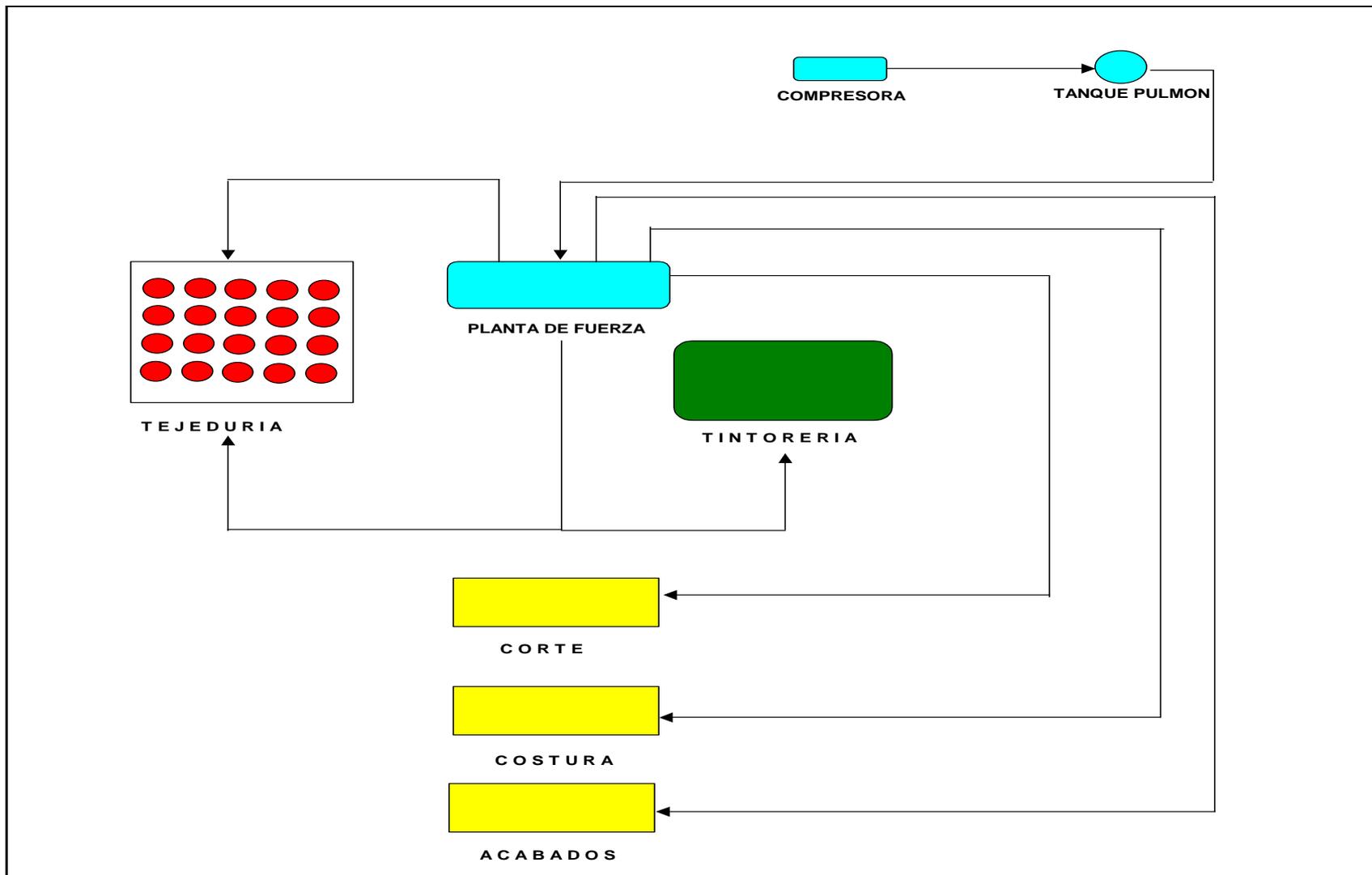
# DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE PR-500



# DISTRIBUCION DE AGUA DURA Y BLANDA



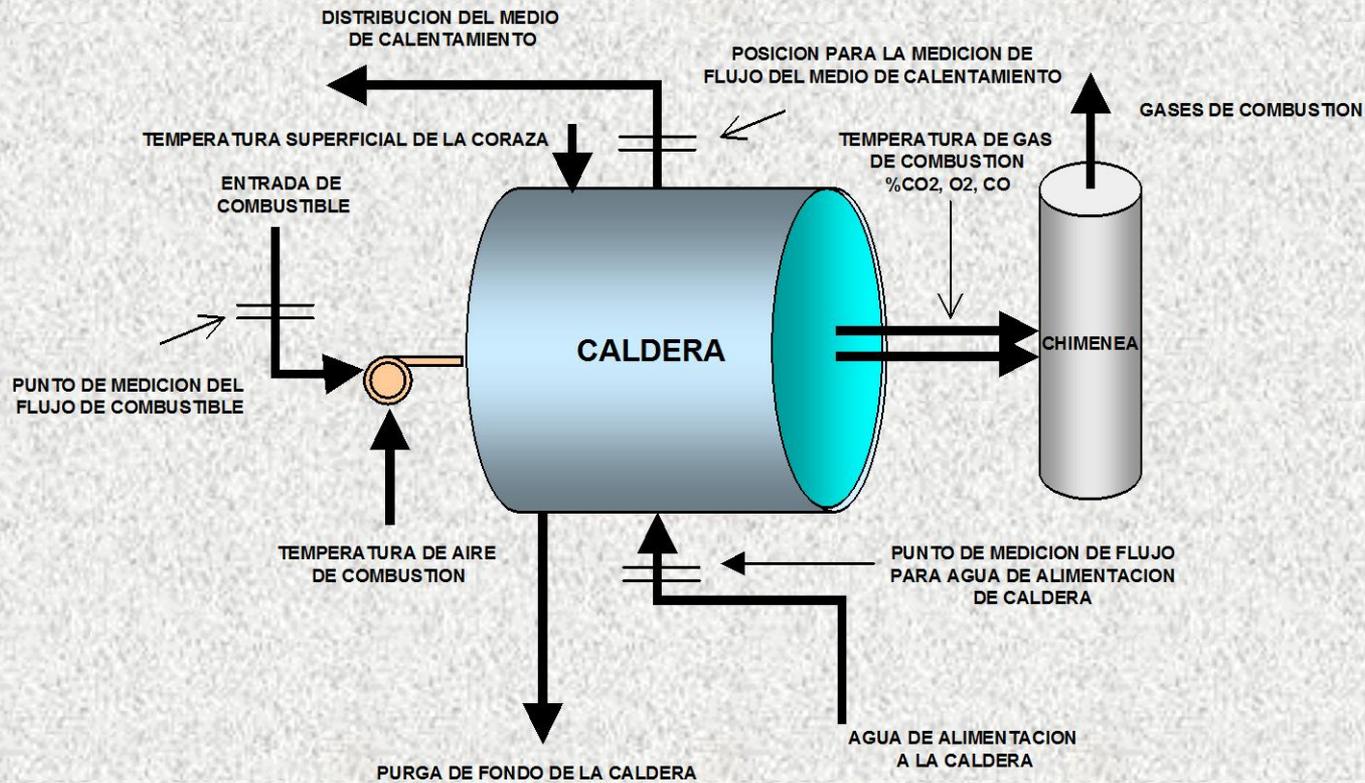
# DISTRIBUCION DE AIRE COMPRIMIDO



## 4. MEDICIONES Y EVALUACIONES

Si usted no puede medir, usted no puede controlar, entonces no conseguirá administrar los energeticos

# PRINCIPALES PUNTOS DE MEDICION EN CALDERAS



# CONTROL DEL EXCESO DE AIRE

- Analizador de gases (O<sub>2</sub>, CO, temperatura)
- Opacímetro (Indice Bacharach 0 a 9).



# MEDIDORES DE ELECTRICIDAD



**ET-4858**

## **Alicate Wattímetro**

Instrumento digital portátil, próprio para medidas de potência (W) e energia (kWh) monofásica ou trifásica, de acordo com a categoria II de segurança, True RMS, com congelamento da leitura, registro de MAX/MIN, auto desligamento, LCD duplo de 4 dígitos para potência ou 5 dígitos para energia. Realiza medidas de potência ativa, reativa e ...

[Clique aqui e veja mais detalhes:](#)



**MDT-22440**

## **Tacômetro Digital**

Instrumento digital portátil, com LCD de 5 dígitos, precisão básica de 0.05%+1D e registro de máximo, mínimo e leitura atual e mudança de taxa automática. Realiza medidas de RPM por meio foto-eletrônico. Inclui como acessórios as fitas refletoras.

[Clique aqui e veja mais detalhes:](#)



Registrador  
Microprocessado



Transformadores



Banco de condensadores



Sistema de telemedicoin

# 5. CALCULOS DE CONSUMO Y COSTOS DE LA ENERGIA

## Objetivos :

- \* **Fijar el panorama**
- \* **Priorizar los trabajos**
- \* **Identificar para cada energético los usuarios más importantes en términos de:**
  - **Costos**
  - **Consumos**
- \* **Identificar las deficiencias energéticas de los usuarios mayoritarios.**

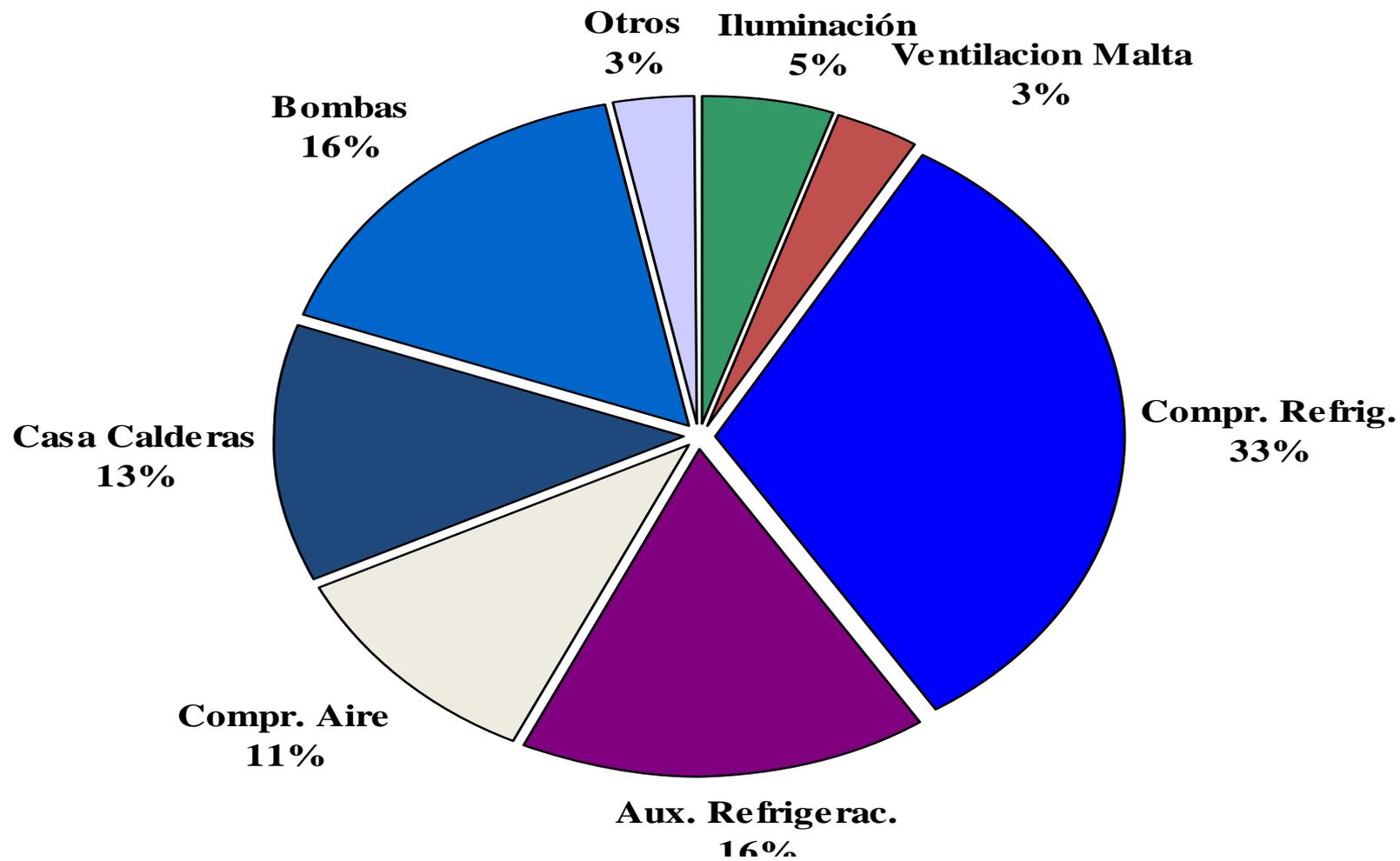


# PROPORCION DE USO ENTRE ENERGETICOS Y COSTOS

<b>Combustible</b>	<b>Energía (%)</b>	<b>Costo (%)</b>
<b>Electricidad</b>	<b>35.7</b>	<b>63.7</b>
<b>Combustibles</b>	<b>35.9</b>	<b>15.4</b>
<b>.....</b>	<b>.....</b>	<b>.....</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Muestran los niveles de consumo de los diferentes energéticos y sus costos relacionados**

# ANÁLISIS DEL USO ENERGÉTICO EN UNA CERVECERIA



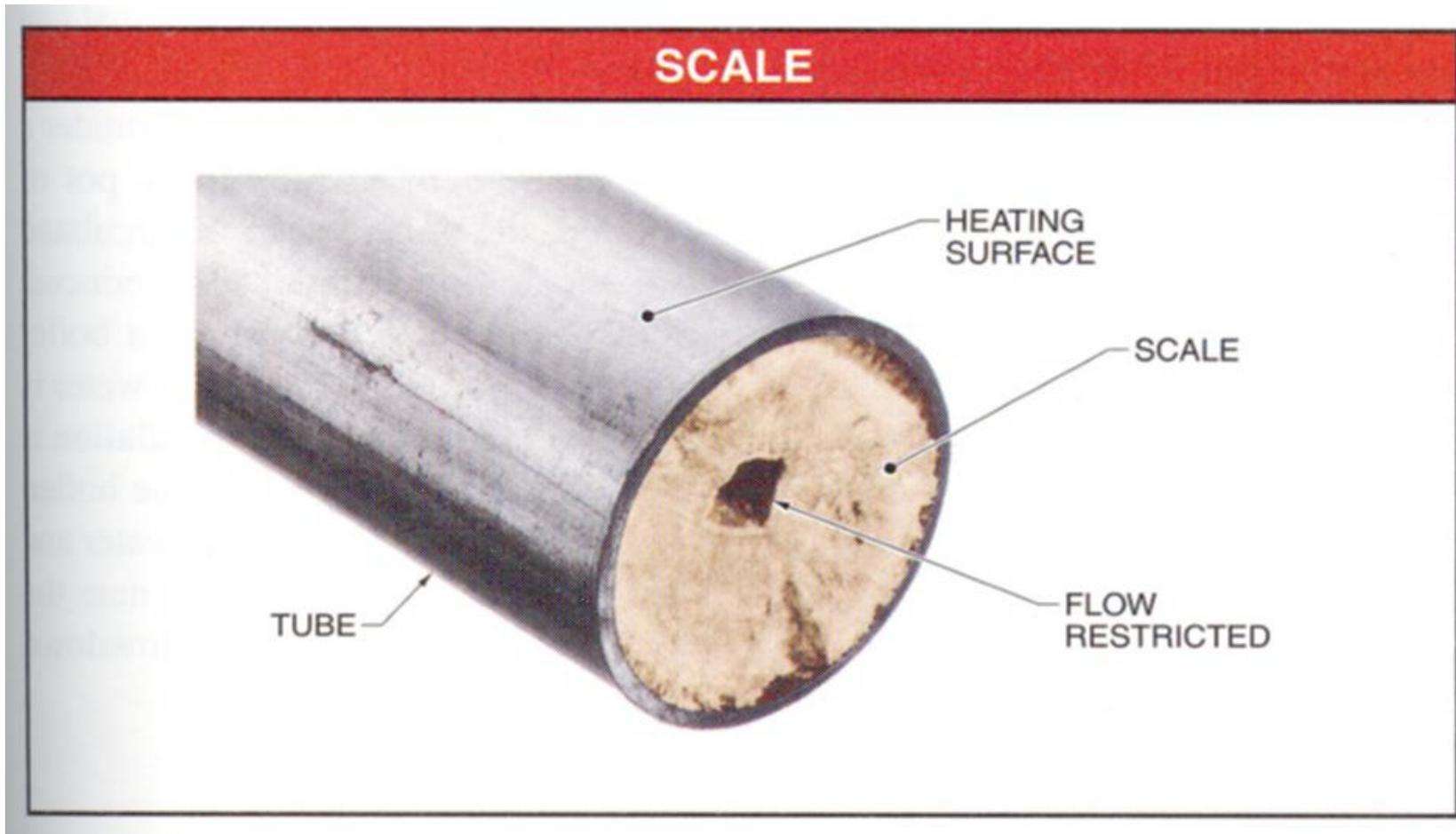
## 6. EVALUACION E IDENTIFICACION DE MEJORAS ENERGETICAS

Objetivos:

- Identificar usos inapropiados
- Areas de derroche energéticos
- Bajas eficiencias de conversión (calderas, compresoras, motores etc.)
- Identificar mejoras y formular proyectos



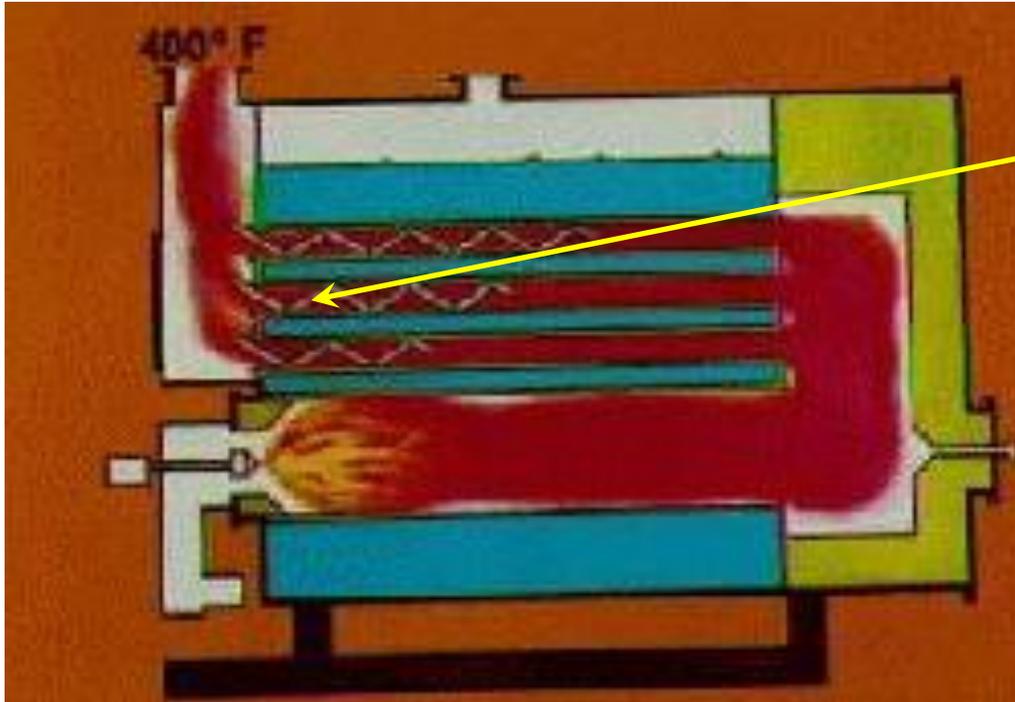
# LIMPIAR LOS TUBOS DE LA CALDERA



# USAR ECONOMIZADOR

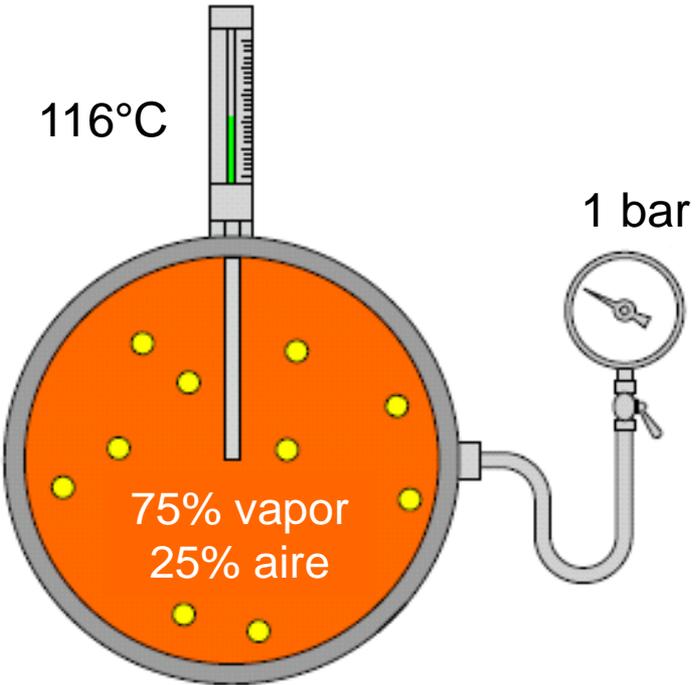
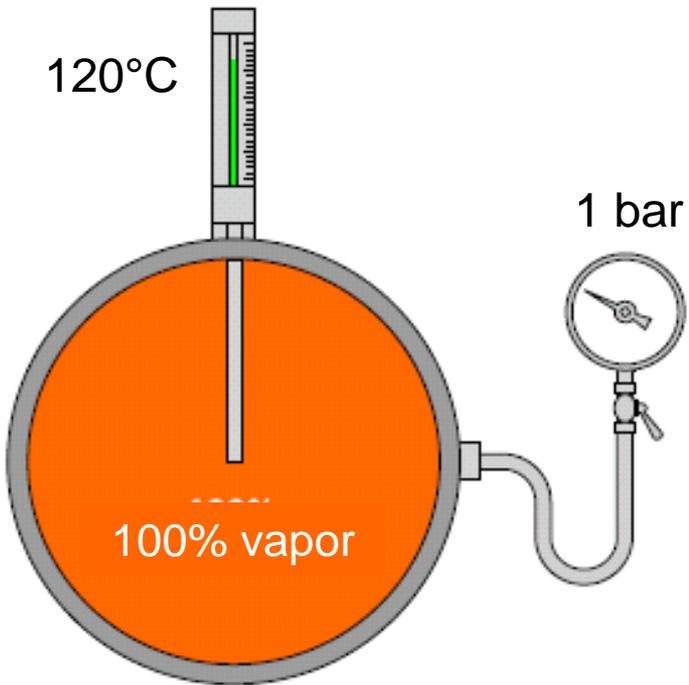


# USAR TORBELLINADORES

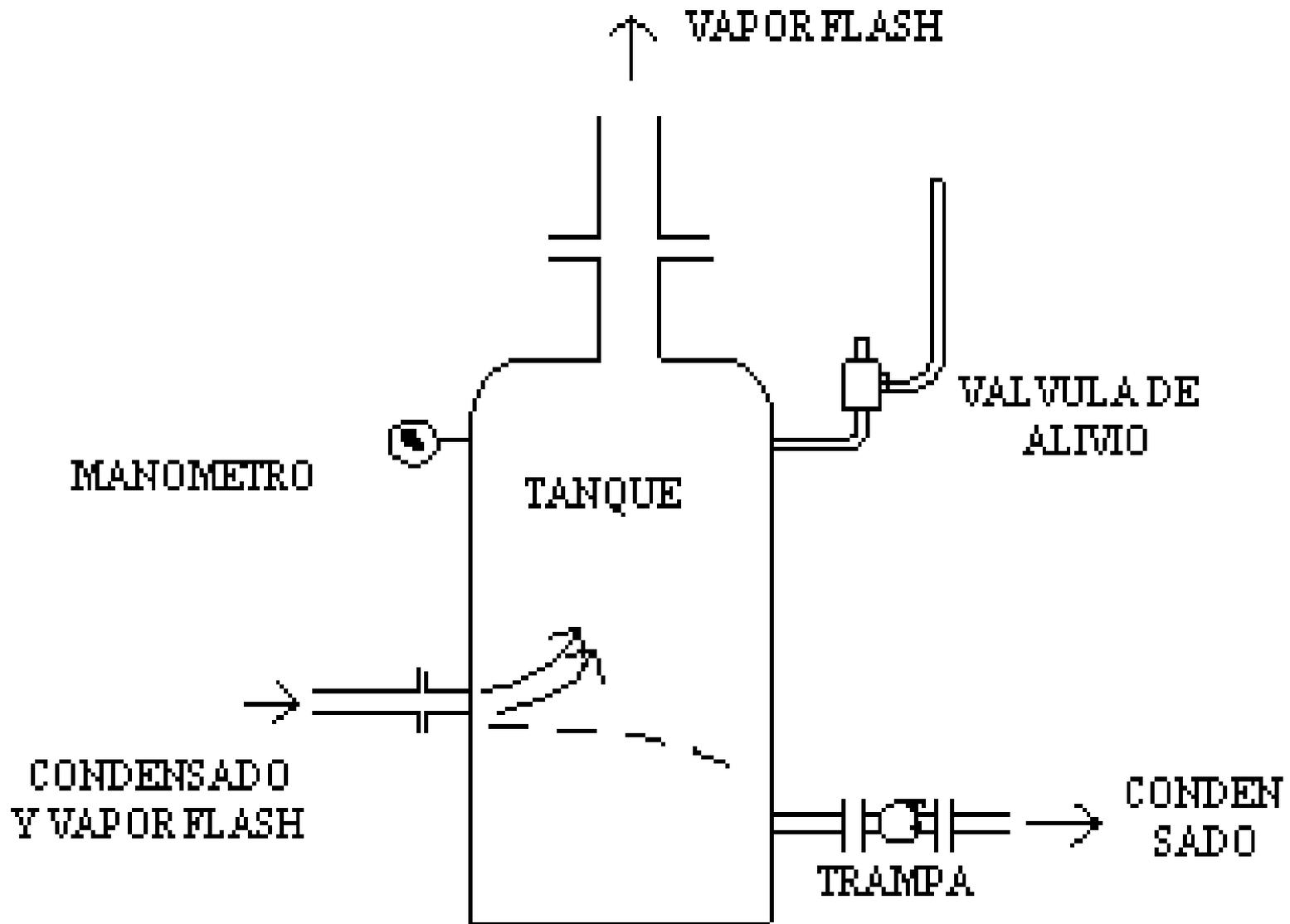


Torbellinador

# ELIMINAR AIRE DE LA LINEA, CHAQUETAS Y SERPENTINES

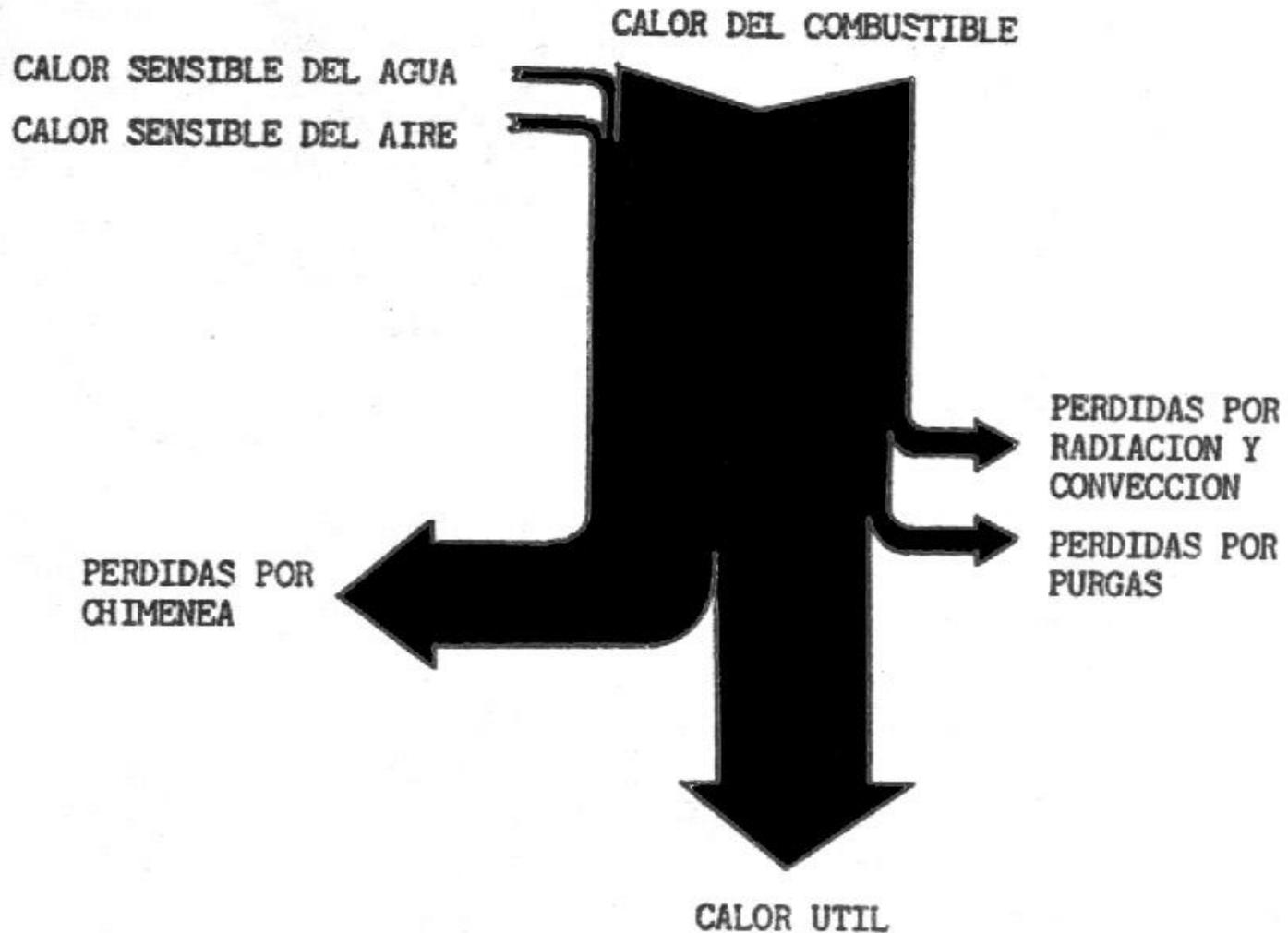


# USAR TANQUE DE SEPARACION DE VAPOR FLASH



# DIAGRAMA DE SANKEY

## SIN RECUPERACION DE CALOR



# CON RECUPERACION DE CALOR

CALOR DEL COMBUSTIBLE

CALOR SENSIBLE  
DEL AGUA

CALOR SENS.  
DEL AIRE

ECONOMIZADOR

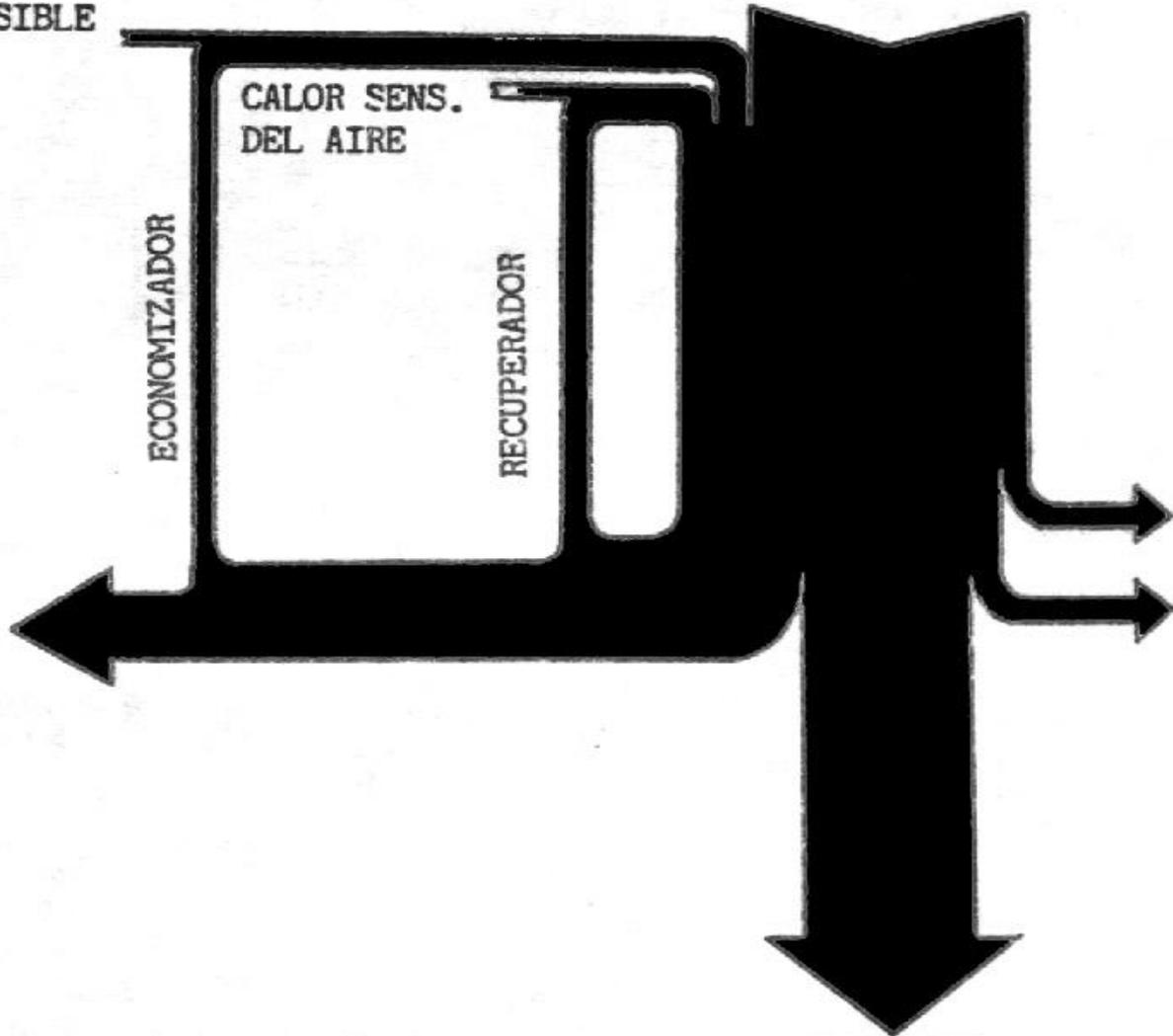
RECUPERADOR

PERDIDAS POR  
CHIMENEA

PERDIDAS POR  
RADIACION Y  
CONVECCION

PERDIDAS POR  
PURGAS

CALOR UTIL



# LISTADO DE MEJORAS

PLANTA / AREA	UBICACIÓN	CAL REC (kcal/h)
Reconstitución		
A. Obturar las fugas de revaporizado del tanque de condensados (5 penachos de 10 cm).	Tanque subterráneo	13180
B. Aislar 8 m de línea de retorno de condensados D=1"	Area de manjar blanco	365,3
C. Aislar el tanque de recepción de condensados	Zona de tratamiento de agua	11980,8
D. Recubrir 30 m de línea de vapor de D= 11/2"	Zona de almacenamiento de leche	7500
E. Tapar orificio de 2 mm que genera un penacho de 25 cm de largo	Zona tanque de calentamiento soda	2636
F. Cambiar los tramos de aislamiento de líneas de frío en mal estado (abiertas)	Techo de la planta	
G. Aislar los tramos de líneas de vapor de 1" de diámetro descubiertas	Techo de la planta	2500
H. Cubrir tanque de preparación de leche		21862,4
I. Aislar tanque rojo de calentamiento de agua	Producción de yogurt	3328
J. Recubrir 60 m de línea de vapor de D= 11/2"	Techo lacteos	4483,6
Mantequilla		
A. Aislar 5 m de línea de vapor descubierta, D= 1/2"	Esterilizadora de mantequilla	700
B. Reparar la fuga de mantequilla por la línea de condensado	Esterilizadora de mantequilla	
Queso fundido		
A. Reparar la fuga de vapor, penacho de 20 cm.	Fundidora de queso. Línea de vapor	2636

<p>Cárnicos-</p> <p><b>A. Reparar la fuga continua de vapor y condensado por puerta derecha</b></p> <p><b>B. Reparar la fuga continua de vapor y condensado por puerta derecha</b></p> <p><b>C. Reparar la fuga continua de vapor y condensado por puerta</b></p> <p><b>D. Cambiar los tramos de aislamiento de líneas de frío en mal estado (abiertas)</b></p>	<p>Horno Maurer Nº1</p> <p>Hornos Maurer Nº3</p> <p>Horno Maurer Nº2</p> <p>Techo de la planta</p>	<p>10544</p> <p>10544</p> <p>7908</p>
<p>Enbolsado</p> <p><b>A. Reparar la fuga continua de vapor, penacho de 20 cm, D=1"</b></p> <p><b>B. Reparar fuga de vapor penacho de 50 cm, D=1/2"</b></p> <p>Esterilizacion</p> <p><b>A. Aislar la línea descubierta de 40 m, D= 3/4" de condensado.</b></p>	<p>Calentador de agua</p> <p>Manómetro</p> <p>Línea que sale de la esterilizadora.</p>	<p>2966</p> <p>4286,7</p> <p>1522</p>
<p><b>TOTAL DE ENERGIA RECUPERABLE</b></p>		<p>108942,8</p>

## 7. ESTRUCTURA DEL INFORME TECNICO

### OBJETIVOS

Presentar el sustento técnico económico del diagnostico y las mejoras energéticas encontradas.



# EL INFORME TECNICO

## RESUMEN EJECUTIVO

- **INTRODUCCION**

- Descripción del estudio
- Descripción de los procesos

- **DIAGNOSTICO ENERGETICO**

- Balances de materia y energía
- Evaluación de cada energético
- Evaluación por cada sistema prioritario
- Resumen de costos y consumos

- **RESULTADOS FINALES**

- Análisis de la eficiencia por procesos, unidades, equipos y global
- Análisis técnico económico de las Mejoras Energéticas

- **RENTABILIDAD DE LAS MEJORAS**

## 8. IMPLEMENTACION Y SOSTENIBILIDAD DE CORRECTIVOS

**Medidas con inversión: difíciles de aprobar, pero fáciles de aplicar**

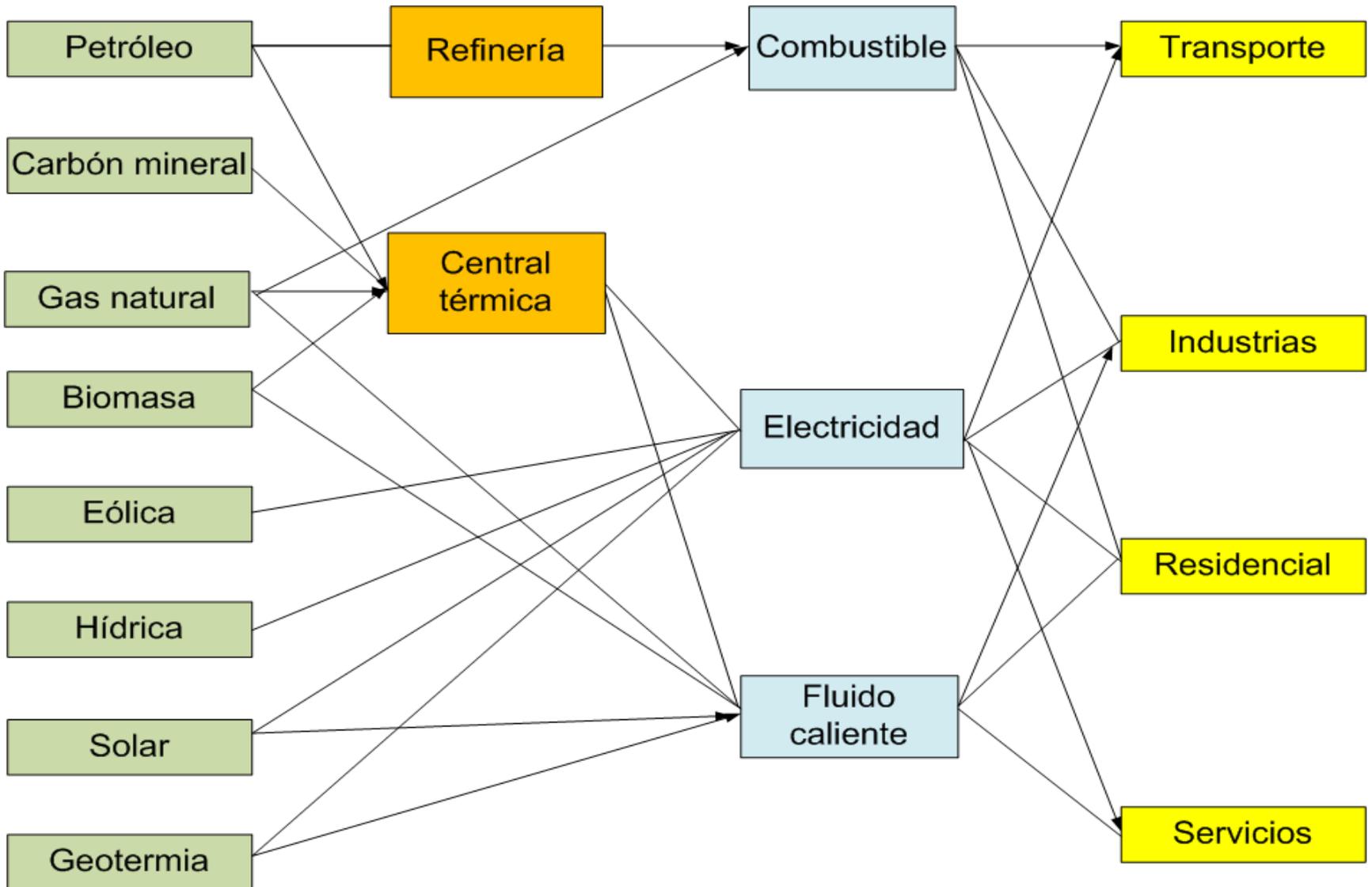
**Sin Inversión: difíciles de aplicar, porque la técnica es muy laboriosa, presenta matices muy variados según los casos, y requiere un esfuerzo muy constante de toda la empresa.**



**Programación**, cuando la demanda del producto es limitada se puede optar por funcionar permanentemente a régimen reducido, o funcionar a plena carga durante una campaña y realizar paradas mas o menos prolongados entre campañas.

# Combustión Industrial

# Fuentes de energía



# CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES

<u>Combustible</u>	<u>Diesel N°2</u>	<u>Residual N°6</u>
Gravedad específica (API)	33,50	15,200
Punto de inflamación (°C)	72,00	105,00
Punto de fluidez (°C)	-1,11	15,000
Poder calorífico (kcal/kg)	10 830	10 331
Densidad (Kg/lt)	0,86	0,9200
Temperatura de bombeo (°C)	-----	45,000
Composición del combustible		
Cenizas (% peso)	-----	0,08
C (%peso)	87,13	86,00
H (%peso)	12,60	11,00
O (%peso)	0,040	1,000
N (%peso)	0,008	0,200
H <sub>2</sub> O y sedimentos (%peso)	0,005	0,800
S (%peso)	0,220	1,000

<b>Combustible</b>	<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PCI kJ/kg</b>	<b>PCS kJ/kg</b>	<b>Combustible</b>	<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PCI kJ/kg</b>	<b>PCS kJ/kg</b>
Gas natural	(*)	39 900	44 000				
Gas de hulla	0,50		46 900	Gas ciudad	0,650	26 000	28 000
Gas de coquería	0,56	31 400	35 250	Gas de agua carburado	0,776	26 400	27 200
				Propano	506 (l) 1,85 (g)	46 350	50 450
Hidrógeno	0,0899	120 011	141 853	Butano	580 (l) 2,4 (g)	45 790	49 675

Tabla 3.4: Poder calorífico de combustibles gaseosos

(\*) Varía según el país de procedencia

(l), (g) Densidad a 20 °C en estado líquido y gaseoso, respectivamente.

# Teoría de la Combustión

## Reacciones de combustión      calor reacción



- Combustión completa, todos los resultantes de la reacción están en el máximo grado posible de oxidación. La cantidad de aire necesaria para esta reacción se llama aire teórico o estequiométrica. En el caso real la combustión completa no ocurre en el quemador por que no tiene la rapidez necesaria, dando origen a reacciones incompletas

# Teoría de la Combustión

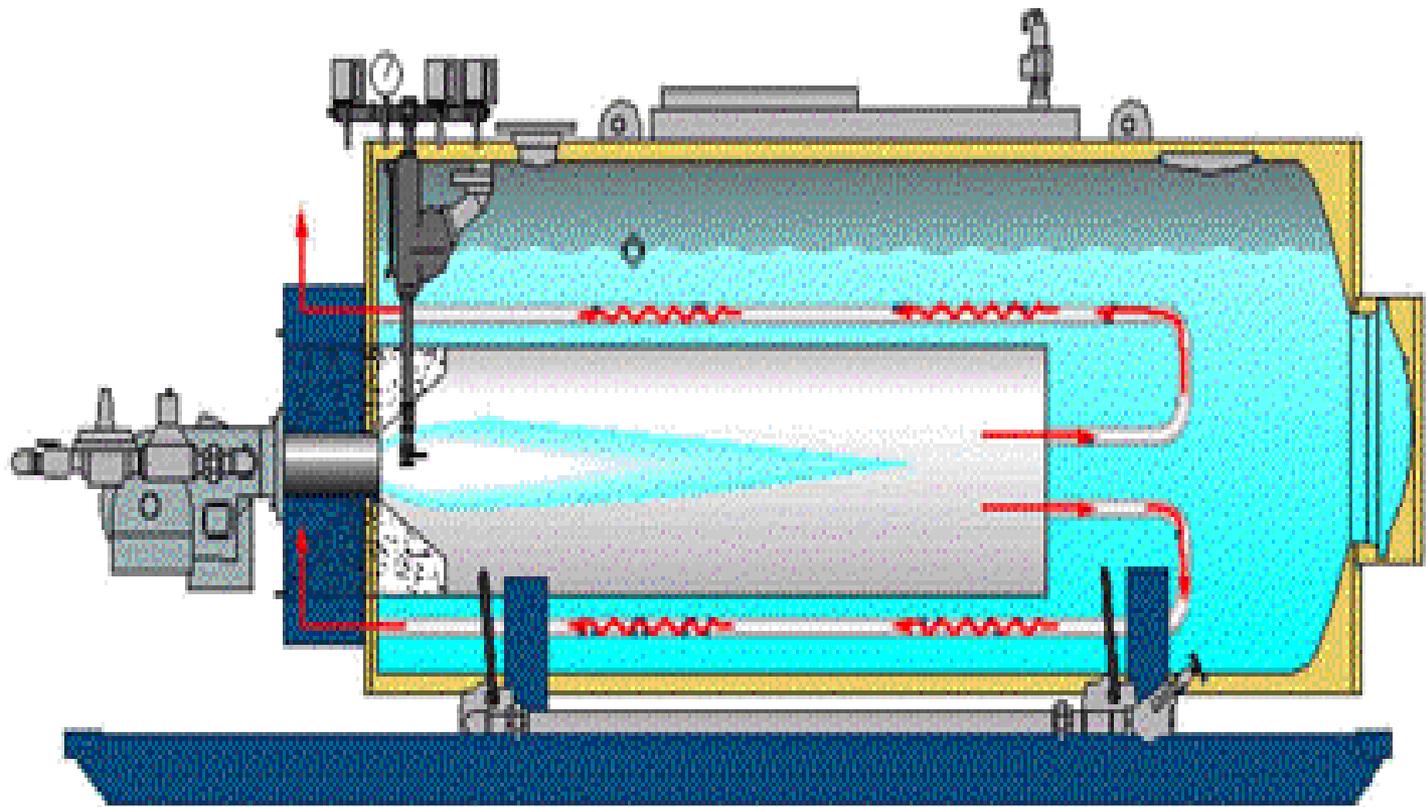
	Reacciones incompleta	calor reacción
(1)	$C + O_2 = CO_2$	- 7 850 Kcal/kg
(2)	$H_2 + O_2 = H_2O$	-34 100 Kcal/kg
(3)	$C + 1/2O_2 = CO$	- 2 220 Kcal/kg

- Como consecuencia de la combustión incompleta del carbono, se obtiene la formación de monóxido de carbono (CO), según la reacción (3), esto representa una pérdida de 70 % del poder calorífico, aparte de otros inconvenientes como el enfriamiento de la llama y contaminantes llamados inquemados.

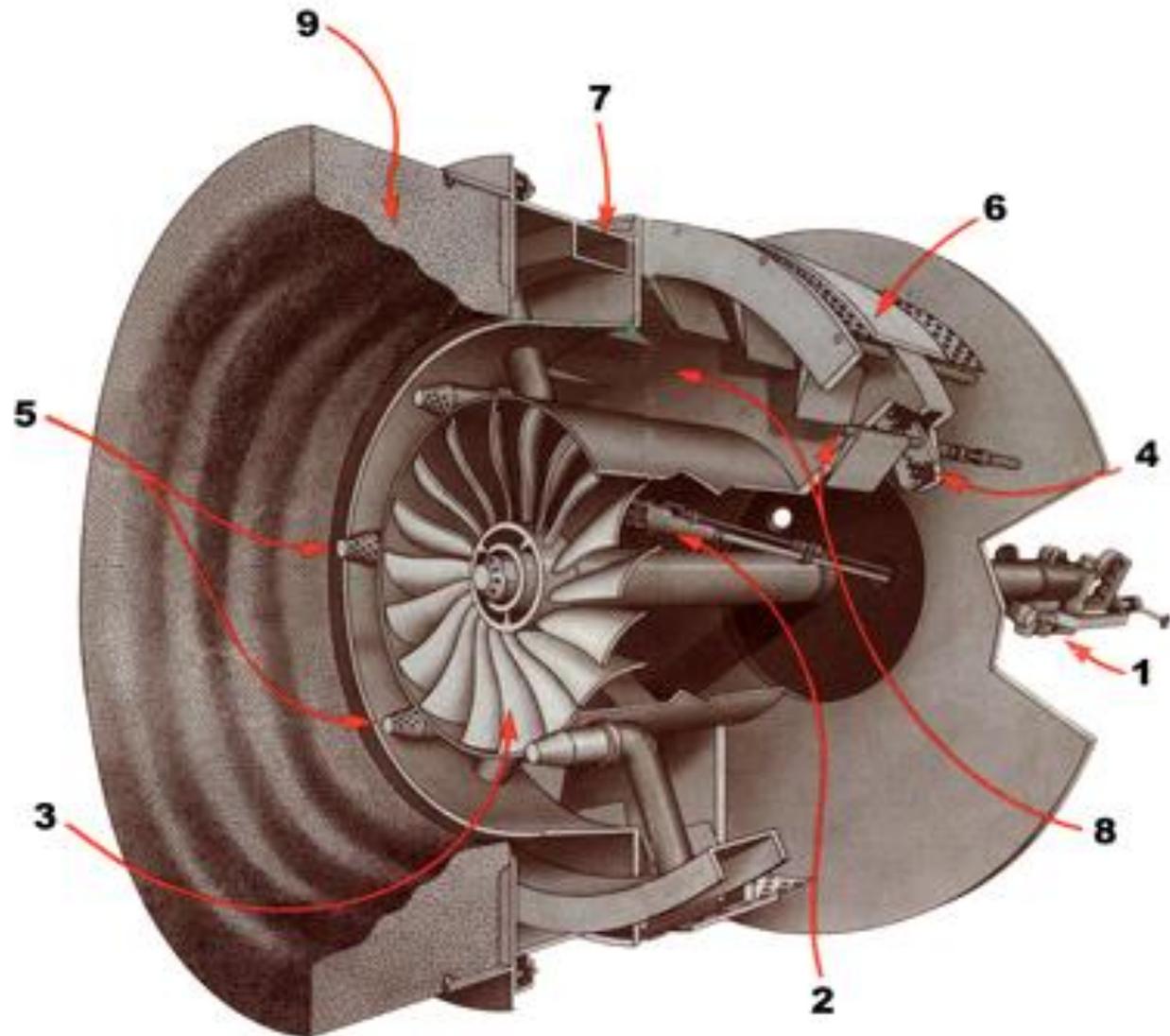
# Teoría de la combustión

- Para que pueda realizarse la combustión completa va a ser necesario aportar un exceso de aire. Tendremos entonces cierta cantidad de oxígeno que no reacciona y  $N_2$  adicional, que es la cantidad que difiere de la cantidad teórica.
- Es necesario proporcionar un exceso de aire, para que la reacción sea rápida y completa con el  $O_2$ .
- El exceso de aire se mide por el *índice de exceso de aire (n)*, que es el cociente entre el *aire real* y el *aire teórico*. El exceso de aire es la diferencia entre  $n$  y  $1$ , es decir,  $n-1$ .
- *Exceso de aire =  $n-1$*  y *% de exceso de aire =  $100(n-1)$*
- Los combustibles que requieren menos porcentaje de exceso de aire para su combustión son los gaseosos, y los que requieren más, son los sólidos.

## Caldera pirotubular



# QUEMADOR DUAL DE CLEVER BROOKS



# QUEMADOR DUAL DE CLEAVER BROOKS

1. Lanza de suministro de combustible líquido con boquilla de atomización por vapor o aire comprimido
2. Chispero de encendido con gas eléctrico
3. Difusor de aire primario
4. Posicionador del regulador del aire secundario anular
5. Boquillas de inyección de gas natural
6. Regulador de proporción aire primario central / aire secundario anular
7. Conducto de suministro de gas
8. Flujo de aire secundario regulado por louvers
9. Cono refractario de ignición

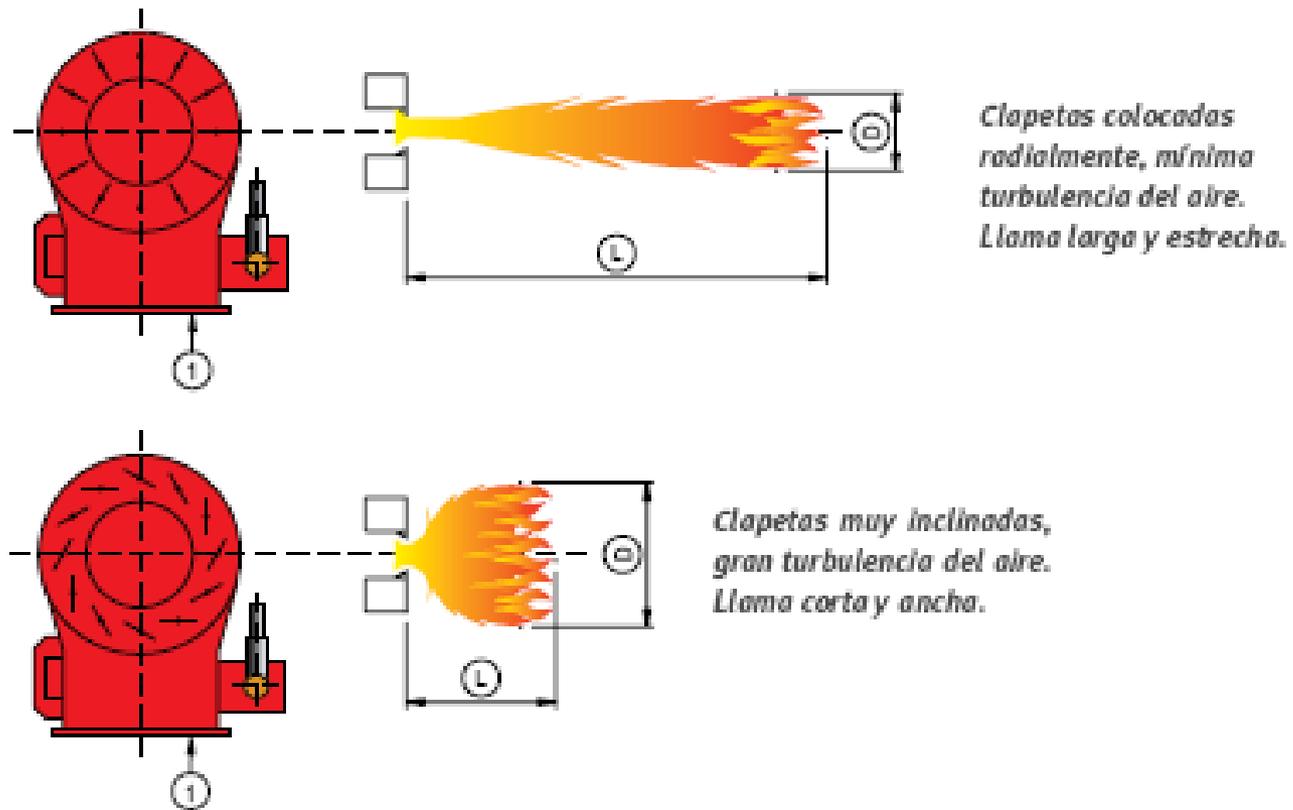
# Mantenimiento de quemadores

- Realizar limpieza periódica de las boquilla del quemador, y la calibración anual de las toberas
- Realizar cambio anual de los rodamientos del ventilador y del compresor
- Revisar periódicamente el cono de encendido de refractario , así como calibrar periódicamente el termostato de precalentamiento.
- Mantenerse limpios los electrodos del encendido primario, así como los cables del transformador de Alta tensión.
- Verificar periódicamente los mecanismos de modulación y de entrega de combustible , limpiando a diario los filtros de combustibles residuales.

# Longitud de llama

El quemador lleva un dispositivo de regulación del aire en la cabeza de combustión, que permite variar la forma (diámetro-longitud) para ajustarla a la forma de la cámara de combustión.

## ESQUEMA DE PRINCIPIO PARA LA COLOCACIÓN DE LAS CLAPETAS DE AJUSTE DEL AIRE DE COMBUSTIÓN

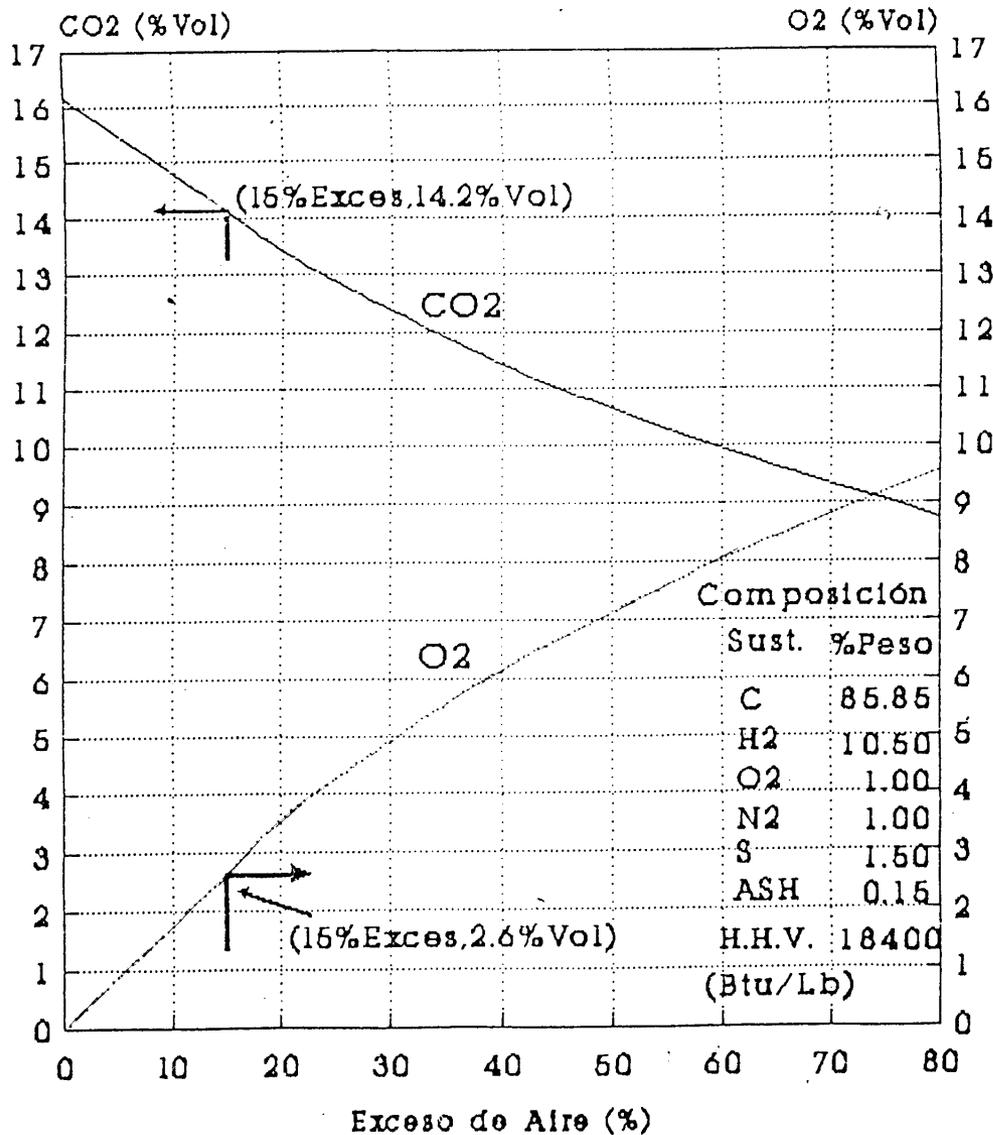


## Excesos de aire usado en equipo de combustión

<b>Combustible</b>	<b>Tipo de hogar o quemador</b>	<b>Exceso de aire (% en peso)</b>
Carbón pulverizado	Hogar enfriado parcialmente con agua, remoción seca de cenizas	15 - 40
Carbón	Carguío manual Dosificador repartidos	60 – 100 30 - 60
Leña	Horno DUTCH de parrilla	20 – 40
Bagazo	Todos los hornos	25 - 40
Petróleo residual (PI)	Quemador con registro	30 – 35
Petróleo Diesel 2	Quemador con registro	25 – 30
GLP	Quemador con registro	5 – 15
Gas natural	Quemador con registro	5 -15

# Análisis Combustión Fuel Oil #6

## % Vol vs Exceso de Aire



### Composición

Sust.	%Peso
C	85.85
H <sub>2</sub>	10.50
O <sub>2</sub>	1.00
N <sub>2</sub>	1.00
S	1.50
ASH	0.15
H.H.V.	18400
	(Btu/Lb)



# Medición de la combustión

Los analizadores de gases digitales miden:

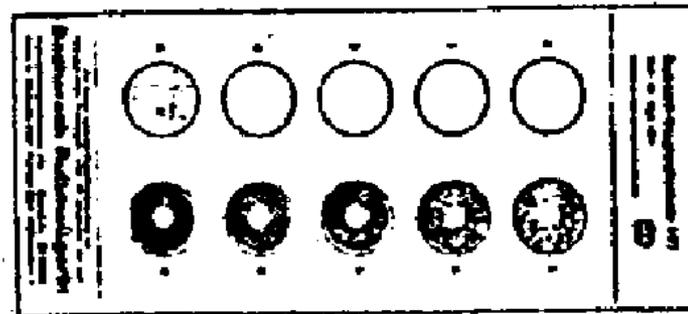
- O<sub>2</sub> en porcentaje (%)
- CO<sub>2</sub> en porcentaje (%)
- CO en ppm ó mg/m<sup>3</sup>
- Eficiencia de combustión
- Temperatura de gases de combustión

## EFECTOS DEL EXCESO DE AIRE SOBRE EL % O<sub>2</sub> y %CO<sub>2</sub>

	% de exceso de aire						
	0	10	20	40	60	80	100
	% de aire teórico						
% O <sub>2</sub> % CO <sub>2</sub>	100	110	120	140	160	180	200
Gas Natural	0	2,09	3,80	6,43	8,36	9,83	11,00
	11,74	10,57	9,61	8,14	7,05	6,22	5,57
Gas de alto horno	0	0,89	1,71	3,16	4,41	5,50	6,45
	25,51	24,42	23,43	21,65	20,13	18,81	17,65
Propano (natural)	0	2,06	3,75	6,36	8,28	9,75	10,92
	13,69	12,34	11,24	9,53	8,27	7,31	6,55
Petróleo Diesel	0	2,03	3,70	6,29	8,20	9,67	10,84
	15,68	14,15	12,90	10,96	9,53	8,43	7,56
Petróleo PI-5	0	2,02	3,68	6,26	8,16	9,63	10,80
	16,31	14,74	13,44	11,43	9,94	8,80	7,89
Petróleo PI-6	0	2,00	3,66	6,23	8,13	9,60	10,76
	16,79	15,18	13,86	11,79	10,26	9,09	8,15

El índice de opacidad determina el porcentaje de inquemados en los gases de combustión

## MEDIDOR DE OPACIDAD



# Exceso de aire y opacidad

Nivel recomendado de exceso de aire y otros parámetros

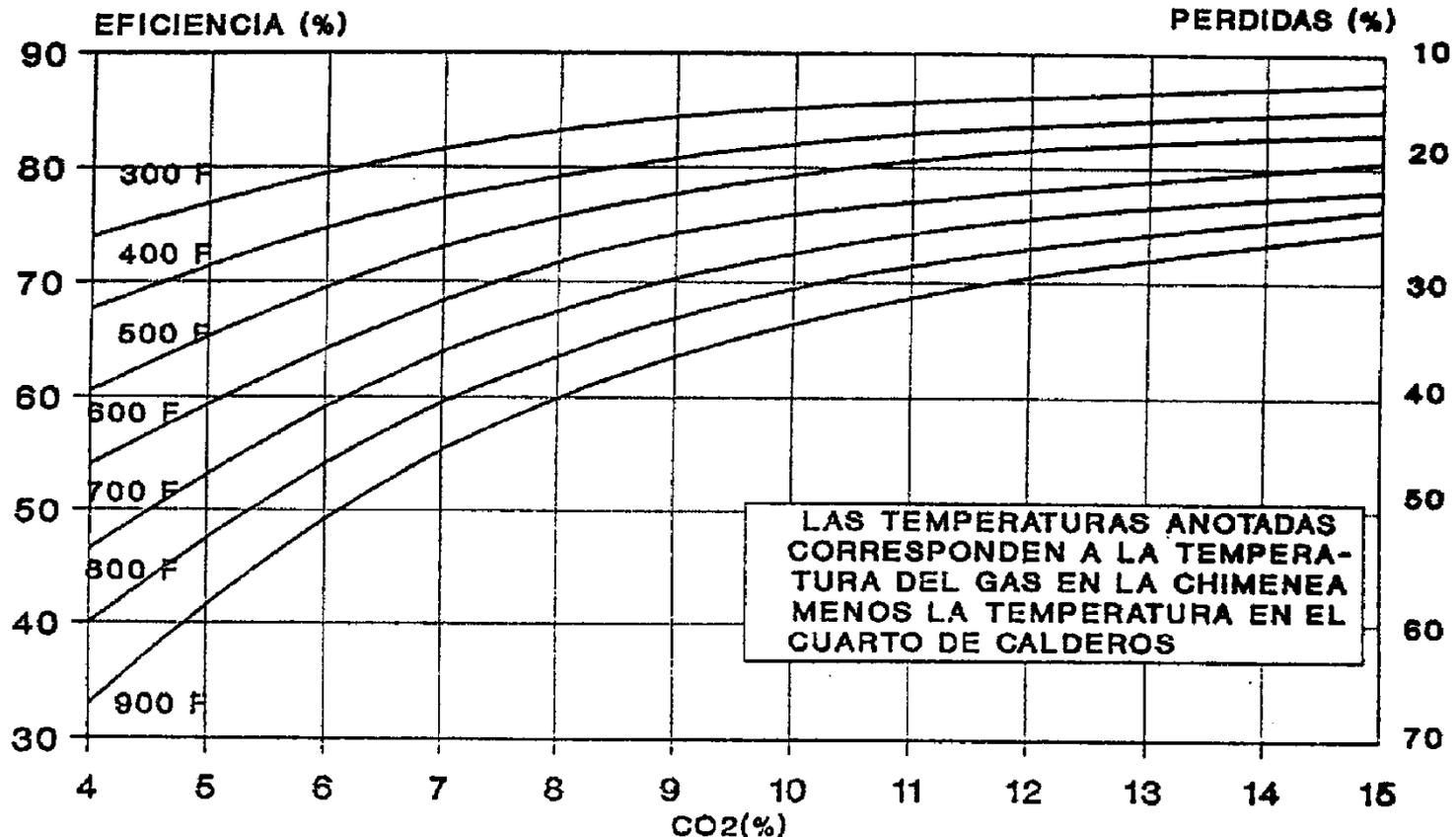
Combustible	Parámetro			
	Exceso aire (%)	O <sub>2</sub> en chimenea (%)	CO en chimenea (ppm)	Opacidad de humos (Indice Bacharach)
Gas natural	10 max	2.0 max	50 max	0
Diesel	20 max	3.5 max	200 max	3 maximo
Residual	25 max	4.0 max	400 max	4 maximo

# Control de la combustión

- La presencia de monóxido de carbono CO indica disminución de eficiencia de combustión (la reacción de generación de CO endotérmica). Su significado de toxicidad y el riesgo de inflamabilidad es lo mas importante. El CO es peligroso e imposible de detectar sin instrumento, la concentración y periodos de exposición producen desde dolores de cabeza hasta la muerte.
- Los SOx forman ácidos corrosivos con la humedad de la atmósfera
- Los óxidos de nitrógeno NOx forman ácidos en la atmósfera contribuyendo a la creación de lluvia ácida.

# Cálculo de la eficiencia de la combustión a partir de la temperatura del gas de chimenea y %CO<sub>2</sub>

**FIGURA 3.4**  
**DETERMINACION DE LA EFICIENCIA**



# Eficiencia del caldero

## CALCULO DE LA EFICIENCIA O RENDIMIENTO TOTAL (GLOBAL)

- Debe de evaluarse el rendimiento ó eficiencia total del caldero , que es la relación entre el calor útil transferido al agua ( $Q_u$  ), y el calor total entregado por el combustible al sistema ( $Q_t$  ) relación expresada como
- $Ef = [Q_u / Q_t] \times 100$
- se puede calcular por el método indirecto ó el método directo, pero adicionalmente se puede utilizar el balance de masa y energía

# Eficiencia del caldero

## Método de cálculo Indirecto de la Eficiencia

El método permite calcular por diferencia de porcentaje de pérdidas :

$$E_f = 100 - \%P_g - \%P_i - \%P_r - \%P_p$$

Donde  $P_g$  = Pérdidas por gases de la combustión

$P_i$  = Pérdidas por inquemados

$P_r$  = Pérdidas por radiación y convección

$P_p$  = Pérdidas por purgas

# Eficiencia del caldero

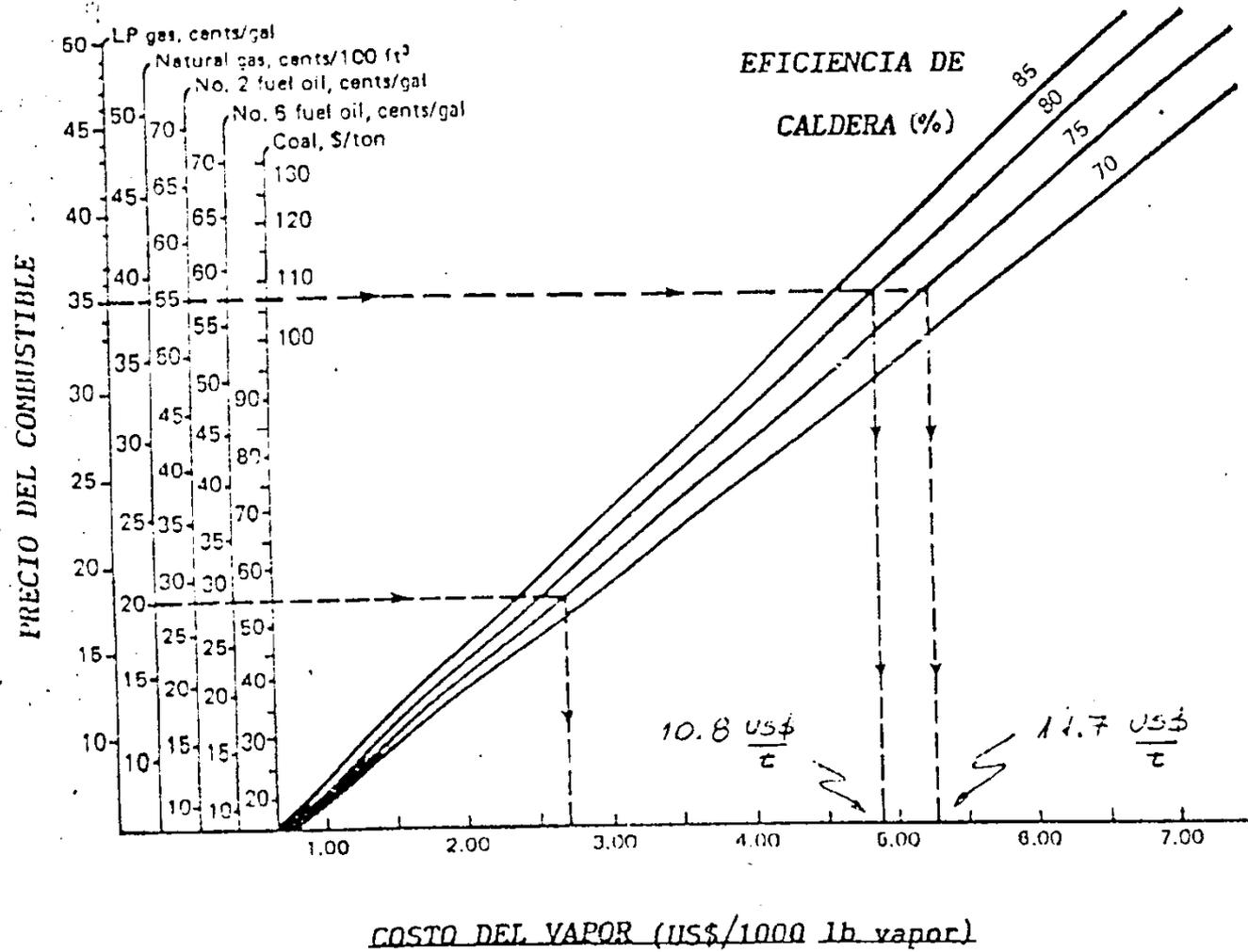
## Método de cálculo Directo de la eficiencia

Se puede calcular de la siguiente forma :

$$E_f = [Q_u / Q_t ] \times 100 = [ m_v ( h_v - h_a ) / m_c \times p_{ci} ] \times 100$$

- Donde  $m_v$  = Masa de Vapor
- $m_c$  = Masa de combustible
- $h_a$  = Entalpía del agua de alimentación
- $h_v$  = Entalpía del vapor
- $p_{ci}$  = Poder Calorífico Inferior del combustible

# La reducción de la eficiencia incrementa el costo de producción de vapor



# Balance de Energía del caldero

## **ENERGIA ENTRANTE**

- Calor de combustión basado en el PCI del combustible
- Calor del aire comburente
- Calor de agua (blanda + condensado)

## **ENERGIA SALIENTE**

- Calor de vapor sobrecalentado
  - Calor de vapor saturado
  - Calor de gases secos de combustión
  - Calor de humedad de aire comburente
  - Calor de inquemados gaseosos (CO)
  - Calor de inquemados sólidos (opacidad)
  - Calor de purgas
  - Calor por radiación y convección
- 
- Resultado: eficiencia de combustión, eficiencia del caldero y perdidas

# Balance de Energía del horno (depende del tipo de horno)

## **ENERGIA ENTRANTE**

- Calor de combustión basado en el PCS del combustible
- Calor del aire comburente
- Calor de la carga o materia prima (incluye humedad)

## **ENERGIA SALIENTE**

- Calor del producto formado
  - Calor de gases secos de combustión
  - Calor de humedad de aire comburente
  - Calor de la humedad formada en combustión
  - Calor de inquemados gaseosos (CO)
  - Calor de inquemados sólidos (opacidad)
  - Calor por radiación y convección
- 
- Resultado: eficiencia de combustión, eficiencia del horno y perdidas

# SELECCIÓN DE LA OPCION TARIFARIA

Ing. Juan Olazábal Reyes

The background features several concentric, light blue circular ripples that resemble water droplets hitting a surface, scattered across the lower half of the slide.

# SELECCIÓN DE LA OPCION TARIFARIA

La correcta selección de la opción tarifaria y el uso óptimo de la energía eléctrica permite bajar el monto de la factura por concepto de suministro de energía eléctrica. Para ello es conveniente tener presente los siguientes aspectos:

- 1) Las opciones tarifarias y su condiciones de aplicación de las tarifas al usuario final (Ver Resolución 236-2005-OS/CD del 2005.08.03)
- 2) El nivel de tensión al que se encuentra conectado el suministro
- 3) La modalidad de contratación de potencia
- 4) La calificación del suministro como presente en punta o presente en fuera de punta
- 5) Los registros de demanda y consumo mensual.
- 6) Los cargos de cada opción tarifaria (pliego tarifario)

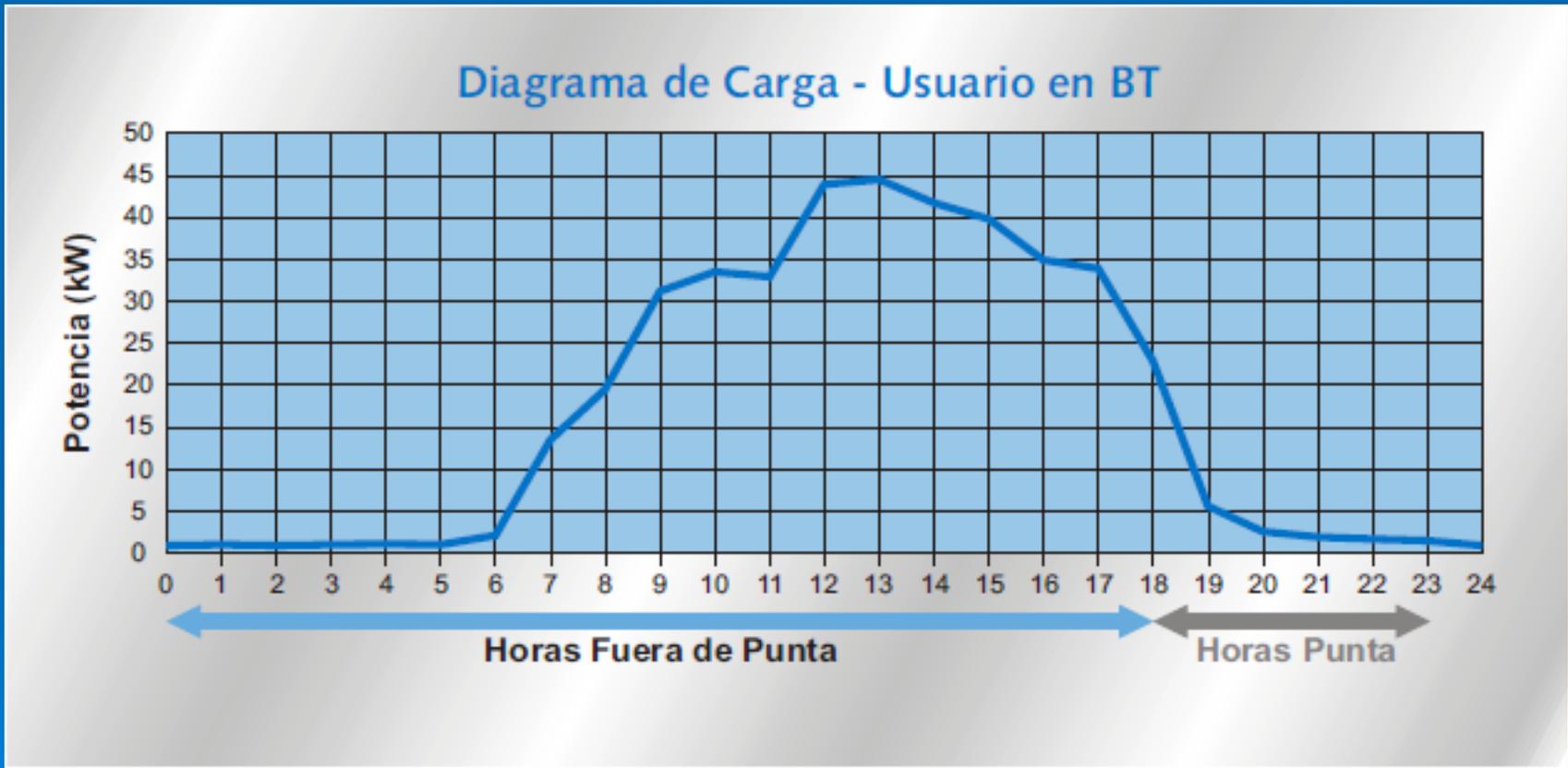
Fuente: OSINERG, El Informativo, Año 7, N° 2

# SELECCIÓN DE LA OPCION TARIFARIA

Las restricciones que se deben tener presente:

- 1) La opción tarifaria BT2, BT3 y BT4 es para usuarios con suministro en baja tensión con una potencia contratada inferior a 60 KW
- 2) La opción tarifaria BT5A y BT5B es para usuarios con suministro en baja tensión con una potencia contratada inferior a 20 kW La modalidad de contratación de potencia
- 3) La calificación del suministro, si es presente en horas de punta o fuera de punta
- 4) Los registros de demanda y consumo mensual.

# Diagrama de carga del usuario



# Calificación el Suministro

La calificación del suministro se efectúa según el grado de utilización de la potencia en horas fuera de punta o horas de punta.

El suministro será calificado como presente en punta cuando el cociente entre la demanda media del usuario en horas de punta y su demanda máxima es mayor o igual a 0,5, entendiéndose por demanda media al consumo de energía en horas de punta de todos los días del mes exceptuándose los días domingo, días de descanso que correspondan a feriados y feriados que coincidan con días de descanso dividido por el número de horas de punta correspondiente, en caso contrario, el usuario deberá ser calificado como presente en fuera de punta.

$$\text{Calificación} = \frac{\text{Demanda Media en Horas de Punta}}{\text{Demanda Máxima}}$$

Si consideramos que los datos registrados corresponden al mes de abril de 2003 (24 días de horas punta), se tiene:

$$\text{Calificación} = \frac{720 / 120}{44,50} = 0,13 < 0,5$$

## EJEMPLO DE SELECCIÓN DE LA OPCION TARIFARIA

El ejemplo considera el siguiente registro de demanda y consumo mensual de un usuario con suministro en baja tensión (BT).

### Consumo de Energía Activa

En horas fuera de punta (HFP)	11 685 kW.h
En horas de punta (HP)	720 kW.h
Total	12 405 kW.h

### Consumo de Energía Reactiva

Total	6 200 kW.h
Exceso (>30% Energía Activa)	2 479 kW.h

### Demanda de Potencia

En horas fuera de punta (HFP)	44,50 kW
En horas de punta (HP)	22,90 kW
Demanda Máxima	44,50 kW

HP : Horas de punta (periodo comprendido entre las 8:00 y 23:00 horas)

HFP : Horas fuera de punta (horas no comprendidas en las horas de punta)

## FACTURACION SEGÚN LA OPCION TARIFARIA BT2

### Cargos Opción Tarifaria BT2 (Pliego Tarifario Marzo 2003 – Lima Norte)

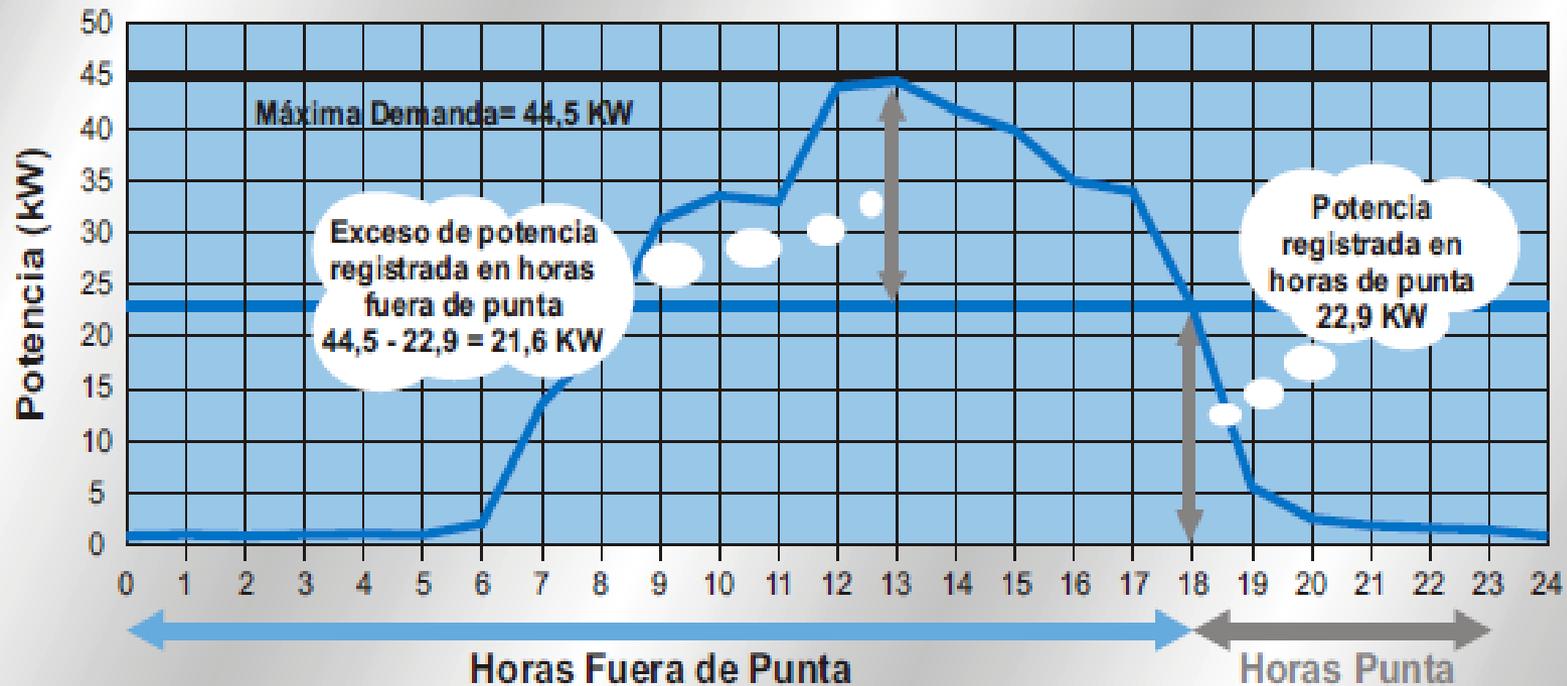
Descripción	Unidad	Cargo (Sin IGV)
Cargo Fijo Mensual	S/.mes	6.04
Cargo por Energía Activa HP	ctm.S/. /kW.h	17.22
Cargo por Energía Activa HFP	ctm.S/. /kW.h	11.80
Cargo por Potencia Contratada o Potencia Variable HP	S/. /kW-mes	68.25
Cargo por Exceso de Potencia Contratada o Potencia Variable HFP	S/. /kW-mes	26.21
Cargo por Energía Reactiva (> 30% Energía Activa Total)	ctm.S/./kVar.h	4.41

HP : Horas de punta

HFP : Horas fuera de punta

# Diagrama de carga

## Diagrama de Carga - Usuario en BT



## Facturación (Potencia Variable)

Descripción	Unidad	Cargo (Sin IGV)	Registro	Monto (S/.)
Cargo Fijo	S/. /mes	6.04		6.04
Energía HP	ctm.S/. /kW.h	17.22	720.0	123.98
Energía HFP	ctm.S/. /kW.h	11.80	11 685.0	1 378.83
Potencia HP	S/. /kW-mes	68.25	22.9	1 562.93
Exceso de Potencia HFP	S/. /kW-mes	26.21	21.6	5.66.14
Exceso de Energía Reactiva	ctm.S/./kVar.h	4.41	2 479.0	109.32
			<b>Total</b>	<b>3 747.24</b>

# FACTURACION SEGÚN OPCION TARIFARIA BT3

## Cargos Opción Tarifa BT3 (Pliego Tarifario Marzo 2003 – Lima Norte)

Descripción	Unidad	Cargo (Sin IGV)
Cargo Fijo Mensual	S/.mes	3.84
Cargo por Energía Activa HP	ctm.S/. /kW.h	17.22
Cargo por Energía Activa HFP	ctm.S/. /kW.h	11.80
Cargo por Potencia Contratada o Potencia Variable		
Calificación HP	S/. /kW-mes	59.02
Calificación HFP	S/. /kW-mes	46.86
Cargo por Energía Reactiva (>30% Energía Activa Total)	ctm.S/. /kVar.h	4.41

HP : Horas de punta  
HFP : Horas fuera de punta

## Facturación (Potencia Variable)

Descripción	Unidad	Cargo (Sin IGV)	Registro	Monto (S/.)
Cargo Fijo	S/. /mes	3.84		3.84
Energía HP	ctm.S/. /kW.h	17.22	720.0	123.98
Energía HFP	ctm.S/. /kW.h	11.80	11 685.0	1 378.83
Potencia (*)	S/. /kW-mes	46.86	44.5	2 085.27
Exceso de Energía Reactiva	ctm.S/./kVar.h	4.41	2 479.0	109.32
			<b>Total</b>	<b>3 7012.24</b>

# FACTURACION SEGÚN OPCION TARIFARIA BT4

## Cargos Opción Tarifaria BT3 (Pliego Tarifario Marzo 2003 – Lima Norte)

Descripción	Unidad	Cargo (Sin IGV)
Cargo Fijo Mensual	S/.mes	3.84
Cargo por Energía Activa	ctm.S/. /kW.h	113.21
Cargo por Potencia Contratada o Potencia Variable		
Calificación en Punta	S/. /kW-mes	59.02
Calificación Fuera de Punta	S/. /kW-mes	46.86
Alumbrado Público	S/. /kW-mes	76.69
Cargo por Energía Reactiva (>30% Energía Activa Total)	ctm.S/. /kVar.h	4.41

### Facturación (Potencia Variable)

Descripción	Unidad	Cargo (Sin IGV)	Registro	Monto (S/.)
Cargo Fijo	S/. /mes	3.84		3.84
Energía Activa	ctm.S/. /kW.h	13.21	(11 685 +720)	1 638.70
Potencia (*)	S/. /kW-mes	46.86	44.5	2 085.27
Exceso de Energía Reactiva	ctm.S/./kVar.h	4.41	2 479.0	109.32
			<b>Total</b>	<b>3 837.13</b>

(\*) Corresponde aplicar el cargo por potencia en horas fuera de punta conforme a la clasificación del suministro.

# RESUMEN

De acuerdo a la facturación mensual por opción tarifaria se tendría lo siguiente:

Opción Tarifaria	Importe Mensual S/.
BT2	3 747.24
BT3	3 701.25
BT4	3 837.13

Se puede observar que la mejor opción a elegir es la opción tarifaria BT3. Cabe mencionar, que el ejemplo presentado corresponde a una evaluación mensual. En vista que la opción tarifaria es vigente por un año, es conveniente que el usuario realice una evaluación anual para la selección de su opción tarifaria.

# **LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS**

**AHORRO Y MEJORAS TIPICAS DE  
ENERGIA TERMICA EN LA EMPRESA**

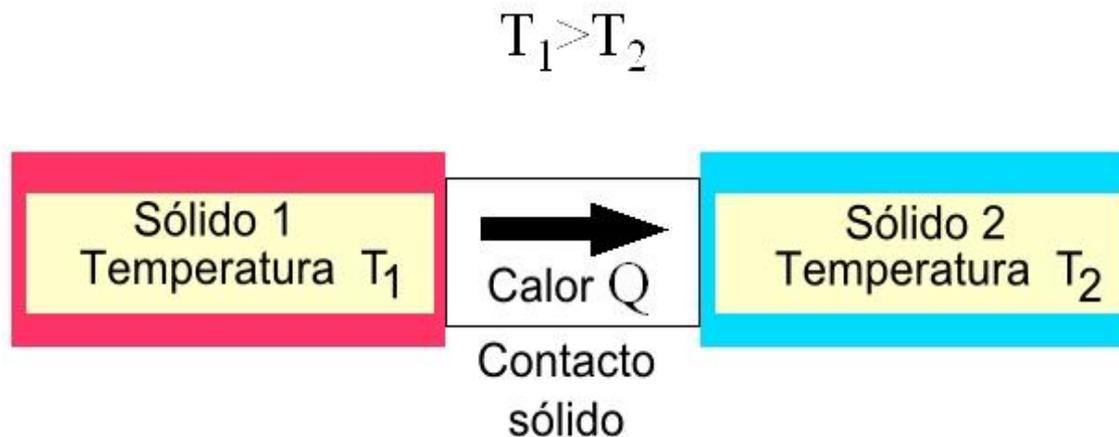
# Conceptos generales

# Conceptos generales

- **Temperatura**, es la magnitud que nos indica si un cuerpo esta mas caliente o mas frio que otro.
- Para medir temperatura se usan los instrumentos termómetros.
- Las escalas mas utilizadas en la medición de temperatura son el Centígrado ( $^{\circ}\text{C}$ ) y el Farenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ).

# Conceptos generales

- **Calor**, es la transferencia de energía entre dos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura. El flujo de calor va siempre del cuerpo caliente al cuerpo frío.



# Conceptos generales

Tipos de calor de acuerdo a sus efectos sobre la materia

## Calor sensible

Eleva la temperatura de la materia por calentamiento, siempre que no ocurra cambios de estado ni reacciones químicas

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

- $Q$  es el calor aportado al sistema (J).
- $m$  es la masa del sistema (kg)
- $c$  es el calor específico del sistema (kJ/kg °C).
- $\Delta T$  es el incremento de temperatura que experimenta el sistema (°C).

# Conceptos generales

## Calor latente

Es el flujo de calor requerido para que la materia cambie de estado, que pueden ser: vaporización, fusión, sublimación, transformaciones cristalinas.

$$Q = mL$$

- $L$  es el calor de fusión o de evaporación
- $m$  es la masa que cambia de estado

# Conceptos generales

## Calor de reacción

Es la energía absorbida por un sistema cuando los productos de una reacción se llevan a la misma temperatura de los reactantes. Hay dos tipos de reacciones

- Reacción endotérmica, la reacción absorbe calor
- Reacción exotérmica, la reacción libera calor.

$$Q_r = \Delta H_r$$

$Q_r$  = calor de reacción

- $\Delta H_r$  = Cambio de entalpia del sistema

# Conceptos generales

## **Transmisión de calor por Conducción**

- Transferencia de calor de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, mediante el contacto directo de sus partículas.
- Se produce solo en el interior de un cuerpo sólido o entre dos cuerpos sólidos en contacto.

# Conceptos generales

## Transmisión de calor por Convección

- Transferencia de calor de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, a través de un fluido o mezcla de fluidos.
- Se puede producir entre una superficie sólida caliente y un fluido

Hay dos tipos:

- convección natural
- convección forzada.

# Conceptos generales

## **Transmisión de calor por Radiación**

- Transferencia de calor de un cuerpo radiante de mayor temperatura a otro de menor temperatura, sin requerir ningún medio de transmisión (fluido o sólido) entre ellos.
- Se puede transferir calor entre dos sólidos uno caliente y el otro frío, sin ningún tipo de contacto entre ellos (vacío)

# Elementos térmicos de la industria

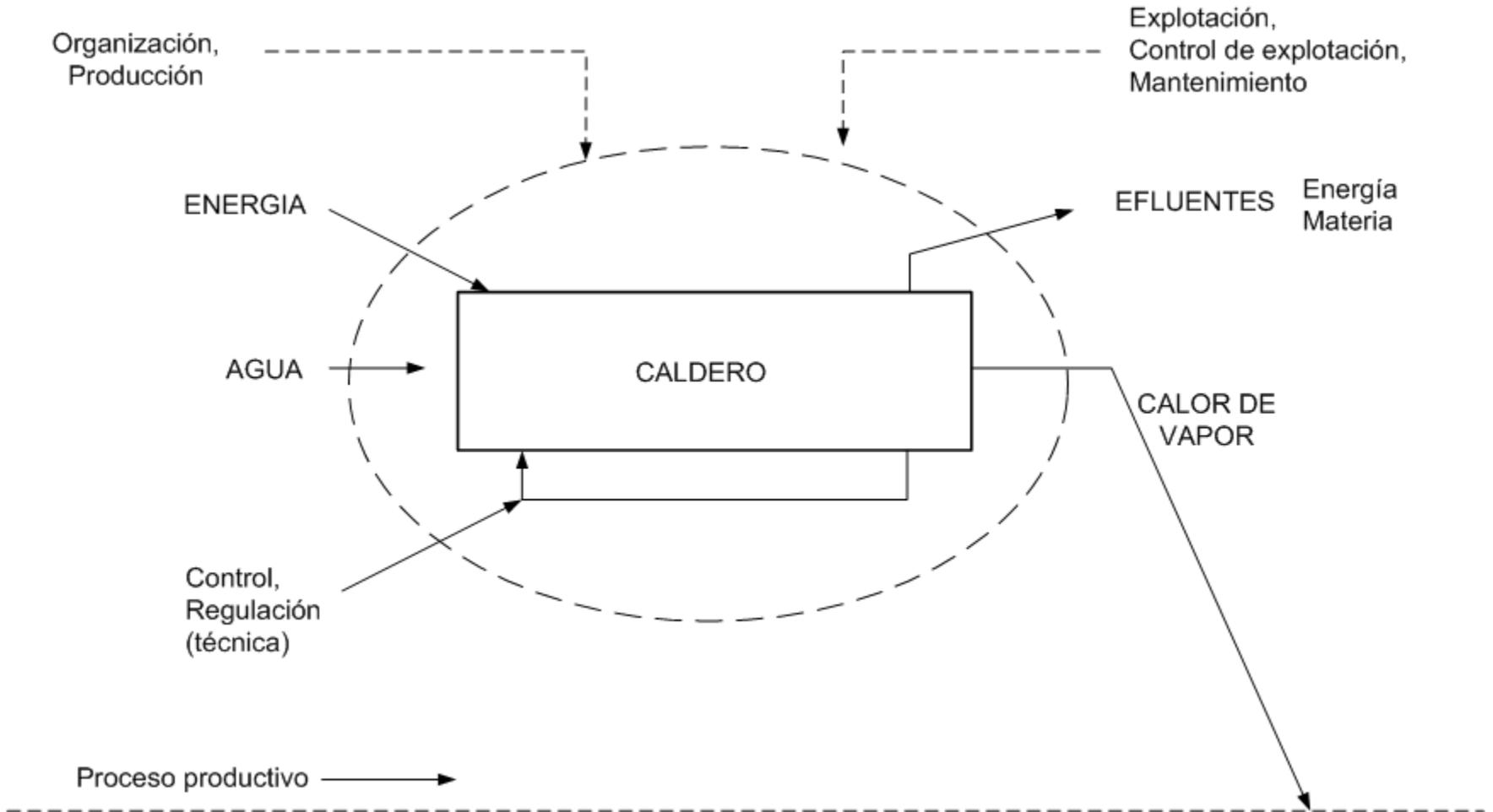
- Calderos o generadores de vapor
- Sistema de vapor
- Hornos
- Secadores

# Caldero de vapor

Es un elemento térmico de apoyo a la cadena productiva industrial, cuya misión es aportar calor al proceso productivo, con diversos fines:

- Calentamiento de la materia para transformar a producto final.
- Calentar la carga para continuar con la cadena productiva.
- Mejorar la productividad, dotando de calor intensivo y permanente al proceso.

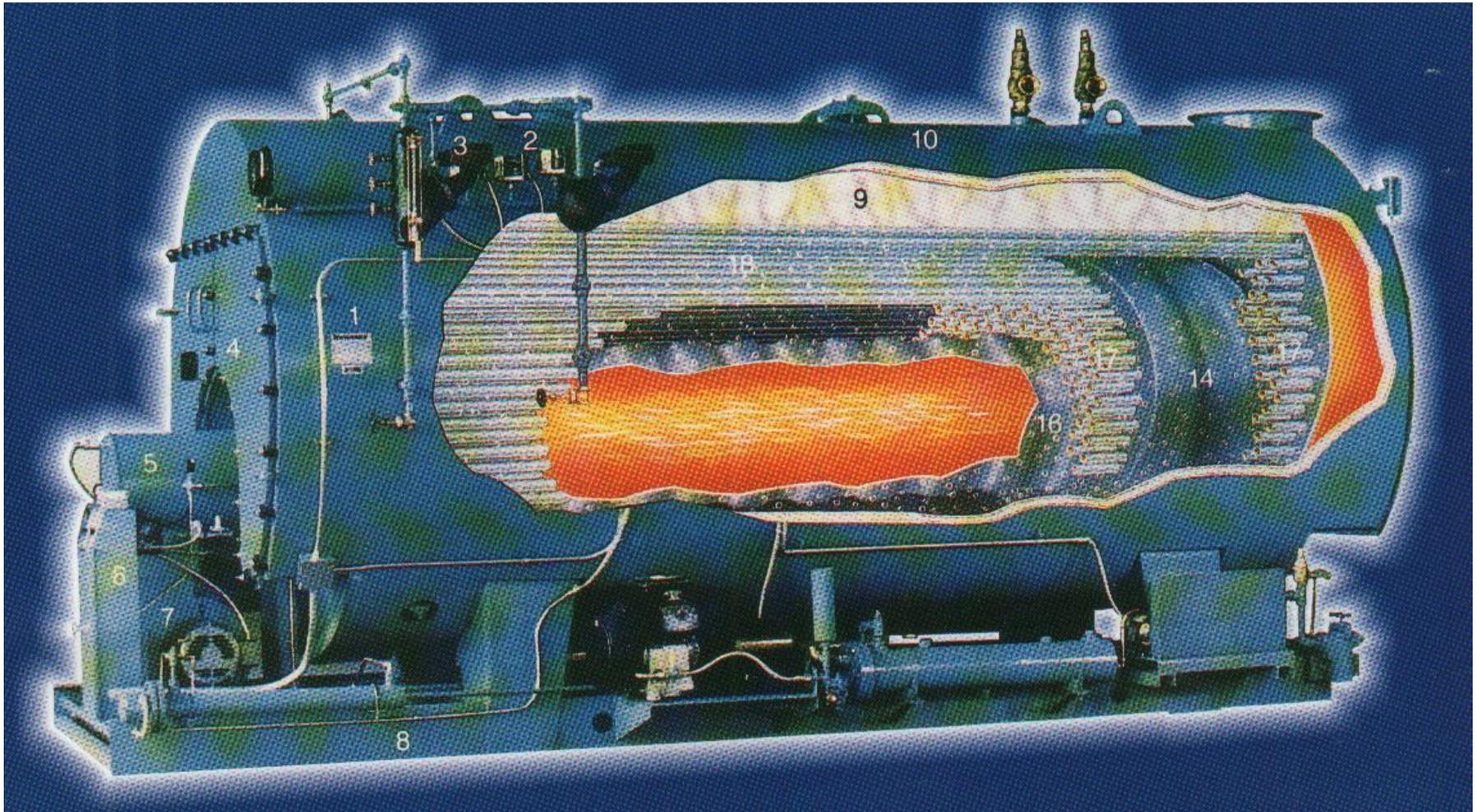
# Factores que intervienen en las calderas



# Caldero de vapor

- Materia prima: Agua, combustibles y aire.
- Proceso térmico interno: Los gases calientes en contacto **indirecto** con el agua le transmiten por **convección**: calor sensible y calor latente, provocando el cambio de estado del agua a vapor.
- Producto: Vapor de agua saturada (baja presión) y/o vapor de agua sobrecalentada (alta presión).

# CALDERO PIROTUBULAR



# Sistema de vapor

- Red de distribución de vapor
- Accesorios de la red de distribución de vapor
- Red de recuperación de condensados
- Equipos usuarios de vapor

# Red de distribución de vapor

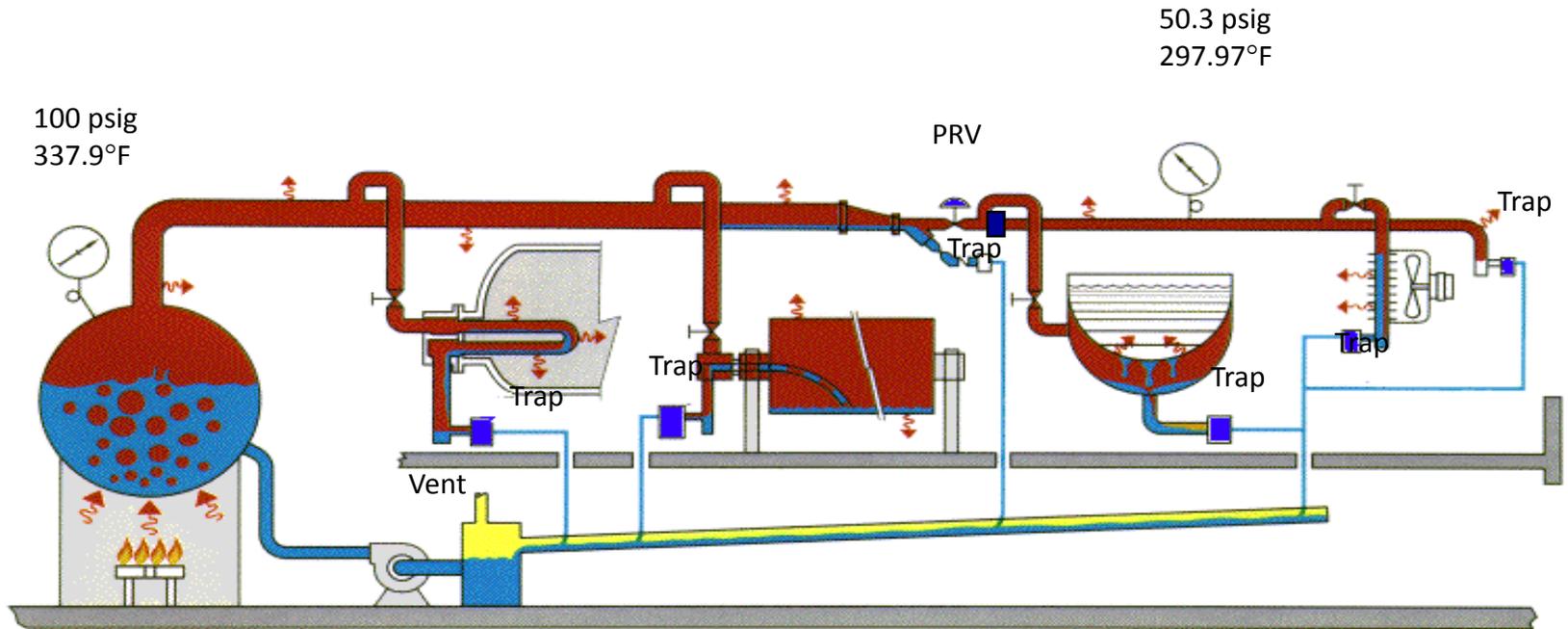
- El vapor generado en la caldera, es necesario llevarlo hasta los equipos que requieren calor, para que puedan efectuar el proceso que le ha sido asignado.
- Esto se realiza llevando el vapor hasta los equipos usuarios, mediante tubos de fierro que permiten recorrer grandes distancias.

## Elementos de la red

- Tubos de fierro de ½" a 12" de diámetro
- Aislamiento: fibra de vidrio, poliestireno expandido, poliuretano expandido, fibra cerámica.

# Sistema de vapor

■ Condensate      ■ Steam      ■ Vapor



# Accesorios de la red de distribución de vapor

- Las tuberías de vapor deben transportar el vapor llegando hasta el usuario con la mejor **calidad de vapor**. Es decir con mínima “humedad” (libre de condensados) y a la temperatura y presión requerida por los usuarios.

## Elementos

- Válvulas
- Reductores de presión
- Purgadores o trampas de vapor
- Válvulas de venteo

# Red de recuperación de condensados

- Debido a la distancia del transporte el vapor pierde calor, baja la presión y temperatura, formando **condensados** de vapor.
- Los accesorios de la distribución de vapor, separan dicho condensado y son colectados por otra red de recuperación, que los llevaran al tanque de condensados donde se mezclan con agua blanda y reingresan nuevamente al caldero.

## Elementos

- Tubos de fierro de ½" a 2" de diámetro
- Aislamiento: fibra de vidrio, poliestireno expandido, poliuretano expandido, fibra cerámica.

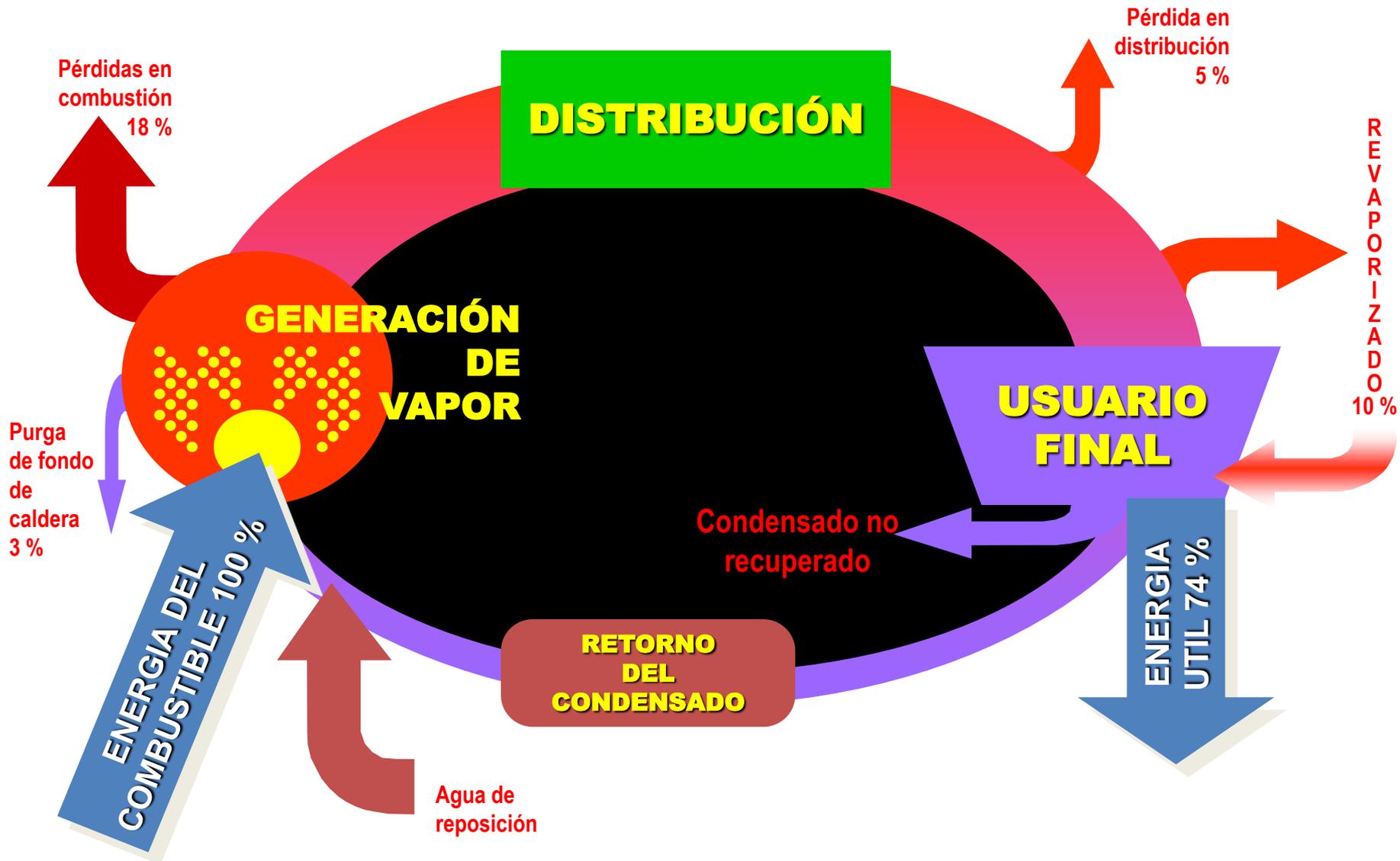
# Equipos usuarios de vapor

- El proceso productivo desarrollado por el tipo de industria, indicará los equipos usuarios de vapor requeridos, por ejemplo:
- evaporadores,
- calentadores,
- marmitas,
- intercambiadores de calor vapor-líquido y/o vapor-aire, secadores.

# El ciclo del vapor (ideal)



# El ciclo del vapor (real)

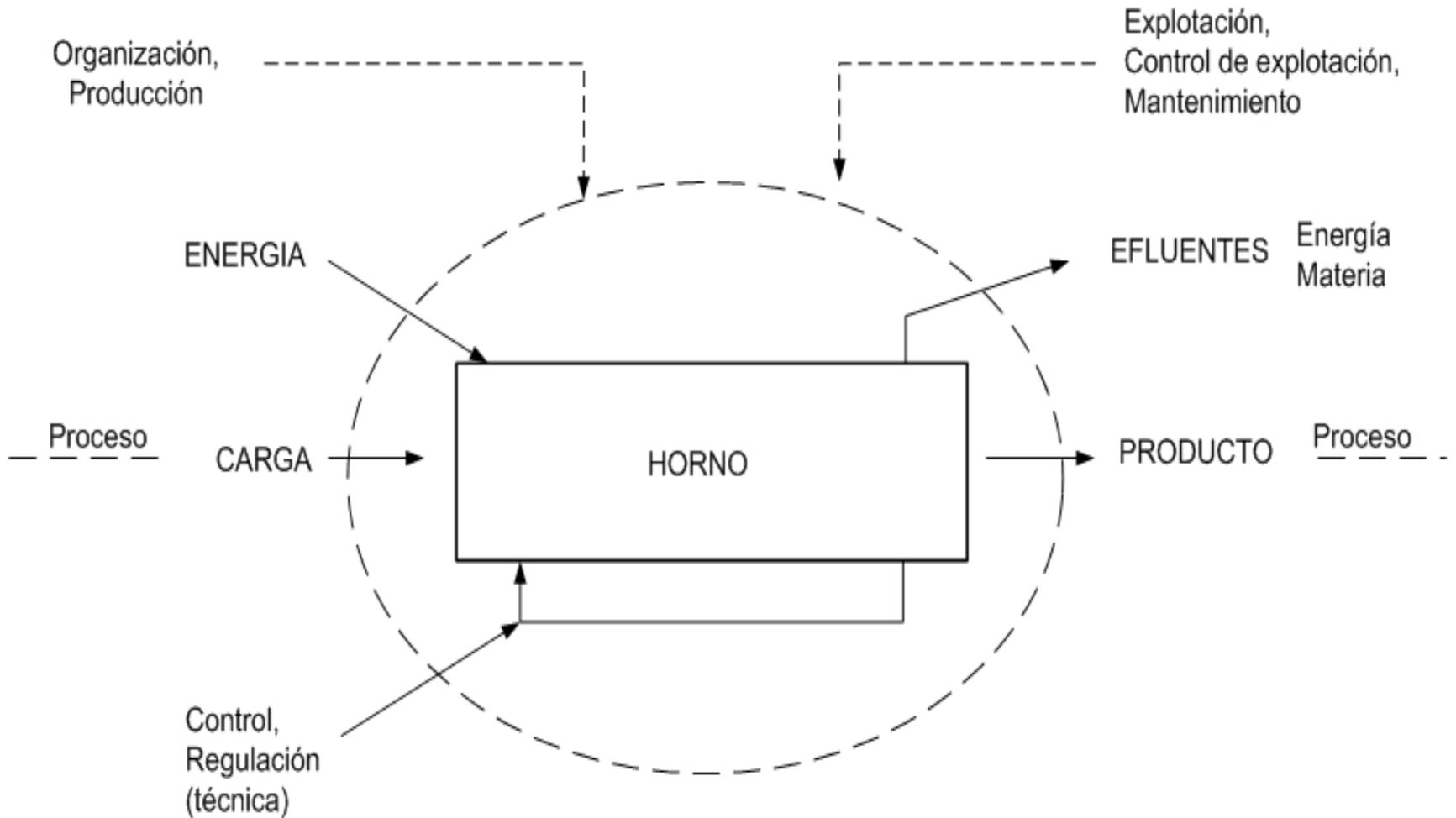


# Hornos

Es un elemento de la cadena productiva industrial, cuya misión es transformar la carga que le llega de otra unidad productiva, con diversos fines:

- Conseguir un producto final con propiedades pre establecidas.
- Preparar la carga para continuar con la cadena productiva.
- Mejorar la productividad, dotando al material procesado, características que lo hacen posible

# Factores que intervienen en los hornos



# Hornos

- Materia prima: Minerales metálicos y no metálicos, elementos químicos, elementos orgánicos, combustibles y aire.
- Proceso térmico interno: Los gases calientes en contacto **directo** con la materia prima, le transmiten por **convección y radiación**, calor sensible, calor latente y calor de reacción, provocando cambios de estado y transformaciones químicas de la materia prima.
- Producto: Materias primas transformadas en un producto final único.

# Secador

- Elemento de la cadena productiva cuya misión es retirar la humedad de la carga que le llega de otra unidad productiva.
- Dispone de uno o mas quemadores, la cámara de combustión ocupa el mismo espacio interno del secador, donde se genera gases calientes.

# Secador

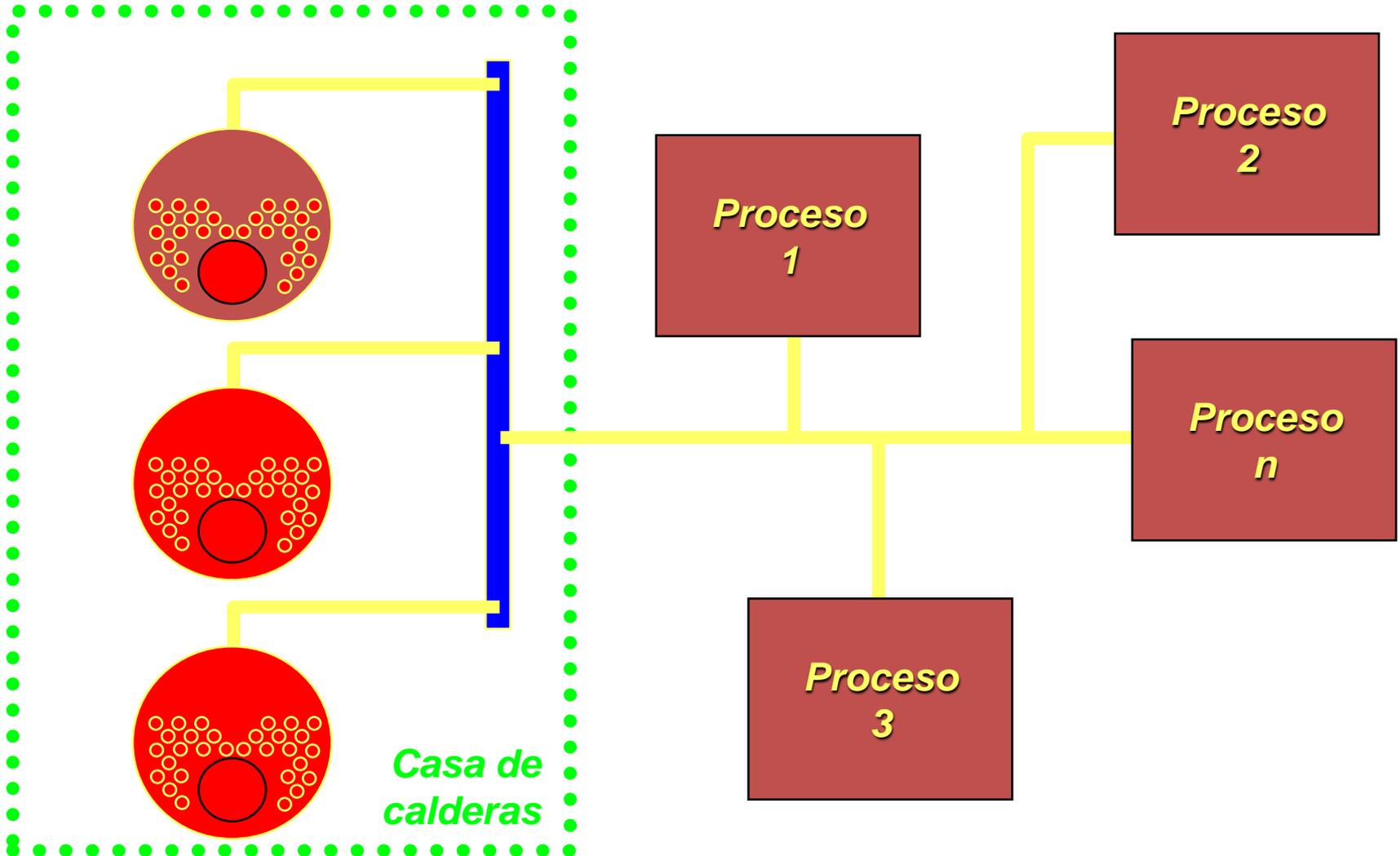
- Materia prima: Minerales no metálicos, elementos químicos, elementos orgánicos, combustibles y aire.
- Proceso térmico interno: Los gases calientes en contacto **directo** con la materia prima, le transmiten por **convección** y **radiación**, calor sensible, calor latente, provocando la evaporación de la humedad de la de la materia prima.
- Producto: Materia prima seca como producto final.

# Tecnología para ahorrar energía en sistemas térmicos

# Tecnología de ahorro de energía

- Si se tiene varias calderas independientes, considerar un sistema interconectado para operar a carga nominal en las distintas situaciones de demanda.

# Sistema interconectado

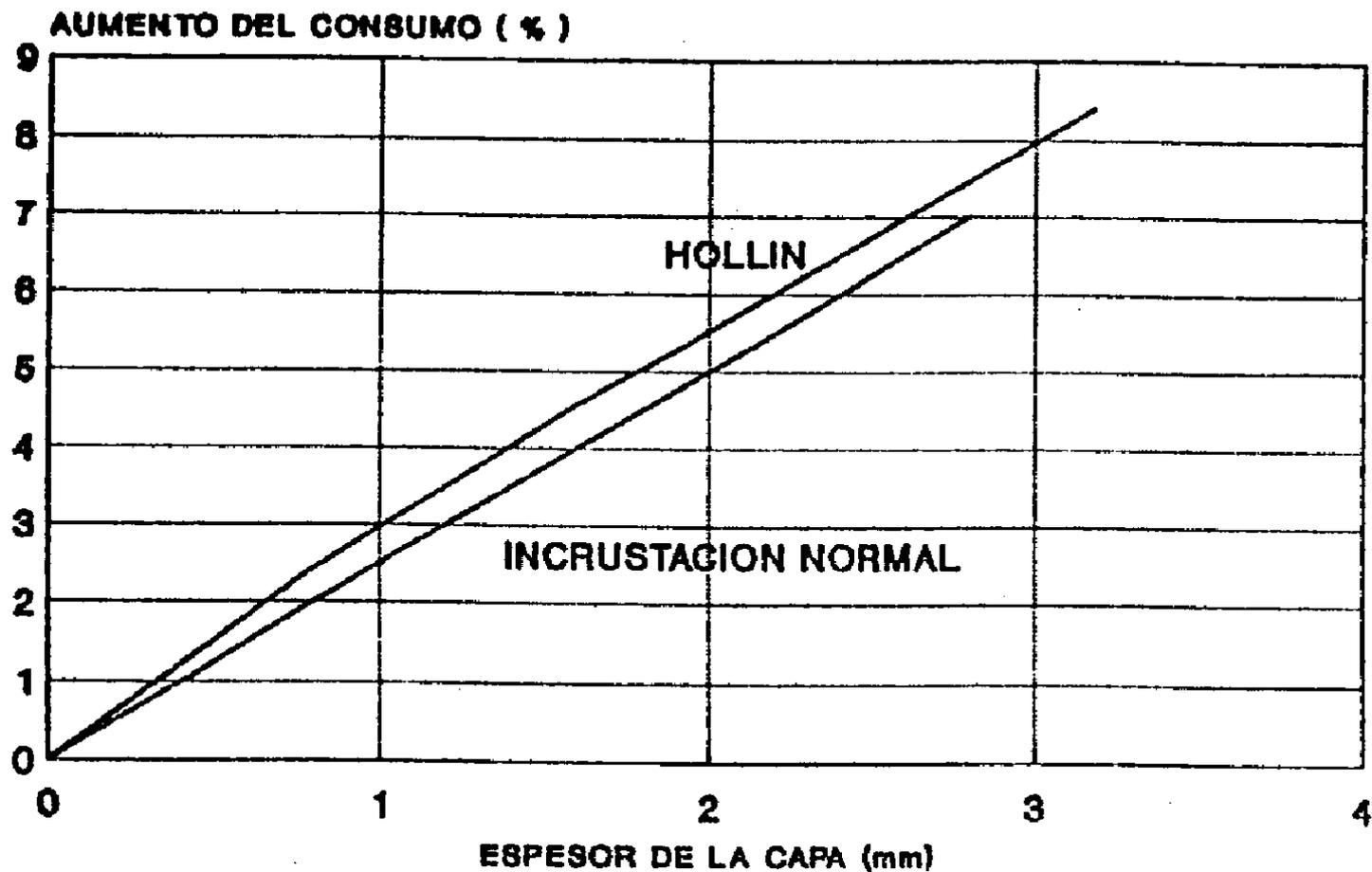


# Calderas

- Limpiar incrustaciones en la caldera (un depósito de 2 mm aumenta el consumo de energía en 5%).
- Limpiar el hollín y cenizas de la superficie de calentamiento (1,5 mm de depósito reduce la transmisión de calor en 25%)



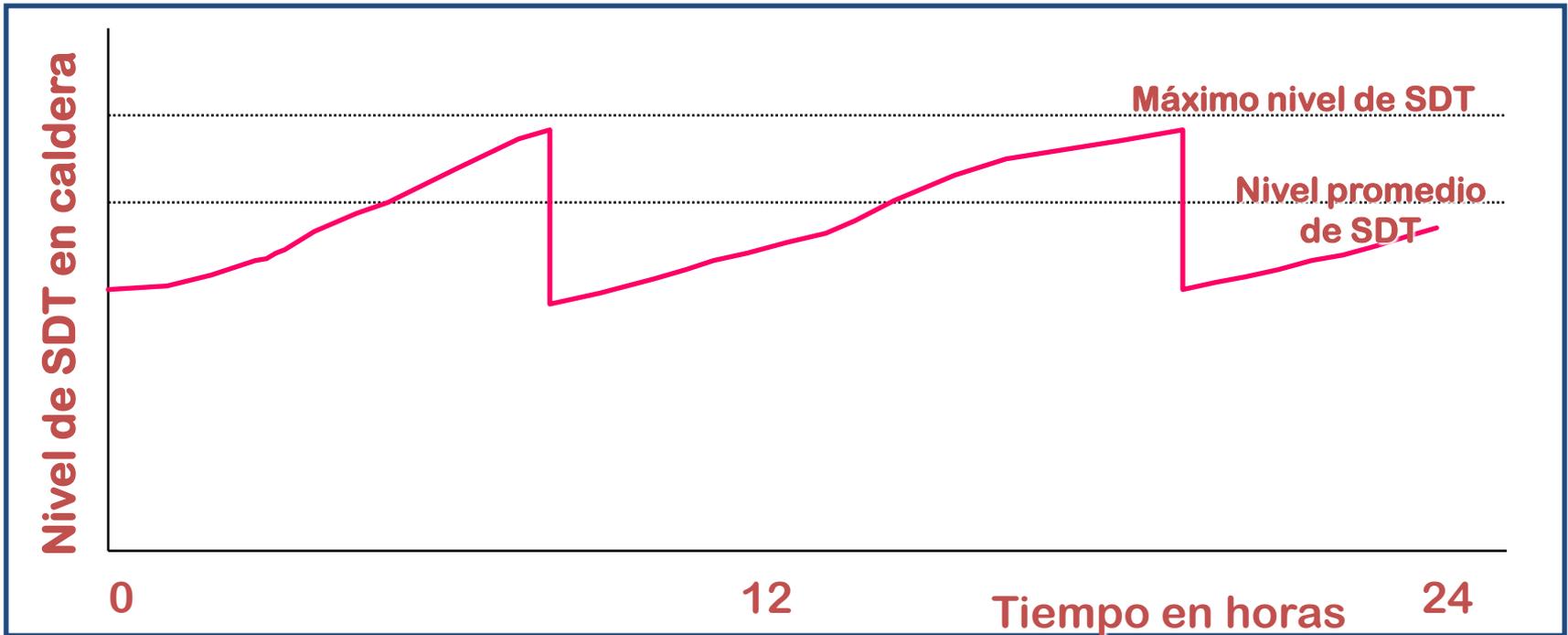
# DETERMINACION DEL NIVEL DE ENSUCIAMIENTO INTERNO Y EXTERNO DE LOS TUBOS



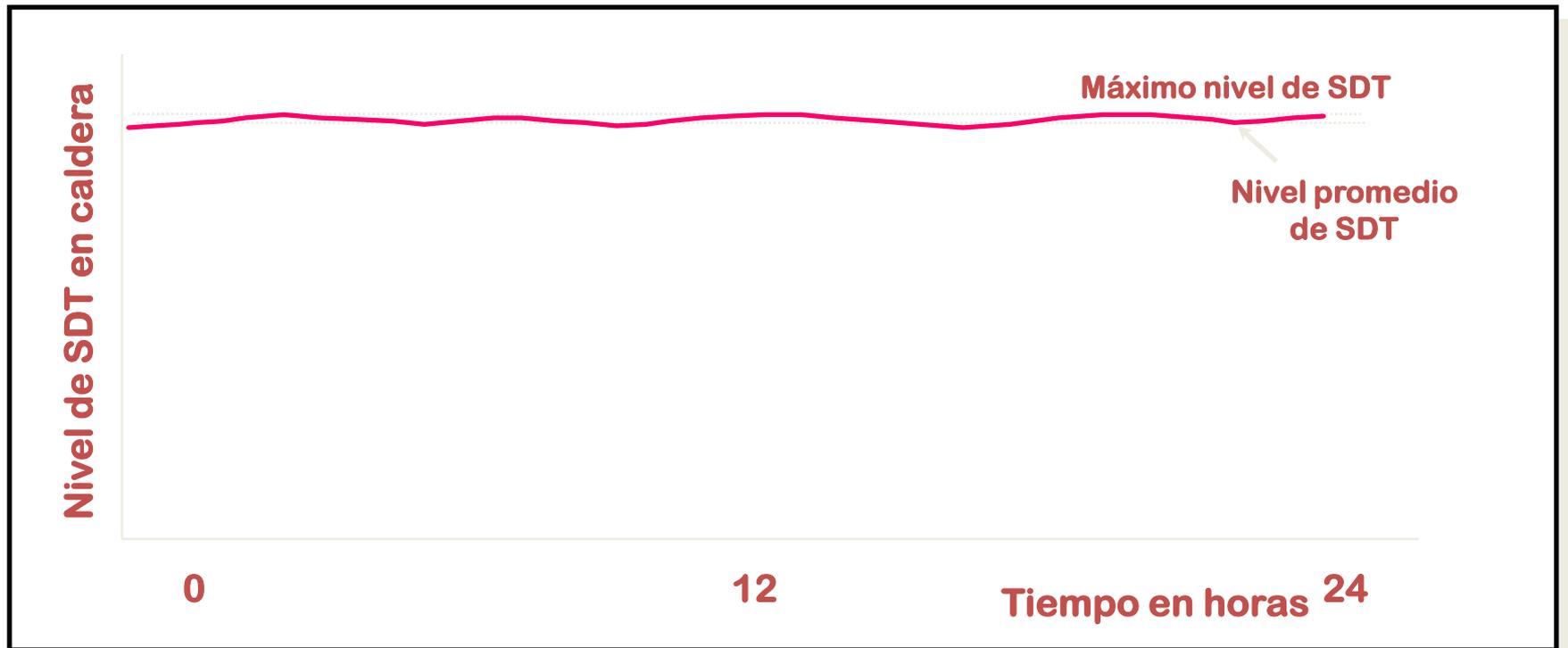
# Caldera

- Aprovechar las purgas y recuperarlas.
- Una caldera de 10 t/h (700 BHP) si se purga el 10% a 213 psi (14,7 bar), gasta alrededor de 150 t/año (40 800 galones/año) de combustible líquido adicional.

# Purga manual



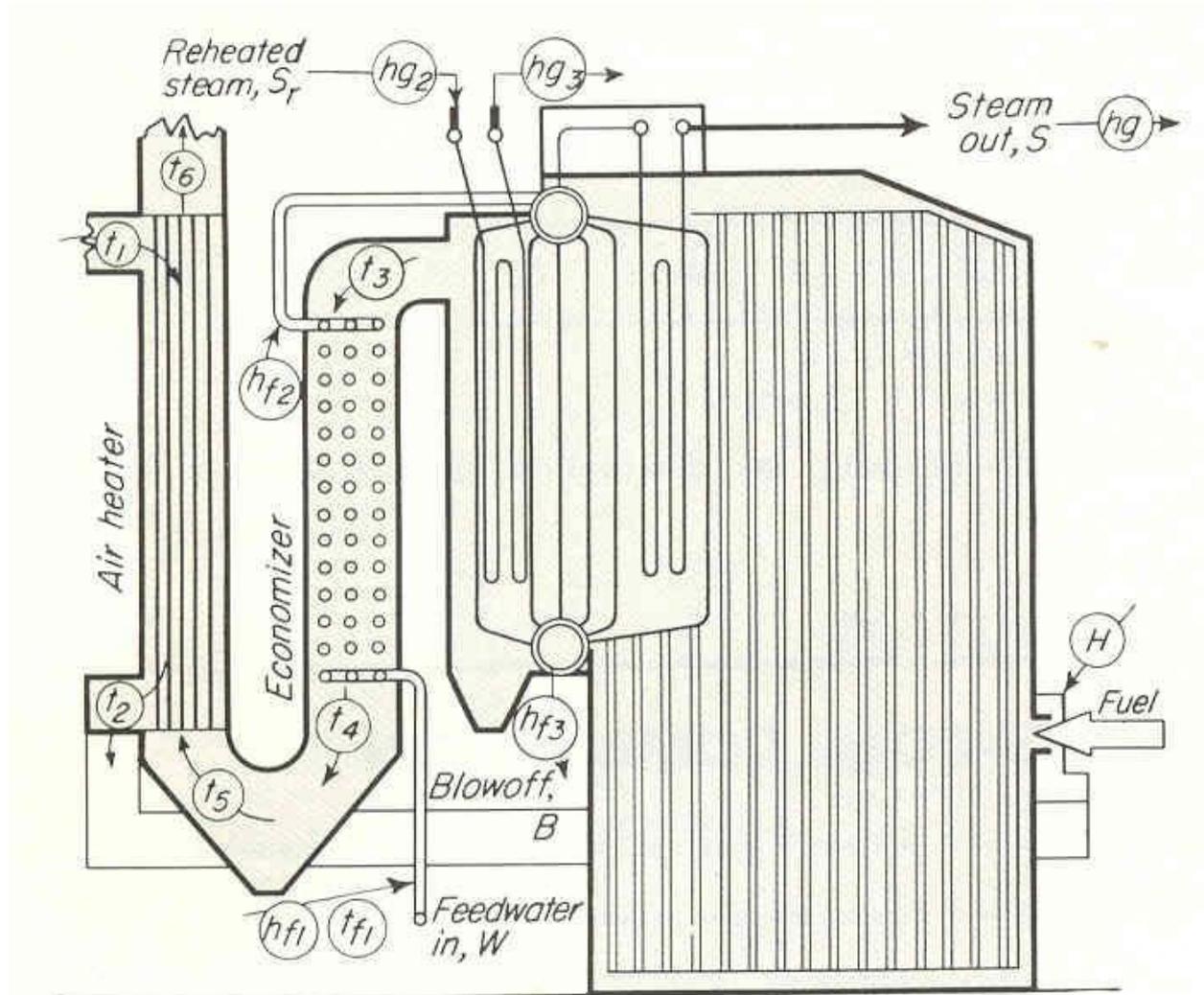
# Purga automática



# Caldera

- Considerar el uso de los humos de la caldera para precalentar el agua de alimentación o el aire fresco de combustión.

# Recuperación de calor en gases de combustión en calderas



# Caldera

- Utilizar la caldera al régimen de capacidad nominal o de mayor eficiencia
- Usar la presión mínima de operación posible en la caldera

# Sistema vapor

## Fuga de vapor

- Reparar pérdidas de vapor en las líneas y válvulas ( una fuga de 1 mm<sup>2</sup> de diámetro a 10,13 bar (146,96 psi) de presión pierde 0,5 kg/h de petróleo)

# La fuga de vapor

- Altos costos por pérdidas de vapor vivo.
- Seguridad en el proceso.
- Como ejemplo:
  - ⇒ ¿Cuál es la pérdida de energía por un orificio de 3 mm con vapor de 7 barg ?
  - ◆ 20 kg/h de vapor serán desperdiciados
  - ◆ Para un año de operación con 8 700 horas (7 días a la semana, 3 turnos, 365 días), representa:

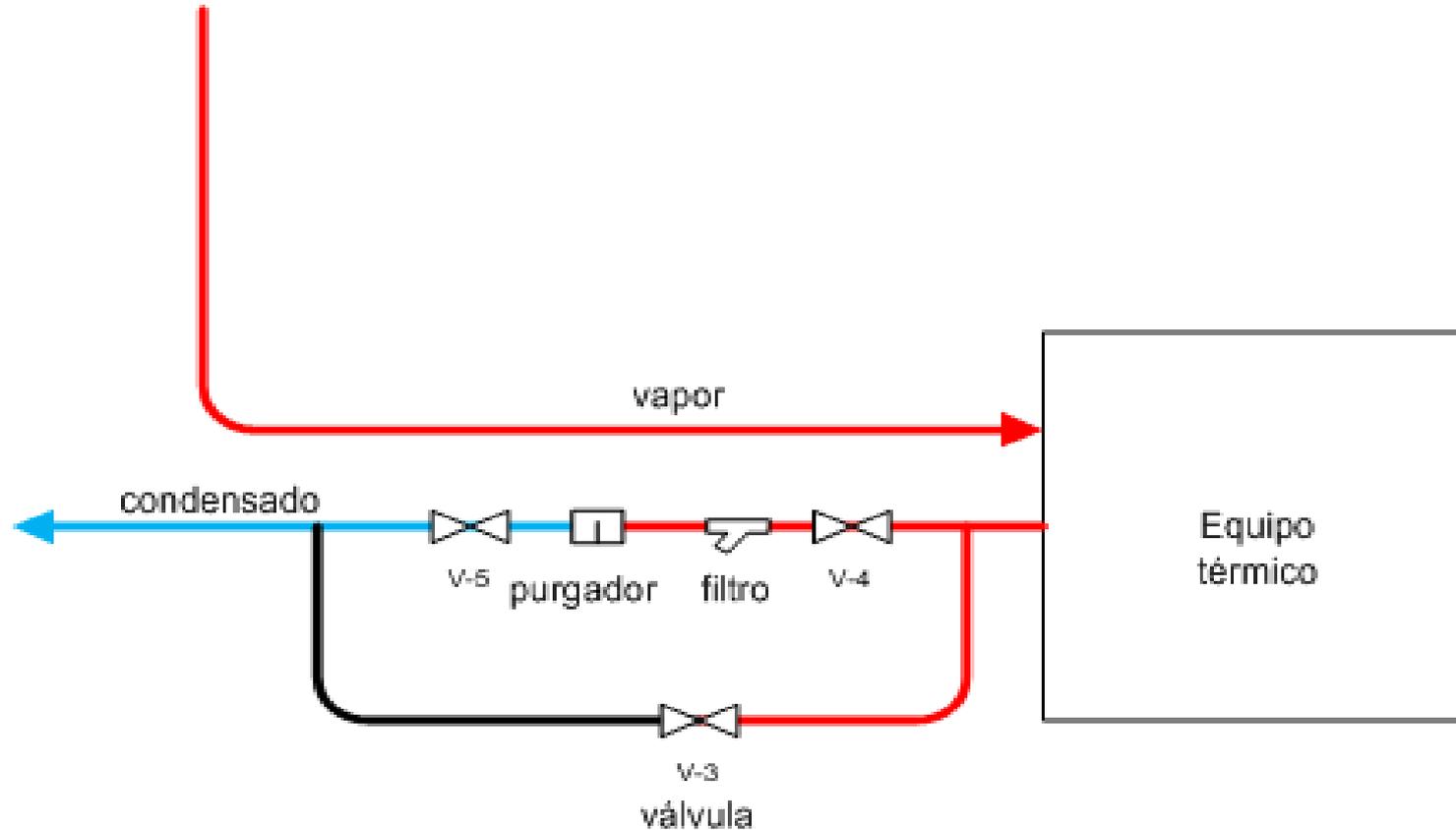
**174 Toneladas de vapor**

# Purgadores o trampas de vapor

- Instalar purgadores o trampas de vapor
- Usar el tamaño correcto de trampas de vapor
- Instalar el tipo de trampa adecuado al usuario final
- Desconectar las trampas de las líneas de vapor recalentado, cuando no haya circulación.

# Trampas de vapor

- Reparar y mantener trampas de vapor



**Instalación de un purgador o trampa de vapor**

# Trampas de vapor

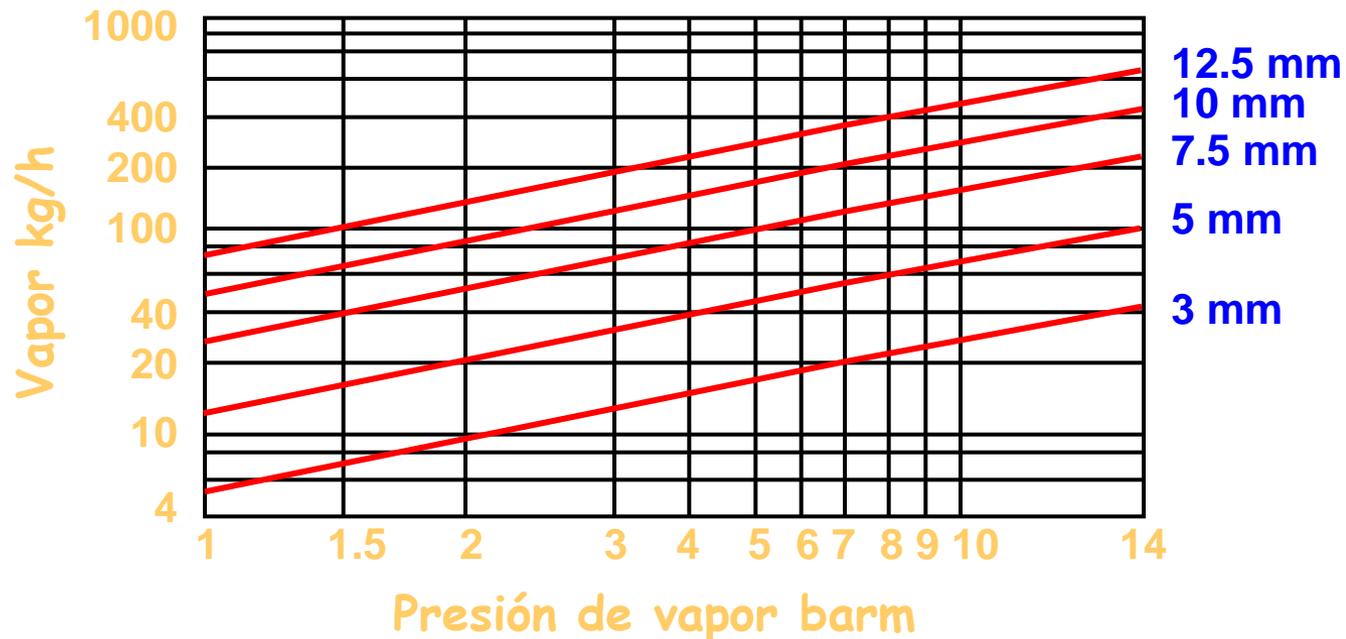
- Método de temperaturas, medir la temperatura antes y después de la trampa, para conocer su operatividad

## Temperatura en superficie de tubos

<b>Presión de vapor</b>	<b>Temperatura de vapor</b>	<b>Temperatura en superficie de tubería</b>
<b>(psig)</b>	<b>(°C)</b>	<b>(°C)</b>
<b>15</b>	<b>121</b>	<b>107 – 114</b>
<b>50</b>	<b>148</b>	<b>131 – 139</b>
<b>100</b>	<b>170</b>	<b>151 – 161</b>
<b>150</b>	<b>186</b>	<b>165 – 176</b>
<b>200</b>	<b>198</b>	<b>176 – 187</b>

# La pérdida de vapor por orificios de trampas

<i>Medida de trampa (mm)</i>	<i>Medida de orificio (mm)</i>
15	3
20	5
25	7.5
40	10
50	12.5



# Aislamiento

- Aislar líneas de vapor desnudas, reduce las pérdidas de calor en 5 a 6 veces
- Reparar aislamiento deteriorado en la líneas de vapor
- Reparar y colocar aislamiento en la línea de condensados
- Colocar aislamiento al tanque de condensado

## EMISION DE CALOR EN TUBERIAS SIN AISLAMIENTO

Dif. temperatura vapor y ambiente	Diámetro de tubería									
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
°F	BTU/pie-hr									
100	56	68	82	107	113	138	163	194	243	337
120	71	85	104	127	142	175	206	246	308	427
140	86	104	127	155	173	212	251	300	375	521
160	103	125	152	186	213	256	301	360	451	626
180	121	146	176	217	243	297	351	417	522	725
200	139	171	206	251	282	346	408	488	622	850
225	166	199	243	297	334	410	483	578	726	1009
250	192	233	284	347	389	478	563	674	849	1180
275	220	266	326	398	447	550	649	778	978	1360
300	251	304	372	455	510	628	742	888	1140	1557
325	285	343	425	520	580	705	843	1010	1240	1730
350	322	388	480	590	660	790	945	1130	1358	1930

FUENTE : Steam in the oil and Chemical Industries (Spirax Sarco), ver Bibliografía.

# Usuarios de vapor

- Cubrir los tanques abiertos con aislamiento flotante para disminuir la pérdida de energía y evaporación

## PERDIDAS DE CALOR EN TANQUES ABIERTOS

Temperatura de Líquido °F	Calor perdido en superficie del líquido BTU/ft <sup>2</sup> -hr			Calor perdido por paredes del tanque BTU/ft <sup>2</sup> -hr			
	Evaporación	Radiación	Total	Con aislam.	Sin aislamiento		
					1"	2"	3"
90	80	50	130	50	12	6	4
100	160	70	230	70	15	8	6
110	240	90	330	90	19	10	7
120	360	110	470	110	23	12	9
130	480	135	615	135	27	14	10
140	660	160	820	160	31	16	12
150	860	180	1040	180	34	18	13
160	1100	210	1310	210	38	21	15
170	1380	235	1615	235	42	23	16
180	1740	260	2000	260	46	25	17
190	2160	290	2450	290	50	27	19
200	2680	320	3000	320	53	29	20
210	3240	360	3600	360	57	31	22

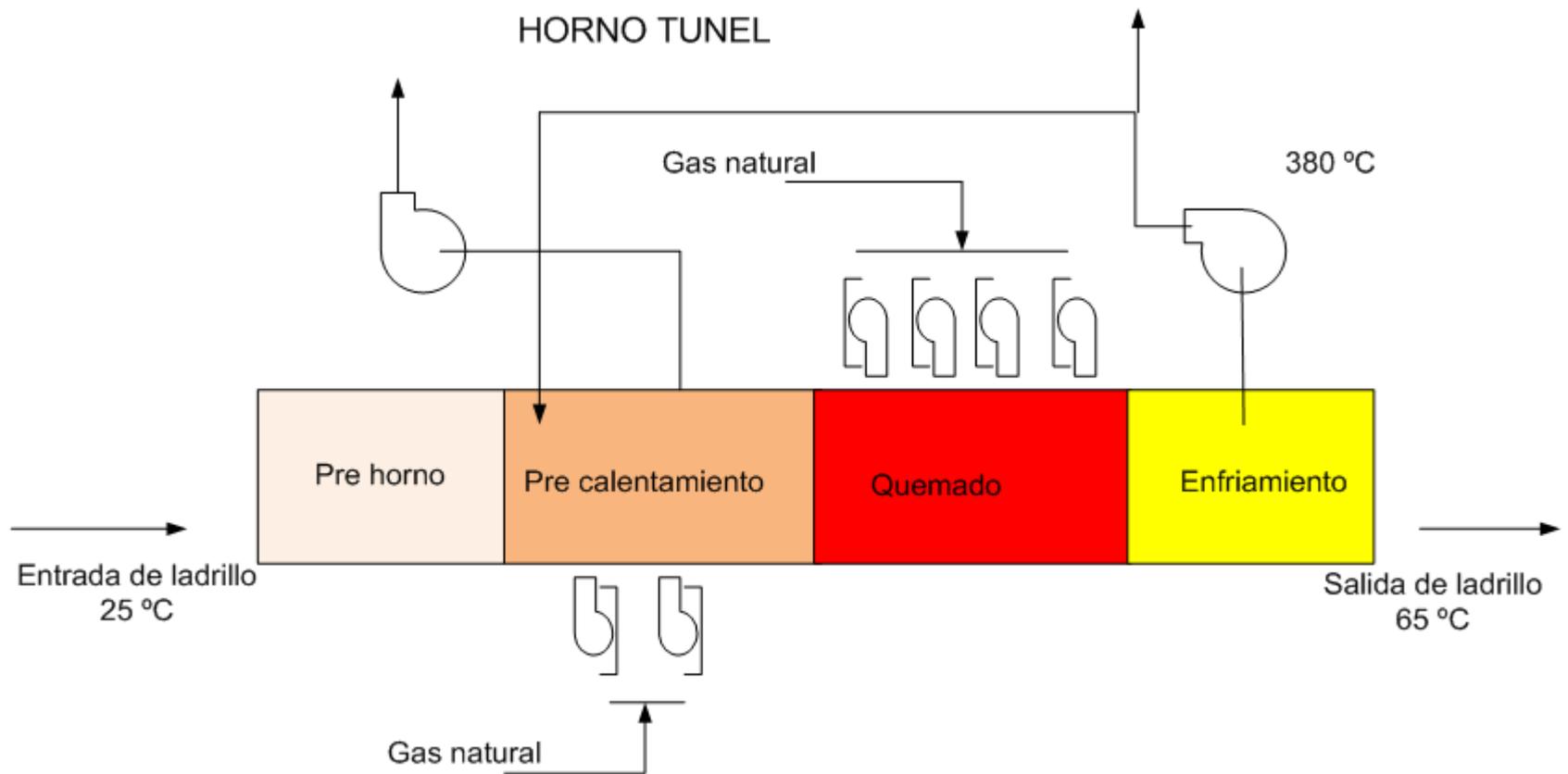
Los valores de la tabla están referidos a la temperatura ambiente de 60 °F

(\*) Ver referencia : 1,991 CONDESED CATALOG (SPIRAX SARCO)

# Recuperación de calor

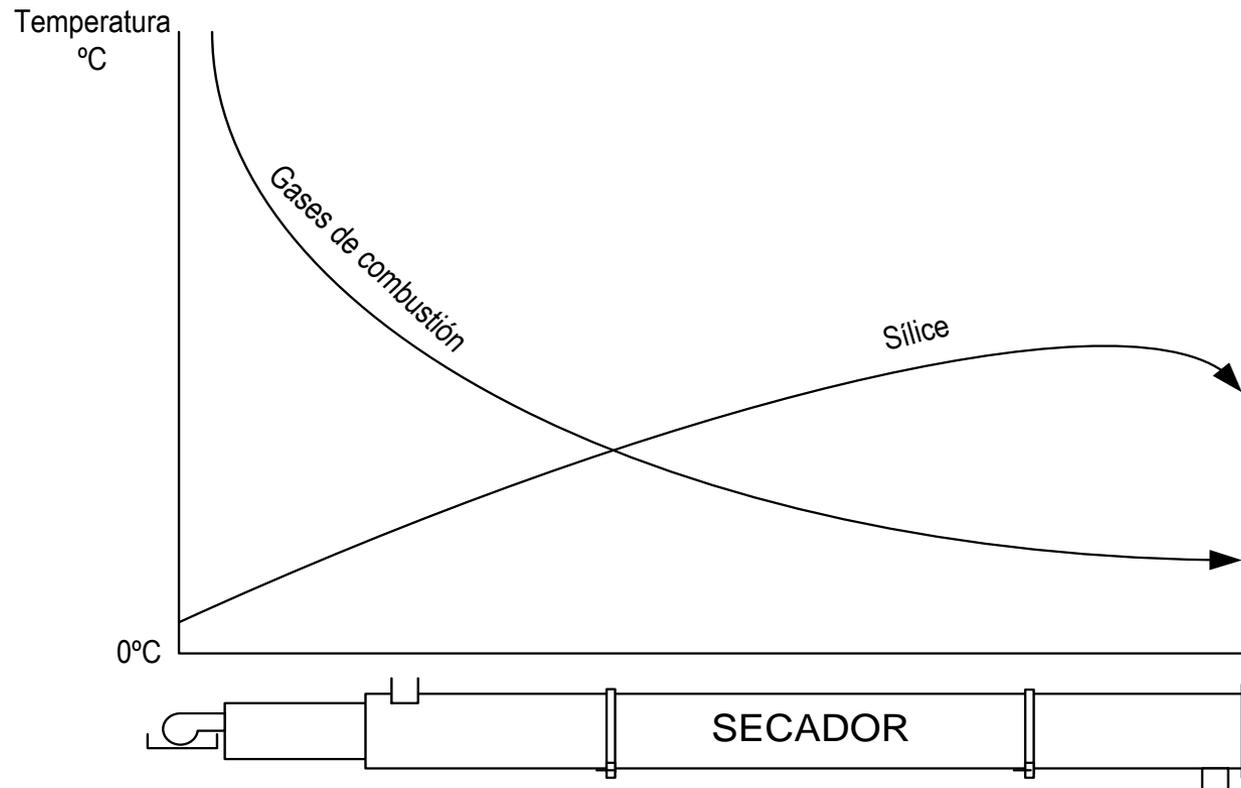
- Considerar el uso de los gases calientes de escape para precalentar productos o material que entra a los hornos, secadores u otros.
- Considerar el uso de los gases calientes de escape para la generación de vapor
- Usar los gases calientes de escape para el precalentamiento del aire de combustión

# Recuperación de calor en gases de combustión en hornos



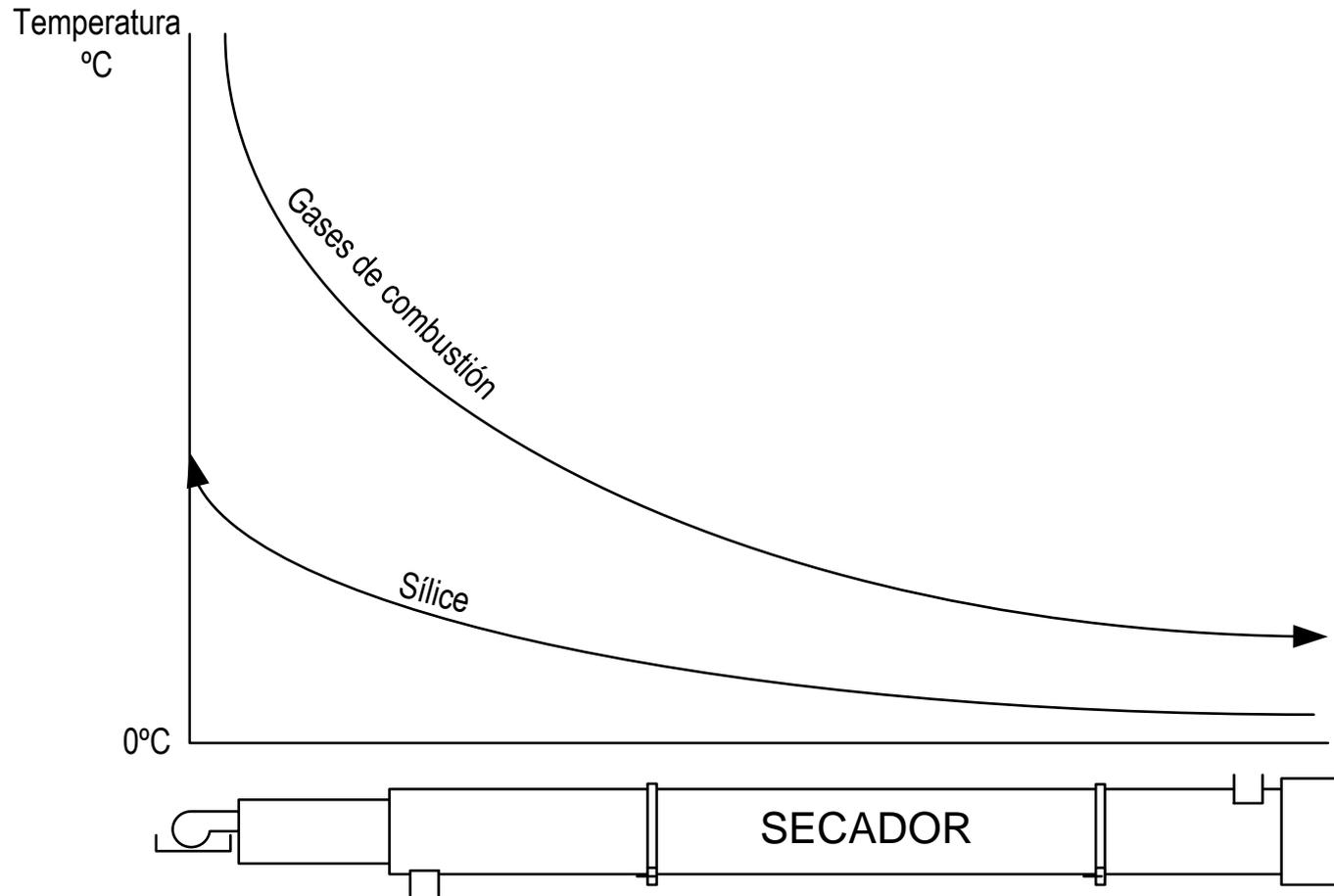
# Proceso de secado de arena

Secado a flujo paralelo, mayor flujo de gases calientes

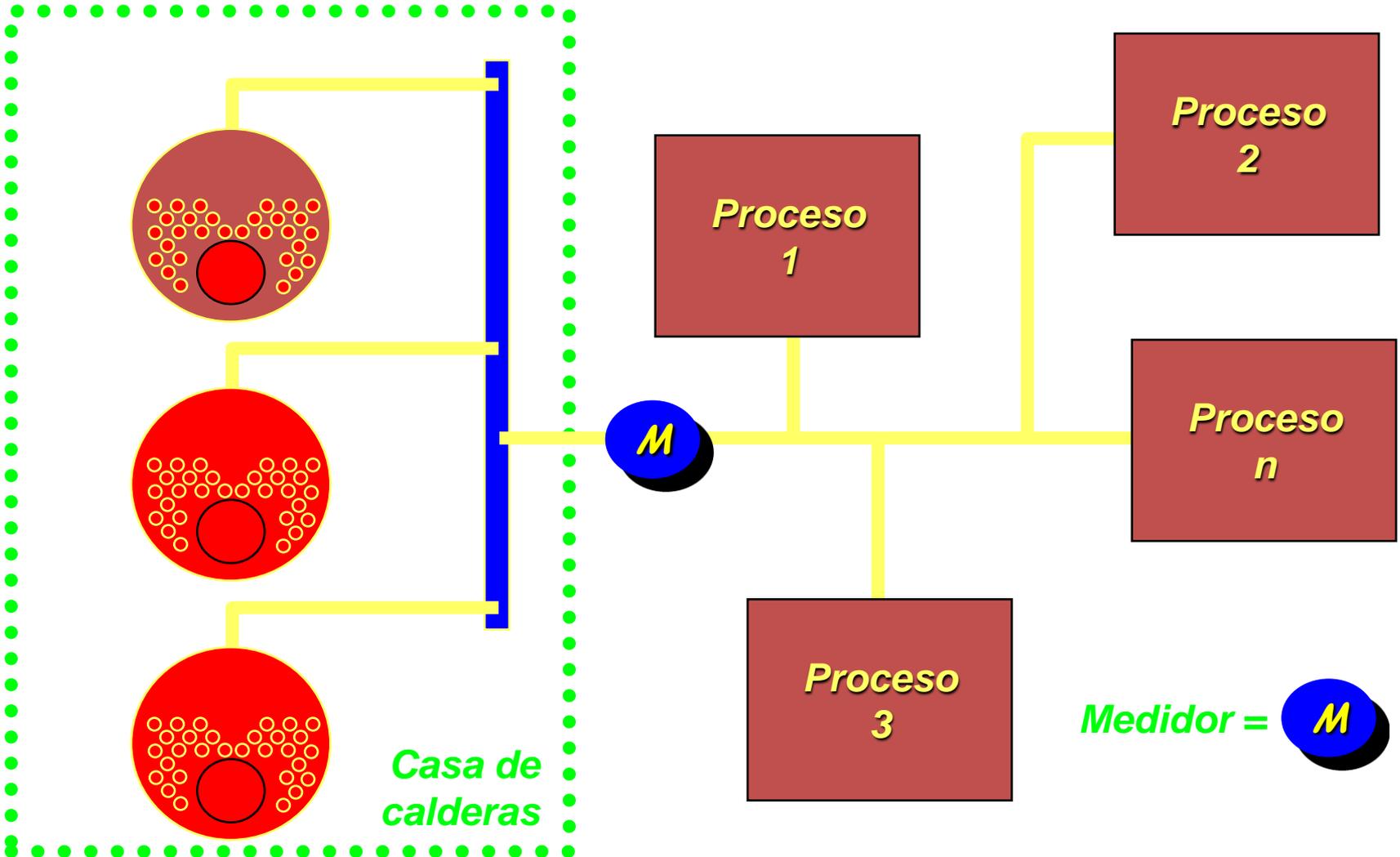


# Mejora en proceso de secado de arena

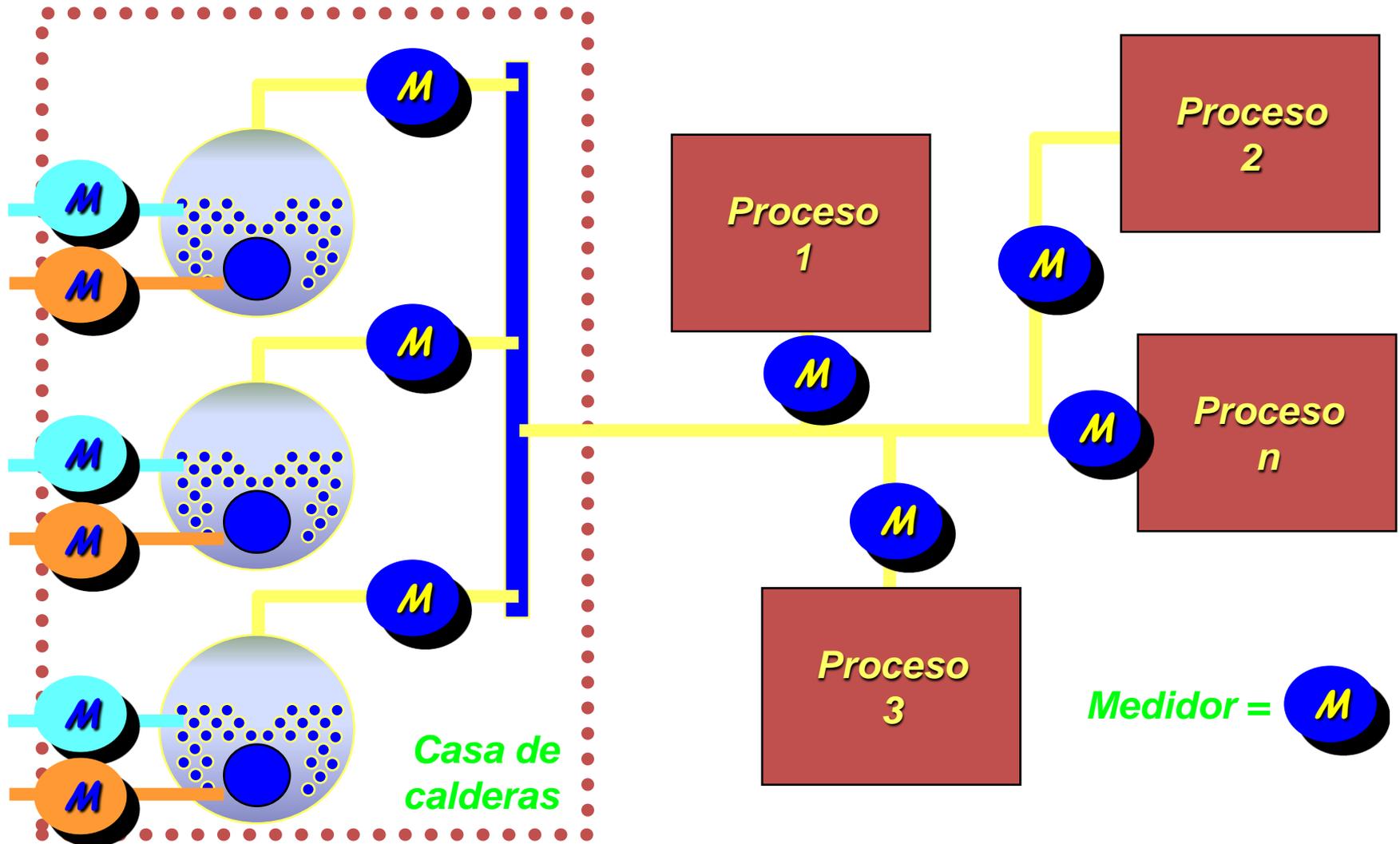
## Secado a contra flujo, menor flujo de gases calientes



# Controlar las mediciones de consumo para detectar cambios anormales



# Estrategias de medición



# Hornos

- Reparar los hornos y sus puertas para que sellen efectivamente
- Reducir la temperatura de los hornos hasta donde sea posible. Con esta acción se puede lograr ahorros de 20 a 40% del combustible
- Recuperar el calor de radiación alta temperatura (para temperaturas de horno de 1 000 °C, inversión se puede recuperar en 2 años o menos)
- Comparar la eficiencia de los hornos con otros similares modernos
- Fijar niveles mínimos de eficiencia

# Hornos

- Reparar aislamiento de hornos
- Aislar adecuadamente los hornos de funcionamiento cíclico, para facilitar tanto su calentamiento y mantenimiento, como para evitar su enfriamiento .
- Usar los espesores económicos de aislantes en bajas temperaturas y aumentar los espesores de aislantes donde sea necesario.



**AHORRO Y MEJORA TÍPICA POR  
SELECCIÓN DE OPCIÓN  
TARIFARIA**

# DEFINICIONES Y TÉRMINOS DE LAS OPCIONES TARIFARIAS

## CLIENTES EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

- **Clientes en Media Tensión (MT)**  
Suministro conectado a redes cuya tensión es superior a 1kV y menor a 30kV
- **Clientes en Baja Tensión (BT)**  
Suministro conectado a redes cuya tensión es inferior o igual a 1kV

## HORAS DE PUNTA Y FUERA DE PUNTA

- **Horas de Punta (HP)**  
El periodo comprendido entre las 18:00 y 23:00 horas de cada día.
- **Horas Fuera de Punta (HFP)**  
Resto de horas no comprendidas en las horas de punta (HP)

# DEFINICIONES Y TÉRMINOS DE LAS OPCIONES TARIFARIAS

## PERIODO DE FACTURACIÓN

- Es mensual y no podrá ser inferior a 28 días ni superior a los 33 días calendario.
- Cuando durante el periodo de facturación se presenten dos pliegos tarifarios, se deberá calcular el monto a facturar, proporcionalmente a los días respectivos de cada pliego considerando las tarifas vigentes en cada uno de ellos.

## MÁXIMA DEMANDA

- Valor más alto de las demandas integradas en periodos de 15 minutos, en el periodo de un mes.
- La demanda máxima anual es el mayor valor de las demandas máximas mensuales en el periodo de 12 meses consecutivos.

# OPCIÓN TARIFARIA

## Media Tensión

- MT2: 2E2P
- MT3: 2E1P – calificación: p y fp
- MT4: 1E1P – calificación: p y fp

E: Medición de energía  
p: Cliente presente en horas de punta

## Baja Tensión

- BT2: 2E2P
- BT3: 2E1P – calificación: p y fp
- BT4: 1E1P – calificación: p Y fp
- BT5A :1E
- BT5B: 1E
- BT5C: 1E (Alumbrado público)
- BT6: 1P
- BT7: 1E -Servicio prepago

P: Medición o contratación de potencia  
fp: Cliente presente en horas fuera de punta

# OPCIONES TARIFARIAS DE MEDIA TENSIÓN

## MEDIA TENSION

Opción	Tipos de Medición	Cargos de Facturación
MT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas – 2E2P <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía activa en horas de punta y fuera de punta</li> <li>• Potencia activa en horas de punta y fuera de punta</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cargo fijo mensual</li> <li>2. Cargo por energía activa en horas de punta</li> <li>3. Cargo por energía activa en horas fuera de punta</li> <li>4. Cargo por potencia en horas de puntas</li> <li>5. Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta.</li> <li>6. Cargo por energía reactiva</li> </ol>
MT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa – 2E1P <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía activa en horas de punta y fuera de punta</li> <li>• Potencia activa máxima</li> <li>• Calificación presente en horas</li> </ul> p: Cliente presente en horas de punta fp: Cliente presente en horas fuera de punta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cargo fijo mensual</li> <li>2. Cargo por energía activa en horas de punta</li> <li>3. Cargo por energía activa en horas fuera de punta</li> <li>4. Cargo por potencia</li> <li>5. Cargo por energía reactiva</li> </ol>
MT4	Medición de una energía activa y una potencia activa- 1E1P <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía activa total</li> <li>• Potencia activa máxima</li> <li>• Calificación de potencia</li> </ul> p: Cliente presente en horas de punta fp: Cliente presente en horas fuera de punta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cargo fijo mensual</li> <li>2. Cargo por energía activa</li> <li>3. Cargo por potencia</li> <li>4. Cargo por energía reactiva</li> </ol>

# OPCIONES TARIFARIAS DE BAJA TENSION

BAJA TENSION		
Opción	Tipos de Medición	Cargos de Facturación
BT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas – 2E2P <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía activa en horas de punta y fuera de punta</li> <li>• Potencia activa en horas de punta y fuera de punta</li> </ul>	1. Cargo fijo mensual 2. Cargo por energía activa en horas de punta 3. Cargo por energía activa en horas fuera de punta 4. Cargo por potencia en horas de puntas 5. Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta. 6. Cargo por energía reactiva
BT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa – 2E1P <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía activa en horas de punta y fuera de punta</li> <li>• Potencia activa máxima</li> <li>• Calificación presente en horas</li> </ul>	1. Cargo fijo mensual 2. Cargo por energía activa en horas de punta 3. Cargo por energía activa en horas fuera de punta 4. Cargo por potencia 5. Cargo por energía reactiva
BT4	Medición de una energía activa y una potencia activa- 1E1P <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía activa total</li> <li>• Potencia activa máxima</li> <li>• Calificación de potencia</li> </ul>	1. Cargo fijo mensual 2. Cargo por energía activa 3. Cargo por potencia 4. Cargo por energía reactiva
BT5	Medición de energía activa total – 1E	1. Cargo fijo mensual 2. Cargo por energía activa
BT6	Exclusivamente para casos especiales – 1P	1. Cargo fijo mensual 2. Cargo por potencia activa
BT7	Servicio prepago de energía eléctrica	1. Cargo por energía activa

# CARGOS DE FACTURACIÓN

- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía activa
  - Horas de punta
  - Horas fuera de punta
- Cargo por potencia activa
  - Horas de punta
  - Horas fuera de punta
- Cargo por energía reactiva

# FACTURACION DE POTENCIA

## MODALIDAD POTENCIA CONTRATADA

### Potencia Contratada para Consumos Estacionales

- Los clientes con régimen de consumo estacional podrán definir sus potencias contratadas para las horas de punta y fuera de punta en cada periodo estacional.
- Solo se puede definir dos periodos estacionales (alto y bajo) en el termino de un año.
- El periodo alto es aquel comprendido por los meses consecutivos donde se presentan los mayores consumos del cliente.
- El periodo bajo es aquel comprendido por el resto de meses del año.
- Para la definición de los periodos , las empresas y los clientes tomara en cuenta las estadísticas del consumo del cliente de los dos últimos años como máximo , siendo el cliente responsable de definir los periodos.
- Si la máxima demanda anual del sistema de distribución de presentara durante el periodo estacional alto, el cliente deberá compensar a la empresa distribuidora para los mayores gastos originados por la compra de potencia a los generadores.
- Esta opción de contratación de potencia es solo valida para las opciones tarifarias MT2 y BT2.

# FACTURACIÓN DE POTENCIA

## MODALIDAD POTENCIA CONTRATADA

### Potencia Contratada para No Consumos Estacionales

- Los clientes deberán definir sus potencias contratadas para las horas de punta y fuera de punta.

### Renovación de la Potencia Contratada

- Las potencias contratadas definidas por el cliente tendrán una vigencia anual.
- Antes de 30 días del término de la vigencia de las potencias contratadas, la empresa comunicará a los clientes el hecho, solicitándoles sus nuevas potencias controladas, y de no mediar respuesta del cliente en el término de 30 días, la empresa distribuidora renovará automáticamente las potencias contratadas y la opción tarifaria para un periodo adicional.

# FACTURACIÓN DE POTENCIA

## MODALIDAD POTENCIA CONTRATADA

### Modificación de la Potencia Contratada

- Durante la vigencia de la potencia contratada, los clientes podrán variar por una sola vez su potencia contratada, previo acuerdo con la empresa.
- En caso de reducción, el cliente se comprometerá al pago de un remanente y solo será procedente si la reducción es mayor a 50kW.
- Si la potencia contratada es inferior al promedio de las dos más altas demandas máximas mensuales del cliente durante el periodo de vigencia del contrato, se procederá a actualizar automáticamente su valor con dicho promedio.

### Derechos Otorgados por la Potencia Contratada

- Los clientes podrán utilizar la potencia contratada sin restricciones durante el periodo de vigencia.

# FACTURACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

- Se incluirá en las opciones tarifarias MT2, MT3, MT4, BT2, BT3 y BT4.
- La facturación de energía reactiva se realizara de acuerdo con los siguiente criterios:
  - Cuando el consumo de energía reactiva inductiva sea inferior o igual al 30% de la energía activa total mensual no se aplicará cargo alguno.
  - Cuando el consumo de energía reactiva inductiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva inductiva.

# FACTURACION DE POTENCIA

## CLIENTES NO ESTACIONALES

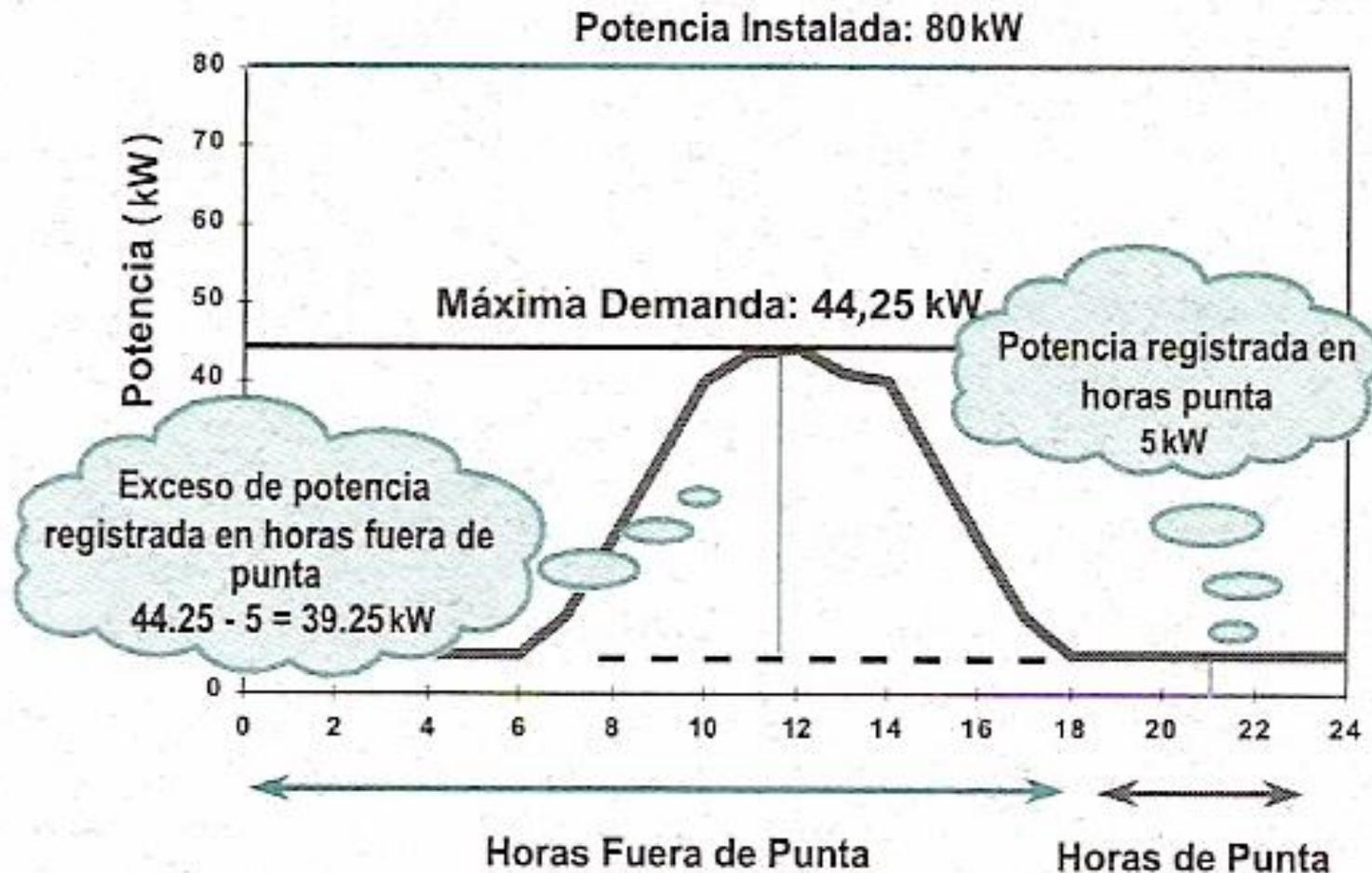
### Facturación de Potencia en Horas de Punta

- Es igual al producto de la potencia a facturar en horas de punta por el cargo mensual de la potencia de punta.

### Facturación de Potencia en Horas Fuera de Punta

- Es igual al producto del exceso de potencia en horas fuera de punta por el cargo mensual de potencia de fuera de punta.
- El exceso de potencia en horas fuera de punta es igual a la diferencia entre la potencia a facturar en horas fuera de punta menos la potencia a facturar en horas de punta, siempre que sea positivo, en caso contrario será igual a cero.

# EJEMPLO DE FACTURACIÓN DE POTENCIA



# FACTURACION DE POTENCIA

## CLIENTES ESTACIONALES

### Facturación de potencia en horas de punta

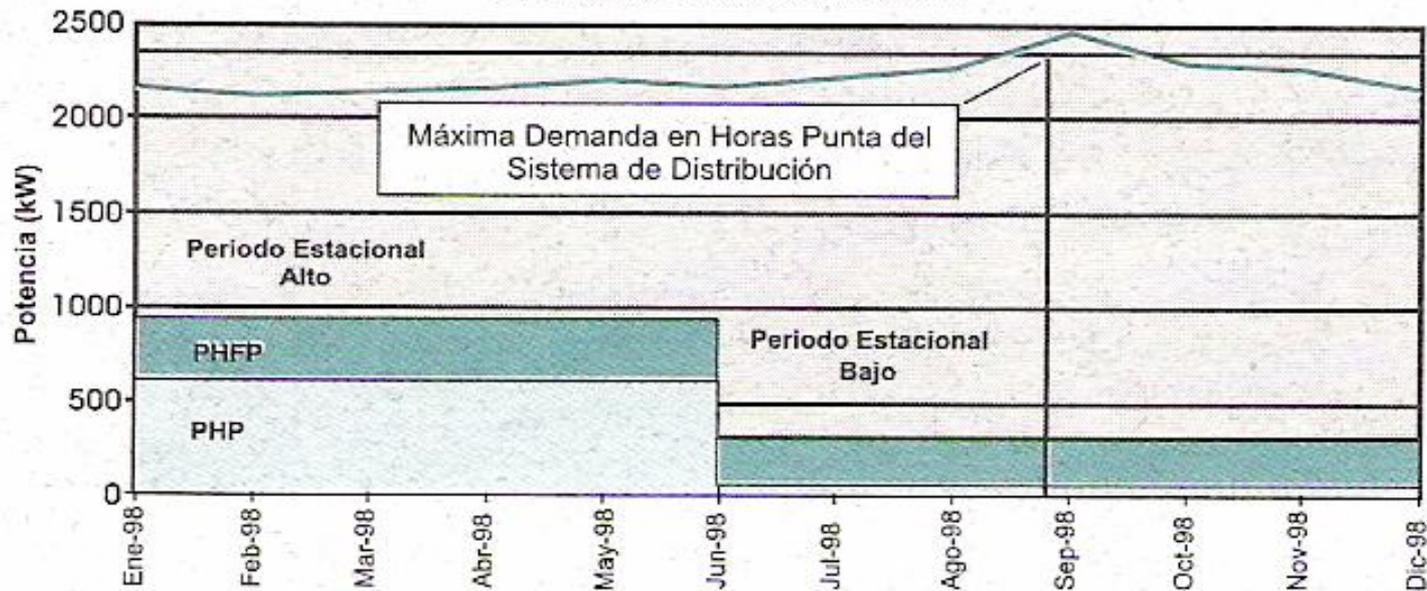
- Es igual al producto de la potencia a facturar en horas de punta, del periodo estacional bajo, por el cargo mensual de potencia de punta.

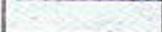
### Facturación de potencia en horas fuera de punta

- Es igual al producto del exceso de potencia por el cargo mensual de potencia de fuera de punta.
- El exceso de potencia es igual a la diferencia entre la máxima potencia a facturar del cliente, sea en cualquier periodo horario o estacional, menos la potencia a facturar en horas de punta, del periodo estacional bajo, siempre que sea positivo, en caso contrario será igual a cero.

# EJEMPLO DE FACTURACIÓN DE POTENCIA

Registro de Demanda Mensual  
Consumo Estacional en MT



 PHP: Potencia en Horas Punta  
 PHFP: Potencia en Horas Fuera de Punta

Potencias a Contratar (kW)		
Periodo	PHP	PHFP
Alto	600	950
Bajo	50	350

Potencias a Facturar (kW)		
Periodo	PHP	PHFP
Alto	50	$950-50=900$
Bajo	50	$950-50=900$

# CALIFICACIÓN DEL CLIENTE

- La empresa calificará al cliente como presente en punta o bien como presente en fuera de punta.
- El cliente será calificado como **presente en punta** cuando el cociente entre la demanda media del cliente en horas de punta y su demanda máxima es mayor o igual a 0,5. La demanda media en horas de punta es igual al consumo de energía durante dichas horas dividido por el numero de horas de punta. En caso contrario, el cliente será calificado como **presente en fuera de punta**.
- Cualquier reclamo sobre la calificación deberá ser efectuado ante la empresa distribuidora y de no ser atendido por la empresa distribuidora en el termino de 30 días, el cliente podrá solicitar su recalificación ante el OSINERG.

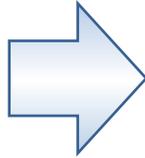
$$\frac{\text{Demanda Media en HP}}{\text{Máxima Demanda}} \geq 0,5$$

# VIGENCIA DE LA CALIFICACIÓN

- **Suministros con medición adecuada de potencia y energía.**
  - ✓ La calificación se realizara mensualmente de acuerdo a las lecturas realizadas al suministro y se actualizara automáticamente.
- **Suministros sin medición adecuada de potencia y energía.**
  - ✓ El cliente de acuerdo con la empresa distribuidora, definirá el periodo de vigencia de la calificación.
  - ✓ El periodo no podrá ser menor de 3 meses ni mayor de 1 año.
  - ✓ La empresa distribuidora comunicara al cliente 15 días antes de cumplirse el periodo de vigencia, si desea que se le efectúe una nueva calificación.
  - ✓ Si no mediara respuesta en el termino de 15 días, la empresa asumirá que el cliente desea mantener su calificación.
  - ✓ La empresa distribuidora podrá efectuar las mediciones necesarias para modificar la calificación.

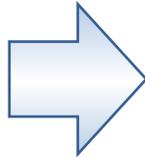
# OPCIONES TARIFARIAS BT5, BT6 Y BT7

## Opción BT5



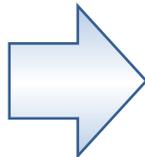
- Solo para aquellos clientes alimentados en BT con demanda máxima de hasta 20kW o aquellos que instalen un limitador de potencia de hasta 20kW de potencia nominal en HP.

## Opción BT6



- Solo para clientes alimentados en baja tensión (BT) con una alta participación en la HP, tales como avisos luminosos, cabinas telefónicas y semáforos, no comprendiéndose el uso residencial.
- La empresa podrá solicitar al cliente que instale un limitador de potencia con la finalidad de garantizar que su demanda no exceda el límite de la potencia contratada.

## Opción BT7



- Solo para aquellos clientes conectados en BT que cuenten con un equipo de medición con características especiales.
- Realizan el pago del servicio eléctrico con anterioridad a su uso.

# EJEMPLO PRACTICO

## Detalle del Consumo

Energía Activa en Punta	48 000,00 kW.h
Energía Activa en Fuera de Punta	279 300,00 kW.h
Maxima Demanda en Punta	400,00 kW
Maxima Demanda en Fuera de Punta	700,00 kW
Consumo de Energía Reactiva	139 430,00 kVAr
Consumo de Energía Reactiva permitido	98 190,00 kVAr
Consumo de Energía Facturado	41 240,00 kVAr
Calificación	0,46

## Costos de Potencia y Energía (Referencia Lima)

Descripción	Unidad	MT2	MT3	BT2	BT3
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3,46	2,89	3,46	2,89
Cargo por Energía en Punta	ctm. S./kW.h	0,1604	0,1604	0,1756	0,1756
Cargo por Energía en Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	0,1379	0,1379	0,1509	0,1509
Cargo por Potencia Activa de Generación en Punta	S./kW-mes	27,63	22,18	29,35	22,29
Cargo por Potencia Activa de Generación en Fuera de Punta	S./kW-mes		13,65		13,77
Cargo por Potencia Activa de Distribución en Punta	S./kW-mes	9,35	10,08	47,17	46,09
Cargo por Potencia Activa de Distribución en Fuera de Punta	S./kW-mes	11	10,43	37,48	42,71
Cargo por Energía Reactiva	S./kVar.h	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326

# EJEMPLO PRACTICO

## Detalle de Facturación

Descripción	MT2	MT3	BT2	BT3
Cargo Fijo Mensual	S/. 3,46	S/. 2,89	S/. 3,46	S/. 2,89
Cargo por Energía en Punta	S/. 7 699,20	S/. 7 699,20	S/. 8 428,80	S/. 8 428,80
Cargo por Energía en Fuera de Punta	S/. 38 515,47	S/. 38 515,47	S/. 42 146,37	S/. 42 146,37
Cargo por Potencia Activa de Generación en Punta	S/. 11 052,00	S/. 8 872,00	S/. 11 740,00	S/. 8 916,00
Cargo por Potencia Activa de Generación en Fuera de Punta	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 9 639,00
Cargo por Potencia Activa de Redes de Distribución Fuera de Punta	S/. 7 700,00	S/. 7 301,00	S/. 26 236,00	S/. 29 897,00
Cargo por Energia Reactiva	S/. 1 344,42	S/. 1 344,42	S/. 1 344,42	S/. 1 344,42
Sub Total	S/. 66 314,55	S/. 63 734,98	S/. 89 899,05	S/. 100 374,48
I.G.V.	S/. 11 936,62	S/. 11 472,30	S/. 16 181,83	S/. 18 067,41
<b>Total Facturado</b>	<b>S/. 78 251,17</b>	<b>S/. 75 207,28</b>	<b>S/. 106 080,88</b>	<b>S/. 118 441,89</b>



A map of Peru is centered on the page, filled with the colors of the Peruvian flag: red on the left and right sides, and white in the center. The national coat of arms is visible in the center of the white band.

# AHORRO Y MEJORA TÍPICA POR SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE ILUMINACIÓN

# VARIEDAD DE SISTEMAS

- Focos Incandescentes
- Fluorescentes Compactos  
(focos “ahorradores”)
- Tubos Fluorescentes (T12, T8, T5)
- Alta Intensidad de Descarga (HID)  
(Vapor de Mercurio, Halogenuro  
Metálico, Sodio Alta Presión)
- LEDs



# FUNDAMENTOS

## Cantidad y Calidad de Iluminación

- Cantidad de Iluminación
- Unidades : Watts  
Lumenes  
Lux (lumenes / m<sup>2</sup>)
- Eficacia: Luz Emitida / Potencia Consumida  
Lumenes / Watts  
(parecido a *kilómetros / galón*)

# EFICACIA DE SISTEMAS (LÚMENES / WATT)

- Incandescente : 5 - 20
- Fluorescente Compacto : 50 - 75 (“ahorradores”)
- Tubo Fluorescente : 50 - 100
- Vapor de Mercurio : 25 - 50 (HID)
- Halogenuro Metálico : 50 - 110 (HID)
- Sodio Alta Presión : 75 - 125 (HID)
- Sodio Baja Presión : 125 - 175
- LED : 85 - 95

# EFICACIA VS. VIDA ÚTIL

<i>Lámpara</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Temperatura de color (K)</i>	<i>Eficacia (lm/W)</i>	<i>Índice de rendimiento de color</i>	<i>Vida útil (h)</i>	<i>Tiempo de encendido (min)</i>
Incandescente convencional	100	2700	15	100	1000	0
Inc. halógena lineal	300	2950	18	100	2000	0
Inc. halógena reflectora	100	2850	15	100	2500	0
Inc. halógena de baja tensión	50	3000 - 3200	18	100	3000	0
Fluorescente lineal T5 alta frecuencia	28	3000 - 4100	104	85	12000	0
Fluorescente lineal T8 alta frecuencia	32	3000 - 4100	75	85	12000	0
Fluorescente compacta	36	2700 -4000	80	85	12000	0 -1
Fluorescente compacta doble	26	2700 -4100	70	85	12000	0 -1
Vapor de mercurio	125	6500	50	45	16000	< 10
Mercurio halogenado (baja potencia)	100	3200	80	75	12000	< 5
Mercurio halogenado(alta potencia)	400	4000	85	85	16000	< 10
Sodio de alta presión (baja potencia)	70	2100	90	21	16000	< 5
Sodio de alta presión (alta potencia)	250	2100	104	21	16000	< 5

# EFICACIA VS. VIDA ÚTIL

<b>Eficiencia (lm/w)</b>	
Inducción electromagnética	81
LED	87
VSAP	93
V.MERCURIO	51

<b>Vida útil (h)</b>	
Inducción electromagnética	100000
LED	50000
VSAP	30000
V.MERCURIO	16000

# NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS

En Lux = Lúmenes / m<sup>2</sup>:

- Vigilancia Exterior : 10 – 50
- Estacionamiento : 10 – 50
- Hospitales : 100 – 150
- Hoteles : 100 – 500
- Almacenes : 200
- Oficinas : 300 - 1,000
- Escuelas : 300 - 1,500
- Bancos : 500 - 1,500
- Tareas Especializadas : 3,000 - 5,000

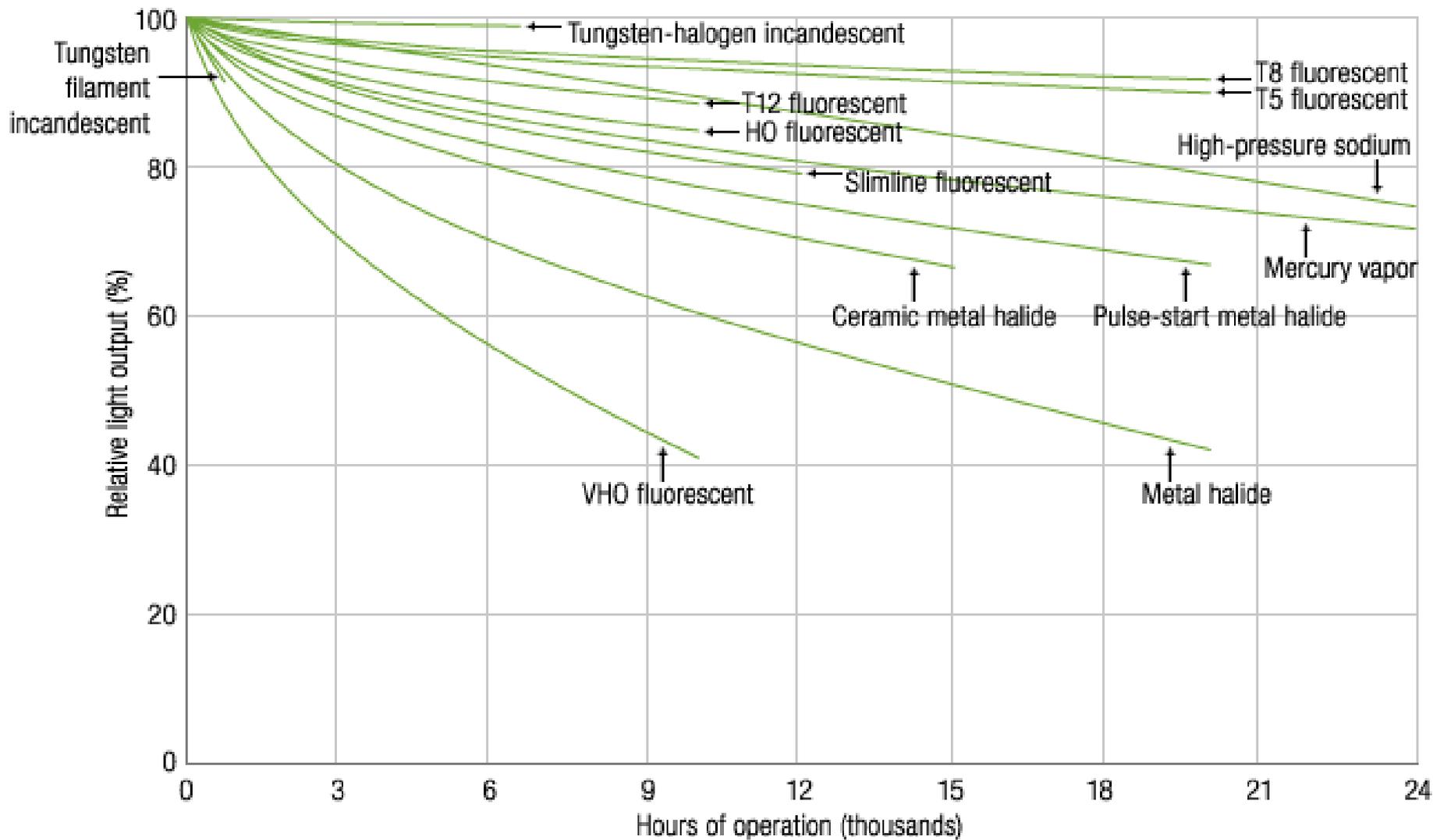
# LÁMPARAS Y BALASTOS

Existing Lamp / Ballast System	Lamp Quantity & Type	Mean Lumens Per Lamp	Mean Lumens Per Fixture	Ballast Factor	Net Lumens Per Fixture	Input Watts	Net Lumens Per Watt
2L40-T12 Mag	2 F40/T12/WM	2,280	4,560	0.88	4,013	72	56
2L40-T12-U6 Mag	2 F40/T12/U6/WM	2,280	4,560	0.88	4,013	72	56
3L40-T12 Mag	3 F40/T12/WM	2,280	6,840	0.88	6,019	115	52
4L40-T12 Mag	4 F40/T12/WM	2,280	9,120	0.88	8,026	144	56
1L96-T12 Mag	1 F96/T12/ES	4,750	4,750	0.88	4,180	76	55
2L96-T12 Mag	2 F96/T12/ES	4,750	9,500	0.88	8,360	126	66
1L96-T12HO Mag	1 F96/T12HO/ES	6,950	6,950	0.95	6,603	125	53
2L96-T12HO Mag	2 F96/T12HO/ES	6,950	13,900	0.93	12,927	210	62
2L17-T8-LP Elec	2 F17T8/741	1,200	2,400	0.80	1,920	27	71
3L17-T8-LP Elec	3 F17T8/741	1,200	3,600	0.81	2,916	40	73
2L32-T8-LP Elec	2 F32T8/741	2,660	5,320	0.77	4,096	48	85
3L32-T8-LP Elec	3 F32T8/741	2,660	7,980	0.77	6,145	72	85
4L32-T8-LP Elec	4 F32T8/741	2,660	10,640	0.77	8,193	96	85
2L17-T8-MP Elec	2 F17T8/741	1,200	2,400	0.90	2,160	31	70
3L17-T8-MP Elec	3 F17T8/741	1,200	3,600	0.90	3,240	45	72
2L32-T8-MP Elec	2 F32T8/741	2,660	5,320	0.87	4,628	53	87
3L32-T8-MP Elec	3 F32T8/741	2,660	7,980	0.87	6,943	80	87
4L32-T8-MP Elec	4 F32T8/741	2,660	10,640	0.87	9,257	107	87
2L32-T8-MN Elec	2 F32T8/741	2,660	5,320	1.04	5,533	64	86
2L17-T8-HP Elec	2 F17T8/741	1,200	2,400	1.23	2,952	41	72
3L17-T8-HP Elec	3 F17T8/741	1,200	3,600	1.22	4,392	59	74
2L32T8-HP Elec	2 F32T8/741	2,660	5,320	1.15	6,118	73	84
3L32T8-HP Elec	3 F32T8/741	2,660	7,980	1.15	9,177	109	84
4L32T8-HP Elec	4 F32T8/741	2,660	10,640	1.15	12,236	147	83

# LÁMPARAS Y BALASTOS

Replacement Lamp / Ballast System	Lamp Quantity & Type	Mean Lumens Per Lamp	Mean Lumens Per Fixture	Ballast Factor	Net Lumens Per Fixture	Input Watts	Net Lumens Per Watt
2L17-T8-LP Elec	2 F17T8/841	1,300	2,600	0.80	2,080	27	77
2L17-T8-MP Elec	2 F17T8/841	1,300	2,600	0.90	2,340	31	75
2L17-T8-HP Elec	2 F17T8/841	1,300	2,600	1.23	3,198	41	78
3L17-T8-LP Elec	3 F17T8/841	1,300	3,900	0.81	3,159	40	79
3L17-T8-MP Elec	3 F17T8/841	1,300	3,900	0.90	3,510	45	78
3L17-T8-HP Elec	3 F17T8/841	1,300	3,900	1.22	4,758	59	81
1L28-T5 Elec	1 F28T5/841	2,418	2,418	1.00	2,418	32	76
2L28-T5 Elec	2 F28T5/841	2,418	4,836	1.00	4,836	63	77
3L28-T5 Elec	3 F28T5/841	2,418	7,254	1.00	7,254	95	76
2L32-T8-LP Elec	2 F32T8/841	2,800	5,600	0.77	4,312	48	90
2L32-T8-MP Elec	2 F32T8/841	2,800	5,600	0.87	4,872	53	92
2L32-T8-MN Elec	2 F32T8/841	2,800	5,600	1.04	5,824	64	91
2L32T8-HP Elec	2 F32T8/841	2,800	5,600	1.15	6,440	73	88
3L32-T8-LP Elec	3 F32T8/841	2,800	8,400	0.77	6,468	72	90
3L32-T8-MP Elec	3 F32T8/841	2,800	8,400	0.87	7,308	80	91
3L32T8-HP Elec	3 F32T8/841	2,800	8,400	1.15	9,660	109	89
4L32-T8-LP Elec	4 F32T8/841	2,800	11,200	0.77	8,624	96	90
4L32-T8-MP Elec	4 F32T8/841	2,800	11,200	0.87	9,744	107	91
4L32T8-HP Elec	4 F32T8/841	2,800	11,200	1.15	12,880	147	88
1L54-T5-HO Elec	1 F54/T5HO/841	4,600	4,600	1.03	4,738	62	76
2L54-T5-HO Elec	2 F54/T5HO/841	4,600	9,200	1.00	9,200	117	79
3L54-T5-HO Elec	3 F54/T5HO/841	4,600	13,800	1.00	13,800	179	77
4L54-T5-HO Elec	4 F54/T5HO/841	4,600	18,400	1.00	18,400	234	79

# VIDA UTIL VS. LUMENES



Notes: HO = high output; VHO = very high output.

© E Source; data from National Lighting Bureau

# LUMINARIA

- Eficiencia (lúmenes producidos / lúmenes proyectados)
- Coeficiente de Utilización (CU), incorpora eficiencia de luminaria, altura, reflejo de paredes y techos.
- Reflectores (comparar antes y después)
- Rejillas y Persianas (ej. Eficiencia 60 - 70% , VCP = 75 - 85)
- Distribución / Altura
- Fluorescentes (baja altura) - HID (mayor altura)

# ALTURA RECOMENDADA (EN METROS)

- 100 W Halogenuro Metálico 4.8
- 1000 W Halogenuro Metálico 6.0
- 200 W Alta Presión Sodio 4.5
- 250 W Alta Presión Sodio 4.8
- 400 W Alta Presión Sodio 5.4
- 1000 W Alta Presión Sodio 7.8

# SENSORES

- Ultrasonicos
- Infrarojo
- Opticos



- Efectos en la vida útil del sistema
- Ahorros Típicos:    Oficinas (25 - 50%)  
                                 Almacenes (50 - 75%)  
                                 Conferencias (45 - 65%)



# IMPACTO AMBIENTAL

- Fluorescentes y HIDs contienen mercurio
- Balastos antiguos contienen sustancias tóxicas
- Se requieren procedimientos para reciclaje apropiado
- Ahorro de energía conduce a reducir el impacto ambiental
- Reducción de toneladas de dióxido de carbono por MW.h producido en la red eléctrica nacional.

# ILUMINACIÓN NATURAL

- La Iluminación natural es la práctica de colocar las ventanas u otras aberturas y superficies reflectantes a fin de que durante el día la luz natural ofrezca una eficaz iluminación interior. Se presta especial atención a la iluminación natural en el diseño de un edificio, cuando el objetivo es maximizar el confort visual y para reducir el uso de energía eléctrica.
- Iluminación natural es un término técnico dado por siglos, independientemente de la geografía y la cultura. Durante el siglo XX los arquitectos encontraron que se estaba haciendo un uso inadecuado y reformularon el concepto, generando una línea de investigación que se volcó en bibliografía específica. En el presente siglo con cuestiones tales como el calentamiento global y la necesidad de reducir drásticamente la demanda de energía el tema tiene una gran vigencia.

# ILUMINACIÓN NATURAL



# ILUMINACIÓN NATURAL



# EJEMPLO APLICATIVO

<b>Descripción</b>	<b>Caso Inicial (T12)</b>	<b>Caso Final (T8)</b>
Numero de Luminarias	415 Unid	415 Unid
Numero de Lamparas/Luminaria	2 Unid	2 Unid
Numero de Lamparas Totales	830 Unid	830 Unid
Numero de Balastos	415 Unid	415 Unid
Demanda de Potencia por Luminaria:	86,0 W	32,0 W
Periodo de Operación Mensual	720	720
Consumo de Energía Mensual	25 697 kW.h	9 562 kW.h
Energía Activa en Punta	5 354 kW.h	1 992 kW.h
Energía Activa en Fuera de Punta	20 343 kW.h	7 570 kW.h
Maxima Demanda en Punta	36 kW	13 kW
Maxima Demanda en Fuera de Punta	36 kW	13 kW
Consumo de Energía Reactiva	34 262 kVAr	12 749 kVAr
	7 709 kVAr	2 868 kVAr
Calificación	1,000	1,000

# EJEMPLO APLICATIVO

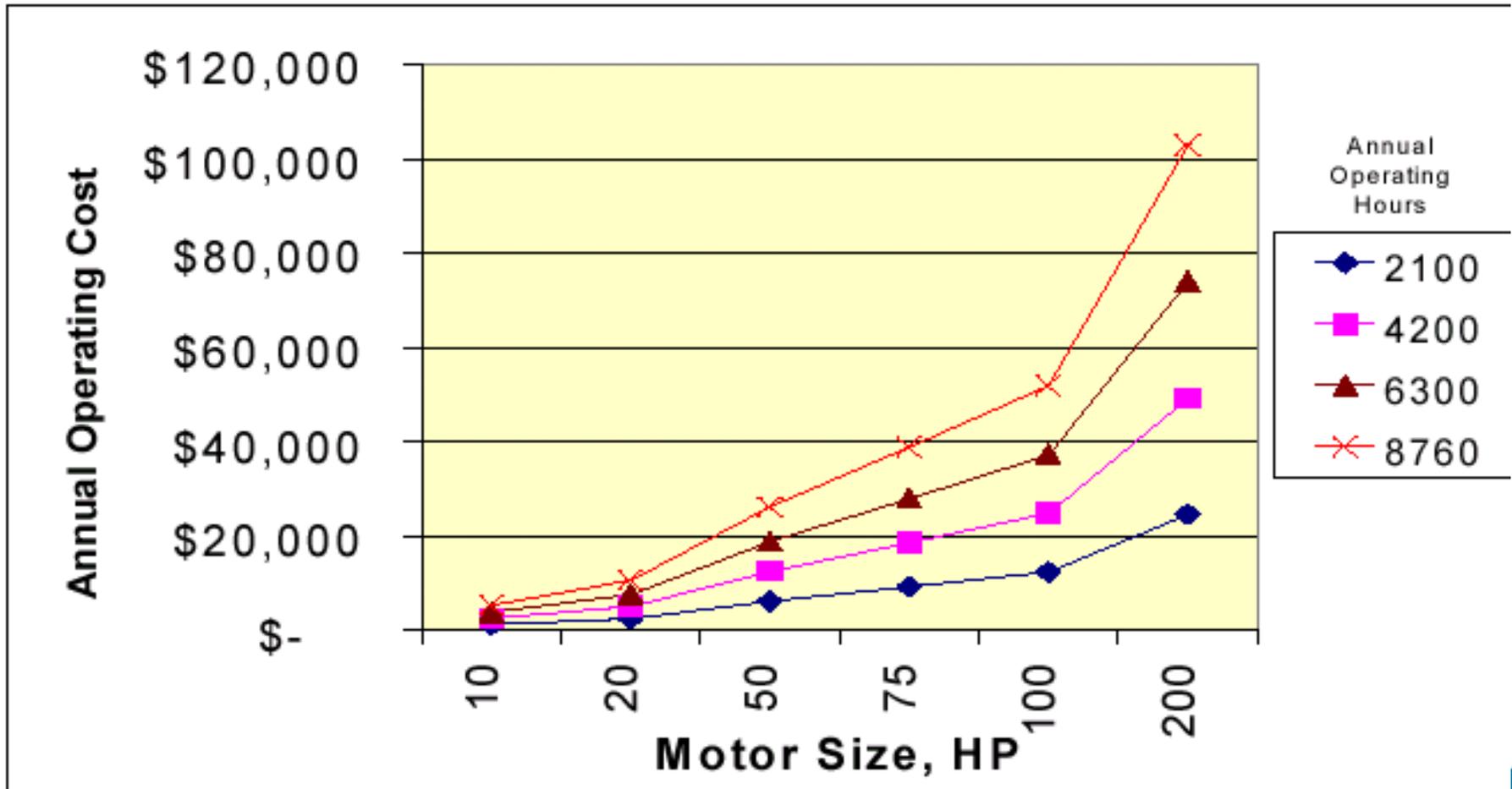
<b>Descripción</b>		<b>Caso Inicial (T12)</b>	<b>Caso Final (T8)</b>
Cargo Fijo Mensual		S/. 2,87	S/. 3,87
Cargo por Energía en Punta	0,1601	S/. 857,10	S/. 318,92
Cargo por Energía en Fuera de Punta	0,1377	S/. 2 801,27	S/. 1 042,33
Cargo por Potencia Activa de Generación en Punta	21,35	S/. 761,98	S/. 283,53
Cargo por Potencia Activa de Generación en Fuera de Punta	13,14	S/. 468,97	S/. 174,50
Cargo por Potencia Activa de Redes de Distribución en Punta	10,2	S/. 364,04	S/. 135,46
Cargo por Energía Reactiva	0,0331	S/. 878,92	S/. 327,04
Sub Total		S/. 6 135,14	S/. 2 285,64
I.G.V.		S/. 1 104,33	S/. 411,42
Total Facturado		S/. 7 239,47	S/. 2 697,06
Ahorro Total			S/. 4 542,40
Ahorro Unitario por luminaria			S/. 10,95
Costo de Inversión de la Luminaria (Luminaria + 2 lamparas + balasto)			S/. 28,00
Tiempo de Retorno de Inversión			3 Meses



**AHORRO Y MEJORA TÍPICA POR  
SUSTITUCIÓN DE MOTORES  
ELÉCTRICOS**

# COSTOS DE OPERACIÓN

## Operating costs for motors 10-200 hp



**Note:** Assumes \$.075 per kWh at 75 percent load. The operating costs depicted in the chart are a simple illustration, your annual costs will likely be different from those above.

# EFICIENCIA DE MOTORES ELÉCTRICOS

Porcentaje de potencia convertida en trabajo al eje del motor.

$$Eficiencia = \frac{746 \times HP_{salida}}{Watts_{entrada}}$$

Normalmente aparece en la placa del motor.

- EFICIENCIA ESTÁNDAR (Standard Efficiency Motors - **STD**)
- ALTA EFICIENCIA (Energy Efficiency Motors – **EE**)
- MUY ALTA EFICIENCIA (Premium Efficiency Motors – **PREMIUM**)

# MOTORES DE ALTA EFICIENCIA VS. PREMIUM

## Query Parameters

Motor type: NEMA Design B/NEMA Design A

Size: 60 HP

Speed/Poles: 1800 (4) RPM

Enclosure type: TEFC

Voltage: 460

Definite purpose: <General - purpose motor>

Rebate program: <None>

Frame size: <All>

C-face:

Vertical shaft:

U-frame:

Manufacturers (1)

- Sterling
- Tatung
- Teco/Westinghouse
- Toshiba
- US Motors
- WEG Electric Motors**

Premium Efficiency

## Query Results

Manufacturer	Model	Catalog	HP	Encl	Eff FL IEB
WEG Electric Motors	W21 TEFC NEMA Premium	06018ET3E364	60	TEFC	
Premium Efficiency	NEMA Table 12-12	MG-1-2004	60		
WEG Electric Motors	W21 TEFC High Efficiency	06018EP3E364	60	TEFC	
WEG Electric Motors	W21 TEFC High Efficiency	06018EP3E364	60	TEFC	
Energy-Efficient	NEMA Table 12-11	MG-1-2004	60		

# MOTORES DE ALTA EFICIENCIA VS. PREMIUM

## Query Parameters

Motor type: NEMA Design B/NEMA Design A

Rebate program: <None>

Size: 60 HP

Speed/Poles: 1800 (4) RPM

Frame size: <All>

Enclosure type: TEFC

C-face:

Vertical shaft:

U-frame:

Voltage: 460

Definite purpose: <General - purpose motor>

Premium Efficiency:

Manufacturers (1) All

- Sterling
- Tatung
- Teco/Westinghouse
- Toshiba
- US Motors
- WEG Electric Motors

## Query Results

Eff FL IEEE %	EFF FL IEC %	Voltage	RPM FL	PF FL %	Amps FL	Frame
95.0		208-230/460	1,780	87.0	68.4	364T
95.0						
93.6		208-230/460	1,775	90.0	67.0	364TS
93.6		208-230/460	1,775	90.0	67.0	364T
93.6						

# EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA (STD)

NEMA

60 Hz

208-230/460V

4 Poles / 1800 rpm

2 Poles	3600 rpm
4 Poles	1800 rpm

Output [kW] / Frame

7.5	213/5JP
11	254JP
15	256JP
18.5	284JP
22	286JP
30	324JP
37	326JP
45	364JP
55	365JP
75	404JP
90	405JP

Electric Data

Torque and Current Curves

Performance Curves

Drawings

Industrial Electric Motors - ODP - JP Type Standard Efficiency

Output	45 kW
Frame	364JP
Frequency	60 Hz
Poles	4
Voltage	208-230/460 V
Rated Current	162-147/73.4 A
No Load Current	56.0/28.0 A
II/In	5.5
Design	B
Service Factor	1.15

Rated Speed	1770
Torque	238.10 Nm
LRT	200 %
BDT	250 %
Insulation	F
Weight	270 kg
Inertia	0.41992 kgm <sup>2</sup>
Noise Level	67 db(A)
LRT	22 s
Enclosure	IP23

Efficiency		
50 %	75 %	100 %
91.0	91.8	91.6

Power Factor		
50 %	75 %	100 %
0.69	0.80	0.84

# EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA (STD)

## MOTOR ESTANDAR

NEMA

60 Hz

208-230/460V

4 Poles / 1800 rpm

2 Poles 3600 rpm

4 Poles 1800 rpm

Output [kW] / Frame

7.5	213/5JP
11	254JP
15	256JP
18.5	284JP
22	286JP
30	324JP
37	326JP
45	364JP
55	365JP
75	404JP
90	405JP

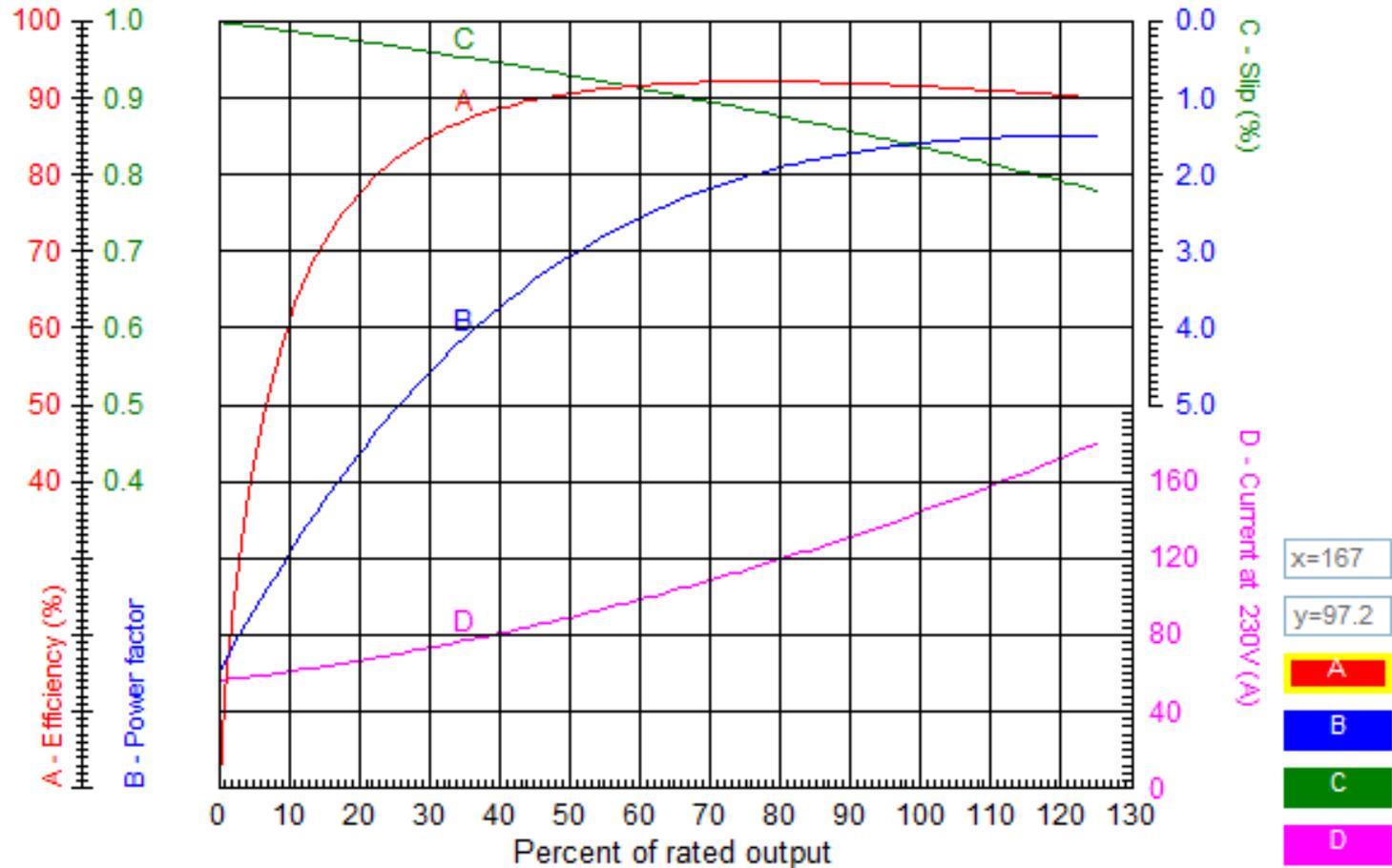
Electric Data

Torque and Current Curves

Performance Curves

Drawings

Industrial Electric Motors - ODP - JP Type Standard Efficiency



# EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA (EE)

NEMA	
60 Hz	
208-230/460V	
4 Poles / 1800 rpm	
2 Poles	3600 rpm
4 Poles	1800 rpm
Output [kW] / Frame	
5.5	213/5JP
7.5	213/5JP
11	254JP
15	256JP
18.5	284JP
22	286JP
30	324JP
37	326JP
45	364JP
55	365JP
75	404JP

Electric Data	Torque and Current Curves	Performance Curves	Drawings
Industrial Electric Motors - ODP - JP Type High Efficiency			

Output	45 kW	Rated Speed	1780
Frame	364JP	Torque	236.76 Nm
Frequency	60 Hz	LRT	220 %
Poles	4	BDT	260 %
Voltage	208-230/460 V	Insulation	F
Rated Current	155-140/70.2 A	Weight	287 kg
No Load Current	48.0/24.0 A	Inertia	0.52490 kgm <sup>2</sup>
II/In	6.1	Noise Level	67 db(A)
Design	B	LRT	16 s
Service Factor	1.15	Enclosure	IP23

Efficiency			Power Factor		
50 %	75 %	100 %	50 %	75 %	100 %
92.4	93.6	93.6	0.73	0.83	0.86

# EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA (EE)

## MOTOR DE ALTA EFICIENCIA

NEMA

60 Hz

208-230/460V

4 Poles / 1800 rpm

2 Poles 3600 rpm

4 Poles 1800 rpm

Output [kW] / Frame

5.5	213/5JP
7.5	213/5JP
11	254JP
15	256JP
18.5	284JP
22	286JP
30	324JP
37	326JP
45	364JP
55	365JP
75	404JP

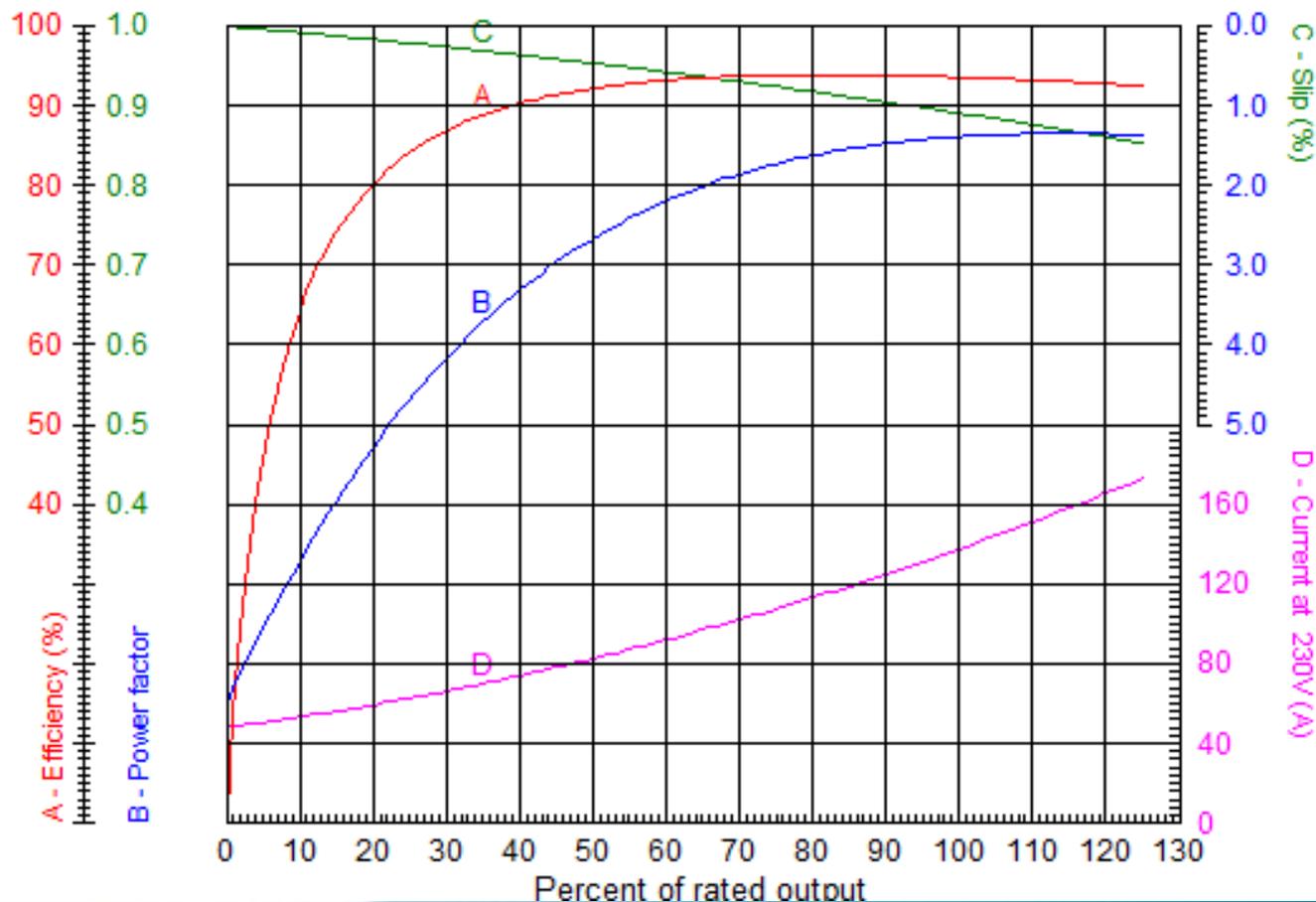
Electric Data

Torque and Current Curves

Performance Curves

Drawings

Industrial Electric Motors - ODP - JP Type High Efficiency



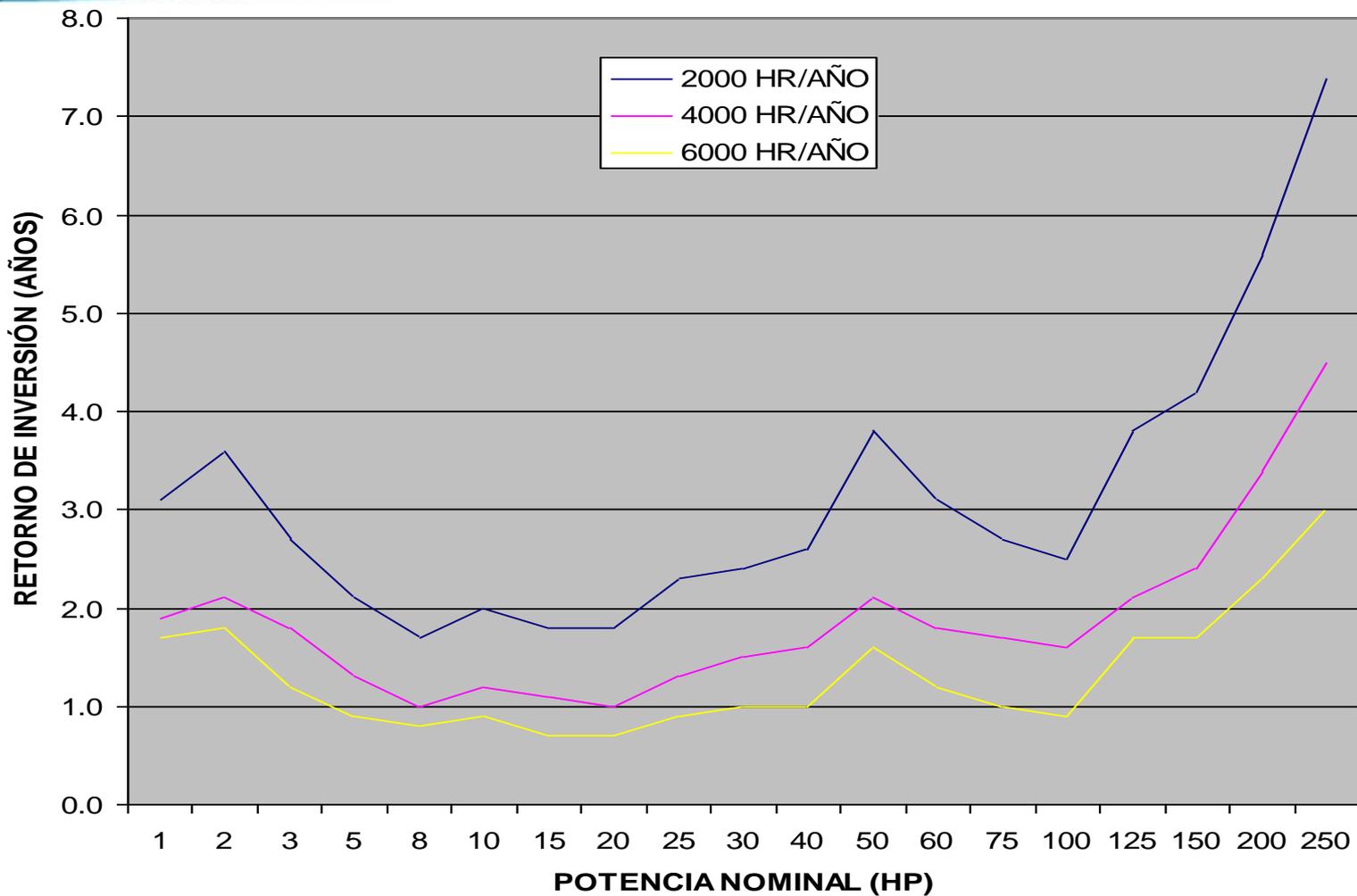
x=55  
y=5.0

A B C D

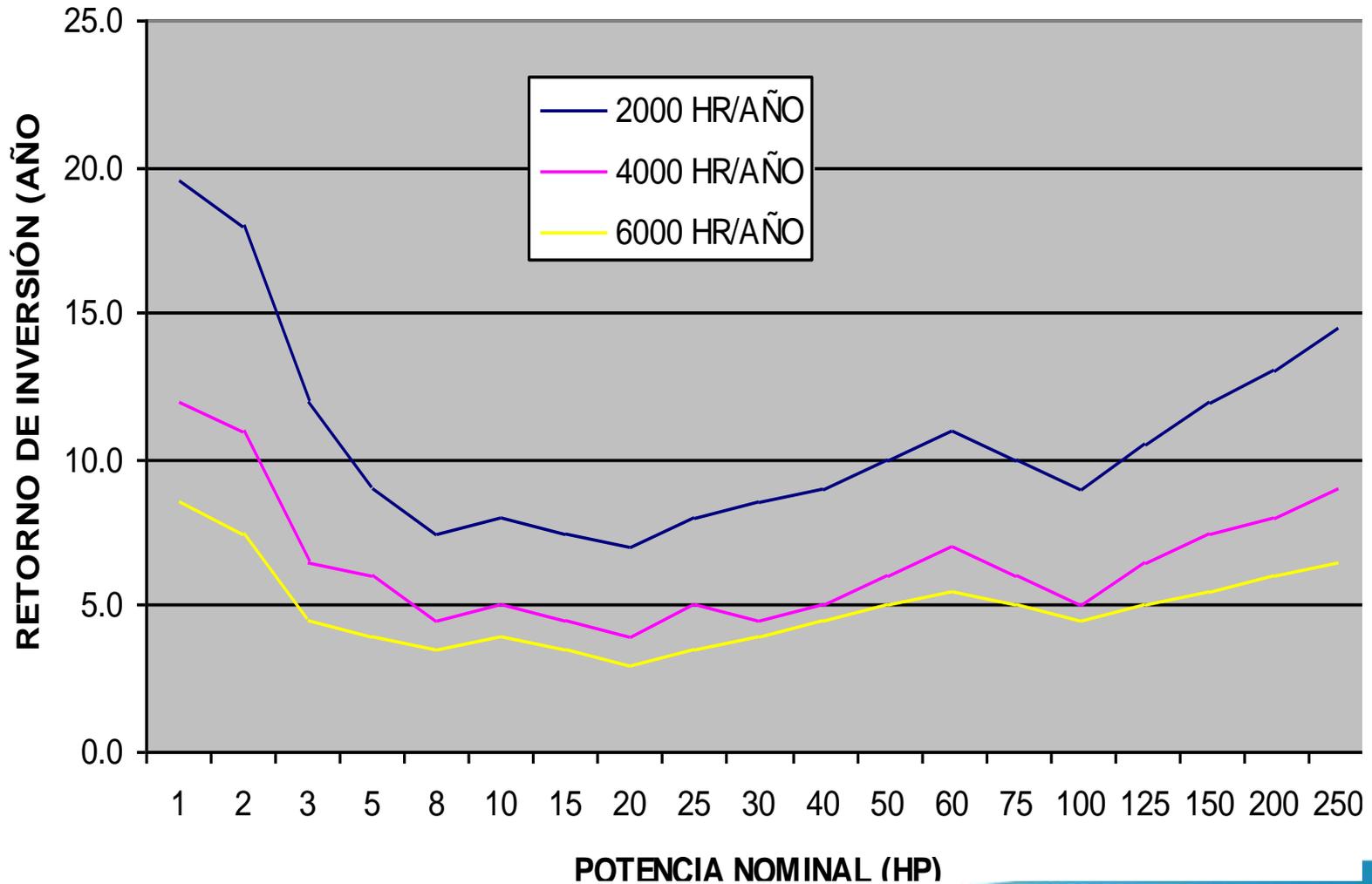
# CUANDO COMPRAR UN MOTOR DE MAYOR EFICIENCIA?

- Instalaciones nuevas
- Equipos nuevos (bombas, compresores)
- Modificación de instalaciones
- Rebobinados más antiguos
- Sobredimensionamiento u operando a baja carga
- Como parte de un programa de mantenimiento preventivo

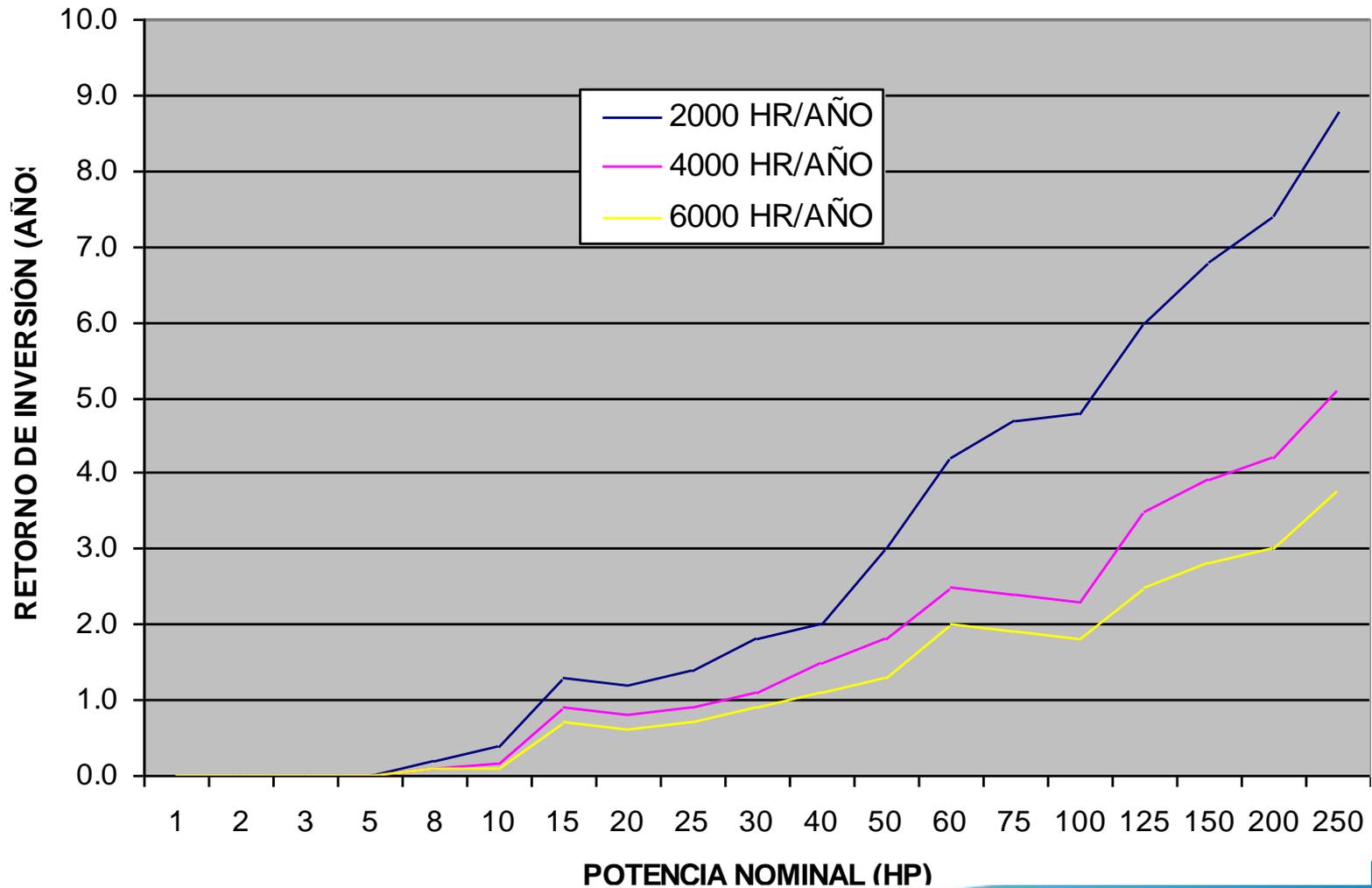
# ADQUIRIR UN MOTOR NUEVO?



# REEMPLAZAR UN MOTOR AÚN EN OPERACIÓN?

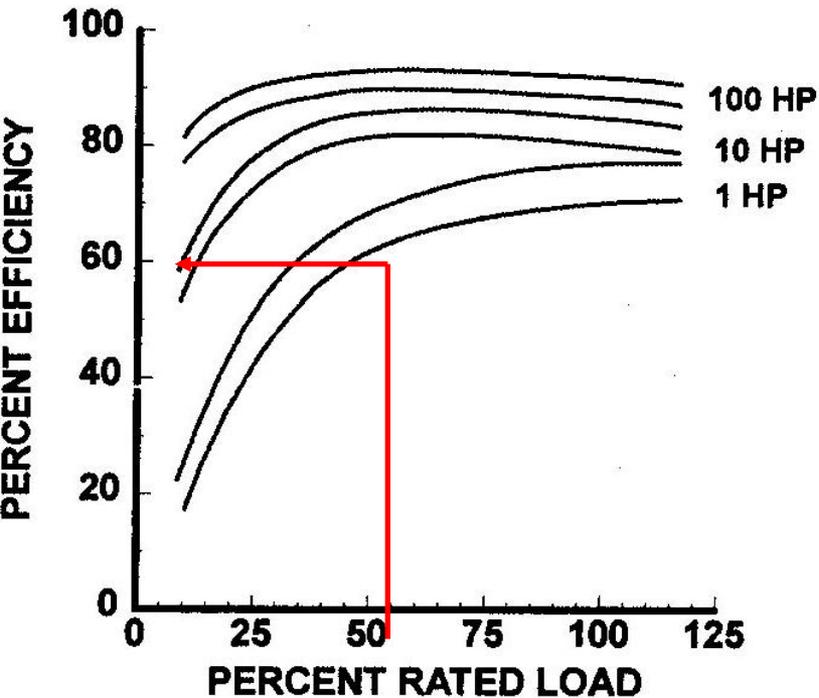


# REEMPLAZAR UN MOTOR REBOBINADO?

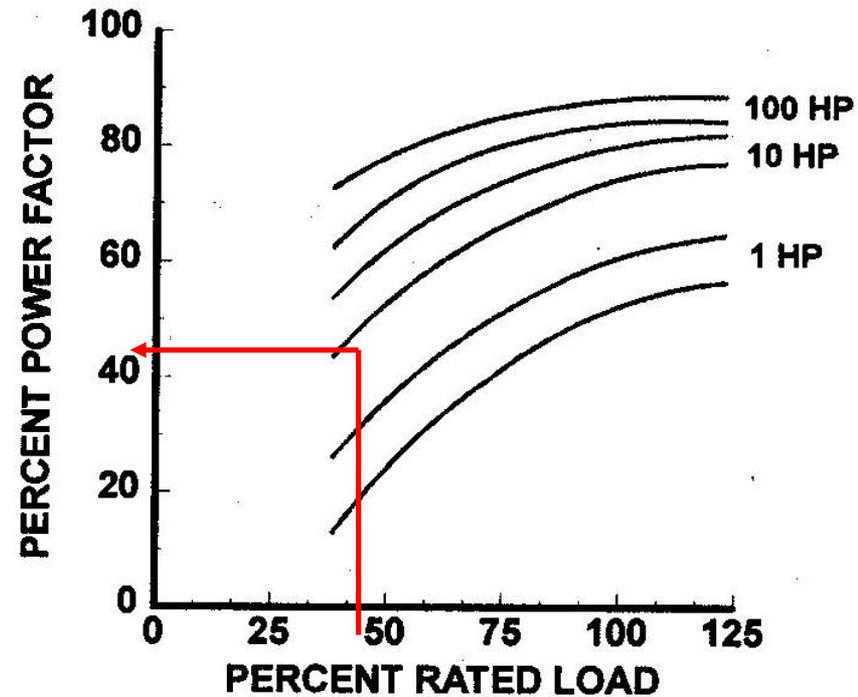


# OPERACIÓN A CARGA PARCIAL

EFFICIENCY vs LOAD



POWER FACTOR vs LOAD



1800 RPM THREE-PHASE DESIGN B INDUCTION MOTOR

# EVALUACIÓN DE CONSUMO Y COSTO

## → Potencia

$$Consumo = \frac{HP \times 0.746 \times LF}{\eta}$$

$$\Rightarrow costo = kW \times Cup$$

## → Energía

$$Consumo = \frac{HP \times 0.746 \times LF \times H}{\eta}$$

$$\Rightarrow costo = kWh \times Cue$$

## → Donde:

HP : Potencia Nominal

LF : Factor de Carga

H : Horas de Operación

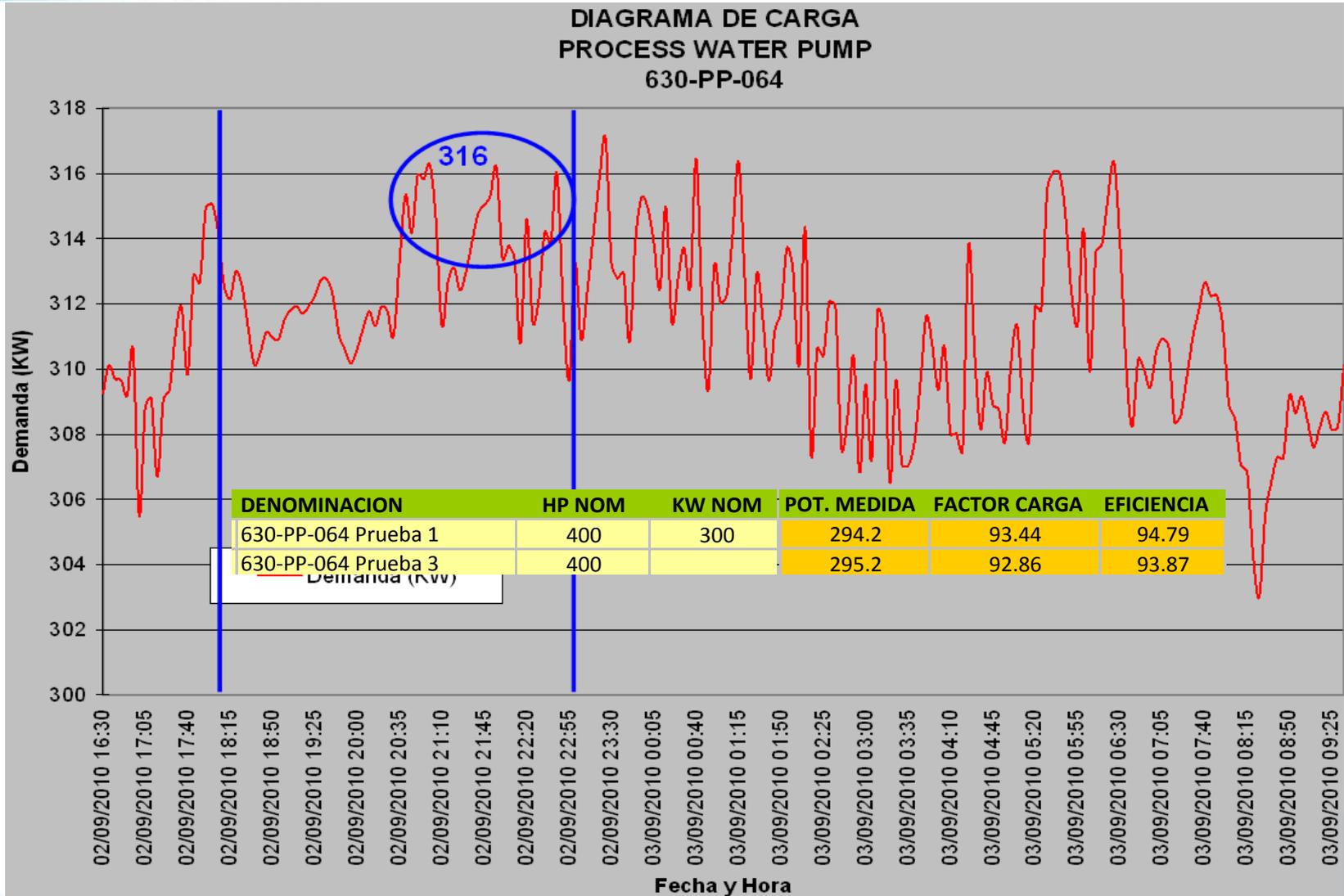
Cup : Costo Unitario de Potencia

Cue : Costo Unitario de Energía

$\eta$  : Eficiencia

# MEDICIONES DE POTENCIA Y EFICIENCIA

**No se puede controlar, lo que no se puede medir!**



# MEDICIONES DE EFICIENCIA



The software interface displays the following information:

**Calculation**  
Losses Difference (%)

**Thresholds**  
Losses Difference (%)

**NOTE:**  
Target Losses and Efficiency are not available for this motor design or load point.

**Results:** % Load: 70.3, Est. Efficiency (%): 96.1, Calc. Losses (kW): 0.0, \$ per Year: 145.70

**Navigation Sidebar:** Effective Service Factor..., Load..., Operating Condition..., Efficiency..., Payback Period..., Close, Connection

# EJEMPLO

## Detalle de la Demanda de Potencia y Consumo de Energía.

<i>Descripción</i>		<i>Motor de Estandar</i>	<i>Motor de Alta Eficiencia</i>	<i>Motor Premium</i>
Potencia del motor al eje:		60,00 HP	60,00 HP	60,00 HP
Factor de potencia		0,85	0,85	0,85
Potencia del motor al eje:		44,76 kW	44,76 kW	44,76 kW
Operación diaria		16,00 Hrs	16,00 Hrs	16,00 Hrs
Operación mensual		24,00 días	24,00 días	24,00 días
Eficiencia Eléctrica		87,00%	95,00%	97,50%
Potencia Eléctrica Activa		51,45 kW	47,12 kW	45,91 kW
<i>Maxima Demanda en Punta</i>		<i>51,45 kW</i>	<i>47,12 kW</i>	<i>45,91 kW</i>
<i>Maxima Demanda en Fuera de Punta</i>		<i>51,45 kW</i>	<i>47,12 kW</i>	<i>45,91 kW</i>
Potencia Eléctrica Reactiva		31,88 kVAR	29,20 kVAR	28,45 kVAR
Consumo de Energía Activa		19,76 MW.h	18,09 MW.h	17,63 MW.h
<i>Energía en Hora Punta</i>		<i>6,17 MW.h</i>	<i>5,65 MW.h</i>	<i>5,51 MW.h</i>
<i>Energía en Hora Fuera de Punta</i>		<i>13,58 MW.h</i>	<i>12,44 MW.h</i>	<i>12,12 MW.h</i>
Consumo de Energía Reactiva		12,24 MVAR	11,21 MVAR	10,93 MVAR
<i>Consumo de Energía Reactiva Permitida</i>		<i>5,93 MVAR</i>	<i>5,43 MVAR</i>	<i>5,29 MVAR</i>
<i>Energía Reactiva Facturada</i>		<i>6,32 MVAR</i>	<i>5,78 MVAR</i>	<i>5,64 MVAR</i>
Calificación de Hora Punta o Fuera de Punta		0,80	0,80	0,80
Exceso de Potencia Activa de Distribución en horas Fuera de Punta		0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW
<b>Cliente presente en Hora Punta</b>				

# EJEMPLO

## Detalle de la Facturación por Consumo de Energía.

<i>Descripción</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Motor de Estandar</i>	<i>Motor de Alta Eficiencia</i>	<i>Motor Premium</i>
Cargo Fijo Mensual	S/. 2,44	S/. 2,44	S/. 2,44	S/. 2,44
Cargo por Energía en Punta	0,160 S/. /kW.h	S/. 988,42	S/. 905,19	S/. 881,98
Cargo por Energía en Fuera de Punta	0,138 S/. /kW.h	S/. 1 870,29	S/. 1 712,79	S/. 1 668,87
Cargo por Potencia Activa de Generación en Punta	26,580 S/. /kW	S/. 1 367,50	S/. 1 252,34	S/. 1 220,23
Cargo por Potencia Activa de Distribución Punta	9,470 S/. /kW	S/. 487,22	S/. 446,19	S/. 434,75
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en horas Fuera de P	11,140 S/. /kW	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Cargo por Energía Reactiva	0,033 S/. /kVAR	S/. 209,09	S/. 191,48	S/. 186,57
Sub Total		S/. 4 924,95	S/. 4 510,43	S/. 4 394,84
I.G.V.		S/. 886,49	S/. 811,88	S/. 791,07
Total Facturado al Mes		S/. 5 811,44	S/. 5 322,30	S/. 5 185,91
Total Facturado al Año		S/. 69 737,34	S/. 63 867,63	S/. 62 230,89
<b>Ahorro Energético Anual</b>			<b>19,96 MW.h</b>	<b>25,53 MW.h</b>
<b>Ahorro Economico Anual</b>			<b>S/. 5 869,71</b>	<b>S/. 7 506,45</b>



# Casos de éxito de implementación de mejoras energéticas en la empresa



# Datos de la empresa

- LAVINDUSTRIAS S.A.C. es una empresa proveedora de soluciones textiles en el rubro del lavado y teñido industrial de prendas de vestir.
- Razón social: LAVINDUSTRIAS S.A.C.
- Numero de RUC: 20100372712
- Dirección: Av. Nicolás Arriola Nro. 2908, San Luis, Lima, Perú
- Telefono: 3261000
- Fax: 3265007
- Representante Legal: Sr. Jonathan Stone
- Contacto: Ing. Jorge Colmenares – Jefe Dpto. Mantenimiento
- Actividad CIUU: 93016
- Inicio Actividades: 27 de Enero de 1993
- La planta se ubica en un terreno de 1400 m<sup>2</sup> con una capacidad de producción de 54.8 TM/mes, siendo su régimen de operación de 1 turno/día (12 horas), durante 6 días/semana (lunes a sábado)



# Información del suministro eléctrico

- LAVINDUSTRIAS, compra energía en el nivel de media tensión, para lo cual cuenta con una subestación eléctrica con una potencia nominal de 250 kVA (no se tuvo acceso a la placa de datos nominales del transformador), cuya relación de transformación de tensión es de 10/0.220 kV.
- 
- Para medir los parámetros eléctricos de la planta, en la subestación se tiene instalado un medidor electrónico marca LOVATO, los parámetros que registra el medidor son:
  - Energía activa (kWh)
  - Energía reactiva (kVARh)
  - Potencia activa (kW)
  - Potencia reactiva (kVAR)
  - Factor de potencia
  - Tensión (voltios)
  - Corriente (amperios)
- 
- Es importante señalar que este medidor solo mide parámetros eléctricos instantáneos, es decir no tiene capacidad de almacenamiento de los valores que registra.

# Información de opción tarifaria eléctrica

LAVINDUSTIRAS, compra energía y potencia a la empresa eléctrica Luz del Sur, con la siguiente opción tarifaria:

- Opción tarifaria : MT3
- Tensión de suministro : 10 kV
- Potencia contratada : 230 kW
- Modalidad de facturación : Variable
- Calificación tarifaria : Mensual

# Información de los equipos eléctricos instalados

<b>Equipo</b>	<b>Potencia (HP)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>RPM</b>
Compresor 1	30.0	220	72	1755
Compresor 2	30.0	220	74	1755
Compresor 3	15.0	220	43	1750
Bomba agua dura 1	7.5	220		3500
Bomba agua dura 2	15.0	220	41	1160
Bomba agua blanda	7.5	220	23	1740
Bomba ablandador 1	4.0	220	11	3450
Bomba ablandador 2	3.0	220	9	2915
Calderas:				
Bomba 1	12.5	220	36	1750
Bomba2	12.0	220	31	1750
Ventilador 1	7.5	220	17.6	3450
Ventilador 2	7.5	220	18	3450

# Información de los equipos eléctricos instalados

Equipo	Potencia (HP)	Tensión (V)	Corriente (A)	RPM
Secadora 1				
Canasto	5.0	220	16.6	1165
Secadora 2				
Canasto	3.0	220	15	1750
Ventilador	21.0	220	74	1800
Secadora 3				
Canasto	3.0	220	12.9	1165
Ventilador	10.0	220	25	3505
Secadora 4				
Canasto	5.0	220	10.2	1140
Ventilador	10.0	220	25.4	3500
Secadora 5				
Canasto	7.5	220	11.9	3750
Ventilador	3.0	220	12.9	1165
Secadora 6				
Canasto	7.5	220	21	3560
Ventilador	3.0	220	12.9	1165
Secadora nueva				
Canasto	3.0	220		1175
Ventilador	10.0	220	25	3500
Lavadora (4 al 12)				
Motor lavadora		220	15.8	1200
Extractor	20.0	460	24	1750
Motor Hidráulico	5.0	460	6.5	1730
Máquina KROMA 1	3.6	220	10.8	1720
Máquina KROMA 2	3.0	220		1720

# Línea base de de consumos de energía

<b>Mes Facturado</b>	<b>Agua (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Electricidad (kWh)</b>	<b>Gas Natural (sm<sup>3</sup>)</b>	<b>Prendas procesadas (kilos)</b>
Enero	12942	34216	51832	20000
Febrero	7226	37900	33666	22000
Marzo	8486	34104	36307	20000
Abril	7073	34240	34426	18000
Mayo	7161	34060	37684	19000
Junio	7625	43688	37547	25000
Julio	6317	40824	42678	26000
Agosto	11849	38080	40166	25000
Septiembre	10216	30700	39302	21000
Octubre	5752	43268	37198	31000
Noviembre	11534	42288	36256	37000
Diciembre	12483	51644	52207	42000
<b>TOTAL</b>	<b>108664</b>	<b>465012</b>	<b>479269</b>	<b>306000</b>

# Información de consumos de energía eléctrica

Meses	Demanda Léida		Energía Activa (kWh)			E. Reactiva (kVARh)		Factor de Potencia	Pago mes (S/.)	CPCE	
	HP	HFP	HP	HFP	Total	Leída	Facturada			(S./kWh)	(US\$/kWh)
ene-09	150.8	158.4	5528	28688	34216	16504	6239.2	0.90	8973.1	0.262	0.094
feb-09	128.4	150.2	7508	30392	37900	17876	6506.0	0.90	9665.6	0.255	0.091
mar-09	139.6	150.0	8164	25940	34104	15692	5460.8	0.91	9337.7	0.274	0.098
abr-09	134.4	140.8	9020	25220	34240	16288	6016.0	0.90	9317.3	0.272	0.097
may-09	133.6	148.0	7792	26268	34060	16676	6458.0	0.90	10932.5	0.321	0.115
jun-09	139.2	157.6	10548	33140	43688	20124	7017.6	0.91	10450.6	0.239	0.085
jul-09	149.2	153.6	9872	30952	40824	18460	6212.8	0.91	11537.0	0.283	0.101
ago-09	136.8	150.0	9140	28940	38080	17728	6304.0	0.91	10819.5	0.284	0.101
sep-09	140.4	144.8	6820	23880	30700	16776	7566.0	0.88	8203.8	0.267	0.095
oct-09	146.4	158.4	10332	32936	43268	18936	5955.6	0.92	11228.1	0.260	0.093
nov-09	145.2	143.6	11404	30884	42288	19400	6713.6	0.91	10893.9	0.258	0.092
dic-09	152.4	154.4	12064	39580	51644	21420	5926.8	0.92	12141.8	0.235	0.084
<b>Promedio</b>	<b>141.4</b>	<b>150.8</b>	<b>9016</b>	<b>29735</b>	<b>38751</b>	<b>17990</b>	<b>6364.7</b>	<b>0.91</b>	<b>10291.7</b>	<b>0.266</b>	<b>0.095</b>

# Calificación Tarifaria eléctrica

Según norma de opciones tarifarias Resolución OSINERGMIN Nº 182-2009-OS-CD , el factor de calificación tarifaria se determina mediante la siguiente relación:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{\text{EA HPmes}}{\text{M.D.leída mes x \# HP mes}}$$

EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes

# HP mes: Número de horas punta del mes

- Si el factor de calificación tarifaria es  $\geq 0.5$ , el cliente es considerado como cliente presente en punta.
- Si el factor de calificación tarifaria es  $< 0.5$ , el cliente es considerado como cliente fuera de punta.

Cargos	Calificación Tarifaria	
	Cliente Presente en Punta	Cliente Fuera de Punta
Potencia de Generación	24.05 S/./kW-mes	14.81 S/./kW-mes
Potencia por uso de redes de distribución	9.27 S/./kW-mes	9.51 S/./kW-mes

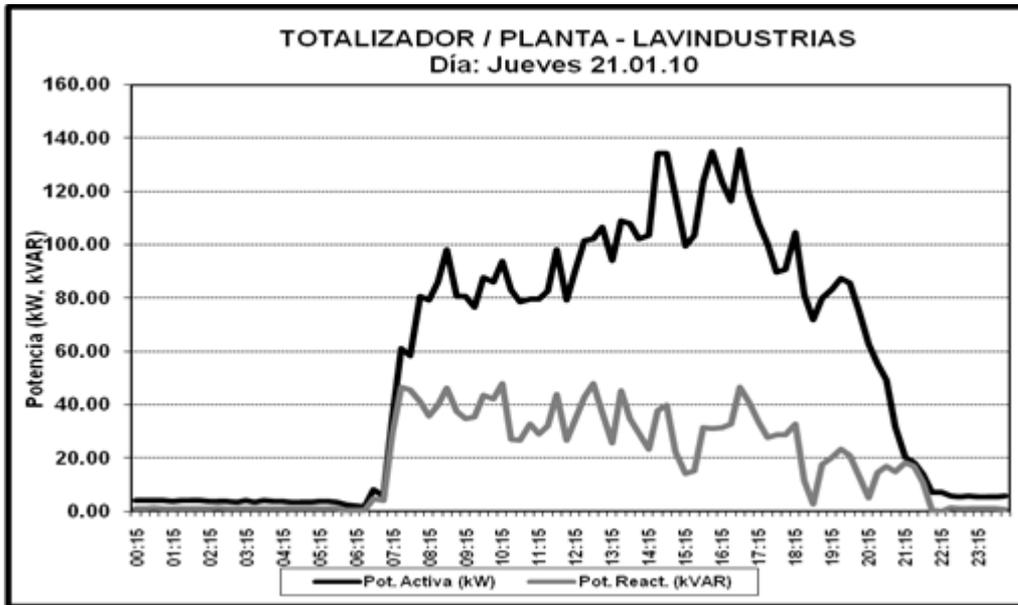
# Calificación tarifaria eléctrica existente al inicio

Meses	Demanda Leída		E.A. (kWh)	# Días de Facturación	# Días Feriados y Domingos	# HP mes	C. T.	
	HP	HFP	HP				Factor	
ene-09	150.8	158.4	5528	31.00	4.0	135	0.26	FP
feb-09	128.4	150.2	7508	31.00	5.0	130	0.38	FP
mar-09	139.6	150.0	8164	28.00	4.0	120	0.45	FP
abr-09	134.4	140.8	9020	31.00	5.0	130	0.49	FP
may-09	133.6	148.0	7792	30.00	6.0	120	0.44	FP
jun-09	139.2	157.6	10548	31.00	4.0	135	0.50	FP
jul-09	149.2	153.6	9872	30.00	5.0	125	0.51	PP
ago-09	136.8	150.0	9140	31.00	7.0	120	0.51	PP
sep-09	140.4	144.8	6820	31.00	4.0	135	0.34	FP
oct-09	146.4	158.4	10332	30.00	6.0	120	0.52	PP
nov-09	145.2	143.6	11404	31.00	5.0	130	0.60	PP
dic-09	152.4	154.4	12064	30.00	5.0	125	0.63	PP
<b>Promedio</b>	<b>141.4</b>	<b>150.8</b>	<b>9016</b>					

# Incidencia de la energía en costos

- Los gastos en agua y energía (2009) en la planta representan un total de 796838 sol/año desglosados de la siguiente manera:
  - - Electricidad: 123500 soles (15.5%)
    - Gas natural: 331067 soles (41.5%)
    - Agua: 342271 soles (43.0%)
- La incidencia de dichos gastos con respecto a las ventas anuales de la empresa (aprox. 7000000 sol/año) representa:
- Incidencia energéticos =  $796838 / 7000000 \times 100$ : 11.4 %
- Incidencia por producto: 0.40 S/.kg

# Mediciones energía eléctrica en la planta



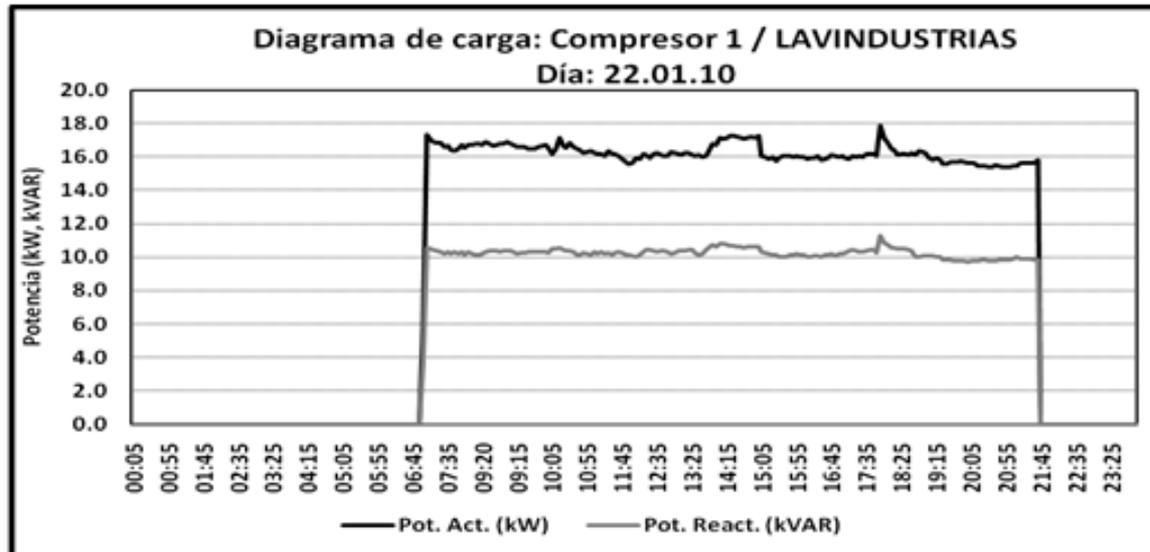
## Resumen de parámetros registrados y calculados

Potencia Activa (kW)		Potencia Reactiva (kVAR)	
HP	104.5	HP	32.7
HFP	135.4	HFP	48.1
Energía Activa (kWh)		Energía Reactiva (kVARh)	
HP	238	HP	61
HFP	1092	HFP	393
Total	1330	Total	454
<b>Factor de Potencia</b>		<b>0.93</b>	
<b>Factor de Carga</b>		<b>0.41</b>	

# Conclusiones de mediciones

- Según los registros, la planta trabaja casi dos turnos por día.
- El comportamiento de la potencia en el tiempo es muy variable, esto se debe al tipo de proceso de producción, es decir son del tipo batch.
- La máxima demanda se registrada fue de 135.4 kW (21/01/10).
- El consumo de energía activa (kWh) en los días de registros son similares.
- El factor de potencia promedio del día jueves fue 0.93 inductivo y el día viernes 0.95 inductivo.
- Se observa que se tiene un consumo de potencia reactiva constante de 30 kVAR, en la mayor parte del proceso productivo.

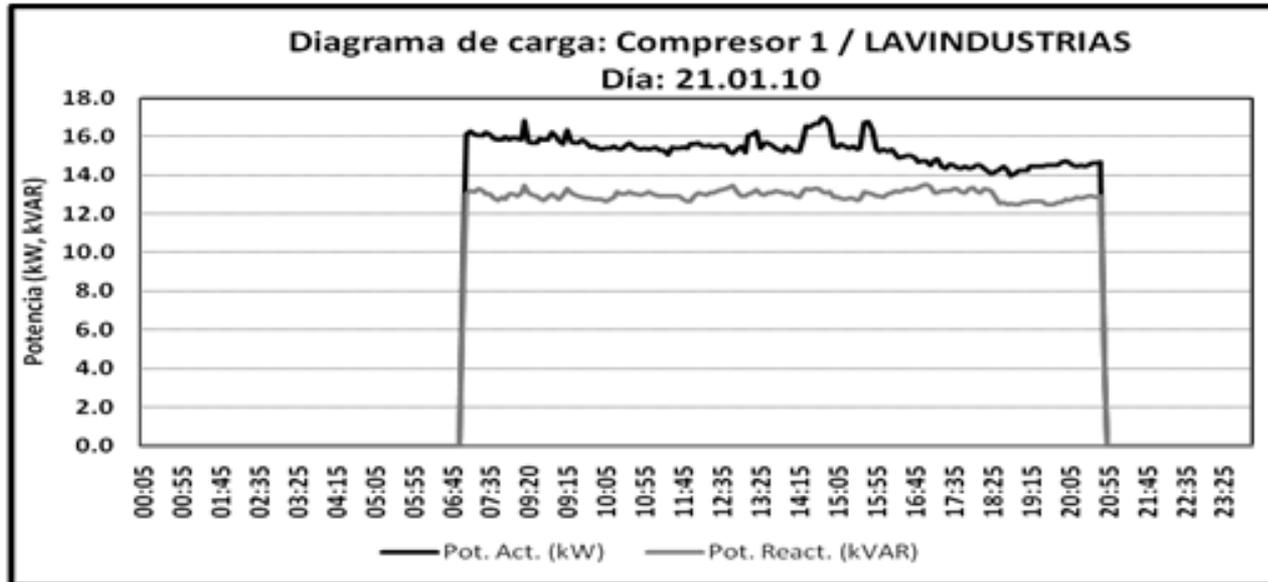
# Mediciones energía eléctrica en compresora 1



## Resumen de parámetros registrados y calculados

Demanda Máxima	17.89 kW
Demanda Promedio	16.25 kW
Demanda Promedio	10.24 kVAR
Factor de potencia Promedio	0.85 Inductivo
Energía Activa	238.76 kWh
Energía Reactiva	150.46 kVARh

# Mediciones energía eléctrica en compresora 2



## Resumen de parámetros registrados y calculados

Demanda Máxima	16.98 kW
Demanda Promedio	15.31 kW
Demanda Promedio	12.98 kVAR
Factor de potencia Promedio	0.76 Inductivo
Energía Activa	211.74 kWh
Energía Reactiva	179.44 kVARh

# Conclusiones de mediciones en compresoras

- En el compresor 1, se registró una demanda máxima de 18 kW, y en el compresor 2 una demanda de 17 kW, en ambos caso los valores fueron similares.
- La demanda promedio del compresor 1 fue de 16.25 kW, y del compresor 2 fue de 15.31 kW.
- El consumo de energía activa día registrado en el compresor 1 fue de 238 kWh y en el compresor fue de 212 kWh, es importante mencionar, que el compresor 1 trabajo más tiempo que el compresor 2, siendo el promedio diario de consumo de energía por generación de aire comprimido de 225 kWh.
- Con el consumo promedio diario (225 kWh), y tomando en cuenta que la planta opera 6 días a la semana, 50 semanas al año, el consumo anual de energía para la generación de aire comprimido es de 67 500 kWh; este consumo representa el 15% del consumo total de la planta.
- Según los valores de potencia registrados, y tomando en cuenta la potencia nominal del motor de de cada compresor (30 HP = 22 kW) tenemos el factor de utilización de cada compresor:

<b>Compresor</b>	<b>P. N. (kW)</b>	<b>P.P.M (kW)</b>	<b>F.C. (%)</b>
Compresor 1	22	16.25	73.8
Compresor 2	22	15.31	70.0

- Con los resultados del factor de carga, podemos indicar que el compresor está trabajando a 70% de capacidad nominal.

# Análisis del consumo de energía reactiva - factor de carga

Condensador	Datos Nominales			Parámetros medidos		
	Pot. (kVAR)	Tensión (V)	Corriente (A)	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (kVAR)
Condensador 1	25	240	60	221	50.8	19.4
Condensador 2	29	240	70	221	59.5	22.7
Condensador 3	15	240	36	221	33.0	12.6
Condensador 4	15	240	36	221	31.9	12.2
Condensador 5	7	240	17	221	12.6	4.8 (*)
Condensador 6	10	240	24	221	23.8	9.0
<b>Total</b>	<b>101</b>					<b>80.7</b>

A pesar que la instalación cuenta con 80 kVAR de potencia que puede entregar al sistema, al suministro eléctrico le facturan por concepto de energía reactiva, de lo anterior podríamos deducir que la programación del controlado automático esta seteado para un factor de potencia menor a 0.97 inductivo, lo cual es necesario que se revise el controlador.

# Oportunidades de ahorro de energía

- De la evaluación e inspección realizada durante los trabajos de campo, se pudo identificar las siguientes oportunidades de reducción de costos:
  - Uso de variadores de velocidad para las bombas de agua dura y blanda
  - Optimización en el uso de aire comprimido.
  - Mejora del factor de potencia
  - Optimización en la calificación tarifaria del suministro eléctrico.

# Ahorros por uso de variadores

- De las experiencias, el ahorro por uso de variadores de velocidad en sistemas de bombeo son superiores al 30%, para nuestro caso, y para ser conservadores el ahorro a considerar es de 20% respecto al consumo anual por bombeo de agua.
  - Consumo de energía bombeo de agua dura : 12 780 kWh/año
  - Consumo de energía bombeo de agua blanda : 17 739 kWh/año
  - Consumo anual por bombeo de agua : 30 519 kWh/año
- Ahorro de energía por uso de variador de velocidad:
  - Ahorro de energía : 30 519 kWh/año x 0.20  
: 6 104 kWh/año
  - Ahorro económico : 6 104 kWh/año x 0.095  
: 580 US\$/año
- La inversión para implementar esta propuesta es:
  - Adquisición de dos variadores de velocidad : US\$ 1142 (/1)
  - Adquisición de dos controles de presión : US\$ 1000 (/2)
  - **Total** : **US\$ 2142**

# Ahorros por uso de compresores

- De las inspecciones se observó que las fugas de aire comprimido en los reguladores de presión de máquinas lavadoras y secadores, válvulas, y además en los puntos donde el aire es utilizado directamente por el usuario, como por ejemplo en la zona denominada spray. Por el ruido en la planta, a veces es difícil detectar las fugas. Dichas pérdidas fueron calculadas en 44.4 kW
- También se pudo verificar la presencia de bastante humedad en la distribución de aire comprimido, para esto se abrieron aleatoriamente algunos puntos de usuarios finales, y se observó la presencia de agua en el aire comprimido descargado.
- Es importante mencionar, que la planta cuenta con sistema secador de aire, que al parecer no está cumpliendo la función de secar el mismo.
- Se usa aire comprimido para agitar la mezcla de salmuera durante su preparación durante 04 horas /día, para lo cual existe una tubería de ½" que se sumerge en la poza de salmuera. Esta práctica además de significar un derroche tremendo de energía, inyecta aire disuelto a la salmuera lo cual dificulta el contacto con la resina para un adecuado intercambio de iones y consecuente regeneración de la resina.

# Ahorros por uso de compresores

- Para usar eficientemente la energía para la generación de aire comprimido, se recomienda:
  - La disolución de la salmuera sea efectuada en forma mecánica con un agitador y no con inyección de aire comprimido.
  - Eliminar una fuga puede ser tan sencillo como apretar bien una conexión o tan complejo como reparar el accesorio con falla; pero, en general, el gasto para eliminarla siempre será más económico que el costo de no hacerlo, este gasto se debe considerar como gasto por mantenimiento preventivo y rutinario.
  - Dentro del plan de mantenimiento en la planta, se debe considerar la reparación de las fugas de aire comprimido, como primer paso se debe elaborar plan de trabajo para identificar las fugas de aire, una vez identificadas eliminarlas.
  - Para limitar las fugas de aire comprimido en las horas de producción, se recomienda instalar válvulas de aislamiento en todos los ramales las cuales, además, ayudarán a aislar equipos que no serán utilizados por largo tiempo.
- Dado la operación actual en el uso del aire comprimido, se estima un ahorro conservador del 10% en respecto al consumo anual de energía para la generación del aire comprimido, por lo cual tenemos: que el ahorro económico sería de 641 US\$/año ( $67500 \text{ kWh/año} \times 0.10 \times 0.095 \text{ US\$/kWh}$ )

# Ahorros por mejora del factor de potencia

- De acuerdo a los datos estadísticos de consumo de energía, el suministro tiene un factor de potencia promedio de 0.91 inductivo, de los registros realizados el factor de potencia es de 0.93.
- 
- Para que al suministro eléctrico no le facturen por concepto de energía reactiva se tiene que tener un factor de potencia igual o mayor a 0.97 inductivo.
- 
- Tal como se menciona anteriormente, la planta tiene instalado una potencia reactiva de 101 kVAR, de la inspección realizada, el sistema solo conecta los bancos de 25 kVAR y 29 kVAR.
- 
- Observando el medidor electrónico principal instalado en la subestación eléctrica, este registra un factor de potencia que oscila entre 0.91 y 0.93 inductivo, lo que nos da una señal que el controlador no estaría programado correctamente o este está en malas condiciones.

# Ahorros por mejora del factor de potencia

- De acuerdo con los registros, el sistema requiere la entrada de más bancos para la generación de la energía reactiva:
- Del diagrama de carga tenemos:
  - 
  - Potencia activa promedio : 86 kW (\*)
  - Potencia reactiva promedio : 31 kW (\*)
  - Factor de potencia promedio : 0.94 inductivo
  - (\*): Consumo promedio en horario de producción: 07:30 a 21:45 horas
- La potencia reactiva requerida para mejorar el factor de potencia a un valor de 0.98 inductivo, será:
  - $Q \text{ (kVAR)} = 86 \text{ kW} \times (\tan(\arccos(0.94)) - \tan(\arccos(0.98)))$
  - **Q (kVAR) = 14 kVAR**
- Para mejorar el factor de potencia del suministro, se recomienda reubicar un banco de 15 kVAR existente, en la subestación principal de la planta. e instalarlo después del interruptor principal.
- Con la implementación de esta mejora, tomando en cuenta que el promedio mensual por el el pago por concepto de energía reactiva es de S/. 250, el **ahorro anual por mejorar el factor de potencia será de S/. 3000 (US\$ 1071)**.
- Para este caso, el traslado del banco solo requiere la intervención del personal de mantenimiento de la planta, por lo que consideramos no se requiere inversión.

# Ahorros por optimización de la opción tarifaria

- Tal como se señaló en el punto 3.2, el suministro eléctrico en el año 2009, en cinco meses fue calificado como cliente presente en punta, implicando un pago mayor en el precio de potencia.
- Para que el suministro eléctrico sea calificado como cliente fuera de punta, el valor del factor de calificación tarifaria debe ser menor a 0.50.
- Para analizar cuanto se debe reducir el consumo de energía en horas punta para que la calificación tarifaria se cliente fuera de punta se tomará en cuenta lo siguiente:
  - Valor de factor de calificación, para la simulación será de 0.48.
  - Se tomara en número de horas punta del mes mostrados en el cuadro N° 4.4.
  - Se tomará la máxima demanda leída del mes mostrado en el cuadro N° 4.4.
  - La simulación se realizará para los meses en que el suministro fue calificado como cliente presente en punta

# Ahorros por optimización de la opción tarifaria

Meses	Demanda Leída (kW)		Energía Activa (kWh)		E. R. (kVARh)	Pago mes (S/.)	Pago mes (S/.)	Ahorro	
	HP	HFP	HP	HFP	Facturada			(S/.)	(%)
ene-09	150.8	158.4	5 528	28 688	6 239.2	8 973.1			
feb-09	128.4	150.2	7 508	30 392	6 506.0	9 665.6			
mar-09	139.6	150.0	8 164	25 940	5 460.8	9 337.7			
abr-09	134.4	140.8	9 020	25220	6016.0	9317.3			
may-09	133.6	148.0	7 792	26 268	6 458.0	10 932.5			
jun-09	139.2	157.6	10 548	33 140	7 017.6	10 450.6			
jul-09	149.2	153.6	9 872	30 952	6 212.8	11 537.0	<b>9 825.6</b>	<b>1 711.4</b>	<b>14.8</b>
ago-09	136.8	150.0	9 140	28 940	6 304.0	10 819.5	<b>9 138.8</b>	<b>1 680.7</b>	<b>15.5</b>
sep-09	140.4	144.8	6 820	23 880	7 566.0	8 203.8			
oct-09	146.4	158.4	10 332	32 936	5 955.6	11 228.1	<b>9 625.6</b>	<b>1 602.5</b>	<b>14.3</b>
nov-09	145.2	143.6	11 404	30 884	6 713.6	10 893.9	<b>9 683.6</b>	<b>1 210.3</b>	<b>11.1</b>
dic-09	152.4	154.4	12 064	39 580	5 926.8	12 141.8	<b>10 615.9</b>	<b>1 525.9</b>	<b>12.6</b>
<b>omedio</b>	<b>141.4</b>	<b>150.8</b>	<b>9 016</b>	<b>29 735</b>	<b>6 364.7</b>	<b>10 291.7</b>	<b>9 777.9</b>	<b>1 546.1</b>	<b>15.0</b>

Del cuadro, podemos concluir, que el **ahorro económico por calificar todo el año como un suministro eléctrico como cliente fuera de punta asciende a S/. 7 730 (US\$ 2 760)**, que representa una reducción económica promedio del 15%. El ahorro de energía se estima en 7 500 kWh/año.

Para calificar como cliente fuera de punta, solo requiere de una planificación en la producción, es decir que el consumo de energía en horas punta corresponda máximo a 2 horas.

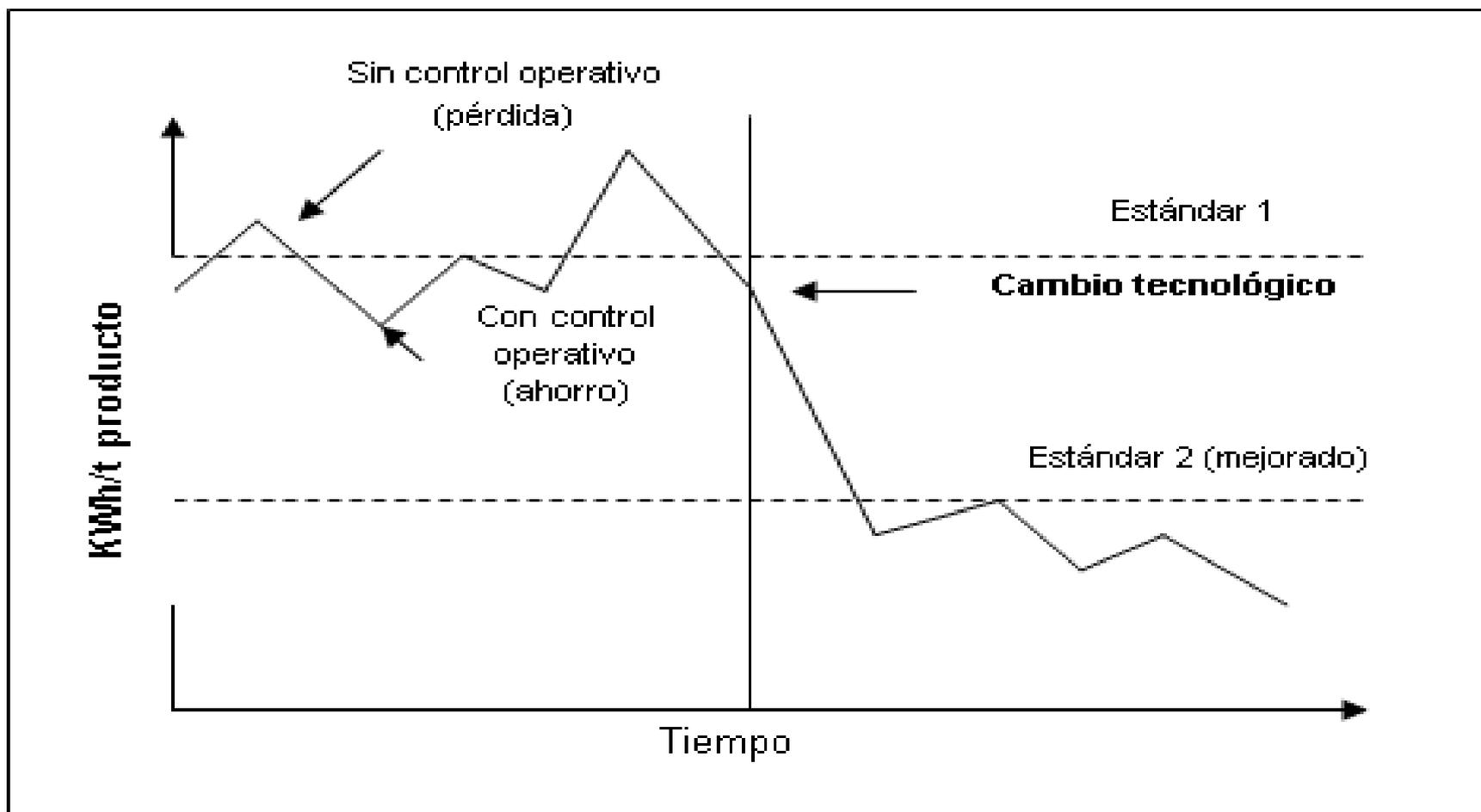
# Recomendaciones de Administración de la demanda

- Medición del consumo de energéticos mediante medidores instalados en puntos claves por centros de consumo (pueden ser los centros de costos establecidos en la planta) y la obtención de los datos de producción por centro de consumo en el mismo periodo de medición de energéticos.
- Registro de los datos de consumo de energéticos y de producción en un sistema apropiado (hoja de cálculo, software, etc.) que procese los datos registrados (ya sea manual o automáticamente), para obtener los llamados consumos específicos de energía – CE (por ejemplo  $\text{sm}^3/\text{ton}$ ,  $\text{kWh}/\text{ton}$ , etc.).
- Monitoreo de los consumos específicos, es decir vigilancia de los valores que se van obteniendo en una base diaria, semanal, mensual, etc., comparándolos con algún estándar pre-establecido. Valores de CE por encima del estándar significarán pérdidas de energía y valores por debajo del estándar implicarán ahorros de energía, que es lo que se quiere finalmente.
- Aplicación de medidas ó técnicas de ahorro de energía en forma permanente, lo cual permitirá que los valores de CE se mantengan por debajo del estándar, garantizando así los ahorros deseados.
- Experiencias en otros países han demostrado que los ahorros de costos de energía gracias a la administración de energéticos fluctúan entre 5 a 15 %.

# Recomendaciones de Administración de la demanda

- **a) Medidas de operación y control**
- 
- Influyen permanentemente en los resultados de CE. Ejemplos de estas medidas son:
  - 
  - Control del exceso de aire en calderas.
  - Reducción de fugas de vapor en trampas, válvulas, tuberías, etc.
  - Reducción de fugas de aire comprimido o mejor uso de éste.
  - Control de operación de compresores.
  - Control de luminarias ó equipos de aire acondicionado encendidos.
  - Control de temperaturas de calentamiento.
  - Reutilización de agua, eliminación de fugas.
  - Control de máquinas en vacío.
  - Control de pérdidas eléctricas en distribución.
  - Etc.
- 
- No observar estas medidas puede significar que el CE sea más alto que el estándar de un día a otro.
- 
- **b) Mejoras tecnológicas**
- 
- Son mejoras que reducen los CE con su implementación y no necesariamente influyen continuamente en el valor del CE. Ejemplos de estas medidas son:
  - 
  - 
  - Uso de recuperadores de calor en calderas.
  - Cambio de motores ineficientes por motores eficientes.
  - Cambio de luminarias ineficientes por eficientes.
  - Uso de tecnologías de proceso más eficientes.
  - Etc.

# Recomendaciones de Administración de la demanda



# Proyecto “Fortalecimiento en el Uso Eficiente de la Energía en las Regiones”

**FONAM**



## ALGUNOS CASOS DE ÉXITO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA PROYECTO FONAM-BID/FOMIN

Nombre	Rubro	Ingreso de ventas de la empresa	Ahorro anual en energía	Inversión en mejoras energéticas
<b>ORGINOR</b>	<b>PRODUCTOS QUÍMICOS:</b> Fabricación de colorantes de alimentos	US\$2'135 231	US\$86 671	US\$89 357
<b>CONFIPERU</b>	<b>ALIMENTOS:</b> Fabricación de golosinas (chiclets)	No presento	US\$ 13 536	US\$ 4. 143
<b>SAGITA</b>	<b>LAVANDERIA:</b> Servicio de lavado ropas y otros a nivel industrial	US\$ 889 880	US\$ 11 560	US\$ 15 000
<b>PLASTICOS LA PAZ</b>	<b>PLÁSTICOS:</b> Fabricación de mangueras para riego tecnificado	US\$ 684 589	US\$ 33 679	US\$ 15357
<b>METAX</b>	<b>METALMECÁNICA 1:</b> Fabricación de equipamiento hospitalario	US\$3'206 352	US\$ 2 198	US\$ 5 119
<b>METALCO</b>	<b>METALMECÁNICA 2:</b> Fabricación de mobiliario para oficina	US\$ 2'734 412	US\$ 11 536	US\$ 3 857
<b>ALIEX</b>	<b>AGROEXPORTADORA:</b> Producción de alimentos (chicha, salsa como Ketchup)	US\$3'593 692	US\$ 19 089	US\$ 71 343
<b>ANDINO CLUB HOTEL</b>	<b>HOTELERO:</b> Servicio de Hospedaje	US\$ 485 270	US\$ 1 450	US\$ 5 293
<b>INFAFIZA</b>	<b>METALMECÁNICA 3:</b> Fabricación de tiradores y jaladores	US\$ 462 052	US\$ 779	US\$ 2 071
<b>HOCHES</b>	<b>METALMECÁNICA 4:</b> Producción de mobiliario para oficina	US\$ 631 665	US\$ 4 750	US\$ 1 857

# RESULTADOS DE LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL 1° GRUPO DE PYME

N°	Razon social
1	SILICE INDL. COMR. S A.
2	Lavindustrias S.A.C.
3	COOP.IND.MANUFACTURAS DEL CENTRO LTDA
4	Alojamiento Ecológico Casa Hacienda La Florida - Tarma
5	METALEXACTO S.R.L.
6	AGF Vulcano S.R.L.
7	Frigorífico Leon S.A.C.
8	Infafiza E.I.R.L.
9	Orginor Chemical S.A.C.
10	Confiperu S.A.
11	COMPAÑIA HOTELERA EL ALAMO S.A.
12	INTERAMERICAN PROMO PUNO S.A.C.
13	Metales Ingenieria y Construccion S.A.C.
14	Sagita S.A.
15	Hules Peruanos S.A.C.
16	Plásticos La Paz S.R.L.
17	EMPRESA PERIODISTICA NACIONAL S.A.- EPENSA (Huancayo)
18	C.N.C. INDUSTRIAL S.R.LTDA
19	Mobilia Industrial S.A.C.
20	Metales Elka S.R.L.
21	EMPRESA DE TURISMO ANDINO S.R.L.
22	Eco Inn - Colca
23	Inversiones Hoches S.A.C.
24	Máximo Villegas Durand
25	Vibramatic S.A.C.

Ahorro (US\$/año)	Inversión (US\$)
619 324	1 162 188

## RESULTADOS DE LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL 2° GRUPO DE PYME

N°	Razón Social
1	Lazo Coronado Neil Randall
2	Santa Verena S.A.C
3	Papelera Reyes S.A.C
4	Hotel Buenos Aires S.R.L
5	Metalurgia Vulcano S.A.C
6	Metax Industria y Comercio S.A.C
7	Innovaciones Alimentarias S.A. - INNALSA
8	Unitrade S.A.C
9	Agroindustrias Guadalupe S.A.C
10	Alimentos de Exportación Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada - ALIEX S.R.L.
11	Corporacion Progreso S.A.C
12	Fabrirex S.A.C
13	Industrias Metalco S.R.L.
14	Servicios de Frío E.I.R.L. – Paíta .
15	Corporación Hotelera del Cuzco S.A.
16	HOTELERA CUSCO S.A (Hotel Costa del Sol Picoaga)
17	Wiesse Industrias y Comercio S.R.L.
18	Iris Fundicion de Metales S.R.LTDA
19	Facomri E.I.R.L
20	Sidik S.R.LTDA

Ahorro (US\$/año)	Inversión (US\$)
469 515	1 241 734

## RESULTADOS DE LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL 3° GRUPO DE PYME

N°	Razón Social
1	Curtiembre Austral S.R.L.
2	MERFRUT S.R.L.
3	Estanterías Metálicas J.R.M. S.A.C
4	Planta Quesera Chugur Quesos S.R.L
5	Ecoandino S.A.C.
6	Max Import S.A.
7	Alba Luz S.R.L
8	AGROINDUSTRIAS DEL MANTARO S.A.C.
9	FORTALEZA TEXTIL S.A.C
10	Industria Alimentaria Huacariz S.A.C
11	Fundición Ferrosa S.R.LTDA
12	Concentrado de Proteínas S.A.C. - COPROSAC
13	Lavandería Nevados S.A.C
14	AICASA EXPORT S.A
15	AGRONATURALES S.R.L

Ahorro (US\$ / año)	Inversión (US\$)
288 142	541 239

## RESUMEN DE AHORROS E INVERSIONES IDENTIFICADOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

Ahorros (US\$/año)	Inversión (US\$)	CO2 evitadas (ton/año)
1 376 981	2 945 161	5 683

# Proyecto de Eficiencia Energética FONAM-BID-FOMIN/PERU

## SILICE INDUSTRIAL

**Mejora recomendada:**

**Sustitución de petróleo residual por Gas Natural (Ejecutado en Enero 2010)**



Horno Rotativo de Secado



Quemador del Horno

**Gasto en combustible:**

US\$ 500 000 Petróleo Residual

**Inversión:**

US\$ 50 000

**Ahorro económico anual:**

US\$ 100 000



Estación de regulación y medición

# Proyecto de Eficiencia Energética FONAM-BID-FOMIN/PERU

## HACIENDA LA FLORIDA - TARMA

### Mejora realizada:

- Reforzamiento del aislamiento térmico de los hornos y tuberías de distribución de agua caliente. Se obtuvo un ahorro de 15% de combustible (leña).



Calderas artesanales a leña

# Proyecto de Eficiencia Energética FONAM-BID-FOMIN/PERU

## METALES INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

### Mejora realizada:

- Regulación de la relación Aire-Combustible

Se obtuvo un ahorro del 5% de combustible (Gas Natural)



Medición de gases de dos Quemadores



## CONFIPERU

### **Mejoras realizadas:**

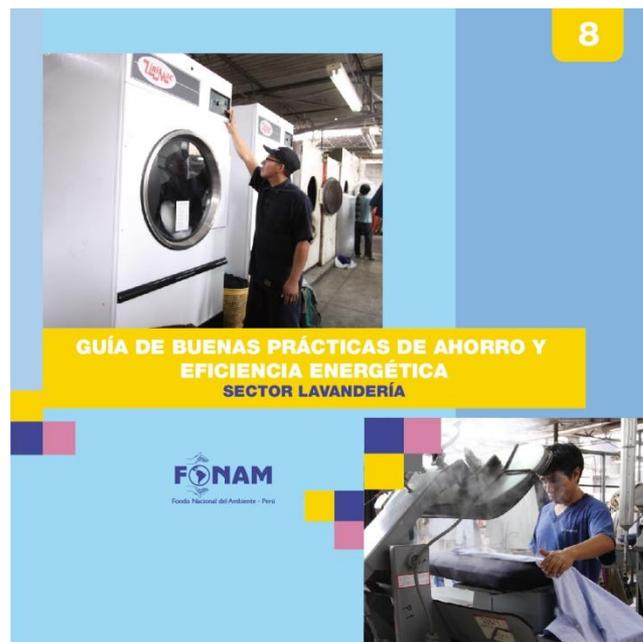
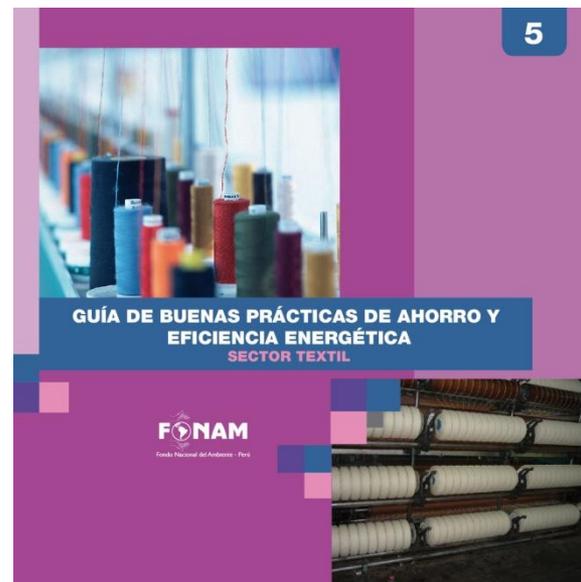
- Implementaron mejoras de aislamiento térmico en tuberías.
- Realizaron el reemplazo de un caldero de 60 BHP por otro caldero de 140 BHP.
- Optimización de la combustión de la Caldera.
- Recuperación de condensados del secador chino y reactores de alcohol y de prueba en la planta de colorantes.
- Cambio de tarifa eléctrica de Baja tensión a Media tensión. Instalación de un banco de condensadores (Inversión de S/. 14280,00 y Ahorro anual de S/. 10200,00)
- Se obtuvo un ahorro del 15% de combustible (GLP)



# DIFUSION

1 Guías Metodológica para el Diagnóstico Energético en PYMES

9 Guías de Buenas Prácticas de Ahorro en Eficiencia Energética





## CASOS DE ÉXITO

# Implementación de Mejoras Energéticas Eléctricas en Empresas



MINISTERIO DE ASUNTOS  
EXTERIORES DE FINLANDIA



**AEA**  
ALIANZA EN ENERGÍA Y AMBIENTE  
CON LA REGIÓN ANDINA



# CONTENIDO DE LA PRESENTACIÓN

1. HUANCATEX – HUANCAYO
2. EPENSA - HUANCAYO
3. CNC INDUSTRIAL - LIMA
4. ECO INN CUSCO & PUNO
5. ANDINO CLUB HOTEL – ANCASH



# HUANCATEX - HUANCAYO



# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU

## HUANCATEX - HUANCAYO

### Mejora realizada:

- Aprovechamiento de la luz natural y limpieza de luminarias



Secado de Lana



Hilado

# EPENSA - HUANCAYO



# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU EPENSA - HUANCAYO

Equipos Existentes:



Rotativa N° 01



Rotativa N° 01

# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU EPENSA - HUANCAYO

## Mejoras realizadas:

- Reemplazo de las lámparas fluorescentes de 40W por otro de 36W, en la medida que estos van llegando al termino de su vida útil.
- Implementación de una subestación de media tensión para pasar a ser cliente de media tensión (Paso de BT4 a MT4).
- Con estos cambios, se obtuvo un ahorro de energía eléctrica de 5% y ahorro económico por facturación de energía eléctrica de 25%



# CNC INDUSTRIAL - LIMA



# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU

## CNC INDUSTRIAL - LIMA

Productos Elaborados:



Mototaxi Abiertos



Mototaxi Cerrados



Moto Furgón Baranda



Moto Furgón Tolva y Tapa

# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU

## CNC INDUSTRIAL - LIMA

### Equipos Existentes:



Guillotina



Torno



Prensa Eléctrica



Plegadora



Maquina Torno

# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU CNC INDUSTRIAL

## Mejoras realizadas:

- Cambio parcial de los fluorescentes de 40W por fluorescentes de 36W
- Cambio de las llaves tipo cuchillas por llaves térmicas
- Están implementando mejoras en su proceso productivo
- Se obtuvo un ahorro de Energía Eléctrica de 3%



Cambio de fluorescentes de 40x36W



Maquina Torno Multihusillo



ECO INN  
CUSCO & PUNO

# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU ECO INN – CUSCO

## Mejoras realizadas:

- Sectorización de luminarias para aprovechar la luz natural.
- Reducción de la temperatura de las secadoras de pelo, reduciendo las resistencias de 1200W a 600W.
- Apagan el decodificador TV de 25W, cuando las habitaciones están desocupadas por mas de 12 horas.
- Utilización de agua de pozo.
- Reducir consumo de agua en tanques de inodoro.
- Se obtuvo un ahorro de Energía Eléctrica de 5%



# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU ECO INN - PUNO

## Mejoras realizadas:

- Reducción de la temperatura de 30°C a 22°C de los calefactores, reduciendo las resistencias de 2000 w a 1000 w.
- Apagan el decodificador TV de 25w, cuando las habitaciones están desocupadas por mas de 12 horas.
- Reducción en el consumo de agua del inodoro.
- Se obtuvo un ahorro de 5% de Energía Eléctrica





ANDINO CLUB HOTEL -  
ANCASH

# PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FONAM-BID- FOMIN/PERU

## ANDINO CLUB HOTEL – ANCASH

### Mejoras realizadas:

- Realizaron el cambio de los focos de filamento por focos ahorradores y LED.
- Han regulado la relación aire combustibles en las termas.
- Se obtuvo un ahorro de energía eléctrica de 5% y de combustible (GLP) de 15%.

