

SELECCIÓN ÓPTIMA DEL TIPO DE ENERGÍA, PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPAMIENTO EN LOS SERVICIOS GENERALES DE LOS HOSPITALES DE ESSALUD.

OBJETIVO

Uso adecuado de criterios técnicos que permita la selección óptima de la fuente energética para el equipamiento de los Centros Asistenciales en Essalud.

CONSIDERACIONES

El Estudio realizado brinda un instrumento técnico de apoyo y un marco de referencia en la selección óptima de la energía para el equipamiento Hospitalario a nivel institucional. La aplicación parcial o total de la misma dependerá de las circunstancias de cada caso y del criterio profesional de los responsables. La matriz energética de los centros Asistenciales depende básicamente del petróleo y electricidad.

En los centros asistenciales del país, los energéticos generalmente utilizados son los siguientes:

1. Equipos consumidores de energía eléctrica:
 - Motores eléctricos (electro bombas, ascensores, compresoras, ventiladores, extractores, lavadoras, secadoras, calandrias, entre otros).
 - Lámparas de iluminación (fluorescentes, incandescentes, de descarga, etc).
 - Calentadores de agua (termas, duchas, hervidores, etc).
 - Hornos eléctricos.
 - Cocinas eléctricas.
 - Equipos de frío (conservadoras, refrigeradoras).
 - Esterilizadores.
 - Equipos biomédicos (rayos X, tomógrafos, etc).

2. Equipos consumidores de combustible:

- Calderas.
- Incineradores.
- Marmitas.
- Calandrias.
- Grupos electrógenos.

CRITERIOS PARA SELECCIÓN DEL TIPO DE ENERGÍA EN LA RED DE VAPOR

CALDERAS:

Considerando que el tiempo de vida útil de una caldera industrial es de aprox. 25 años, hemos analizado los puntos necesarios para una correcta selección. Se debe considerar es la demanda de vapor que se necesite en los servicios generales de los hospitales, para así determinar cuanto debemos generar, así si seleccionamos una caldera o calderas con capacidad excesivamente grande con respecto a la demanda, nuestra alternativa será antieconómica ya que estaremos sobredimensionando. Si en cambio seleccionamos las calderas con una menor capacidad que la requerida no llegaremos a cubrir la demanda necesaria. Otro factor muy importante para la selección es que se deberá considerar la presión de vapor requerida para el correcto funcionamiento de los equipos, es por ello que se debe tener en cuenta las características de presión de dichos equipos.

Criterios deben ser considerados al momento de seleccionar una caldera para cumplir con los requerimientos de la aplicación. Estos criterios son:

- Requerimientos de códigos y normas:
Existe un número de códigos y normas, leyes y regulaciones que abordan a las calderas y el equipo asociado que deben ser considerados cuando se diseña un

sistema. Los requerimientos regulatorios son dictados por varias instituciones y todas ellas se enfocan principalmente en la seguridad. Aquí presentamos algunas reglas claves a considerar:

- a. La industria de la caldera está estrictamente regulada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME: American Society of Mechanical Engineers) y por los códigos ASME, los cuales gobiernan el diseño, la inspección y el seguro de calidad de las calderas. Los recipientes a presión de las calderas deben presentar el estampado ASME. (Desaeradores, economizadores y otros recipientes a presión también deben estar estampados por ASME).
- b. La compañía aseguradora de la instalación o la caldera puede exigir requerimientos adicionales. Los fabricantes de calderas proveen a sus clientes opciones para satisfacer las exigencias de las compañías aseguradoras. Estas opciones son accesorios o equipo que usualmente pertenecen a controles de seguridad.
- c. La mayoría de las industrias han establecido un máximo de temperatura a la cual el agua puede ser desechada al alcantarillado. En este caso, se necesitaría un enfriador del agua de purgas. La mayoría de las autoridades, estatales y municipales requieren de un permiso para instalar y/u operar una caldera. Se pueden aplicar restricciones adicionales en zonas donde la calidad del aire no cumple con los estándares de calidad de la nación y por lo tanto, las emisiones

contaminantes son más exigentes.

- d. Se puede requerir de un operador de tiempo completo para la caldera. Los requerimientos del operador dependen del tamaño de la caldera, presión, superficie de calentamiento o volumen de agua. Las calderas pueden ser seleccionadas, lo que minimiza los requerimientos, ya sea porque cumple los requerimientos y se está exento o por poseer un equipo especial que da al operador más libertad en las instalaciones.

• Vapor o Agua Caliente:

Ahora que se cuenta con una visión general de los tipos de requerimientos en códigos y normas para calderas, debemos ver la aplicación que se le va a dar a la caldera con el fin de saber cómo será utilizada esta caldera. Recuerde que el objetivo principal de una caldera es suministrar energía para alguna operación en alguna instalación -calefacción, lavandería, cocinas, etc. La naturaleza de la operación dictará si se empleará una caldera de vapor o de agua caliente. El agua caliente comúnmente se emplea suministrando agua al sistema a una temperatura entre los 82°C y 104°C (180 – 220 °F). La presión de operación para sistemas que emplean agua caliente es de 2,1 kg/cm² a 8,8 kg/cm². Bajo estas condiciones, existe una amplia variedad de productos para caldera de agua caliente. Si los requerimientos del sistema para agua caliente son mayores a los 115 °C, deberá ser considerada una caldera de agua caliente de alta temperatura.

Las calderas de vapor están diseñadas para aplicaciones de baja y alta presión. Las calderas de baja presión

están limitadas a 1 kg/cm² y se utilizan comúnmente para aplicaciones de calentamiento. Las calderas de alta presión se utilizan generalmente para cargas de procesos y pueden operar a presiones entre 5,3kg/cm² y 50 kg/cm². La mayoría de los sistemas de las calderas de vapor requieren vapor saturado. Las calderas de vapor y agua caliente se definen de acuerdo a la presión de diseño y presión de operación. La presión de diseño es la máxima presión utilizada en el diseño de la caldera con el propósito de calcular el mínimo grosor permisible o las características físicas de las partes del recipiente a presión de la caldera. La presión de operación es la presión de la caldera a la cual opera normalmente. La presión de operación comúnmente se mantiene a un nivel adecuado por debajo de las condiciones de presión en las cuales se instalaron la(s) válvula(s) de alivio para prevenir su frecuente apertura durante la operación normal. Algunas aplicaciones de vapor pueden necesitar vapor sobrecalentado. Debe notarse que el vapor sobrecalentado posee una entalpía alta, de tal manera que tiene más energía por unidad de masa y una mayor calidad de vapor. Un ejemplo de una aplicación donde podría necesitarse vapor sobrecalentado es con una turbina de vapor. Los álabes de la turbina requieren un vapor muy seco debido a que la humedad puede destruirlos. Cuando se requiere de un vapor sobrecalentado o una muy alta presión, debe seleccionarse una caldera industrial de tubos de agua.

COMBUSTIBLE:

Para el suministro de combustible, se debe considerar: su costo de adquisición, el costo de operación el cual dependerá de la facilidad de almacenamiento y del mantenimiento del quemador así como de los demás componentes del sistema de combustible.

Un combustible gaseoso, en comparación con los líquidos, es más fácil de manejar y su combustión es limpia y sin problemas de operación. El gas es un combustible de fácil quemado, ya que para su combustión sólo requiere ser mezclado con determinada cantidad de aire a condiciones óptimas de temperatura. La alternativa técnica para mitigar los impactos negativos por el uso del petróleo, es la utilización en primera opción del Gas Natural y en una segunda opción del Gas Licuado de Petróleo (GLP). Para ello se requiere el cambio tecnológico de los quemadores de los equipos térmicos, de Petróleo a Gas. Este cambio trae ventajas, las mismas que se enuncian a continuación:

- Ventajas ambientales:

El Gas natural es un combustible muy limpio comparado con otros combustibles, lo que facilita el cumplimiento de estrictas normas ambientales. El G.N. presenta bajas emisiones de contaminantes. la siguiente tabla muestra las emisiones producidas por diversos combustibles, con relación al gas natural.

EMISIONES PRODUCIDAS POR DIVERSOS COMBUSTIBLES.

<i>Combustible</i>	<i>MP (Material Particulado)</i>	<i>SOX (Oxido de sulfuro)</i>	<i>NOX (Oxido de nitrogeno)</i>
<i>Gas Natural</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>GLP</i>	<i>1.4</i>	<i>23</i>	<i>2</i>
<i>Diesel 2</i>	<i>3.3</i>	<i>1 209</i>	<i>1.5</i>
<i>Residual 5</i>	<i>15</i>	<i>4 470</i>	<i>4</i>
<i>Residual 6</i>	<i>39.4</i>	<i>4 433</i>	<i>4</i>

- Ventajas económicas:

A continuación se muestra una tabla comparativa de precios de combustible por cada MMBTU (millón de BTU).

**PODER CALORÍFICO Y COSTOS DE
COMBUSTIBLE**

COMBUSTIBLE	PODER CALORÍFICO (BTU/gal)	PRECIO (US\$/gal)	PRECIO EQUIVALENTE (US\$/MMBTU)
RESIDUAL – 5	151 600	1.85	12.23
RESIDUAL – 6	151 200	1.93	12.77
DIESEL 2	131 061	3.87	29.52
GLP	95 877	2.41	25.11
GAS NATURAL	35 310 BTU/m ³	0.18 US\$/m ³	5.15

- Ventajas técnicas:
 - Gas Natural se encuentra disponible en forma continua, no requiere tanques de almacenamiento, disminuyendo los riesgos que ello implica y también los costos financieros.
 - No requieren preparación previa a su utilización, es decir, no necesita calentamiento, ni pulverización o bombearlo como ocurre con el petróleo. Los equipos y quemadores de gas natural presentan un mantenimiento fácil.
 - El rendimiento del gas natural en la combustión es superior al de otros combustibles.
 - La regulación automática es simple y de gran precisión.

- Ventajas de Mantenimiento.

En la tabla siguiente se muestra las ventajas de utilizar Gas Natural respecto a otros combustibles, tomando por ejemplo el petróleo residual.

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mantenimiento Preventivo en el Quemador	Frecuencia	
	Petroleo Residual	Gas Natural
Control de la combustión y eficiencia	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación de filtros, electrodos, boquillas, platos reflectores, fotoceldas, etc.	Quincenal	Semestral
Verificación de presostatos, programador de llama, de transformador de encendido, etc.	Quincenal	Semestral
Limpieza de chimeneas y ductos de gases.	Semestral	Anual

OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los transformadores secos:

Los transformadores secos son los que no utilizan líquidos aislantes. La mayoría de los usuarios de transformadores del tipo seco son conscientes de los costos iniciales extras y acepta esto como el precio a ser pagado por la conveniencia mayor. Sin embargo son menos eficientes y pueden involucrar aumentos significativos en los costos de energía.

- Ventajas:
 - Los transformadores secos evitan los riesgos de incendio y contaminación.
 - El mantenimiento de los transformadores secos es mínimo.
 - No contaminan el medio ambiente, no hay posibilidad de derrames de líquidos, no requieren drenaje para aceite, ni sistemas costosos contra incendio.
 - Resistentes al fuego, autoextinguibles, no propagan la flama y no son explosivos.
 - Los transformadores secos conservan permanentemente una alta resistencia óhmica aún en medios ambientes extremadamente húmedos, conservando siempre sus excelentes características dieléctricas.
 - Silencioso, por lo que su nivel de ruido debe estar debajo de los 46 - 60 dB según su capacidad.

Bancos de Condensadores:

- Campos de Aplicación:
Los Bancos de Condensadores son aptos para su utilización en Sub – estaciones de Baja y Media Tensión donde se desee compensar la Energía Reactiva (o Factor de

Potencia) que consumen los motores eléctricos y las demás cargas. La compensación de energía reactiva mediante Bancos de condensadores se efectúa para no pagar energía reactiva al suministrador de energía eléctrica, para disminuir caídas de tensión, para minimizar pérdidas de energía, para ampliar la capacidad de transmisión de potencia activa en los cables; entre otras aplicaciones.

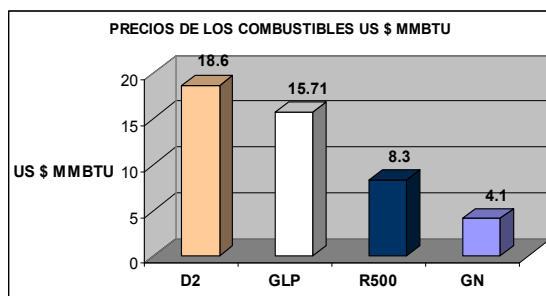
- **Banco automático:**
Es un banco de varias etapas de compensación, dichas etapas están conectadas de tal forma que pueden activarse o desactivarse de acuerdo a las cargas inductivas del sistema.

ANALISIS ECONOMICO

Según fuentes referenciales, los precios de combustibles y sus rendimientos son:

Rendimiento de la combustión y quemado.

COMBUSTIBLE	RENDIMIENTO COMBUSTION (%)	RENDIMIENTO QUEMADO (%)
GAS NATURAL	95 – 98	98 – 99
GAS LICUADO	95 – 98	98 – 99
RESIDUAL 6	70 – 77	92 – 95
RESIDUAL 5	70 – 77	93 – 95
DIESEL 2	80 – 83	93 – 95
LEÑA	45 – 45	80 – 85
CARBON SUB – BITUMINOSO	55 – 60	87 – 90
CARBON BITUMINOSO	55 – 60	87 – 90



COSTO DEL VAPOR

El consumo de combustible, está dado en función de la capacidad de la

caldera, considerando que la calderas pirotubulares tipo compactas son constituidas para trabajar a una eficiencia alrededor del 80%; en el caso de uso de combustibles residuales: el consumo aproximado es 0.28 Gal/hr por cada BHP. En el caso de Gas Natural: el consumo aproximado es 1.02 m³/hr por cada BHP (con la misma eficiencia del 80%). Siempre se debe tener en cuenta que se puede incurrir en pequeñas diferencias producido por los rendimientos de la caldera que lo produce y el gasto de energía que implica el traslado del vapor por las distintas cañerías.

Tabla comparativa de consumo para producir 1 MMBTU:

Gas Natural	28 m ³
GLP = 2.1 Balones (10 kilos)	10 galones = 38 litros
Gasolina 95 Octanos	8.1 galones
Diesel	7.3 galones
Residual	7.1 galones
Electricidad	293 kw – h

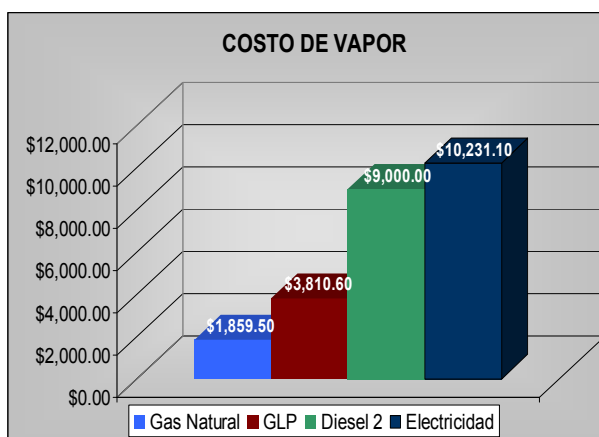
Tabla comparativo de precios de Gas Natural:

CATEGORIAS	Promedio Consumo Gas Natural	Promedio Gas Natural (incluye IGV)	Tipo
A	28 m ³ /mes	8.3 \$/MMBTU	Residencial
B	800 m ³ /mes	5.7 \$/MMBTU	Comercial
C	125000 m ³ /mes	4.4 \$/MMBTU	Industrial
D	610000 m ³ /mes	4.1 \$/MMBTU	Gran industrial

Para los siguientes componentes, tenemos tablas comparativas sobre costos de generación de vapor usando fuentes de energía comunes, a continuación se describen:

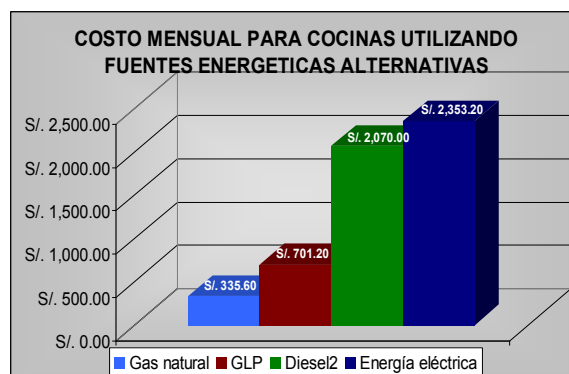
CALDERA

COSTO DE VAPOR			
	Consumo Mensual:	Precio del Combustible	Costo Mensual Vapor Generado
Gas Natural	11,603.87m ³	4.40 \$MMBTU	\$ 1,859.50
GLP	13,864.32 Litros/mes	2.35 soles/galón	\$ 3,810.60
Diesel 2	2,500 galones	\$ 3.60 galón	\$ 9,000.00
Electricidad	1, 089,121.2 (Kw – hora)/mes	0.13 Soles/Kw - Hora	\$ 10,231.10



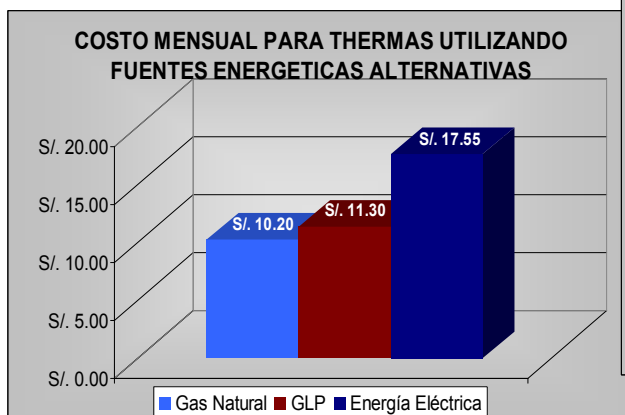
COCINAS

COSTO DE CONSUMO VAPOR VS ELECTRICIDAD EN COCINAS		
Fuente de Energía	Consumo al mes	Costo mensual
Gas natural	2,135.12 m ³ /mes	\$ 335.60
GLP	841.40 galones/mes	\$ 701.20
Diesel2	575 galones/mes	\$2,070.00
Energía eléctrica	51,045.21 kw – hora/mes	\$ 2,353.20



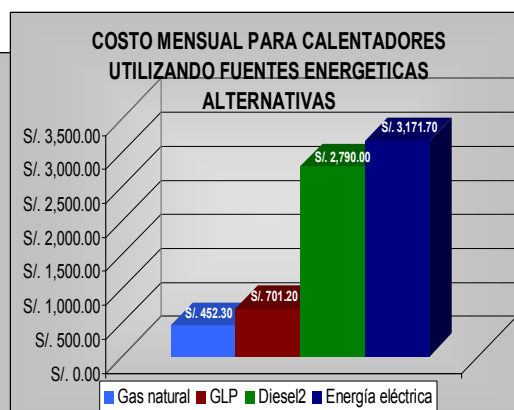
THERMAS

COSTO MENSUAL VAPOR VS ELECTRICIDAD DE THERMAS			
	Consumo Mensual:	Precio del Combustible:	Costo mensual Vapor generado
Gas Natural	12.12 m ³ /mes	8.3 \$MMBTU	S/. 10.20
GLP	18.10 litros/mes	S/. 2.35 galón	S/. 11.30
Energía Eléctrica	135 kw – hora/mes	S/. 0.13 soles /kw – hora	S/. 17.55



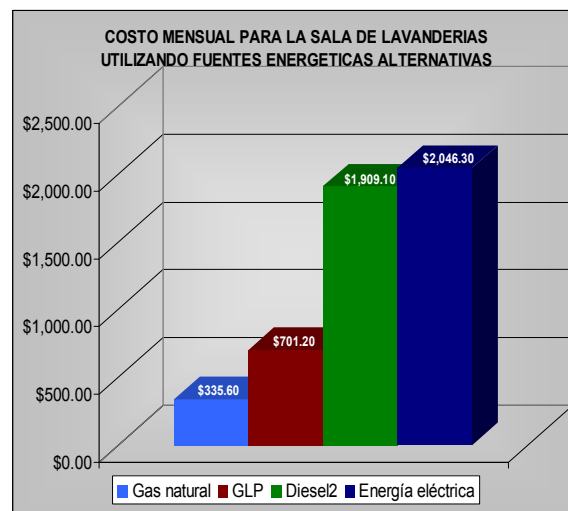
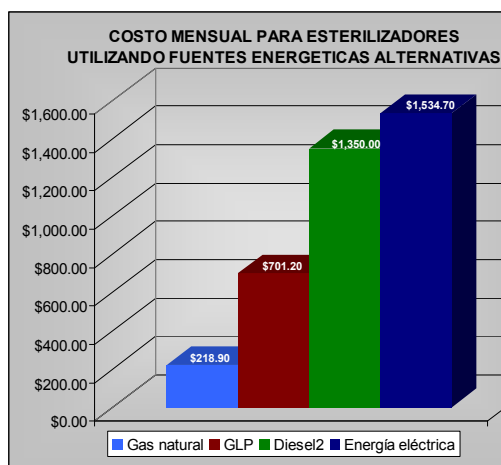
CALENTADORES

COSTO DE CONSUMO VAPOR VS ELECTRICIDAD EN CALENTADORES		
Fuente de Energía	Consumo al mes	COSTO MENSUAL
Gas natural	2,877.76 m ³ /mes	\$452.30
Diesel2	775 galones/mes	\$2,790.00
Energía eléctrica	68,800.06 kw – hora/mes	\$3171.70



ESTERILIZACIÓN:

COSTO DE CONSUMO VAPOR VS ELECTRICIDAD EN ESTERILIZADORES		
Fuente de Energía	Consumo al mes	Costo mensual
Gas natural	1,392.50 m ³ /mes	\$218.90
GLP	841.40 galones/mes	\$701.20
Diesel2	375 galones/mes	\$1,350.00
Energía eléctrica	33,290.40 kw – hora/mes	\$1,534.70



IMPACTOS GENERADOS PARA UNA OPTIMA SELECCIÓN DE LA FUENTE ENERGETICA

Impacto Ambiental:

- Un combustible gaseoso, en comparación con los líquidos, es más fácil de manejar y su combustión es limpia y sin problemas de operación. El gas es un combustible de fácil quemado, ya que para su combustión sólo requiere ser mezclado con determinada cantidad de aire a condiciones óptimas de temperatura.
- No presentan cenizas ni materias extrañas.
- No es tóxico ni corrosivo, y se disipa rápidamente a la atmósfera cuando hay alguna fuga, de esta forma se minimizan los riesgos en su uso.

Impacto Tecnológico:

- El control de la combustión es mucho más fácil, lo que nos permite mantener la temperatura de combustión aún con demandas variables.

LAVANDERÍA

COSTO DE CONSUMO VAPOR VS ELECTRICIDAD EN LA SALA DE LAVANDERÍA		
Fuente de Energía	Consumo al mes	Costo mensual
Gas natural	2,135.20 m ³ /mes	\$335.60
GLP	841.40 galones/mes	701.20
Diesel2	530.30 galones/mes	\$1,909.10
Energía eléctrica	44,387.13 kw – hora/mes	\$2,046.30

- Posibilidad de calentar el gas en regeneradores y recuperadores, elevando de esta manera la temperatura de combustión, y por lo tanto, aumentando el rendimiento térmico.

Impacto económico:

- Para los combustibles gaseosos, en especial el gas natural, es el combustible de menor precio y permite obtener un ahorro sustancial en relación con otros combustibles.

Se invita a las personas interesadas en difundir artículos tecnológicos, tenga a bien remitirlo a la siguiente dirección electrónica:

percy.sanchez@essalud.gob.pe

BOLETÍN TECNOLÓGICO

SELECCIÓN ÓPTIMA DEL TIPO DE ENERGÍA, PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPAMIENTO EN LOS SERVICIOS GENERALES DE LOS HOSPITALES DE ESSALUD

Boletín N° 35

Edición:

- Sub. Gerencia de Evaluación Tecnológica
- Gerencia de Planeamiento y Evaluación de Inversiones
- Oficina Central de Planificación y Desarrollo

Comité Editorial:

- Dr. Víctor Espada Yuffra.
- Ing. Percy Sánchez Fernández.
- Ing. Max Bonilla Ruiz.
- Ing. Jaime Baluarte Maticorena.
- Ing. Julio Samamé Vega.